

А. С. ТҮРАХОНОВ

**МЕТАЛЛАР
ТЕХНОЛО-
ГИЯСИ**

А. С. ТЎРАХОНОВ

МЕТАЛЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ

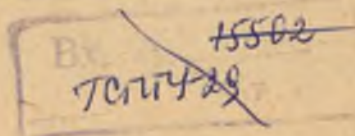
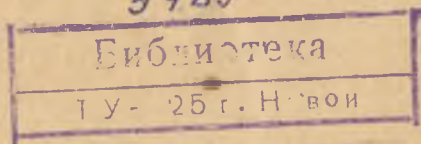
ЎзССР Профессional-техника
таълими давлат комитети профессионал-техника
билим юртлари учун дарслик сифатида тасдиқлаган

ТУЗАТИЛГАН ВА ТЎЛДИРИЛГАН ИККИНЧИ НАШРИ

1733

ч/з

~~5489~~



Бу дарслик профессионал-техника билим юртларининг ўқувчилари учун мўлжалланган бўлиб, унда металллар, қотишмалар ва уларнинг хоссалари тўғрисида, металллар ишлаб чиқариш, пўлат ва чуянни термик ишлаш, металлларнинг сиртқи қатламини пухталаш, металллар коррозияси ва унинг олдини олиш, қўймалар ишлаб чиқариш, металлларни босим билан ишлаш, пайвандлаш ва кесиб ишлаш, металлларни ишлашнинг электрик усуллари баён этилган ва машинасозликда ишлатиладиган металлмас материаллар ҳақида қисқача маълумот баён этилган.

Ҳар бобнинг охирида ўз-ўзини текшириш учун савол ва топшириқлар берилган.

Дарсликдан тегишли махсус ўрта ўқув юртларининг ўқувчилари, шунингдек, олий техника ўқув юртларининг механика факультетларидан бошқа факультетларида ўқийдиган студентлар ҳам фойдаланишлари мумкин.

На узбекском языке

ТУРАХАНОВ АБДУРАХМАН САТТАРОВИЧ

ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛОВ

Учебник для профессионально-технических училищ

Переработанное и дополненное второе издание

Ташкент— „Ўқитувчи“ — 1979

Илмий муҳаррир В. Мирбобоев
Наشريёт муҳаррири Ф. Умирзоқов
Бадий муҳаррир Г. Чернишов
Техникавий муҳаррир Ш. Вахидова
Корректор Н. Бобожонов

ИБ № 1502

Теришга берилди, 26. 03. 79 й. Босишга рухсат этилди 11. 12. 79 Формати 60×90¹/₁₆. Тип. қоғози № 3. Кегли 10. шпонсев литерат. гарн. Юқори босма усулида босилди. Шартли б. л. 25.5+ + 0.25 рангли вкл. Нашир .л. 24,81+0,14 рангли вкл. Тиражи 6000. Зак. № 181. Баҳоси 95 т.

„Ўқитувчи“ нашриёти. Тошкент. Навоий кўчаси, 30. Шартнома № 42-79.

Ўзбекистон ССР нашриётлар, полиграфия ва китоб савдоси ишлари Давлат комитети Тошкент „Матбуот“ полиграфия ишлаб чиқариш бирлашмасининг полиграфия комбинатида теришиб, 1-босма хонада босилди. Ташкент, Ҳамза кўчаси, 21 1979 й.

Набрано на Ташполиграфкомбинате, отпечатано в тип. № 1. Ташкентского полиграфического производственного объединения «Матбуот» Государственного комитета УзССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Ташкент, ул. Хамзы, 21.

© «Ўқитувчи» нашриёти, 1979.

Т 31100 — № 343 инф. письмо 79 2605 000000
353 (04) — 79

СУЗ БОШИ

Мазкур китоб профессионал-техника билим юртлари учун металллар технологиясидан СССР Профессионал-техника таълими давлат комитетининг Уқув-методика бошқармаси 1968 йилнинг 31 январида тасдиқлаган программа асосида ёзилган дарсликнинг тузатилган ва тўлдирилган иккинчи нашридир.

Дарсликда металлшунослик асослари, қора ва рангли металллар металлургияси, металлларни термик, химиявий-термик ва термомеханикавий ишлаш, қаттиқ қотишмалар, металллар коррозияси ва унинг олдини олиш чоралари, қуймакорлик, металлларни босим билан ишлаш, пайвандлаш ва кесиб ишлаш, металлларни ишлашнинг электрик усуллари баён этилган ва металлмас материалларга оид қисқача маълумот берилган.

Дарсликнинг тегишли жойларида МКГСС системаси ўлчов бирликлари билан бир қаторда, қавслар ичида, Халқаро Система (СИ) даги бирликлари ҳам келтирилган.

Ушбу дарслик авторнинг махсус ўрта ва олий техника ўқув юртларида кўп йиллардан буён олиб борган педагогик иш тажрибаси асосида ёзилди. Дарсликни ёзишда металллар технологияси курсидан, бу курснинг айрим бўлимларидан рус ва ўзбек тилларида нашр этилган кўпгина адабиётдан фойдаланилди (адабиёт рўйхати китоб охирида берилган).

Профессионал-техника билим юртларининг ўқувчилари учун мўлжалланган бу китоб ўзбек тилида нашр этилган оригинал дарслик бўлганлиги учун уни баъзи камчиликлардан холи деб бўлмайди. Шу сабабли, дарслик ҳақидаги фикр ва мулоҳазаларини қуйидаги адресга йўллаган китобхонларга автор самимий ташаккур изҳор этади:

Тошкент 129, Навоий кўчаси, 30, «Ўқитувчи» нашриёти.

МУҚАДДИМА

Металлар ишлаб чиқариш ва уларни ишлаш усулларини ўрганувчи фан *металлар технологияси* деб аталади.

Металлар инсониятга жуда қадим замонларданоқ маълум бўлиб, кишилиқ жамияти моддий маданиятининг ривожланишида гоят катта роль ўйнади. Маълумки, ҳар қандай машина ва механизмнинг жуда кўп қисмлари металлар ва уларнинг қотиш маларидан тайёрланади. Бинобарин, ҳозирги вақтда халқ ҳужалигининг металлар ишлатилмайдиган бирорта соҳасини кўрсатиш жуда қийин.

Мамлакатимизда металлар ишлаб чиқариш ва уни ишлаш сансати XVIII асрнинг бошларидангина сезиларли даражада ривожлана бошлади. Шу аср давомида Уралда 176 та металлургия заводи қурилди. XVIII аср охирига келиб, Россия чўян ва пўлат ишлаб чиқариш соҳасида дунёда биринчи ўринни эгаллади. Аммо XIX аср давомида, феодал-крепостниклик тузуми шароитида металлургия саноатининг ривожланиш суръати сусайди ва Россия илғор капиталистик мамлакатлардан орқада қола бошлади. Россиянинг металлургия саноати XX асрнинг бошида ҳам секин ривожланди. Масалан, 1913 йилда Россияда 4,3 млн. т чўян ва тахминан шунча пўлат ишлаб чиқарилди.

Биринчи жаҳон уруши ва граждандар уруши бўлиб ўтган 1914—1921 йилларда чўян ва пўлат ишлаб чиқариш қарийб тўхтади: 1920 йилда атиги 0,16 млн. т чўян ва 0,2 млн. т пўлат суюқлантириб олинди, чунки Россиянинг асосий металлургия районлари бўлган Урал ва Донбассда ҳам уруш ҳаракатлари борар эди. 1921—1925 йилларда Коммунистик партия раҳбарлигида халқимизнинг фидокорона меҳнати туфайли чўян ва пўлат ишлаб чиқариш 1913 йил даражасига етказилди. Шундан кейин мамлакатимиз металлургия саноати илдам қадамлар билан ривожлана бошлади ва 1937 йилга келиб, 14,5 млн. т чўян ҳамда 17,7 млн. т пўлат ишлаб чиқарилди.

Биринчи ва иккинчи беш йилликлар мобайнида янгидан-янги металлургия, машинасозлик корхоналари қурилди ва ишга туширилди. Магнитогорск ва Кузнецк металлургия комбинатлари, Кривой Рог заводи, Азовсталь ва Запорожсталь заводлари ва бошқа йирик корхоналар ана шулар жумласидандир.

1941 йилда фашистлар Германиясининг мамлакатимизга қилган ваҳшиёна ҳужуми халқ ҳужалигимизнинг тинч ривожланишига халақит берди. Улуғ Ватан уруши бошлангандан кейин кўпгина корхоналар мамлакатимизнинг шарқий районларига, жумладан Ўзбекистонга ҳам кўчирилди ва тезда ишга туширилди, шу билан бирга, янги корхоналар қуриш ҳам давом эттирилди. Натижада, маълумки, Улуғ Ватан уруши фашистлар Германиясининг тор-мор келтирилиши билан тугалланди.

Урушдан кейинги йилларда мамлакатимизда халқ ҳужалигини, жумладан металлургия ва машинасозлик саноатини ривожлантириш давом эттирилди. 1953 йилда 1940 йилдагига қараганда икки баравар кўп, 1955 йилда 33 млн. т дан ортиқроқ чўян ва 45 млн. т дан зиёд пўлат, 1958 йилда 55 млн. т пўлат, 1965 йилда эса 66,2 млн. т чўян ва 91 млн. т пўлат ишлаб чиқарилди; 1969 йилда суюқлантириб олинган чўян миқдори 81,6 млн. т ни, пўлат миқдори эса 110 млн. т ни ташкил этди.

~~Ушбу~~ съездда қабул қилинган «1976—1980 йилларда ~~Ушбу~~ халқ ҳужалигини ривожлантиришнинг асосий йўналишлари»да тўққизинчи беш йилликда совет экономикаси ~~Ушбу~~ съездининг Директиваларига мувофиқ равишда ривожланганлиги, тўққизинчи беш йилликнинг асосий социал-иқтисодий вазифалари бажарилганлиги, ишлаб чиқариш кўлами ўсганлиги, унинг техникавий даражаси ошиб, халқ ҳужалигидаги барча тармоқларнинг моддий-техника базаси мустаҳкамланганлиги қайд қилиб ўтилди.

Тўққизинчи беш йилликда қора ва рангли металллар, пластмасса ва бошқа материаллар ишлаб чиқариш 1,6 баравар кўпайди ва 1975 йилга келиб 90 млн. т дан ошди.

«1976—1980 йилларда ~~Ушбу~~ халқ ҳужалигини ривожлантиришнинг асосий йўналишлари»га биноан, саноатнинг асосий вазифаси халқ ҳужалигининг ва аҳолининг юқори сифатли маҳсулотга бўлган талабини тулароқ қондиришдан, ҳамма тармоқларда техника билан қайта қурулланишни ва ишлаб чиқаришни интенсивлашни таъминлашдан иборат.

Беш йиллик ичида ишлаб чиқариш воситалари ишлаб чиқариш 38—42% кўпайтирилади. 1980 йилга келиб, 160—170 млн. т пўлат ва 115—120 млн. т тайёр прокат ишлаб чиқарилади, алюминий, мис ва никель ишлаб чиқариш 1,4 баравар оширилади. Юқори сифатли металлургия хом ашёси, шу жумладан темир оқатишлари ишлаб чиқариш 2,3 баравар кўпайтирилади. Маъжуд металлургия агрегатлари такомиллаштирилади ва янги қудратли металлургия агрегатлари ишга туширилади. Кислород ҳайдаладиган конверторларда, электрик печларда пўлат ишлаб чиқариш; пўлатни вакуум ва электр-шлак усулида, плазма ҳамда электронлар нури ёрдамида қуйиш ва қайта суюқланти-

риш, узлуксиз қўйиш такомиллаштирилади ва кенг жорий қилинади.

Электрон, электротехника саноати ва бошқа тармоқлар учун ярим ўтказгичлар, жуда тоза ва махсус материаллар ишлаб чиқариш ривожлантирилади, ғоят чидамли янги қаттиқ қотишмалар, углеродли ва бошқа хил маҳсулотлар ишлаб чиқариш ўзлаштирилади, металл кесувчи асбоблар учун қаттиқ қотишмалардан жуда аниқ ўлчамли пластиналар ишлаб чиқариш анча кўпайтирилади. Рангли металл прокатининг янги тежамли профиллари ишлаб чиқариш ўзлаштирилади.

Машинасозлик ва металл ишлаш маҳсулотлари ишлаб чиқариш беш йиллик ичида 1,5—1,6 баравар оширилади. Машинасозлик ишлаб чиқаришини интенсивлаштиришга доир комплекс чораларни амалга ошириш, буюмларни, узелларни ва деталларни стандартлаштириш ва унификациялаш, технологик процессларни типизациялаш асосида тармоқ ичида ҳамда тармоқлараро ихтисослаштириш кучайтирилади ва кенгайтирилади.

Машиналарнинг, механизмларнинг янги турларини лойиҳалашда прогрессив ечимларни татбиқ этиш, қора металл прокатининг тежамлироқ профилларидан ва бошқа конструкцион материаллардан фойдаланиш, металл ишлаш методларини такомиллаштириш ҳисобига машинасозликнинг ҳамма тармоқларида металл ишлатишнинг самарадорлиги оширилади.

Металлург ва машинасозлар олдига ~~XXIV~~ XXV съезди қўйган бундай улкан вазифани ҳал қилиш учун ёш мутахассисларнинг машинасозлик материалларини ва бундай материаллар ишлаб чиқариш ҳамда уларни ишлаш технологиясини чуқур билиши талаб этилади.

Металлар ишлаб чиқариш ва уларни ишлаш соҳасидаги ғоят катта ютуқлар металл, уларнинг тузилиши ва хоссалари тўғрисидаги фаннинг, яъни металлшунослик фанининг ривожланиши туфайлигина қўлга киритилди.

Металлар тўғрисидаги энг оддий маълумотлар қадим замонларданоқ маълум эди, аммо металлшунослик фани ўтган асрнинг иккинчи ярмидагина яратилди. Металлшунослик фанининг яратилиши ва ривожлантирилишида рус олимларининг қўшган ҳиссалари ғоят катта.

Улуғ рус олими М. В. Л о м о н о с о в (1711—1765) металлларнинг ўзига хос хусусиятларини (ялтироқлик ва пластиклик хоссаларини) биринчи бўлиб тасвирлаб берди ва талаб этилган хоссали қотишмалар ҳосил қилиш йўлини кўрсатди. Д. И. Менделеев (1834—1907) ўз асарларида металл қотишмалари ҳосил қилиш масаласига катта эътибор берди. Рус олими П. П. А н о с о в (1797—1851) пўлат структурасини ўрганиш учун микроскопдан биринчи бўлиб фойдаланди. У кам углеродли пўлатларни газ муҳитида углеродга тўйинтириш (цементитлаш) усулини кашф этди. Унинг юқори сифатли пўлатлар ҳосил қилишдаги хизмати айниқса катта. П. П. Аносов ишлари-

ни унинг истеъдодли шогирдлари — Д. К. Чернов, А. С. Лавров, Н. В. Калакуцкий ва бошқалар давом эттирдилар. Д. К. Чернов (1839—1921) металлшуносликнинг илмий асосларини яратди. У пўлатнинг хоссалари унинг химиявий таркибигагина эмас, балки тузилишига ҳам боғлиқ эканлигини кўрсатди. Д. К. Чернов критик нуқталар вазиятининг пўлат таркибидаги углерод миқдорига боғлиқ эканлигини аниқлаб, темир — углерод қотишмалари ҳолат диаграммасини тузиш учун асос яратиб берди. Унинг қўймаларнинг тузилиши ва кристалланиш процесси туғрисидаги асарлари ҳам ниҳоятда муҳим аҳамиятга эга. Д. К. Черновнинг илмий мероси ҳозирги вақтгача ўз кучини сақлаб келмоқда. Рус олими Н. С. Курнаков (1860—1941) металлларнинг химиявий таркиби, тузилиши ва физикавий хоссалари орасида боғланиш борлигини аниқлади ва биринчи бўлиб, таркиб — хосса диаграммаларини тузди. Унинг қотишмалар назариясига оид ишлари ҳам катта аҳамиятга эга. Рус олимларидан А. А. Байков (1870—1946) пўлатнигина эмас, балки баъзи рангдор металлларнинг қотишмаларини ҳам тоблаш мумкинлигини аниқлади. Унинг «Металлларнинг қайтарилиши ва оксидланиши» ҳамда «Юқори сифатли пўлат ва унинг харақтеристикаси» номли асарлари металлургия саноатига фоят катта ҳисса қўшди. Рус олими А. А. Бочвар (1870—1947) янги антифрикцион (ишқаланишга чидамли) қотишмалар тайёрлади ва уларга нисбатан қўйиладиган талабларни асослаб берди.

Металлшунослик фани мамлакатимизда Улуғ Октябрь со­циалистик революциясидан кейин айниқса илдам қадамлар билан ривожлантирилди ва ҳозир ҳам ривожлантирилмоқда.

Рус ва совет олимларининг, шунингдек, чет эл тадқиқотчи­ларининг металллар технологиясининг айрим бўлимлари соҳаси­да қилган ишлари дарсликнинг тегишли бўлимларида батафсил баён этилган.

1 БОБ

МЕТАЛЛ ВА ҚОТИШМАЛАР ТУҒРИСИДА АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР

1-§. Металлар

Металларнинг асосий хоссалари. Химия курсидан маълумки, ҳозирги вақтда химиявий элементлар сони 118 та бўлиб, улар металллар билан металлмасларга бўлинади, металллар эса барча элементларнинг ярмидан кўпроқ қисмини ташкил этади ва электр ўтказувчанлиги жиҳатидан металлмаслардан фарқ қилади. Аммо элементларнинг электр ўтказувчанлик қиймати уларни металллар ёки металлмаслар деб таърифлашга асос бўла олмайди, чунки шундай металллар ҳам борки, уларнинг электр ўтказувчанлиги баъзи металлмасларникидан сал юқори, холос. Бундан ташқари, электр ўтказувчанлик температурага боғлиқ бўлади. Баъзи элементларнинг электр ўтказувчанлиги, температуранинг кўтарилиши билан пасаяди. Ана шундай элементлар металллар жумласига киради.

Металлар иссиқликни ҳам яхши ўтказади.

Машҳур рус олими М. В. Ломоносов металлларга бундай таъриф берган эди: *«Металлар болғаланиши мумкин бўлган ялтироқ жисмлардир»*. Демак, металлларда электр ўтказувчанлик ва иссиқлик ўтказувчанликдан ташқари, болғаланувчанлик ва ялтироқлик хоссалари ҳам бўлар экан.

Юқорида баён этилганларга асосланиб, металлларга қуйидагича таъриф берса бўлади: *температура пасайган сари электр ўтказувчанлиги ортадиган, иссиқликни яхши ўтказадиган, болғаланувчан ва ўзига хос ялтироқликка эга бўлган элементлар металллар деб аталади.*

Металлар Д. И. Менделеев элементлар даврий системаси жадвалининг асосан чап қисмида жойлашган (1-расм).

Шуни ҳам айтиш керакки, металллар билан металлмаслар орасига кескин чегара қўйиб бўлмайди, чунки баъзи металлларда, масалан, кумушда газ ҳолатида металллик хоссалари бўлмайди, баъзи металлмасларда эса, масалан, фосфорда юқори босим остида металллик хоссалари пайдо бўлади. Демак, элементларни металллар ва металлмаслар деб икки гурпуага ажратиш шартлидир.

Жуда кўпчилик металллар атомларининг сиртқи (валент) электронлари сони битта ёки иккита бўлиб, улар ядрога заифроқ тортилиб туради, шунинг учун маълум шароитда металлларнинг атомлари ана шу электронларининг бирини ёки иккаласини металлмасларга бериб, мусбат зарядли ионларга айланади.

Ҳатто жуда кичик потенциаллар айирмаси ҳосил қилинди дегунча металлларнинг атомларидаги электронлар тартибли ҳаракатга келиб, мусбат қутб томон боради, натижада электр токи пайдо бўлади. Металлларнинг электр токини яхши ўтказишига сабаб ҳам ана шу.

Металлларнинг классификацияси. Барча металллар икки группага, яъни қора металллар группаси билан рангли металллар группасига бўлинади. Қора металллар группасига, асосан, темир киради (темирнинг қотишмалари — чуян ва пулат ҳам қора металллар группасига киритилади), қолган барча металллар рангли металллар группасини ташкил этади.

Рангли металллар, ўз навбатида, қуйидаги группаларга бўлинади:

а) оғир металллар группаси; бу группага мис, никель, қўрғошин, қалай, кадмий, кобальт, мишьяк, сурьма, висмут, симоб ва бошқалар киради;

б) энгил металллар группаси; бу группага алюминий, магний, титан, натрий, бериллий, литий, барий, кальций, стронций ва калий киради;

в) асл, бошқача айтганда, қимматбаҳо металллар группасига: олтин, кумуш, платина, осмий, иридий, родий, рутений ва палладий металлари киради;

г) нодир металллар группаси; бу группага суюқланиши қийин металллардан вольфрам, молибден, тантал, ниобий ва цирконий, тарқоқ металллар (таллий, галлий, германий, индий, рений, гафний, рубидий, цезий ва бошқалар), сийрак-ер металллар (лантан ва лантаноидлар) радиоактив металллар (полоний, радий, актиний, торий, уран ва бошқа трансуран металллар) киради.

Рангли оғир ва энгил металллар бир-биридан, асосан, зичлиги жиҳатидан фарқ қилади. Рангли оғир металлларнинг зичлиги 5 дан 13,6 г/см³ гача, рангли энгил металлларнинг зичлиги эса 0,53 дан 5 г/см³ гача бўлади. Энг энгил металл литий бўлиб, унинг зичлиги 0,53 г/см³ га тенг, энг оғир металл—платинанинг зичлиги эса 21,45 г/см³ га барабардир.

Асл металллар химиявий активлиги жуда паст металллар бўлиб, кислород билан бевосита бирикмайди, демак, улар коррозия бардош металллардир.

Металлларнинг бу классификацияси вақти келиб ўзгариши ҳам мумкин. Масалан, титан илгарилари нодир металллар группасига киритилган эди, ҳозирги вақтда титан металлургиясининг барқ уриб ривожланаётганлиги туфайли бу металл нодир бўлмай қолди ва зичлигига қўра, рангли энгил металллар группасига киритилди.

Техникада кенг қўламда ишлатиладиган металллар. Техникада темир, мис алюминий, магний, рух, қўрғошин, қалай ва сурьма энг кўп ишлатилади. Хром, никель, вольфрам, ванадий, кобальт, молибден, марганец ва бошқа металллардан ҳам фойдаланилади. Қуйида техникада кенг қўламда ишлатиладиган баъзи металлларга оид қисқача маълумотлар келтирилади.

Темир. Химиявий белгиси Fe. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг VIII группасида турадиган, тартиб номери 26, атом массаси 55,847, зичлиги эса $7,86 \text{ г/см}^3$ бўлган юмшоқ, пластик, кулрангроқ тусда товланадиган оқ металл. Саноатда энг кўп ишлатилади. Темирнинг суюқланиш температураси 1539°C га, қайнаш температураси эса 2770°C га тенг.

Техникавий тоза темир, асосан, электротехникада электрик моторлар, динамошиналар ва электромагнитлар учун ўзаклар ва бошқалар тайёрлашда ишлатилади. Темир кукунидан кукун металлургияси усулида деталлар тайёрлашда фойдаланилади. Темир чўян ва пўлатнинг асосий таркибий қисмини ташкил этади.

Мис. Химиявий белгиси Cu. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг I группасида турадиган, тартиб номери, 29, атом массаси 63,54, зичлиги эса $8,93 \text{ г/см}^3$ бўлган юмшоқ, пластик, қизил тусли металл. Мис 1083°C да суюқланади ва 2560°C да қайнайди, иссиқликни ва электрни яхши ўтказиши, нам атмосферада яшил тусли оксид парда билан қопланиб қолади, бу парда мисни янада оксидланишдан сақлайди. Миснинг атмосферада коррозиябардошлиги юқори бўлганлиги учун ундан тайёрланган буюмлар бузилмасдан узоқ вақт сақланади. Тоза мис, асосан, электротехникада электр симлари ва бошқалар тарзида ишлатилади. Ишлаб чиқариладиган миснинг анчагина миқдори мис қотишмалари — латунь (жез) ва бронза тайёрлаш учун кетади.

Алюминий. Химиявий белгиси Al. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг III группасида турадиган, тартиб номери 13, атом массаси 26,9815, зичлиги эса $2,7 \text{ г/см}^3$ бўлган юмшоқ, пластик, оқ тусли металл. Унинг суюқланиш температураси 657°C га, қайнаш температураси эса 1800°C га барабар. Алюминийнинг кислородга яқиндошлиги катта бўлишига қарамай, у ҳавода ва баъзи бошқа муҳитларда жуда оз коррозияланади, чунки унинг сиртида алюминий оксид (Al_2O_3) дан иборат юпқа ва зич парда ҳосил бўлиб, бу парда металлниң ички қисмини коррозияланишдан сақлайди. Бинобарин, алюминий коррозия бардош металлар жумласига киради.

Алюминийнинг электр ўтказувчанлиги юқори (бу жиҳатдан олганда мисдан кейинги ўринни эгаллайди), шунинг учун у электр симлари тайёрлаш ва бошқа мақсадлар учун ишлатилади. Аммо алюминийнинг энг кўп миқдори қотишмалар тайёрлаш учун кетади.

Магний. Химиявий белгиси Mg. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг II группасида турадиган, тартиб номери 12, атом массаси 24,312, зичлиги эса $1,74 \text{ г/см}^3$ бўлган энгил, пластик, қумуш ранг тусли ялтироқ металл, ҳавода юпқа ва зич оксид парда билан қопланиб қолади, натижада хираланади. Магнийнинг суюқланиш температураси 651°C га, қайнаш температураси эса 1110°C га тенг.

Магний энгил қотишмалар ишлаб чиқаришда, қийин қайтариладиган металлар (ванадий, титан, уран ва бошқалар) олишда, жуда пухта чўян ҳосил қилишда, пиротехникада ва бошқа мақсадларда ишлатилади.

Рух. Химиявий белгиси Zn. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг II группасида турадиган, тартиб номери 30, атом массаси 65,37, зичлиги эса $7,14 \text{ г/см}^3$ бўлган қукиш оқ тусли металл. Рух 419°C да суюқланади ва 906°C да қайнайди. У нормал температурада анча мурт бўлади, аммо $100\text{—}110^\circ\text{C}$ да пластик ҳолатга келади. Рух атмосферада юпқа ва зич оксид қатлами билан қопланиб қолади, бу қатлам эса рухни янада оксидланишдан сақлайди, бинобарин, рух нормал температурада коррозиябардош металлдир.

Рух хилма-хил мақсадларда: темир тунукани занглашдан сақлаш учун унинг сиртини қоплашда, гальваник элементлар тайёрлашда, қотишмалар ҳосил қилишда ва бошқа мақсадларда ишлатилади.

Қўрғошин. Химиявий белгиси Pb. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг IV группасида турадиган, тартиб номери 82, атом массаси 207,19, зичлиги эса $11,34 \text{ г/см}^3$ бўлган оқиш ҳаворанг тусли, ғоят пластик металл. Унинг суюқланиш температураси 327°C , қайнаш температураси эса 1750°C .

Қўрғошин атмосферада юпқа ва зич оксид қатлами билан қопланиб қолади ва бу қатлам қўрғошинни янада оксидланишдан сақлайди. Қўрғошин

кислотабардош металлдир, у рентген ва ядро нурларини ўтказмайди. Ана шу хоссалари туфайли қўرғошин сульфат кислота сақланадиган идишларнинг ички юзаларини қоплаш, бензин баклари ва заҳарловчи моддалар солинадиган идишлар, зарарли нурлардан сақловчи қобиқ ва экранлар тайёрлаш учун ишлатилади. Қўрғошиндан аккумуляторлар ишлаб чиқаришда, кавшарлар, баб-битлар, кабель қобиқлари, босмахона қотишмалари ва бошқалар тайёрлашда ҳам фойдаланилади.

Қ а л а й. Химиявий белгиси Sn. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг IV группасида турадиган, тартиб номери 50, атом массаси 118,69, зичлиги эса 7,3 г/см³ бўлган юмшоқ, кумушдек оқ металл, ҳавода секин-аста хираланиб қолади, яъни оксид парда билан қопланади. Қалайнинг суюқланиш температураси 231,9°C га, қайнаш температураси эса 2270°C га тенг. Қалай чивиклари эгилса, ўзига хос ғарчиллаш товуши эшитилади.

Қалай тунуқаларни оқлаш, подшипник қотишмалари, кавшарлар, осон суюқланувчи сақлагич қотишмалар тайёрлаш ва бошқа мақсадлар учун ишлатилади.

С у р ь м а. Химиявий белгиси Sb. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг V группасида турадиган, тартиб номери 51, атом массаси 121,75, зичлиги эса 6,69 г/см³ бўлган жуда ялтироқ оқ тусли металл. Сурьма 631°C да суюқланади ва 1440°C да қайнайди. Сурьма қотаётганда кенгайдиган металллар жумласига киради. Сурьма шу қадар мўртки, уни янчиб кукунга айлантириш жуда осон.

Сурьма босмахона қотишмалари, подшипник қотишмалари, аккумулятор пластинкалари учун кетадиган қўрғошин қотишмалари ва бошқалар тайёрлашда ишлатилади. Сурьма мис қотишмалари таркибига ҳам киради (сурьмали бронзалар). Никель ва хромни тежаш мақсадида автомобиль, велосипед ва бошқа машиналар деталларининг сиртини безаш учун улар гальваник усулда сурьма билан қопланади.

Х р о м. Химиявий белгиси Cr. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг VI группасида турадиган, тартиб номери 24, атом массаси 51,96, зичлиги эса 7,16 г/см³ бўлган оқ тусли қаттиқ металл. Хром қийин суюқланувчи металллар жумласига киради; тозаланган хромнинг суюқланиш температураси 1910°C га, қайнаш температураси эса 2469°C га тенг.

Хром металлларнинг сиртини қоплаш (хромлаш), легирланган қотишмалар (масалан, зангламас пўлатлар) тайёрлаш ва бошқа мақсадлар учун ишлатилади.

Н и к е л ь. Химиявий белгиси Ni. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг VIII группасида турадиган, тартиб номери 28, атом массаси 58,71, зичлиги эса 8,9 г/см³ бўлган кумушдек оқ тусли, ниҳоятда қаттиқ, магнитавий хоссаларга эга металл. Унинг суюқланиш температураси 1453°C га ва қайнаш температураси 2900°C га баравар.

Никель ҳавода коррозиябардош бўлганлиги учун бошқа металллар сиртини қоплаш (никеллаш) учун ишлатилади. Ишлаб чиқариладиган никелнинг кўп қисми иссиқбардош, яъни юқори температураларда ўзининг механикавий хоссаларини сақлаб қоладиган қотишмалар, алоҳида физикавий хоссаларга эга қотишмалар тайёрлаш учун ишлатилади.

В о л ь ф р а м. Химиявий белгиси W. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг VI группасида турадиган, тартиб номери 74, атом массаси 183,85, зичлиги эса 19,3 г/см³ бўлган оч кул ранг тусли жуда қаттиқ металл. Вольфрам нормал температурада жуда мўрт бўлади. Унинг суюқланиш температураси 3410°C га, қайнаш температураси эса 5930°C га тенг. Вольфрам ҳавода нормал температурада мутлақо оксидланмайди.

Вольфрам легирланган пўлатлар, қаттиқ қотишмалар, электр лампаларининг чуғланиш толалари, электродлар, рентген найларнинг катодлари, электроний тўпларнинг спираллари тайёрлаш ва бошқалар учун ишлатилади.

В а н а д и й. Химиявий белгиси V. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг V группасида турадиган, тартиб номери 23, атом массаси 50,942, зичлиги эса 6,11 г/см³ бўлган оқиш кулранг тусли металл. Унинг суюқ-

ланиш температураси 1900°C га, қайнаш температураси эса 3400°C га барабар. Ванадий пластик бўлиб, уни босим билан ишлаш мумкин.

Ванадий юқори сифатли махсус пўлатлар, шу жумладан, асбобсозлик пўлатлари тайёрлашда ва бошқа мақсадларда ишлатилади.

Кобальт. Химиявий белгиси Со. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг VIII группасида турадиган, тартиб номери 27, атом массаси 58,9332, зичлиги эса 8,9 г/см³ бўлган кумуш ранг оқ тусли металл. Кобальтда магнитавий хоссалар бўлади. Кобальт темир ва никелдан кура қаттиқроқ. Унинг суюқланиш температураси 1493°C га, қайнаш температураси эса 3100°C га барабар.

Кобальт металлокерамик қаттиқ қотишмалар, махсус пўлатлар, ўзгармас магнит қотишмалари (альнико, магнико ва бошқалар) тайёрлашда ишлатилади.

Молибден. Химиявий белгиси Мо. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг VI группасида турадиган, тартиб номери 42, атом массаси 95,94, зичлиги эса 10,23 г/см³ бўлган кумуш ранг тусли ялтироқ металл. Молибден ~ 2625°C да суюқланади ва ~ 5560°C да қайнайди.

Молибден махсус ва тез кесар пўлатлар, металлокерамик қотишмалар, металлари кесиб ишлашда кесувчи асбобга суркак материали [молибден (IV)-сульфид MoS₂] тайёрлашда, шунингдек, электр печларининг қиздириш элементлари материали сифатида ишлатилади.

Марганец. Химиявий белгиси Mn. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг VII группасида турадиган, тартиб номери 25, атом массаси 54,938, зичлиги эса 7,2 г/см³ бўлган кумуш ранг тусли ялтироқ, қаттиқ ва мўрт металл. Унинг суюқланиш температураси 1244°C га, қайнаш температураси эса 1900°C га барабар. Марганец ҳавода юққа ва зич оксид парда билан қопланиб қолади ва бу парда марганецни янада оксидланишдан сақлайди.

Марганец барча чўян ва пўлатлар таркибига киради, легирланган пўлатлар, алюминий-марганецли бронза ва латунлар, алюминий-марганецли бошқа қотишмалар, манганинлар (электр қаршилиги юқори қотишмалар) тайёрлаш ва металл ҳамда қотишмаларни оксидсизлантириш учун ишлатилади.

Титан. Химиявий белгиси Ti. Д. И. Менделеев элементлар даврий системасининг IV группасида турадиган, тартиб номери 22, атом массаси 47,9, зичлиги эса 4,54 г/см³ бўлган оқ тусли ялтироқ ва пластик, коррозиябардош ва иссиқбардош металл. Унинг суюқланиш температураси 1725°C га, қайнаш температураси эса 3200°C га тенг.

Титан металлокерамик қотишмалар тайёрлашда (титан карбиди ҳолида) ишлатилади, у легирланган пўлатлар таркибига ҳам киради. Техникавий титан конструкцион материал сифатида кам ишлатилади, чунки унинг механикавий хоссалари унча юқори эмас (6-жадвалга қаранг). Конструкцион материал сифатида, асосан, легирланган титан, яъни титан қотишмаларидан фойдаланилади.

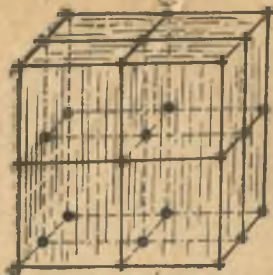
Металларнинг ички тузилиши. Барча қаттиқ жисмлар ички тузилишга кура икки группага: атомлари тартибсиз жойлашган жисмлар группаси билан атомлари тартибли жойлашган жисмлар группасига бўлинади. Атомлари тартибсиз жойлашган жисмлар *аморф** жисмлар деб аталади, атомлари тартибли жойлашган жисмлар эса *кристалл* жисмлар дейилади. Аморф жисмнинг тузилиши 2-расмда, кристалл жисмнинг тузилиши эса 3-расмда тасвирланган. Аморф жисмларнинг хоссалари уларда атомларнинг тартибсиз жойлашганлигидан келиб чиқа-

* *Аморф* сузи грекча amorphos сузидан олинган бўлиб, шаклсиз, яъни аниқ бир шаклга эга бўлмаган деган маънони билдиради.



●-Атом

2- расм. Аморф жисмининг тузилиши.

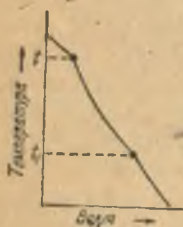


●-Атом

3- расм. Кристалл жисмининг тузилиши.

ди. Масалан, аморф жисмлар қиздирилса, бирор температурада суюқлана бошлаб, бошқа бир температурада батамом суюқланиб бўлади ва, аксинча, суюқ ҳолатдан совитила борса, бирор температурада (батамом суюқланиб бўлиш температурасида) қота бошлаб, бошқа бир температурада (суюқлана бошлаш температурасида) батамом қотиб бўлади.

Буни температура — вақт координатларида график тарзида ифодалаш мумкин (4- расм). Бундай график аморф жисмларнинг *совиш эгри чизиги* деб аталади. Аморф жисмларининг физикавий ва механикавий хоссалари ҳар хил йўналишларда бир хил бўлади. Уларнинг бу хусусияти ҳам атомларининг тартибсиз жойлашганлигидан келиб чиқади.



4- расм. Аморф жисмининг совиш эгри чизиги.



5- расм. Кристалл жисмининг совиш эгри чизиги.

Хоссаларнинг ҳар хил йўналишда бир хил бўлиши *изотропия** деб аталади. Демак, аморф жисмлар изотропиявий хоссаларга эга бўлган, яъни изотроп жисмлардир. Кристалл жисмлар қиздирилса, бирор температурада суюқлана бошлаб, шу температуранинг ўзида суюқланиб бўлади, суюқ ҳолатдан совитила борганда эса бирор температурада (суюқланиш температурасида) қота бошлаб, шу температуранинг ўзида батамом қотиб бўлади. Кристалл жисмининг совиш эгри чизиги 5- расмда тасвирланган. Бу ҳодиса кристалл жисмлар

* *Изотропия* сузи грекча isos — бир хил ва tropos — характер (хосса) сузларидан тузилган бўлиб, бир хил характерли (хоссали) деган маънони англатади.

атомларининг муайян тартибда жойлашганлигидан келиб чиқади. Кристалл жисмлар атомларининг тартибли жойлашганлиги билан боғлиқ бўлган яна бир нарса шуки, кристалл жисмларнинг физикавий ва механикавий хоссалари ҳар хил йўналишларда турлича бўлади. Хоссаларнинг ҳар хил йўналишларда турлича бўлиш ҳодисаси *анизотропия** деб аталади. Демак, кристалл жисмлар анизотропиявий хоссаларга эга бўлган, яъни анизотроп жисмлардир.

Шиша, мум, ёғоч, чинни ва бошқалар аморф жисмларга, ош тузи, графит, олмаз ва бошқалар эса кристалл жисмларга мисол бўла олади. Барча металллар ҳам кристалл жисмлар жумласига киради. Металлларнинг хоссалари уларнинг химиявий таркибигагина эмас, балки ички тузилишига, бошқача қилиб айтганда, структурасига ҳам боғлиқдир. Металлларнинг структураси прокатлаш, болғалаш, штамплаш, термик ишлаш йўли билан ва бошқа усуллар билан ўзгартирилиши мумкин. Бинобарин, металлларга юқорида баён этилган усуллар билан ишлов берилганда уларнинг хоссалари ҳам ўзгаради.

Металлларнинг структурасини металлография деб аталадиган фан ўргатади. Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, анизотропия ҳодисаси монокристалларгагина хос. Атомларнинг муайян тартибда жойлашуви натижасида ҳосил бўлган геометрик жиҳатдан мунтазам шаклдаги жисм *монокристалл*** дейилади. Ҳар хил тарзда жойлашган монокристалллар мажмуи *поликристалл**** деб аталади. Поликристалл жисмларнинг хоссалари ҳар хил йўналишларда бир хил бўлади, чунки поликристалл таркибидagi монокристалллардан ҳар бирига хос бўлган анизотропияни бошқа монокристалллар йўқотади. Поликристалл жисмлар хоссаларининг ҳар хил йўналишларда бир хил бўлиш ҳодисаси *квазиизотропия***** деб аталади. Бинобарин, техникада ишлатиладиган металллар квазиизотропиявий хоссаларга эга бўлган, яъни квазиизотроп жисмлардир.

Бошқа ҳар қандай модда каби, металллар ҳам шароитга қараб уч хил агрегат ҳолатда: қаттиқ, суюқ ва газ ҳолатда бўла олади. Соф металл бир агрегат ҳолатдан иккинчи агрегат ҳолатга маълум температурадагина ўтади ва бунда металлнинг хоссалари ўзгаради.

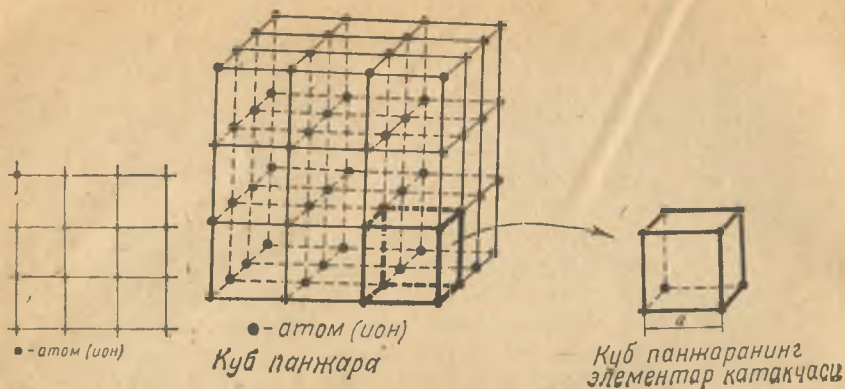
Металлларнинг агрегат ҳолатлари орасидаги фарқ нимада эканлигини кўриб чиқайлик.

* *Анизотропия* — сўзи грекча *anisos* — тенгмас (ҳар хил) ва *tropos* хосса сўзларидан тузилган бўлиб, ҳар хил хоссаи деган маънони билдиради.

** *Монокристалл* — битта (яхлит) кристалл; *моно* деган олд қўшимча грекча *monos* — битта (яхлит, ягона) сўзидан олинган.

*** *Поликристалл* сўзи грекча *poly* — кўп сўзи билан кристалл сўзидан ясалган.

**** *Квазиизотропия* сўзидан *квази* олд қўшимчаси латинча *quasi* сўзидан олинган бўлиб, сохта деган маънони англатади; *квазиизотропия* сохта изотропия демакдир.



6- расм. Атомларнинг текисликда жойлашуви.

7- расм. Металлнинг кристалл панжараси ва унинг элементар каттакчаси.

Қаттиқ ҳолатдаги металлнинг заррачалари муайян тартибда жойлашган бўлади, бу заррачаларнинг бир-бирини тортиш кучи билан бир-бирини итариш кучи ўзаро мувозанатда туради, натижада қаттиқ металл ўз шаклини сақлайди. Газ ҳолатдаги металл заррачалари тартибсиз ҳаракатланади, бир-бирини итаради, натижада металл гази имкони борича катта ҳажми олишга интилади. Суюқ ҳолатдаги металл заррачаларининг озроқ қисмигина батартиб жойлашган бўлиб, бу жойлашув иссиқлик таъсирида гоҳ бузилиб, гоҳ тикланиб туради. Демак, суюқ ҳолатдаги металл қаттиқ ҳолатдаги металл билан газ ҳолатдаги металл орасида оралиқ ҳолатни эгаллайди. Металлнинг агрегат ҳолатлари орасидаги фарқ ана шундан иборат.

Қаттиқ ҳолатда барча металлларнинг кристалл жисмлар жумласига кириши юқорида айтиб ўтилган эди. Қаттиқ ҳолатда металлларнинг атомлари, аниқроқ айтганда, мусбат зарядли ионлари фазода муайян тартибда жойлашади, натижада кристалл панжара ҳосил бўлади.

Кристалл панжаранинг ўзи нима? Бу саволга қуйидагича мулоҳаза юритиш йўли билан жавоб берамиз.

Металл атомларини шарчалар деб фараз қилсак, бу шарчалардан бир гуруҳи фаразий текисликда шундай жойлашган бўладики, шарчаларнинг марказлари орқали ўтказилган фаразий тўғри чизиқларнинг кўзлари бир-бирига тенг панжара ҳосил қилади (6- расм). Атомлар жойлашган фаразий текислик кристаллографик текислик ёки атомлар текислиги деб аталади. Бир-бирига параллел жойлашган бир қанча кристаллографик текисликдан фазовий панжара ҳосил бўлади. Ана шу фазовий панжара кристалл панжарадир. Металллар кристалл панжарасининг тугунларида шу металл атомлари (мусбат зарядли ион-

лари) туради (7- расм). Кристалл панжаранинг энг кичик қисми (бўлаги) унинг элементар катакчаси дейилади. Бир кристалл панжаранинг элементар катакчалари бир-бирига тенг ва ўхшаш бўлади. Металлнинг қандай шаклдаги кристалл панжарага эга эканлигини яққол тасаввур қилиш учун унинг битта элементар катакчасини кўрсатишнинг ўзи кифоя (7- расмга қаранг).

Элементар катакчадаги қушни икки атом марказлари оралиги кристалл панжаранинг даври ёки параметри деб аталади (7- расмдаги a оралиқ) ва ангістрем (А°) ёхуд килоикс (кХ) хисобида ўлчанади*.

Кристалл панжараларда атомларнинг муайян тартибда жойлашганлиги тўғрисидаги фикрни XIX асрда машҳур рус олими Е. С. Фёдоров айтган эди. Рентген нурлари кашф этилиб, бу нурлардан кристаллларнинг тузилишини ўрганишда фойдаланилгандан кейин Е. С. Фёдоровнинг фикри тўла исботланди.

Металл кристалл панжараларининг турлари. Кристалл панжараларнинг энг оддий тури куб панжарадир, куб панжаранинг катта-кичиклиги эса битта параметрнинг ўзи билан белгиланади (7- расмга қаранг). Бундай оддий куб панжарада атомлар етарли даражада зич жойлашган эмас, аммо металл атомлари бири-бирига имкони борича яқинлашишга интилади, натижада бошқа тур кристалл панжаралар ҳосил бўлади. Ҳажми марказлашган куб ва ёқлари марказлашган куб панжаралар ана шундай кристалл панжаралардир. Кристалл панжараларнинг турлари, баъзан, шартли белгилар билан ифодаланади (1- жадвалга қаранг).

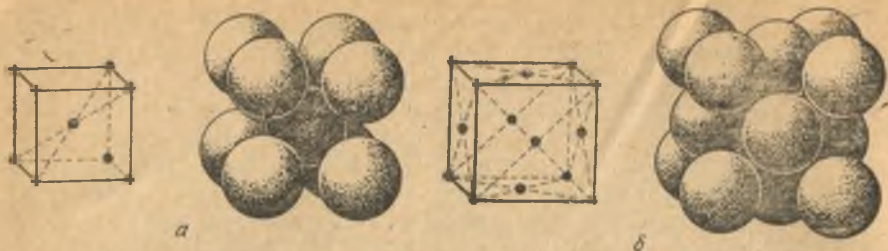
Умуман олганда, кристалл панжараларнинг етти хил системаси мавжуд, булар куб, гексагонал, тетрагонал, ромбаэдрик (тригонал), ромбик, моноклиник ва триклиник системалардир.

Металлларнинг жуда кўпчилиги куб ва гексагонал системаларда кристалланади. Жуда озчилик металллар, масалан, қалай, марганец ва бошқалар тетрагонал системада кристалланади. Гексагонал системадаги кристалл панжараларнинг оддий ва атомлари зич жойлашган (компакт) турлари бўлади. Тетрагонал системадаги кристалл панжаралар, худди куб системадаги кристалл панжаралар каби, оддий, ҳажми марказлашган ва ёқлари марказлашган турларга бўлинади. Гексагонал ва тетрагонал панжараларнинг ўлчами иккита параметр (a ва c параметрлар) билан белгиланади.

Ҳажми марказлашган куб панжара. Бундай кристалл панжаранинг элементар катакчаси тўққизта атомдан тузилган бўлиб, уларнинг саккизтаси кубнинг учларида, биттаси эса кубнинг марказида туради (8- расм, a).

Ёқлари марказлашган куб панжара. Бу тур кристалл панжаранинг элементар катакчаси ўн тўртта атомдан тузилган, бу атомларнинг саккизтаси кубнинг учларида, олтитаси эса куб ёқларининг марказларида туради (8- расм, b).

* $1 \text{ А} = 10^{-8} \text{ см}$; $1 \text{ кХ} = 1,00202 \text{ А} = 1,00202 \cdot 10^{-8} \text{ см}$.

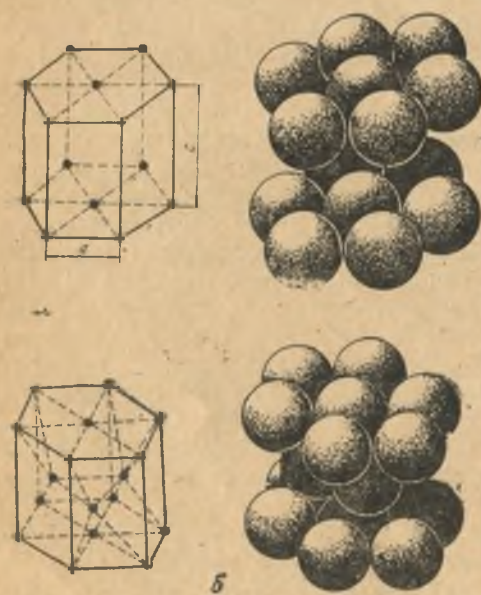


8- расм. *a* — ҳажми марказлашган куб панжаранинг элементар катакчаси; *б* — ёқлари марказлашган куб панжаранинг элементар катакчаси.

Оддий гексагонал панжара. Оддий гексагонал кристалл панжаранинг элементар катакчаси асослари мунтазам олтибурчаклик бўлган олти ёқли призмадир. У ўн тўртта атомдан тузилган, атомларнинг ўн икkitаси призма учларида, икkitаси эса призма асосларининг марказларида туради (9- расм, *a*).

Атомлари зич жойлашган (компакт) гексагонал панжара. Бу тур кристалл панжаранинг элементар катакчаси ўн еттита атомдан тузилган, атомларнинг ўн икkitаси олти ёқли мунтазам призманинг учларида, икkitаси призма асосларининг марказларида, учтаси эса призманинг ичида туради (9- расм, *б*).

Оддий тетрагонал панжара. Оддий тетрагонал кристалл панжара асослари квадрат бўлган тўрт ёқли мунтазам призмадир. Унинг элементар катакчаси саккизта атомдан тузилган бўлиб, атомларнинг ҳаммаси призманинг учларида туради (10- расм, *a*).

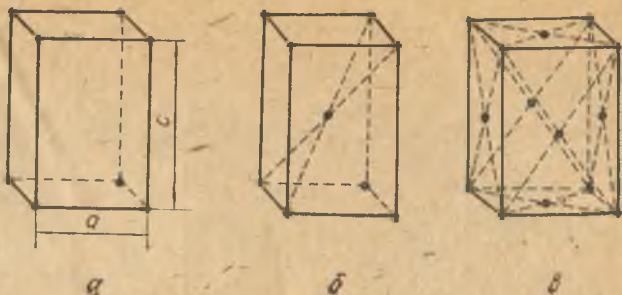


9- расм. *a* — оддий гексагонал панжаранинг элементар катакчаси; *б* — компакт гексагонал панжаранинг элементар катакчаси.

саккизтаси призманинг учларида, биттаси эса призманинг марказида туради (10- расм, *б*).

Ёқлари марказлашган тетрагонал панжара.

10- расм. *a* — оддий тетрагонал панжаранинг элементар катакчаси; *b* — ҳажми марказлашган тетрагонал панжаранинг элементар катакчаси; *c* — ёқлари марказлашган тетрагонал панжаранинг элементар катакчаси.



Ёқлари марказлашган тетрагонал кристалл панжаранинг элементар катакчаси ўн тўртта атомдан тузилган бўлиб, бу атомларнинг саккизтаси призманинг учларида, олтитаси эса призма ёқларининг марказларида туради (10- расм, *c*).

Юқорида баён этилган кристалл панжара турларининг металлларда энг кўп учрайдиганлари ҳажми марказлашган куб, ёқлари марказлашган куб ва атомлари зич жойлашган (компакт) гексагонал панжаралардир. Оддий куб, атомлари зич жойлашмаган (оддий) гексагонал, тетрагонал ва бошқа тур кристалл панжаралар эса металлларда жуда кам учрайди.



















Баъзи металлларнинг нормал температурадаги кристалл панжаралари ва бу панжараларнинг шартли белгилари ҳамда параметрлари 1- жадвалда келтирилган.

Металлларнинг бирламчи кристалланиши. Металлларнинг суюқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтиши уларнинг бирламчи кристалланиши деб аталади. Суюқ ҳолатдаги ҳар қандай металл ўзгармас босимда совитила борганда маълум температурада

1- жадвал

Баъзи металлларнинг нормал температурадаги кристалл панжаралари, панжараларнинг шартли белгилари ва параметрлари

Металлнинг номи ва химиявий белгиси	Кристалл панжаранинг тури		Кристалл панжаранинг параметрлари, Å ҳисобида	
	номи	шартли белгиси	<i>a</i>	<i>c</i>
Алюминий (Al)	Ёқлари марказлашган куб		4,049	—
Ванадий (V)	Ҳажми марказлашган куб		3,028	—
Вольфрам (W)	Ҳажми марказлашган куб		3,165	—
Иридий (Ir)	Ёқлари марказлашган куб		3,839	—
Кобальт (Co)	Атомлари зич жойлашган гексагонал		2,505	4,089

Металлнинг номи ва химиявий бел- гиси	Кристалл панжаранинг тури		Кристалл панжаранинг пара- метрлари, Å ҳисобида	
	номи	шартли белгиси	a	c
Кумуш (Ag)	Ёқлари марказлашган куб		4,085	—
Магний (Mg)	Атомлари зич жойлашган гексагонал		3,209	5,210
Марганец (Mn)	Мураккаб куб		8,912	—
Молибден (Mo)	Ҳажми марказлашган куб		3,147	—
Мис (Cu)	Ёқлари марказлашган куб		3,615	—
Никель (Ni)	Ёқлари марказлашган куб		3,524	—
Ниобий (Nb)	Ҳажми марказлашган куб		3,301	—
Олтин (Au)	Ёқлари марказлашган куб		4,079	—
Платина (Pt)	Ёқлари марказлашган куб		3,923	—
Рух (Zn)	Атомлари зич жойлашган гексагонал		2,665	4,947
Сурьма (Sb)	Ромбаэдрик		4,307	11,273
Тантал (Ta)	Ҳажми марказлашган куб		3,805	—
Темир (Fe)	Ҳажми марказлашган куб		2,866	—
Титан (Ti)	Атомлари зич жойлашган гексагонал		2,950	4,683
Хром (Cr)	Ҳажми марказлашган куб		2,885	—
Цирконий (Zr)	Атомлари зич жойлашган гексагонал		3,231	5,148
Қалай (Sn)	Ҳажми марказлашган тетрагонал		3,181	5,831
Қурғошин (Pb)	Ёқлари марказлашган куб		4,950	—

кристаллана бошлайди. Агар бу температура бирдек тутиб турилса, металлнинг кристалланиши давом этмайди ва суяқ металл билан кристалланган металл ўзаро мувозанатда туради. Ана шу температура мувозанат температураси, критик температура ёки кристалланишнинг назарий температураси дейилади. Бу температура мувозанат нуқтаси ёки критик нуқта деб

ҳам аталади. Температура мувозанат нуқтасидан маълум даража пасайтирилганда, яъни металл ўта совитилгандагина у суюқ ҳолатдан кристалл ҳолатга батамом ўтади. Суюқ металлнинг батамом кристалланишига тўғри келган температура ҳақиқий кристалланиш температураси (металлнинг ўта совитиш температураси) деб, мувозанат температураси билан ҳақиқий кристалланиш температураси орасидаги айирма эса ўта совитиш даражаси деб аталади. Мувозанат температурасини t_m билан, ҳақиқий кристалланиш температурасини t_x билан, ўта совитиш даражасини эса n билан белгиласак, ўта совитиш даражаси қуйидагича бўлади:

$$n = t_m - t_x.$$

Буни металлларнинг совитиш эгри чизиқларини тузиш орқали яққол тасаввур қилиш мумкин. Металлларнинг совитиш эгри чизиқлари эса термик анализ асосида тузилади. Термик анализ вақтида

металлларнинг температураси термоэлектрик пирометр деб аталадиган асбоб ёрдамида ўлчанади. Термоэлектрик пирометр термопара билан гальванометрдан тузилган ўлчов асбобидир (11-расм).

Термопара бир томондаги учлари бир-бирига кавшарланган икки хил металл симдан иборат. Термопаранинг кавшарланмаган икки учи гальванометрнинг икки клеммасига уланади. Гальванометр жуда кичик потенциаллар айирмасини ўлчаш учун хизмат қилади.

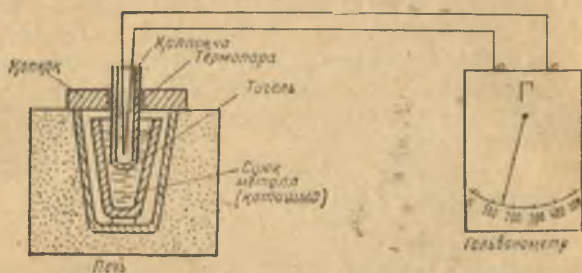
Термопаранинг кавшарланган учи қиздирилганда термопара симларида потенциаллар айирмаси (термоток) ҳосил бўлади. Гальванометр стрелкасининг оғиш даражаси температурага тўғри пропорционал бўлади, яъни температура кутарилган сари гальванометр стрелкасининг оғиш бурчаги ортиб боради. Неча градус температурада гальванометр стрелкасининг қандай бурчакка оғиши билиб олингандан кейин, гальванометр шкаласи температураларга даражалаб чиқилади, демак, стрелка потенциаллар айирмасини эмас, балки температураларни кўрсатадиган бўлади.

Металлнинг температураси термоэлектрик пирометр ёрдамида қуйидагича ўлчанади (12-расм): тигель ичига текширилиши керак бўлган металл солинади ва мўфелли печга қўйилиб, металл суюқлантирилади. Сўнгра суюқ металл ичига термопаранинг чинни ёки кварц қалпоқча билан ҳимояланган учи туширилиб, печь ўчирилади. Тигелдаги металл совитиши билан унинг температураси маълум вақт оралиғида ёзиб борилади. Шу тариқа олинган маълумотлардан фойдаланиб, температура — вақт



11-расм. Термоэлектрик пирометрнинг схемаси.

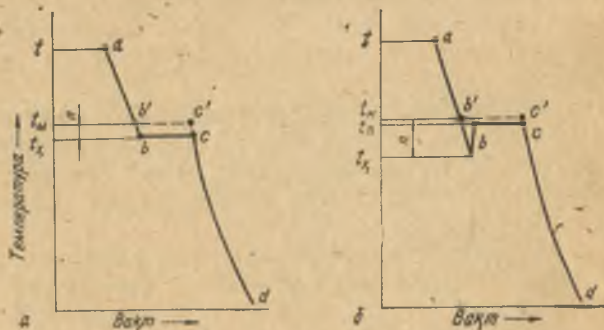
координаталарида металлнинг совиш эгри чизиғи тузилади. Металларнинг ана шу йўл билан чизилган эгри чизиқлари 13-расмда тасвирланган. Шунинг ҳам айтиб ўтиш керакки, термик анализ асосида чизилган совиш эгри чизиқлари назарий



12-расм. Температури пирометр ёрдамида ўлчаш схемаси.

эгри чизиқлар эмас, балки ҳақиқий эгри чизиқлардир, чунки термоэлектрик пирометр металлнинг ҳақиқий кристалланиш температурасини кўрсатади.

Энди, 13-расмда келтирилган эгри чизиқлардан фойдаланиб, металлларнинг назарий кристалланиш температураси билан ҳақиқий кристалланиш температураси орасидаги айирманинг, яъни ўта совиш даражасининг моҳиятини тушунтириб берайлик.



13-расм. Металларнинг совиш эгри чизиқлари.

Масалан, металл t температурада суюқ ҳолатда бўлсин (13-расм, a). Суюқ металл t температурадан совитила борса, температура t_m га тушганда кристалланиш бошланади, агар шу температура ўзгармас қилиб турилса, яъни совитиш тўхта-тилса, кристалланиш ҳам тўхтайдиган ва ҳосил бўлган кристаллар билан суюқ металл мувозанатда туради. Бу мувозанатни бузиш, яъни металлнинг суюқ қисмини кристаллантириш учун уни t_x температурагача совитиш керак. Ана шу температура металлнинг ҳақиқий кристалланиш температураси бўлади. 13-расмдаги $ad'c'd$ эгри чизиқлар назарий совиш эгри чизиқларидир.

Шунинг ҳам айтиб ўтиш керакки, металл суюқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга бирданига ўтмай, балки маълум вақт оралиғида ўтади ва бунда кристалланиш яширин иссиқлиги деб аталадиган иссиқлик ажралиб чиқади, шунинг учун, металл совитила

боришига қарамай, температура маълум вақт ўзгармай туради. 13-расм, *a* даги совиш эгри чизигида бу ҳол *b—c* горизонтал кесма тарзида кўрсатилган.

Юқорида баён этилганларга асосланиб, мувозанат температурасидан юқорида металл суюқ ҳолатда, мувозанат температурасидан пастда эса кристалл ҳолатда бўлади, деган хулоса чиқариш мумкин.

Баъзи металлларда (масалан, сурьмада) ўта совиш даражаси катта бўлади, шунинг учун, кристалланиш яширин иссиқлиги дастлаб шу қадар шиддат билан ажралиб чиқадики, бунда температура тўсатдан кўтарилиб, мувозанат температурасига яқинлашиб қолади, бунда *ўта совиш илмоғи* ҳосил бўлади (13-расм, *b*).

Энди кристаллар ҳосил бўлиш процессини кўриб чиқайлик.

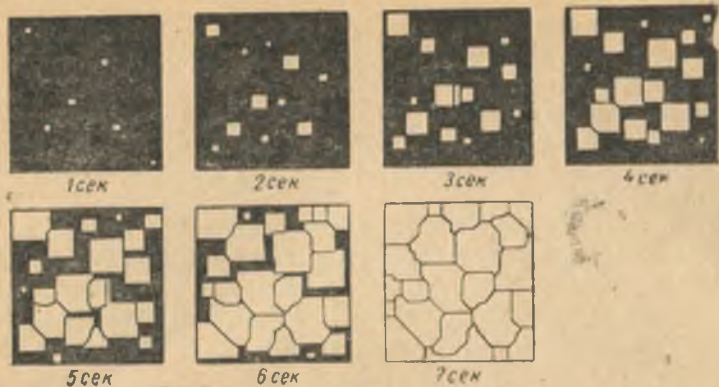
Суюқ ҳолатдаги металлдан кристаллар ҳосил бўлиш процесси икки босқичдан: кристалланиш марказлари ҳосил бўлиш босқичи ва шу марказлар асосида кристалларнинг ўсиш босқичидан иборат.

Кристалланиш марказлари қандай ҳосил бўлади?

Гап шундаки, суюқ металлнинг температураси мувозанат температурасига яқинлашганда айрим жойлардаги атомлар худди кристалл панжаралардагидек жойлашиб, атомлардан иборат группалар ҳосил қилади, металлнинг температураси мувозанат температурасига етганда ана шу группа атомлардан кристалл панжаралар ҳосил бўлади ва бу кристалл панжаралар кристалланиш марказлари бўлиб қолади. Бундан ташқари, суюқ металлдаги бегона заррачалар (суюқланиш температураси шу металлникидан юқори бўлган заррачалар) ҳам кристалланиш марказлари вазифасини ўтайди. Ҳосил бўлган кристалланиш марказлари ёқларидан кристаллар ўса бошлайди. Кристалланишнинг дастлабки пайтларида кристаллар ўз геометрик шаклларини сақлаган ҳолда бемалол ўсади, яъни монокристаллар ҳосил бўлади, аммо ўсаётган кристаллар бир-бири билан учрашган жойларда ўсишдан тўхтаб, ўсиш учун тўсқинлик бўлмаган томонга ўса бошлайди, бунинг оқибатида кристалларнинг геометрик шакли бузилади. Мунтазам геометрик шакли бузилган бундай кристаллар *доналар ёки кристаллитлар* деб аталади.

Суюқ металлдан кристалланиш марказлари ҳосил бўлиб, бу марказлар асосида кристалларнинг ўсиш схемаси 14-расмда тасвирланган.

Ҳосил бўладиган кристалларнинг катта-кичиклиги нимага боғлиқ? Тажрибанинг кўрсатишича, ҳосил бўладиган кристалларнинг катта-кичиклиги кристалланиш марказлари сони билан кристалларнинг ўсиш тезлигига боғлиқдир. Кристалланиш марказлари сони кўп ва кристалларнинг ўсиш тезлиги кичик бўлса, майда кристаллар ва, аксинча, кристалланиш марказлари сони оз ва кристалларнинг ўсиш тезлиги катта бўлса, йирик кристаллар ҳосил бўлади. Кристалланиш марказлари сони ва



14- расм. Кристалларнинг ўсиш схемаси (И. Л. Миркин).

кристалларнинг ўсиш тезлиги эса, ўз навбатида, ўта совиш даражасига (совитилиш тезлигига) боғлиқ. Ўта совиш даражаси катта бўлса, кристалланиш марказлари кўп ҳосил бўлади ва кристаллар секинроқ ўсади, ўта совиш даражаси кичик бўлганда эса кристалланиш марказлари кам ҳосил бўлади ва кристаллар тез ўсади. Демак, ҳосил бўладиган кристалларнинг катта-кичиклигига, оқибат натижада, ўта совиш даражаси таъсир этар экан: ўта совиш даражаси катта бўлганда майда кристаллар, ўта совиш даражаси кичик бўлганда эса йирик кристаллар ҳосил бўлади.

Ҳосил бўладиган кристалларнинг ўлчамларига таъсир этадиган яна бир омил суюқ металлда бегона зарраларнинг бўлишидир. Масалан, суюқ металлга қийин суюқланувчан бошқа металлларнинг жуда майда зарралари қўшилса, бу зарралар қўшимча кристалланиш марказлари вазифасини ўтайди, натижада кристалланиш марказлари сони кўпайиб, майда кристаллар ҳосил бўлади. Суюқ металлга бундай зарралар атайлаб қўшилиши ҳам мумкин, чунки майда донали (кристалли) металлнинг механикавий хоссалари йирик донали металлникига қараганда анча яхши бўлади. Суюқ металлга атайлаб қўшиладиган бундай зарралар *модификаторлар* деб, металл кристалларини ана шу усулда майдалаштириш эса *модификациялаш* деб аталади.

Ўта совиш даражаси суюқ металлдан ҳосил бўладиган кристалларнинг шаклига ҳам таъсир этади: ўта совиш даражаси кичик бўлса, яъни суюқ металл жуда секин совитилса, мунтазам геометрик шаклдаги кристаллар, ўта совиш даражаси каттароқ бўлса, дендрит* тарзидаги кристаллар, ўта совиш даражаси катта бўлганда эса сфероид (дона) шаклидаги кристаллар ҳосил бўлади.

Суюқ металлнинг кристалланиш процессида, кўпинча, ден-

* *Дендрит* сўзи грекча *dendron* — дарахт сўзидан олинган бўлиб, шохли дарахт шаклидаги кристаллни билдиради.

дритлар ҳосил бўлади, аммо металлнинг ҳали қотмаган (суюқ) қисми етарли бўлса, дендритларнинг шохлари оралиғини тўлдиради, натижада доналар ҳосил бўлади. Металлнинг суюқ қисми етарли бўлмаган жойларда, масалан, қуйманинг сиртида ва чуқиш бушлиғида (металлнинг энг кейин қотган жойида) дендритлар шакли сақланиб қолиши мумкин. Шунини ҳам айтиш керакки, ҳар хил кристалланиш марказларидан ҳосил бўлган дендритлар бир-бири билан тўқнашади, натижада улар ташқи шакли номунтазам бўлган кристалларга, яъни доналарга айланади.

Дендритнинг схемасини жаҳонда биринчи бўлиб, машҳур рус олими Д. К. Чернов чизиб берган эди (15-расм, а).

Агар кристалланиш шароити яхши бўлса, ғоят катта дендритлар ўсиши мумкин. 100 тоннали пулат қуйманинг чуқиш бушлиғида Д. К. Чернов буйи 39 см бўлган дендритни топди. Бу дендрит, одатда, «Чернов кристалли» деб аталади (15-расм, б).

Металлар аллотропияси ва металлларнинг иккиламчи кристалланиши. Бир металлнинг ҳар хил шароитда (босим ўзгармас бўлса, ҳар хил температураларда) турлича кристалл панжаралар ҳосил қила олиш хусусияти *аллотропия**, бошқача айтганда, *полиморфизм*** деб аталади. Бир металлнинг ҳар



15-расм. а — дендритнинг схемаси; б — Д. К. Чернов кристалли.

* *Аллотропия* сўзи грекча *allos* — бошқа ва *tropos* — бурилиш сузаларидан тузилган бўлиб, баъзи химиявий элементларнинг, шу жумладан, баъзи металлларнинг эркин ҳолатда физикавий ҳамда химиявий хоссалари турлича бўлган шаклларда мавжуд бўла олишини билдиради.

** *Полиморфизм* сўзи грекча *polymorphos* — хилма-хил сўзидан олинган бўлиб, баъзи металлларнинг ўз химиявий таркибини ўзгартирмагани ҳолда ҳар хил кристалл шаклларда бўла олиш хусусиятини англатади.

хил кристалл турлари унинг аллотропик шакл ўзгаришлари ёки модификациялари* дейилади. Металларнинг аллотропик шакл ўзгаришлари грек ҳарфлари α , β , γ , δ ва бошқалар билан белгиланади. Металларнинг энг паст температурада мавжуд бўладиган шакл ўзгариши α билан, ундан юқорида температурада мавжуд бўладиган шакл ўзгариши β билан белгиланади ва ҳоказо. Аллотропик шакл ўзгариш бир температуранинг ўзида содир бўлади. Металлнинг аллотропик шакл ўзгариши совитиш вақтида содир бўлса, иссиқлик ажралиб чиқади, қиздириш вақтида содир бўлса, иссиқлик ютилади.



16- расм. Аллотропик шакл ўзгариши бўладиган металлнинг совитиш эгри чизиги.

Қаттиқ ҳолатдаги металлда содир бўладиган аллотропик ўзгаришлар вақтида кристалл панжара шакли ва турининг ўзгариши *иккиламчи кристалланиш ёки қайта кристалланиш деб аталади*. Бинобарин, аллотропия ҳодисаси билан қайта кристалланиш ҳодисаси бир-бирига чамбарчас боғлиқ ҳодисалардир.

Баъзи металлларнинг қайси температура-ларда қандай аллотропик шакл ўзгаришларда мавжуд бўла олиши 2-жадвалда курсатилган.

Температурнинг ўзгариши билан аллотропик шакли ўзгарадиган ва, демак, қайта кристалланадиган металлларнинг совитиш

эгри чизиқлари 16-расмда тасвирланганидек бўлади.

Металларда бўладиган аллотропик шакл ўзгаришларининг амалий аҳамияти катта, чунки ҳар хил модификацияда бўла оладиган металлларнинг хоссалари аллотропик шакл ўзгаришларга кўп даражада боғлиқдир. Масалан, қалай икки хил модификацияда бўла олади (2-жадвалга қаранг). Қалайнинг аллотропик шакл ўзгаришларидан бири кулранг қалай, иккинчиси эса оқ қалайдир. 18°C дан паст температурада қалайнинг α -модификацияси (кулранг қалай), 18°C дан юқори температурада эса β -модификацияси (оқ қалай) мавжуд бўла олади. β -қалайнинг кристалл панжараси ҳажми марказлашган тетрагонал, α -қалайнинг кристалл панжараси эса олмос типидagi куб панжаралар. β -қалайнинг α -қалайга айланишида β -қалай сиртида α -қалайнинг кукунлари ҳосил бўлади, бу ҳодиса «қалай вабоси» деб аталади. β қалайнинг α -қалайга айланиш тезлиги тахминан -30°C гача ўта совитилганда энг катта қийматга эришади. Шунинг учун қалай -30°C дан паст температура-ларда сақланганда «қалай вабоси» хавфи кучаяди.

* Модификация сўзи (лотинча modificatio) шакл ўзгариши демак-дир.

Баъзи металлларнинг аллотропик шакл ўзгаришлари

Металларнинг номи ва химиявий белгиси	Аллотропик шакл ўзгариши	Мавжуд бўлиш температураси, °C	Кристалл панжарасининг тури
Кальций (Ca)	α	250 гача	Ёқлари марказлашган куб Атомлари зич жойлашган гексагонал Ҳажми марказлашган куб
	β	250 дан 464 гача	
	γ	464 дан 851 гача	
Кобальт (Co)	α	450 гача	Атомлари зич жойлашган гексагонал Ёқлари марказлашган куб
	β	450 дан 1493 гача	
Марганец (Mn)	α	727 гача	Мураккаб куб Мураккаб куб Ёқлари марказлашган тетра- гонал Ҳажми марказлашган куб
	β	727 дан 1095 гача	
	γ	1095 дан 1134 гача	
	δ	1134 дан 1244 гача	
Темир (Fe)	α (β , δ)	911 гача ва 1392 дан 1539 гача	Ҳажми марказлашган куб Ёқлари марказлашган куб
	γ	911 дан 1392 гача	
Титан (Ti)	α	882 гача	Атомлари зич жойлашган гексагонал Ёқлари марказлашган куб
	β	882 дан 1725 гача	
Уран (U)	α	668 гача	Орторомбик Тетрагонал Ҳажми марказлашган куб
	β	668 дан 720 гача	
	γ	720 дан 1132 гача	
Цирконий (Zr)	α	867 гача	Атомлари зич жойлашган гексагонал Ҳажми марказлашган куб
	β	867 дан 1860 гача	
Қалай (Sn)	α	18 гача	Олмос типдаги куб Ҳажми марказлашган тетра- гонал
	β	18 дан 232 гача	

2-§. Қотишмалар

Қотишмалар тўғрисида умумий маълумот. Икки ёки ундан ортиқ элементларни бирга суюқлантириш орқали ҳосил қилинган жисм қотишма дейилади.

Металлар билан металлларнинг қотишмаси металл қотишма деб аталади. Кўпи металл ёки металллардан, қолгани эса металлмаслардан иборат бўлиб, металл хоссаларига эга қотишмалар ҳам металл қотишмалар жумласига киради. Бундай қотишмаларга темир билан углерод қотишмалари, яъни пулат

билан чуянлар мисол бўла олади, чунки пўлат билан чуянлар металл хоссаларига эга.

Сууюқлантирмай туриб, масалан, электролиз қилиш, қиздириб қовуштириш, сублиматлаш* ва бошқа усуллар билан ҳосил қилинган қотишмалар ҳам бўлади. Бундай қотишмалар *псевдоқотишмалар*** деб аталади.

Қотишмалар система деб ҳам аталади. Система бир компонентли бўлиши ҳам мумкин, аммо қотишма бир компонентли бўла олмайди, у юқорида айтиб утилганидек, камида икки компонентдан иборат бўлади. Бундан кейин система дейилганда қотишма тушунилиши керак.

Техникада соф металллар эмас, балки уларнинг қотишмалари кўп ишлатилади. Масалан, соф темир техникада қарийб ишлатилмайди, аммо темир билан углероддан ва жуда оз миқдорда баъзи бошқа элементлардан иборат қотишмалар — пўлат ва чуянлар кенг кўламда ишлатилади.

Қотишмани ташкил этган элементларнинг ҳар бири *компонент**** деб аталади.

Қотишмаларнинг бирламчи кристалланиши. Қотишмаларнинг сууюқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтиши уларнинг *бирламчи кристалланиши* деб аталади.

Қотишмаларнинг тузилиши тоза металлнинг тузилишига қараганда анча мураккаб бўлади. Қотишманинг тузилиши шу қотишма компонентларининг ўзаро таъсир этиш-этмаслигига ёки ўзаро қандай таъсир этишига боғлиқдир. Бирламчи кристалланишда қотишма компонентлари бир-бирида эрий олмаслиги ҳам, ўзаро химиявий таъсир этмаслиги ҳам мумкин; бундай ҳолларда механикавий аралашмалар ҳосил бўлади. Қотишма компонентлари бир-бирида эриб, қаттиқ эритмалар ҳосил қилиниши ва бир-бири билан химиявий таъсир этиб, химиявий бирикмалар ҳосил қилиниши ҳам мумкин. Буларни алоҳида-алоҳида кўриб чиқайлик.

Механикавий аралашмалар. Компонентлари сууюқ ҳолатда



17- расм. Механикавий аралашманинг микроскопик тузилиши (схема):

а — А компонентнинг кристаллари; б — Б компонентнинг кристаллари.

* *Сублиматлаш* (сублимация) сўзи латинча *sublimare* — юқорига кўтармоқ (учирмоқ) сўзидан олинган бўлиб, унинг маъноси қаттиқ ҳолатдан бирданга буғ ҳолатига ўтказиш демакдир.

** *Псевдоқотишма* сўзидаги *псевдо* олд кўшимчаси грекча *pseudos* — ёлгон сўзидан олинган; *псевдоқотишма* — ёлгондакам қотишма демакдир.

*** *Компонент* сўзи латинча *componentis* (componentis) сўзидан олинган бўлиб, ташкил этувчи демакдир.

бир-бирида эрийдиган, аммо қаттиқ ҳолатда эрмайдиган* ва ўзаро химиявий бирикма ҳам ҳосил қилмайдиган қотишмалар *механикавий аралашмалар* дейилади. Масалан, А ва В компонентлардан иборат қотишма бор, деб фараз қилайлик. Бу қотишма компонентлари суюқ ҳолатда бир-бирида эрисин, яъни суюқ қотишма бир жинсли бўлсин, аммо кристалланиш (қотиш) жараёнида А компонентнинг атомлари билан В компонентнинг атомлари умумий бир кристалл панжаранинг таркибига кирмай, яъни бир-бирида эрмай, алоҳида-алоҳида кристалл панжаралар ҳосил қилсин. Ана шу қотишма батамом кристаллангандан кейин механикавий аралашма бўлади. Демак, механикавий аралашма А компонент кристаллари билан В компонент кристалларидан иборат қотишмадир. Бундай қотишманинг микроскопик тузилиши 17-расмда тасвирланган.

Механикавий аралашмадаги А компонент кристалларининг хоссалари тоза А компонент хоссалари билан, В компонент кристалларининг хоссалари эса тоза В компонент хоссалари билан бир хил бўлади. Бинобарин, механикавий аралашма ҳосил қилган компонентларнинг хоссалари ўзгармайди.

Қотишма компонентларининг кристалл панжаралари бир-биридан бошқача бўлса, компонентларидан бири атомининг диаметри иккинчи компонент атомининг диаметридан анча (15—17% дан ортиқ) фарқ қилса, компонентлар Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасида бир-биридан узоқ турган бўлса ва уларнинг суюқланиш температуралари анчагина фарқ қилса, шундагина механикавий аралашма ҳосил бўлади.

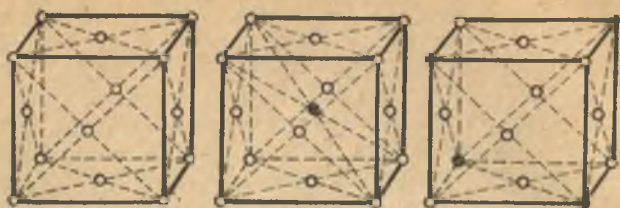
Механикавий аралашмаларга қўрғошин билан сурьма қотишмалари мисол бўла олади. Қўрғошин билан сурьма қотишмалари кристалланганда қўрғошин кристаллари билан сурьма кристалларидан иборат механикавий аралашма ҳосил бўлади; бундай қотишманинг махсус равишда тайёрланган намунаси микроскоп остига қўйиб қаралса, қорамтир қўрғошин кристаллари ва кумушранг тусли сурьма кристаллари бир-биридан яққол ажралиб туради (17-расмга қаранг). Қотишманинг бир-биридан чегара сирт билан ажралган бир жинсли бундай қисми *фаза* деб аталади. Бинобарин, икки компонентли механикавий аралашма икки фазали қотишмадир.

Қаттиқ эритмалар. Кўпчилик металл қотишмалар суюқ ҳолатда бир жинсли, яъни компонентлари бир-бирида эриган ҳолатда бўлади ва кристалланиш жараёнида бир жинслилик сақланиб қолади — қотишма компонентларининг атомлари умумий кристалл панжаранинг таркибига киради, яъни компонентлар бир-бирида эрийди. Демак, эрувчи компонентнинг эрувчанлиги ва эритувчи компонентнинг эритувчанлиги қаттиқ ҳолатда ҳам сақланиб қолади. Бундай қотишманинг кристалланиши

* Қаттиқ ҳолатда бир-бирида музлақо эрмайдиган элементлар бўлмайди, аммо улар бир-бирида шу қадар оз микдорда эрийдики, уларни эрмайдиган элементлар деб ҳисоблаш мумкин.



18- расм. Қаттиқ эритманинг микроскопик тузилиши (схема).



а — эритувчи компонент атомлари
 б — сингиш қаттиқ эритмасининг кристалл панжараси;
 в — урин олиш қаттиқ эритмасининг кристалл панжараси.

19- расм. а — эритувчи компонентнинг кристалл панжараси; б — сингиш қаттиқ эритмасининг кристалл панжараси; в — урин олиш қаттиқ эритмасининг кристалл панжараси.

натижасида ҳосил бўладиган қаттиқ жисм *қаттиқ эритма* деб аталади. Бинобарин, қаттиқ эритма бир фазали, бир турдаги кристалллардан иборат ва бир кристалл панжарага эга қотишмадир. Қаттиқ эритманинг микроскопик тузилиши 18- расмда тасвирланган.

Атомларнинг диаметрлари бир-биридан 15% дан кам фарқ қиладиган, Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасида бир-бирига яқин турган элементлар, кўпинча, қаттиқ эритмалар ҳосил қилади.

Қотишмада эрувчи компонентнинг атомлари эритувчи компонентнинг кристалл панжарасига сингишидан қаттиқ эритма ҳосил бўлиши мумкин; бундай қаттиқ эритма *сингиш қаттиқ эритмаси* деб аталади. Қаттиқ эритма эрувчи компонент атомларининг эритувчи компонент кристалл панжарасидаги атомлар ўрнини олиши натижасида ҳам ҳосил бўлиши мумкин; бундай қаттиқ эритмалар *ўрин олиш қаттиқ эритмалари* дейилади. 19- расмда эритувчи компонентнинг, сингиш қаттиқ эритмаси ва ўрин олиш қаттиқ эритмасининг кристалл панжаралари тасвирланган. Қаттиқ эритмаларнинг хоссалари улар компонентларининг хоссаларидан кескин равишда фарқ қилади ва қотишмаларнинг концентрациясига, яъни компонентлардан бирининг миқдорига боғлиқ бўлади.

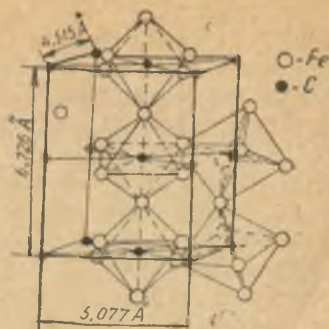
Кўпчилик металллар, масалан, алюминий билан мис, мис билан рух, мис билан қалай ва бошқалар ўрин олиш қаттиқ эритмалари ҳосил қилади. Сингиш қаттиқ эритмалари металллар билан металлмаслар, масалан, темир билан углерод, темир билан азот, темир билан кислород, темир билан бор, темир билан водород ва бошқалар қотиштирилганда ҳосил бўлади.

Химиявий бирикмалар. Бирламчи кристалланиш жараёнида компонентларининг ўзаро химиявий реакцияга киришуви натижасида ҳосил бўлган қотишмалар *химиявий бирикмалар* деб аталади. Бундай қотишма компонентларининг атомлари шундай кристалл панжара ҳосил қиладики, бу кристалл панжара



○ - Na^+
● - Cl^-

а



○ - Fe
● - C

б

20- расм. а — NaCl нинг кристалл панжараси;
б — Fe_3C нинг кристалл панжараси.

компонентларнинг кристалл панжараларидан ўзгача бўлади. Бинобарин, химиявий бирикманинг хоссалари ҳам шу бирикма таркибий қисмларининг хоссаларидан фарқ қилади.

Химиявий бирикмалар бир жинсли қотишмалар жумласига киради. Химиявий бирикма таркибидаги атомларнинг вазний нисбатлари бирикманинг химиявий формуласи билан ифодаланади. Химиявий бирикмаларнинг умумий формуласи A_nB_m тарзида ёзилади. Бирламчи кристалланиш жарёнида қотишма компонентларнинг ўзаро химиявий таъсир этиши натижасида ҳосил бўлган бирикмаларга $MgSn$, Mg_2Pb , Mg_3Bi_2 , Mg_2Si , MgS , FeC , $NbCl$, $CaCl_2$, $CuZn$, Cu_5Zn_8 , $CuZn_3$ ва бошқалар мисол бўла олади.

Натрий хлорид ($NaCl$ билан темир карбири (Fe_3C) нинг кристалл панжаралари 20- расмда тасвирланган.

Қотишмаларнинг иккиламчи кристалланиши. Иккиламчи кристалланиш ҳодисаси қотишмаларда ҳам бўлади. Қотишмаларнинг иккиламчи кристалланиши улар компонентларининг аллотропик шакл ўзгаришлари ёки қаттиқ эритмаларнинг қисман ёхуд батамом парчаланиши билан боғлиқдир. Қаттиқ эритмалар парчаланганда янги қаттиқ эритма, химиявий бирикма ёки механикавий аралашмалар ҳосил бўлади.

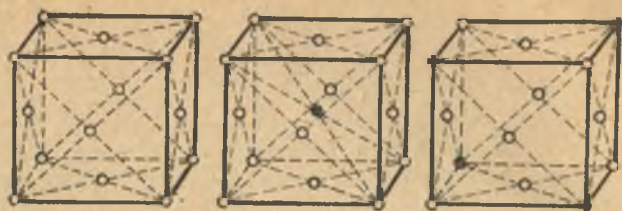
Қотишмаларнинг ҳолат диаграммалари. Қотишмалар ҳолатининг температура ва концентрацияга қараб ўзгаришини, бошқача қилиб айтганда, бирор қотишманинг қайси температурада қандай ҳолатда бўлишини кўрсатувчи диаграмма *ҳолат диаграммаси* деб аталади. Қотишмаларнинг ҳолат диаграммасини *мувозанат диаграммаси* деб аташ ҳам мумкин, чунки у айни шароитда (маълум температура ва маълум концентрацияда) қандай фазалар ўзаро мувозанатда турганлигини кўрсатади.

Бир компонентли системанинг (бир металлнинг ёки металлмаснинг), шунингдек бир қотишманинг ҳолат диаграммаси бир тўғри чизиқ (температуралар ўқи) билан ифодаланади, бу ўқдаги тегишли нуқталар эса металлнинг (металлмаснинг) ёки қотишманинг мувозанат температураларини кўрсатади.

Агар қотишмалар икки компонентдан иборат бўлса, бундай қотишмаларнинг ҳолат диаграммасини тузиш учун бир-бирига



18-расм. Қаттиқ эритманинг микроскопик тузилиши (схема).



а — эритувчи компонент атомлари
 б — сингиш қаттиқ эритмасининг кристалл панжараси;
 в — ўрин олиш қаттиқ эритмасининг кристалл панжараси.

19-расм. а — эритувчи компонентнинг кристалл панжараси; б — сингиш қаттиқ эритмасининг кристалл панжараси; в — ўрин олиш қаттиқ эритмасининг кристалл панжараси.

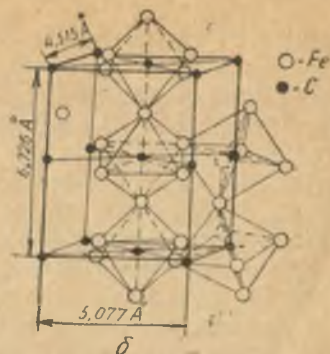
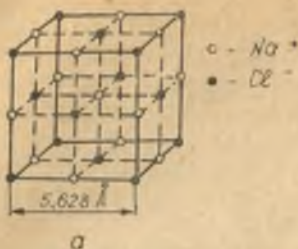
натижасида ҳосил бўладиган қаттиқ жисм *қаттиқ эритма* деб аталади. Бинобарин, қаттиқ эритма бир фазали, бир турдаги кристалллардан иборат ва бир кристалл панжарага эга қотишмадир. Қаттиқ эритманинг микроскопик тузилиши 18-расмда тасвирланган.

Атомларнинг диаметрлари бир-биридан 15% дан кам фарқ қиладиган, Д. И. Менделеевнинг элементлар даврий системасида бир-бирига яқин турган элементлар, кўпинча, қаттиқ эритмалар ҳосил қилади.

Қотишмада эрувчи компонентнинг атомлари эритувчи компонентнинг кристалл панжарасига сингишидан қаттиқ эритма ҳосил бўлиши мумкин; бундай қаттиқ эритма *сингиш қаттиқ эритмаси* деб аталади. Қаттиқ эритма эрувчи компонент атомларининг эритувчи компонент кристалл панжарасидаги атомлар ўрнини олиши натижасида ҳам ҳосил бўлиши мумкин; бундай қаттиқ эритмалар *ўрин олиш қаттиқ эритмалари* дейилади. 19-расмда эритувчи компонентнинг, сингиш қаттиқ эритмаси ва ўрин олиш қаттиқ эритмасининг кристалл панжаралари тасвирланган. Қаттиқ эритмаларнинг хоссалари улар компонентларининг хоссаларидан кескин равишда фарқ қилади ва қотишмаларнинг концентрациясига, яъни компонентлардан бирининг миқдорига боғлиқ бўлади.

Кўпчилик металллар, масалан, алюминий билан мис, мис билан рух, мис билан қалай ва бошқалар ўрин олиш қаттиқ эритмалари ҳосил қилади. Сингиш қаттиқ эритмалари металллар билан металлмаслар, масалан, темир билан углерод, темир билан азот, темир билан кислород, темир билан бор, темир билан водород ва бошқалар қотиштирилганда ҳосил бўлади.

Химиявий бирикмалар. Бирламчи кристалланиш жараёнида компонентларининг ўзаро химиявий реакцияга киришуви натижасида ҳосил бўлган қотишмалар *химиявий бирикмалар* деб аталади. Бундай қотишма компонентларининг атомлари шундай кристалл панжара ҳосил қиладигани, бу кристалл панжара



20- расм. а — NaCl нинг кристалл панжараси;
 б — Fe₃C нинг кристалл панжараси.

компонентларнинг кристалл панжараларидан ўзгача бўлади. Бинобарин, химиявий бирикманинг хоссалари ҳам шу бирикма таркибий қисмларининг хоссаларидан фарқ қилади.

Химиявий бирикмалар бир жинсли қотишмалар жумласига киради. Химиявий бирикма таркибидаги атомларнинг вазний нисбатлари бирикманинг химиявий формуласи билан ифодаланади. Химиявий бирикмаларнинг умумий формуласи A_nB_m тарзида ёзилади. Бирламчи кристалланиш жарёнида қотишма компонентларнинг ўзаро химиявий таъсир этиши натижасида ҳосил бўлган бирикмаларга MgSn, Mg₂Pb, Mg₃Bi₂, Mg₂Si, MgS, FeC, NbCl, CaCl₂ CuZn, Cu₅Zn₈, CuZn₃ ва бошқалар мисол бўла олади.

Натрий хлорид (NaCl) билан темир карбиди (Fe₃C) нинг кристалл панжаралари 20- расмда тасвирланган.

Қотишмаларнинг иккиламчи кристалланиши. Иккиламчи кристалланиш ҳодисаси қотишмаларда ҳам бўлади. Қотишмаларнинг иккиламчи кристалланиши улар компонентларининг аллотропик шакл ўзгаришлари ёки қаттиқ эритмаларнинг қисман ёхуд батамом парчаланиши билан боғлиқдир. Қаттиқ эритмалар парчаланганда янги қаттиқ эритма, химиявий бирикма ёки механикавий аралашмалар ҳосил бўлади.

Қотишмаларнинг ҳолат диаграммалари. Қотишмалар ҳолатининг температура ва концентрацияга қараб ўзгаришини, бошқача қилиб айтганда, бирор қотишманинг қайси температурада қандай ҳолатда бўлишини кўрсатувчи диаграмма *ҳолат диаграммаси* деб аталади. Қотишмаларнинг ҳолат диаграммасини *мувозанат диаграммаси* деб аташ ҳам мумкин, чунки у айни шароитда (маълум температура ва маълум концентрацияда) қандай фазалар ўзаро мувозанатда турганлигини кўрсатади.

Бир компонентли системанинг (бир металлнинг ёки металлмаснинг), шунингдек бир қотишманинг ҳолат диаграммаси бир тўғри чизиқ (температуралар ўқи) билан ифодаланади, бу ўқдаги тегишли нуқталар эса металлнинг (металлмаснинг) ёки қотишманинг мувозанат температураларини кўрсатади.

Агар қотишмалар икки компонентдан иборат бўлса, бундай қотишмаларнинг ҳолат диаграммасини тузиш учун бир-бирига

тик иккита тўғри чизиқдан (абсциссалар ўқи билан ординаталар ўқидан) фойдаланилади. Бунда ординаталар ўқига температура, абсциссалар ўқига эса компонентларнинг концентрациялари (миқдорий нисбатлари) қўйиб чиқилади. Ҳар қандай қотишмада иккала компонентнинг умумий миқдори 100% бўлади ва абсциссалар ўқининг ҳар бир нуқтаси ҳар қайси компонентнинг маълум бир миқдорига тўғри келади. Диаграмманинг энг чекка ординаталари тоза компонентларнинг ҳолат диаграммаларини ифодалайди.

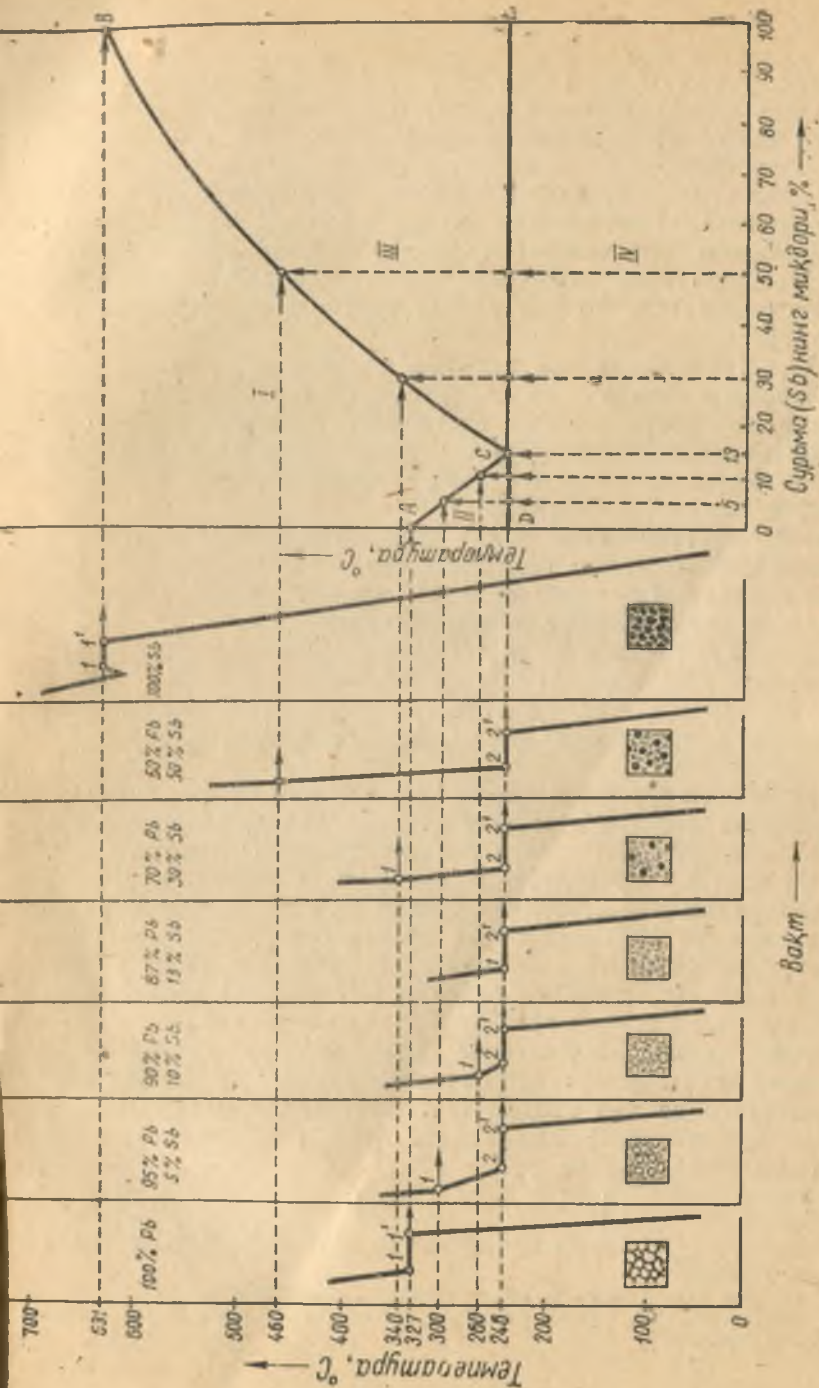
Қотишмаларнинг ҳолат диаграммаларини тузишда, одатда, термик анализ маълумотларидан фойдаланилади.

Масалан, қаттиқ ҳолатда бир-бирида эримайдиган ва бир-бири билан химиявий бирикма ҳосил қилмайдиган, аммо суюқ ҳолатда бир-бирида исталганча эрийдиган икки компонентдан иборат система (қотишмалар) бор деб фараз қилайлик. Бундай система сифатида қўрғошин билан сурьма қотишмаларини олайлик. Қўрғошин билан сурьманинг бир неча хил қотишмасини, масалан, сурьманинг концентрацияси 5, 10, 13, 30 ва 50% бўлган қотишмалари, яъни 5% сурьма билан 95% қўрғошиндан, 10% сурьма билан 90% қўрғошиндан, 13% сурьма билан 87% қўрғошиндан, 30% сурьма билан 70% қўрғошиндан ва 50% сурьма билан 50% қўрғошиндан иборат қотишмаларни ҳамда тоза қўрғошин билан тоза сурьмани оламыз ва термик анализ усулда уларнинг ҳар бири учун совиш эгри чизигини тузамиз. Бу совиш эгри чизиқлари 21-расмнинг чап қисмида тасвирланган.

21-расм, *a* да тоза қўрғошиннинг совиш эгри чизиги кўрсатилган. Совиш эгри чизигидан кўриниб турибдики, суюқ қўрғошин совитила борганда 327°C да (1 нуқтада) кристаллана бошлаб, шу температуранинг ўзида (1' нуқтада) батамом кристалланиб бўлади.

95% қўрғошин (Pb) билан 5% сурьма (Sb) дан иборат қотишманинг совиш эгри чизиги 21-расмда, *b* да кўрсатилган. Бу қотишма суюқ ҳолатдан совитила борганда 300°C да (1 нуқтада) қотишма таркибидаги қўрғошиннинг 87% дан ортиқ қисми кристаллана бошлайди, ортиқча қўрғошиннинг кристалланиши 246°C гача (2 нуқтагача) давом этади. Бу нуқтада қотишманинг суюқ қисми 87% Pb билан 13% Sb дан иборат бўлади ва у 246°C (2 нуқтада) кристаллана бошлаб, шу температуранинг ўзида (2' нуқтада) батамом кристалланади, бинобарин, 246°C дан паст температурада қотишманинг ҳаммаси кристалл ҳолатда бўлади. 21-расм, *c* да тасвирланган совиш эгри чизиги 87% Pb билан 13% Sb дан иборат қотишмага оиддир, бу эгри чизиқ шунинг кўрсатадики, 87% Pb ва 13% Sb дан иборат қотишма суюқ ҳолатдан совитила борса, у 246°C да (1 нуқтада) кристаллана бошлаб, шу температурада (2' нуқтада) батамом кристалланади, бинобарин, 246°C дан паст температураларда қотишманинг ҳаммаси кристалл ҳолатда бўлади. Юқорида баён этилганлар 21-расм, *d*, *e* ва *ж* да кўрсатилган совиш эгри чизиқларига ҳам тааллуқлидир.

Суюқ қотишманинг кристаллана бошлаш температураси



21-расм. Pb — Sb қўтишмаларининг совиш эгри чизиқлари ва ҳолат диаграммаси (квадратлар ичида композицияларнинг ва қўтишмаларнинг структуралари схема тарзида кўрсатилган).

(1 нуқта) *ликвидус** нуқтаси деб, батамом кристалланиб бўлиш нуқтаси (2' нуқта) эса *солидус*** нуқтаси деб аталади.

21-расмнинг чап қисмидан кўриниб турибдики, тоза компонентларнинг ва 87% Pb билан 13% Sb дан иборат қотишманинг совиш эгри чизиқлари бир-бирига ўхшайди ва уларда *ликвидус* нуқтаси билан *солидус* нуқтаси бир (ўзгармас) температура-нинг ўзига тўғри келади. Совиш эгри чизиғи тоза компонент-нинг совиш эгри чизиғига ўхшаш бўлиб, шу системадаги қотиш-малар ва тоза компонентлар ичида энг паст температурада суюқланадиган (қотадиган) қотишма *эвтектикавий* қотишма ёки, тўғридан-тўғри, *эвтектика**** деб аталади. Бинобарин, 87% Pb билан 13% Sb дан иборат қотишма *эвтектикавий* қо-тишмадир.

Энди, 21-расмнинг чап қисмида тасвирланган совиш эгри чизиқларидаги *ликвидус* ва *солидус* нуқталари температура — концентрация координаталар системасига кўчирилса, 21-расм-нинг ўнг қисмида кўрсатилган диаграмма ҳосил бўлади. Ана шу диаграмма қўрғошин билан сурьма қотишмаларининг (система-сининг) ҳолат диаграммасидир.

Pb—Sb системасининг ҳолат диаграммасидаги *ACB* чизиқ *ликвидус* нуқталарининг геометрик ўрни бўлиб, *ликвидус чизи-ғи* деб аталади; *CE* чизиқ *солидус* нуқталарининг геометрик ўрнидир, бу чизиқ *солидус чизиғи* дейилади.

Ликвидус чизиғидан тепада (*I* соҳа қотишмалар суюқ ҳолат-да, *ликвидус* чизиғи билан *солидус* чизиғи орасида қотишмалар ҳам суюқ, ҳам қаттиқ ҳолатда, *солидус* чизиғидан пастда (*IV* соҳада) эса қотишмаларнинг ҳаммаси қаттиқ ҳолатда бў-лади.

Таркибидаги сурьма миқдори 13% дан кам бўлган суюқ қо-тишмалардан дастлаб қўрғошин кристаллари ажралиб чиқади. Демак, *ликвидус* (*AC*) чизиғи билан *солидус* (*DC*) чизиғи ора-сида (*II* соҳада) қотишмалар суюқ фаза билан қўрғошин кристалларидан иборат бўлади. Худди шунингдек, таркибидаги сурьма миқдори 13% дан ортиқ бўлган суюқ қотишмалардан дастлаб сурьма кристалланганлигидан, *ликвидус* (*CB*) чизиғи билан *солидус* (*CE*) чизиғи орасида (*III* соҳада) қотишмалар суюқ фаза билан сурьма кристалларидан иборатдир.

Шундай қилиб, 21-расмнинг ўнг томонида тасвирланган диаграмма икки компонентли қотишмаларнинг ҳар қандай кон-центрациядаги ва ҳар қандай температурадаги ҳолатини ифо-далайди. Бундай диаграммаларнинг ҳолат диаграммалари деб аталишига сабаб ҳам ана шу.

* *Ликвидус* сўзи латинча liquidus сўзидан олинган бўлиб, унинг таржи-маси суюқ демакдир.

** *Солидус* сўзи латинча solidus — қаттиқ сўзидан олинган.

*** *Эвтектика* сўзи грекча eutektos сўзидан олинган, унинг маъноси осон суюқланувчан демакдир.

Диаграммадан кўриниб турибдики, қўрғошин билан сурьма суюқлантирилиб, сунгра совитилганда механикавий аралашма ҳосил бўлади, яъни қўрғошин билан сурьма қотишмалари механикавий аралашмадир. Компонентлари механикавий аралашма ҳосил қиладиган қотишмаларнинг ҳолат диаграммалари *биринчи тип* ҳолат диаграммаси деб аталади.

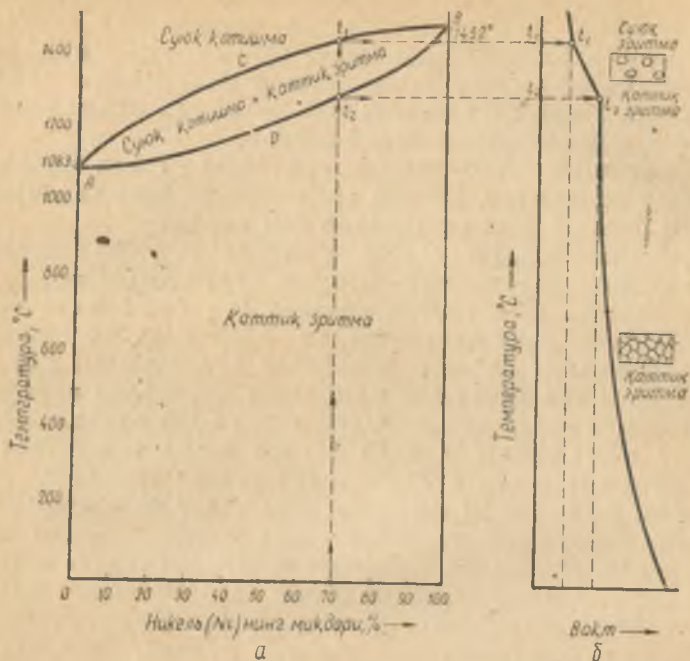
Компонентлари механикавий аралашма ҳосил қиладиган қотишмалар жумласига, Pb—Sb системасидан ташқари, Bi—Cd, Sn—Zn ва баъзи бошқа системалар ҳам киради.

Энди, компонентлари қаттиқ эритмалар ҳосил қиладиган қотишмаларнинг ҳолат диаграммасини кўриб чиқайлик.

Суюқ ҳолатда ҳам, қаттиқ ҳолатда ҳам бир-бирида исталганча эрийдиган икки компонентдан иборат қотишмаларнинг ҳолат диаграммаси *иккинчи тип* ҳолат диаграммаси деб аталади. Иккинчи тип ҳолат диаграммасига мис билан никель қотишмаларининг ҳолат диаграммаси мисол бўла олади. Биринчи тип ҳолат диаграммаси қандай усулда тузилса, иккинчи тип ҳолат диаграммаси ҳам худди шундай усулда тузилади.

22- расм, *а* да Cu—Ni системасининг ҳолат диаграммаси тасвирланган. Диаграммадаги *ACB* чизиқ ликвидус, *ADB* чизиқ эса солидус чизиқларидир. Ликвидус чизиғидан тепада қотишма суюқ ҳолатда, ликвидус чизиғи билан солидус чизиғи орасида ҳам суюқ, ҳам қаттиқ (кристалл) ҳолатда, солидус чизиғидан пастда эса қаттиқ (кристалл) ҳолатда бўлади. Бу системада кристаллар биринчи тип ҳолат диаграммасидаги каби механикавий аралашма бўлмай, балки бир жинсли қаттиқ эритмадир. Диаграммадан кўриниб турибдики, бу системада эвтектика, яъни бир температурада кристаллана бошлаб, шу температуранинг ўзида батамом кристалланидиган қотишма бўлмайди.

Ҳолат диаграммалари тоза компонентлар ва улар қотишмаларининг совиш эгри чизиқлари асосида тузилиши юқорида (33- бет) айтиб ўтилган эди. Аммо қотишмаларнинг ҳолат диаграммасидан фойдаланиб, шу системадаги исталган қотишманинг совиш эгри чизиғини тузиш ҳам мумкин. Масалан, 30% Cu билан 70% Ni дан иборат қотишмани олайлик. Бу қотишманинг совиш эгри чизиғи 22- расм, *б* да тасвирланган. Ҳолат диаграммасидан фойдаланиб, совиш эгри чизиғининг қандай тузилиши 22- расмда штрих чизиқлар ва стрелкалар билан кўрсатилган. 22- расм, *б* даги совиш эгри чизиғидан кўриниб турибдики, суюқ қотишма совитила борса, t_1 температурада кристаллана бошлаб, маълум вақт ўтгач, t_2 температурада батамом кристалланиб бўлади. Демак, t_1 дан юқорида қотишма суюқ ҳолатда, t_1 билан t_2 орасида ҳам суюқ, ҳам кристалл ҳолатда, t_2 дан пастда эса нуқул кристалл ҳолатда бўлади. Худди шу усулда Cu—Ni системасидаги бошқа барча қотишмаларнинг ҳам совиш эгри чизиқларини тузиш мумкин, улар шакл жиҳатидан бир-бирига ўхшаш бўлади, аммо суюқ ҳолатдан совитилганда кристаллана бошлаш температураси ва батамом крис-



22-расм. Cu—Ni қотишмаларининг ҳолат диаграммасы (а) ва тармақ-бида 70% Ni билан 30% Cu бўлган қотишманинг совиш эгри чизиғи (б).

талланиб бўлиш температураси жиҳатидан бир-биридан фарқ қилади.

Иккинчи тип ҳолат диаграммасы ҳосил қиладиган система-лар жумласига, Cu—Ni системасидан ташқари, Bi—Sb, Au—Pt, Au—Ag, Au—Pb, Fe—Ni, Fe—Cr, Fe—Co, Fe—V системалари ва баъзи бошқа системалар ҳам киради.

Компонентлари қаттиқ ҳолатда механикавий аралашма ҳо-сил қиладиган, компонентлари бир-бирида исталганча эрийди-ган қотишмалардан ташқари, компонентлари бир-бирида маъ-лум чегарагача эрийдиган, компонентлари бир-бири билан химиявий бирикмалар ҳосил қиладиган қотишмалар, шунингдек, бирламчи кристалланиш натижасида ҳосил бўлган қаттиқ фа-заларида иккиламчи ўзгаришлар (қайта кристалланиш) юзага келадиган қотишмалар ҳам бўлади. Бундай қотишмаларнинг ҳолат диаграммалари тегишлича учинчи, тўртинчи ва бешинчи тип ҳолат диаграммалари деб аталади. Уларни биз бу ерда кў-риб ўтирмаймиз, чунки ҳолат диаграммаларининг барча тип-лари металлшунослик курсида батафсил ўрганилади. Аммо шуни айтиб ўтиш керакки, бу турдаги қотишмаларни темир—углерод системасида учратамиз.

Қотишмаларнинг ҳолат диаграммаларини ўрганиш амалда, айниқса, қотишмаларни термик ишлашда катта аҳамиятга эга,

чунки қаттиқ ҳолатда қотишмаларнинг ички тузилишида (структурасида) содир бўладиган ўзгаришларни билишга имкон беради.

МЕТАЛЛ ВА ҚОТИШМАЛАРНИНГ СТРУКТУРАСИНИ ТЕКШИРИШ УСУЛЛАРИ

Металл ва қотишмаларнинг структурасини текширишнинг асосий усуллари жумласига уларнинг синмаси (синиқ жойи) юзасини кўздан кечириш, макро-структурасини текшириш, микроструктурасини текшириш усуллари, рентгено-структуравий анализи ва бошқа усуллар киради.

Металл ва қотишмаларнинг синмаси юзасини кўздан кечириш усули. Бу усул металл ва қотишмаларнинг структурасини текширишнинг энг оддий усули бўлиб, бунда металл ёки қотишма доналарининг майда-йириклиги, бекорчи жинслар аралашган-аралашмаганлиги, ғовакликлилар бор-йўқлиги ва бошқа нуқсонлар аниқ кўринади.

Металл ва қотишмаларнинг макроструктурасини текшириш усули. Бу усулдан фойдаланиладиган бўлса, йирик заготовклардан (қуйма, поковка ва бошқалардан) ёки металл буюмлардан намуналар кесиб олинади, бу намуналарнинг бир юзаси олдин эғовланиб, сўнгра жилвирланади ва унга махсус реактивлар таъсир эттирилади. Намунанинг ана шу йўл билан тайёрланган юзаси *макрошлиф* деб аталади. Макрошлиф бевосита ёки лупа воситасида қаралганда кўринадиган структура *макроструктура* дейилади. Макрошлифни текшириш натижасида қуйма металл ёки қотишма доналарининг шаклини ва қандай жойлашганлигини; болғаланган ёки штампланган заготовклардаги толаларнинг (деформацияланган доналарнинг) қандай жойлашганлигини; металл ва қотишмалардаги баъзи нуқсонларни (дарэлар, шлак қушилмалари, пуфакча ўринлари, бушлиқлар ва бошқа нуқсонларни), қотишманинг кристалланиш процессида келиб чиққан турли жинслигини ёки термик ёхуд химиявий-термик ишланиш натижаларини кўриш мумкин.

Масалан, пўлатда олтингургуртнинг қандай тақсимланганлигини аниқлаш зарур бўлса, шу пўлатдан тайёрланган макрошлифга сульфат кислотанинг сувдаги 5% ли эритмаси билан ҳўлланган фотоқогоз (кумуш бромидли фотоқогоз) қўйилади. Намунада олтингургурт тўпланган жойлар бўлса, у кумуш бромид билан химиявий реакцияга киришиб, кумуш сульфид ҳосил қилади, натижада фотоқогозда қорамтир-сарғиш жойлар кўринади. Агар текшириладиган пўлатда фосфорнинг миқдори кўпроқ бўлса, бу фосфор ҳам кумуш бромид билан реакцияга киришиб, фотоқогозда қорамтирроқ тусли кумуш фосфид ҳосил қилади ва ҳоказо.

Металл ва қотишмаларнинг микроструктурасини текшириш усули. Бу усул металл ва қотишмаларнинг структурасини текширишнинг асосий усуллари билан бири бўлиб, амалда ундан кенг кўламда фойдаланилади.

Металл ва қотишмаларнинг структурасини текширишда ўтган асрнинг 30-йилларида машҳур рус металлурги П. П. Аносов микроскопдан жаҳонда биринчи бўлиб фойдаланди ва, шундай қилиб, металл ва қотишмаларнинг структурасини микроскоп ёрдамида текшириш усулига асос солди.

Металл ва қотишмаларнинг микроструктурасини (микроскопик тузилишини) текшириш учун улардан намуналар кесиб олинади, бу намуналарнинг бир юзаси эғовланади, яхшлаб жилвирланади ва жилланади (ялтиратилади), натижада шлиф ҳосил бўлади, сўнгра унга махсус реактив таъсир эттирилади. Намунанинг ана шу йўл билан тайёрланган юзаси *микрошлиф* деб, микрошлиф микроскоп остига қўйиб қаралганда кўринадиган структура эса *микроструктура* деб аталади.

Микрошлиф тайёрлашда турли металл (қотишма)лар учун турлича реактивлар ишлатилади. Масалан, пўлатнинг структурасини аниқлашда реактив

сифатида нитрат кислота эритмаси (1—5. мл HNO_3 нинг 100 мл спиртдаги эритмаси), баъзан, ўхшаш структураларни аниқлаш қийин бўлганда пикрин кислота (тринитрофенол) эритмаси (4 г $\text{C}_6\text{H}_3\text{O}_7\text{N}_3$ нинг 100 мл спиртдаги эритмаси) ишлатилади.

Бир жинсли доналардан иборат металлга (масалан, темирга) реактив таъсир эттирилганда ҳосил бўлган микрошлиф микроскоп остига қўйиб қаралганда металл доналарининг чегараси қорамтир ингичка чизиқлардан ҳосил бўлган тур шаклида кўринади (23-расм). Реактив таъсирида доналар чегараси доналарнинг ўзидан кўра кучлироқ эмирилганлиги учун чегара жойларда микроариқчалар ҳосил бўлади. Ана шу ариқчаларда ёруғлик нури сочилади, натижада чегаралар қорамтир бўлиб кўринади. Турли жинсли доналардан иборат қотишмага (масалан, феррит* билан цементитдан** иборат пулатга) реактив таъсир эттирилса, феррит цементитдан кўра кучлироқ эмирилади, натижада шлиф сиртида рельеф ҳосил бўлади. Бундай микрошлиф микроскоп остига қўйиб қаралганда цементит оқишроқ тусда, феррит эса қорамтир тусда кўринади (24-расм).

Қотишманинг структураси шлифни қиздириш йўли билан (оксидлаш усули билан) ҳам аниқланиши мумкин. Бунда шлиф оксидловчи муҳитда, қотишманинг таркибига қараб, 200—600°C температурагача қиздирилади. Натижада, ҳар хил фазалар сиртида турлича қалинликдаги оксид пардалар ҳосил бўлади; бундай микрошлиф микроскоп остига қўйиб қаралганда ҳар хил фазалар сиртидаги оксид пардалар турлича тусда кўринади.

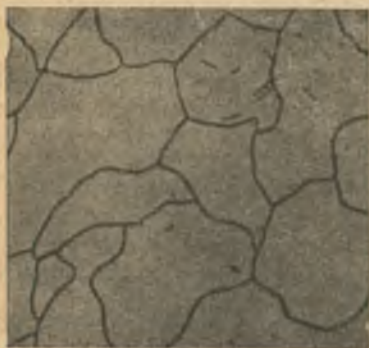
Металл ва қотишмаларнинг намуналаридан тайёрланган микрошлифлар оптикавий металлографик микроскоп воситасида кузатилади.

Ватанимизда МИМ-6, МИМ-7, МИМ-8, МИМ-8М металлографик микроскоплари ишлаб чиқарилади. МИМ-6 ва МИМ-7 микроскоплари вертикал, МИМ-8 ва МИМ-8М микроскоплари горизонтал микроскоплардир.

25-расмда МИМ-6 микроскопининг умумий кўриниши тасвирланган. 26-расм, а да МИМ-7 микроскопининг умумий кўриниши, 26-расм, б да эса унинг оптикавий схемаси кўрсатилган. МИМ-8М микроскопининг умумий кўриниши 27-расмда келтирилган.

Металлографик микроскоп ёрдамида шлифнинг структурасини фотосуратга олиш ҳам мумкин. Бунинг учун микроскопга махсус мосламалар ўрнатилади.

Металл ва қотишмаларнинг структурасини янада аниқроқ билиш учун ҳозирги вақтда электроний микроскопдан ҳам фойдаланилади. Электроний ми-



23-расм. Техникавий тоза темирнинг микроскопик тузилиши (400 марта катталаштирилган).

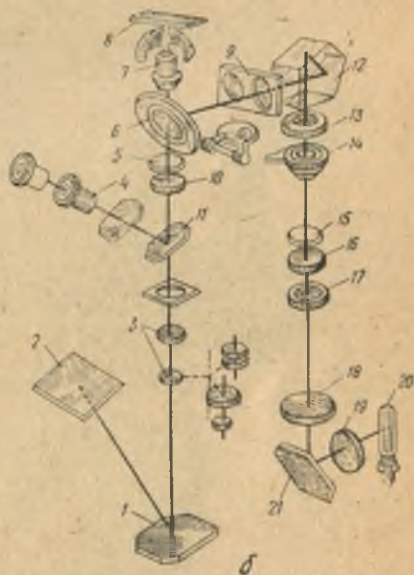
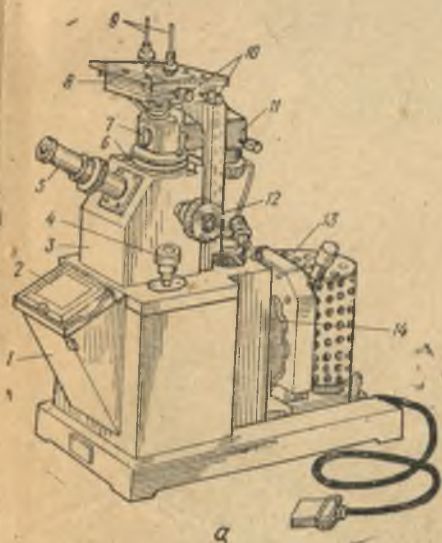


24-расм. Эвтектоидавий пулатнинг микроскопик тузилиши (1000 марта катталаштирилган).

* Феррит — углероднинг альфа-темирдаги сингиш қаттиқ эритмаси.

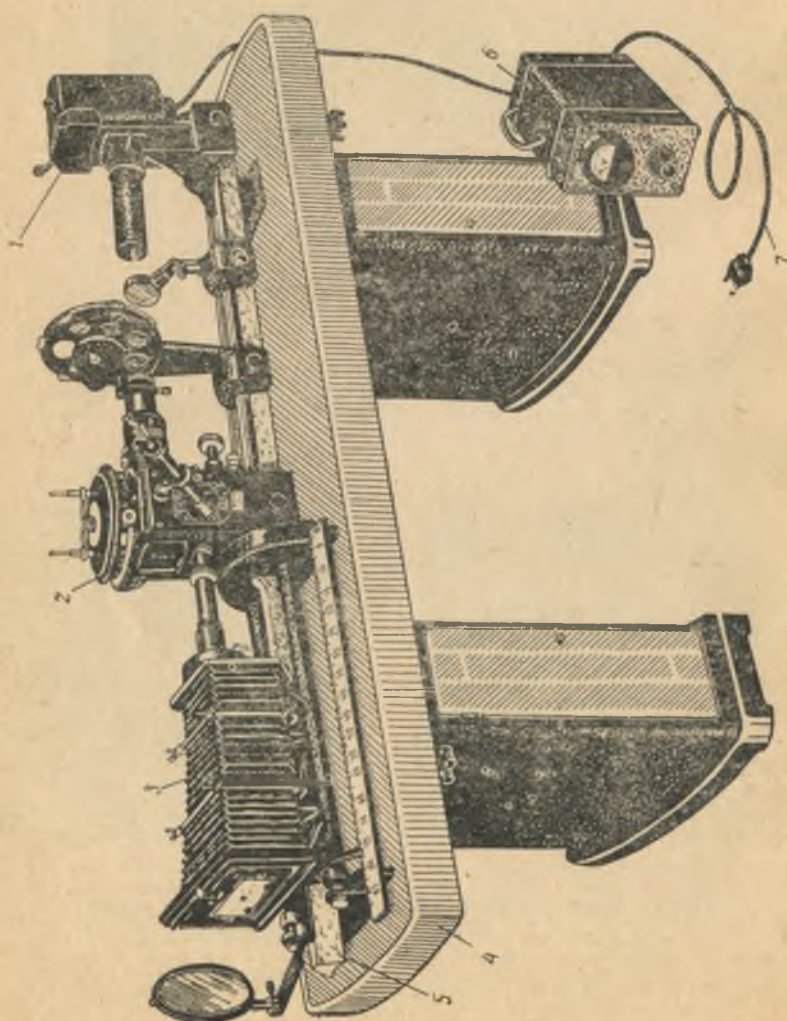
** Цементит — темир карбиди (Fe_3C).

25- расм. МИМ-6 микроскопининг умумий қури-
ниши.



26- расм. МИМ-7 микроскопининг умумий қуриниши ва оптикавий схемаси:

a — умумий қуриниши (1 — фотокамера, 2 — хира ойна, 3 — корпус, 4 — объективни суриш учун микрометриқ винт, 5 — визуал тубус, 6 — анализатор, 7 — пиллюминатор; 8 — столча, 9 — клеммалар, 10 — столчани суриш қулоқлари, 11 — пентапризма кожухи, 12 — столчани дағал суриш қулоғи, 13 — ёриткич, 14 — ёруғлик фильтри); *б* — оптикавий схемаси (1 — кўзгу, 2 — фотопластинка, 3 — фотоокуляр, 4 — окуляр, 5 — қўйма анализатор, 6 — акс эйтириш пластинкаси, 7 — объектив, 8 — буюм текислиги, 9 — линза, 10 — ахроматик линза, 11 — кўзгу, 12 — пентапризма, 13 — майдоний диафрагма, 14 — фотозатвор, 15 — поляризатор, 16 — линза, 17 — апертуравий диафрагма, 18 — ёруғлик фильтри, 19 — коллектор, 20 — лампа, 21 — кўзгу).



27-расм МИМ-8М микроскопнинг умумий кўриниши:

- 1 — ёриткиш қурилмаси; 2 — микроскопнинг марказий қисми; 3 — фотокамера; 4 — максус стол; 5 — оптикавий курси; 6 — Тр-17 трай-форматери; 7 — штепсель ви.қаси.

микроскоп 100000 мартагача катталаштириб кўрсата олади, ammo металл ва қотишмалар учун, кўпинча, 7000 ... 25000 марта катталаштиришнинг ўзи кифоя. Электроний микроскопда кўриш учун металл ёки қотишманинг ғоят юпқа пардасидан ёки микрошлифга суртнлиб, сунгра кўчириб олинadиган шаффоф моддалар, масалан, коллодий пардасидан фойдаланилади.

Рентгеноструктурвий анализ. Металл ва қотишмаларнинг ички тузилишини текширишда улар кристалл панжараларининг турини ва кристалл панжараларнинг параметрларини аниқлашда рентген нурларидан фойдаланилади.

Физика курсидан маълумки, рентген нурлари ўз табиати жиҳатидан ёруғлик нурларига ўхшайди, ammo рентген нурлари ёруғлик нурларидан тўлқин узунлигининг анча кичиклиги билан фарқ қилади. Рентген нурларининг тўлқин узунлиги кичик бўлганлигидан, бу нурлар металл сиртидан қайтмай, балки унинг ичига кириб боради. Рентген нурлари таъсири остида атомларнинг электронлари тебрана ҳаракатга келиб, ҳар тарафга тарқалувчи (қайтувчи) нурлар манбаи бўлиб қолади. Металл кристалларида атомлар мунтазам (батариб) жойлашганлигидан тарқалувчи (қайтувчи) нурлар бир йўналишда бир-бирини кучайтирса, иккинчи йўналишда бир-бирини сундиради. Агар ана шу нурлар оқими йўналишига фотопластинка ёки фотоплёнка қўйилса, нурларнинг кучайиш йўналишида фотопластинка (фотоплёнка)да қораймалар, яъни рентгенограмма ҳосил бўлади. Бу рентгенограмма атомларнинг ўзаро параллел айрим-айрим текисликларидан қайтган нурларнинг интерференцияланувчи натижасидир. Ана шу рентгенограмма асосида металл кристалл панжарасининг шакли ва панжарадаги атомлар оралиғи аниқланади.

Металл ва қотишмаларнинг ички тузилишини рентген нурлари воситасида ўрганиш *рентгеноструктурвий анализ* деб аталади.

Металл ва қотишмалардаги ички нуқсонларни аниқлаш усуллари

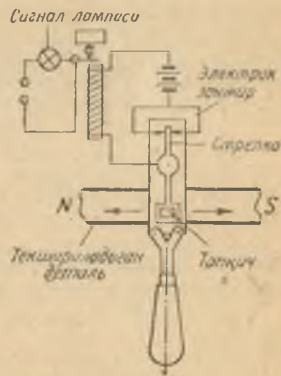
Металл ва қотишмаларнинг ички нуқсонларини аниқлашнинг анчагина усули мавжуд. Улардан биз қуйидагилариникина кўриб ўтамиз.

Рентген нурларидан фойдаланиш усули. Бу усулда металл ва қотишмалар рентген нурлари билан ёритилади, бунда улардаги бегона қўшилмалар бўшлиқлар, ички дарзлар ва бошқа нуқсонлар аниқ кўринади.

Магнитавий майдондан фойдаланиш усули. Бунда пўлат ва чуён деталларнинг ички нуқсонларини аниқлашда магнитавий майдон таъсиридан фойдаланилади. Бунда деталларнинг ички қисмидаги майда дарзлар, бўшлиқлар, бегона қўшилмалар ва бошқа нуқсонлар аниқланади. Бу усулда *магнитавий дефектоскоп* деб аталадиган приборлар ишлатилади. Ана шундай приборлардан бирининг схемаси 28-расмда тасвирланган.

Магнитавий дефектоскопнинг ишлаш принципи қуйидагича. Прибор текшириладиган деталь бўйлаб ҳаракатлантирилганда приборнинг топқичи нуқсон бор ерга кучлироқ тортилади, чунки бу ерда магнитавий куч чизиқлар сочилиб, нуқсон чеккаларида магнит қўтблари ҳосил бўлади. Шунда топқич билан боғланган стрелка ҳаракатга келиб, электр занжирини улайди, натижада сигнал лампаси ёнади. Шунга қараб нуқсон борлиги ва бу нуқсоннинг қаерда жойлашганлиги аниқланади.

Магнитланадиган металл ва қотишмалардан ясалган деталларда ички нуқсонлар бор йўқлиги қуйидаги усулда ҳам аниқланиши мумкин. Бунинг учун магнитавий кукун (магнит хоссасига эга бўлган кукун) ёки магнитавий суспензия тэйёрланади. Магнитавий кукун ҳосил қилиш учун темир (III)-оксид Fe_2O_3 уг-



28-расм. Магнитавий дефектоскоп схемаси.

лерод (II) - оксид CO воситасида қайтарилади ва қайтарилиш маҳсулоти, яъни темир (II, III) - оксид Fe_2O_3 кукунга айлантрилади. Магнитавий суспензия тайёрлаш учун мой, керосин, спирт, сув ёки бошқа суюқликка озроқ миқдор (1 л суюқликка 25—30 г) магнитавий кукун қорилиди, бунда кукун заррачалари суюқликда муаллақ ҳолатда юради, натижада суспензия ҳосил бўлади. Магнитавий суспензия тайёрлашда сувдан фойдаланиш яхшироқ, чунки унда ўт чиқиш хавфи бўлмайди. Аммо сув магнитавий кукунни оксидлайди ва уни паға-паға ҳолда тўпланишига сабаб бўлади, детални яхши ҳўлламайди ва уни коррозиялайди. Бу ҳодисаларга йўл қўймаслик учун суспензияга ҳар хил қўшимчалар: кукуннинг паға-паға бўлиб тўпланишига қарши совун, деталнинг коррозияланишига қарши сода, деталнинг яхши ҳўлланиши учун эса урчуқ мойи қўшилади.

Деталда ички нуқсонлар бор-йўқлиги қуйидагича текшириб курилади. Текшириладиган деталь электр токи билан магнитланади, бунда деталнинг нуқсонли жойларида магнит қутблари ҳосил бўлади, натижада магнитавий майдон вужудга келади. Ана шу деталга магнитавий кукун сепилса ёки деталь магнитавий суспензияга ботирилса, кукун зарралари магнитавий кучлар таъсири остида нуқсон чегараларига тортилиб, ўша ерларга йиғилади, бунинг натижасида эса нуқсон бор жойлар аниқланади.

Ультратовушдан фойдаланиш усули. Физика курсидан маълумки, ультратовуш тўлқинлари бир қатор материалларда, шу жумладан металлларда ҳам, анчагина ораликка тарқалади ёки улардан ўтади. Металл ва қотишмаларнинг жуда ичкари қисмларида нуқсонлар бор-йўқлигини аниқлашда ультратовушнинг ана шу хоссасидан фойдаланилади. Бу усулда *ультратовуш дефектоскопи* деб аталадиган прибор ишлатилади. Бу приборнинг ишлаш принципи ультратовуш тўлқинларининг металлдан ўтиб, бушлиқ, дарз ва шу кабилардан ўта олмаслигига асосланган.

Бу усулдан фойдаланиладиган бўлса, текширилиши керак бўлган деталга дефектоскоп воситасида ультратовуш тўлқинлари юборилади ва бу тўлқинларнинг ўтиш-ўтмаслигига қараб, нуқсонлар бор-йўқлиги аниқланади.

Савол ва топшириқлар

1. Металлар билан металлмаслар орасида қандай фарқ бор?
2. Металларни таърифлаб беринг.
3. Металлар қандай хусусиятларига кўра классификацияланади?
4. Техникада ишлатиладиган металлларга характеристика беринг.
5. Кристалл жисмларнинг, шу жумладан металлларнинг ҳам ўзига хос қандай хусусиятлари бўлади?
6. Изотропия, анизотропия ва квазинизотропия нима?
7. Монокристалл билан поликристалл орасидаги фарқ нимада?
8. Металларда қандай кристалл панжаралар бўлади?
9. Металларнинг бирламчи кристалланиши нима?
10. Металл доналарининг майда-йирик бўлиши нимага боғлиқ?
11. Иккиламчи кристалланиш нима ва у нима билан боғлиқ?
12. Қотишмаларга қандай таъриф берилади?
13. Қотишмаларнинг бирламчи кристалланишини айтиб беринг.
14. Механикавий аралашма, қаттиқ эритма ва химиявий бирикма нима?
15. Қотишмаларнинг иккиламчи кристалланишини айтиб беринг.
16. Қўрғошин билан сурьма қотишмаларининг ҳолат диаграммаси қандай тузилади?
17. Қотишмалар ҳолат диаграммаларининг амалий аҳамияти нимада?
18. Металл ва қотишмалар структурасини текширишнинг қандай усуллари бор?
19. Металл ва қотишмалардаги ички нуқсонларни аниқлашнинг қандай усуллари бор?

МЕТАЛЛ ВА ҚОТИШМАЛАРНИНГ ФИЗИКАВИЙ, ХИМИЯВИЙ, МЕХАНИКАВИЙ ВА ТЕХНОЛОГИК ХОССАЛАРИ

Маълумки, металл ва қотишмаларнинг қандай мақсадларда ишлатилишига қараб, уларга нисбатан турлича талаблар қўйилади. Масалан, электр симлари тайёрланадиган металллар электр токини яхши ўтказадиган бўлиши, кесувчи асбоблар тайёрланадиган қотишмалар қаттиқ, пухта ва ейилишга чидайдиган, электр билан қиздириш асбобларининг элементлари токка катта қаршилиқ кўрсатадиган ва, шу билан бирга, юқори температураларда оксидланмайдиган бўлиши керак ва ҳоказо. Баъзи деталлар, масалан, пружина ва рессорлар тайёрланадиган металлларда эластиклик хоссалари бўлиши талаб этилса, баъзи буюмлар тайёрланадиган металлларда пластиклик хоссалари бўлиши талаб этилади. Бинобарин, металл ва қотишмалардан буюм ва деталлар тайёрлаш учун уларнинг физикавий, химиявий, механикавий ва технологик хоссаларини билиш ниҳоятда муҳимдир.

1-§. Металл ва қотишмаларнинг физикавий хоссалари

Металл ва қотишмаларнинг физикавий хоссалари жумласига уларнинг зичлиги, суюқланувчанлиги, иссиқдан кенгаювчанлиги, суюқланишда ҳажмининг ўзгарувчанлиги, иссиқлик сиғими, иссиқлик ўтказувчанлиги, электр ўтказувчанлиги ва магнитавий хоссалари киради. Бу хоссаларнинг намоён бўлишига олиб борадиган ҳодисалар (қизиш, электр токи ўтиши ва шу кабилар) вақтида модданинг химиявий таркиби ўзгармайди.

Металл ва қотишмаларнинг зичлиги. Металл ёки қотишма оғирлигининг ҳажмига нисбати унинг зичлиги деб аталади ва d билан белгиланади. Бирор металл ёки қотишманинг зичлигини топиш учун шу металл ёки қотишмадан намуна кесиб олинади-да, шу намунанинг массаси ва ҳажми аниқланади. Намунанинг аниқланган массасини G г, ҳажмини эса V см³ десак, унинг зичлиги қуйидагича топилади:

$$d = \frac{G}{V \text{ см}^3} = \frac{G}{V} \cdot \frac{\text{г}}{\text{см}^3}. \quad (1)$$

Демак, зичликнинг ўлчов бирлиги г/см³ экан. Зичликнинг СИдаги (Халқаро бирликлар Системасидаги) белгиси γ , ўлчов бирлиги эса Н/м³ дир.

Металл ва қотишмалардан буюмлар тайёрлашда уларнинг зичлиги катта аҳамиятга эга, чунки тайёрланадиган буюмларнинг оғир ёки енгил бўлиши шу буюмлар тайёрлаш учун ишлатиладиган металлларнинг зичлигига боғлиқдир. Масалан, алю-

минийдан тайёрланган буюм мисдан тайёрланган шундай буюмдан тахминан 3,3 баравар енгил бўлади, чунки алюминий мисдан тахминан 3,3 марта енгилдир (алюминийнинг зичлиги $2,7 \text{ г/см}^3$ га, мисники эса $8,93 \text{ г/см}^3$ га тенг).

Металлнинг зичлиги билан ҳажми маълум бўлса, унинг массасини топиш учун қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$G = d \cdot V. \quad (2)$$

Масалан, буйи 30 см, эни 10 см ва қалинлиги 0,2 см бўлган рух пластинканинг массасини аниқлаш талаб этилган бўлсин. Рухнинг массаси $d = 7,14 \text{ г/см}^3$ (3-жадвалга қаранг).

Юқоридаги маълумотлардан фойдаланиб, рух пластинканинг ҳажмини ҳисоблаб топамиз:

$$V = 30 \cdot 10 \cdot 0,2 = 60 \text{ см}^3.$$

Энди (2) формуладан фойдаланиб, рух пластинканинг массасини ҳисоблаб чиқарамиз:

$$G = d \cdot V = 7,14 \cdot 60 = 428,4 \text{ г}.$$

Демак, ўлчамлари юқорида келтирилган рух пластинканинг массаси 428,4 г экан.

Агар металлнинг зичлиги билан массаси берилган бўлса, унинг ҳажми қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$V = \frac{G}{d}. \quad (3)$$

Масалан, массаси 983 г бўлган мис қуйманинг ҳажмини ҳисоблаб топиш зарур бўлсин. Миснинг зичлиги $8,93 \text{ г/см}^3$ (3-жадвалга қаранг).

(3) формуладан фойдаланиб, мис қуйманинг ҳажмини ҳисоблаб чиқарамиз:

$$V = \frac{G}{d} = \frac{983}{8,93} = 100 \text{ см}^3.$$

Демак, 983 г мис қуйманинг ҳажми 100 см^3 экан.

Металл ва қотишмаларнинг суюқланувчанлиги. Металл ва қотишмаларнинг суюқланувчанлиги уларнинг суюқланиш температураси билан характерланади. Металл ёки қотишманинг қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтиш температураси унинг *суюқланиш температураси* деб аталади. Ҳар хил металлларнинг суюқланиш температураси турлича бўлади. / 34

Қотишмаларнинг суюқланиш температураси улар компонентларининг суюқланиш температурасидан фарқ қилади (21 ва 22-расмлардаги диаграммаларга қаранг). Бундан ташқари, қотишмалар (эвтектикавий қотишмалар ва химиявий бирикмалардан бошқалари), тоза металллардан фарқли ўлароқ, бир температурада суюқлана бошлаб, бошқа бир (юқорироқ) температурада батамом суюқланиб бўлади.

Металл ва қотишмаларнинг суюқланиш температурасини билиш қуймакорликда, кавшарлаш, пайвандлаш ишларида ва бошқа технологик процессларда ниҳоятда муҳимдир.

Металл ва қотишмаларнинг иссиқдан кенгаювчанлиги. Температура ўзгарганда металл ҳамда қотишмаларнинг ҳажми ва, демак, ўлчамлари ўзгаради, кўпгина ҳолларда, масалан, металллардан кўприк қуришда, темир йўл излари ётқизишда, металлларни қиздириб босим билан ишлашда, ўлчаш асбоблари тайёрлашда ва шу кабиларда буни ҳисобга олиш зарур бўлади.

Ҳар хил металл ва қотишмалар иссиқдан турлича кенгайди. Металл ва қотишмаларнинг иссиқдан кенгаювчанлиги кенгайиш коэффиценти деб аталадиган катталиқ билан характерланади.

Температура ўзгарганда металл ва қотишма узунлигининг ўзгаришини аниқ ҳисобга олиш учун ҳар бир металл ёки қотишмадан намуна тайёрланади ва температура 1° ўзгарганда бу намунанинг қанча узайиши аниқ приборлар билан ўлчанади. Температура 1° ўзгарганда намунанинг 1 мм узунлигига тўғри келадиган узайиши унинг *чизигий кенгайиш коэффиценти* деб аталади ва α билан белгиланади.

Агар намунанинг қиздиришдан олдинги узунлигини l_0 , қиздирилгандан кейинги узунлигини l , қиздиришдан олдинги температурасини t_0 ва қиздиришдан кейинги температурасини t десак, чизигий кенгайиш коэффиценти қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0 (t - t_0)}, \quad (4)$$

бу ерда $l - l_0 = \Delta l$ — узунликнинг ортиши; $t - t_0 = \Delta t$ — температуранинг ортиши. (4) формулани мана бундай ёзса ҳам бўлади:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t}. \quad (4a)$$

(4a) формуладан Δl ни аниқлаймиз:

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta t. \quad (5)$$

Энди, (5) формуланинг татбиқ этилишига мисоллар келтирамиз.

1- мисол. Темир тунуканинг нормал (18°C) температурадаги узунлиги 140 см. Шу тунука 218°C гача қиздирилганда унинг узунлиги қанча ортади?

Ечиш: темирнинг чизигий кенгайиш коэффицентини 3-жадвалдан оламиз, сўнгра (5) формуладан фойдаланиб, узунликнинг ортишини ҳисоблаб чиқарамиз:

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta t = 0,00012 \cdot 140 \cdot 200 = 0,336 \text{ см} = 3,36 \text{ мм}.$$

Демак, темир тунука 218°C гача қиздирилганда унинг узунлиги 3,36 мм ортар экан.

2- мисол. Мис тунуканинг 0°C даги узунлиги 200 см. Шу тунука 200°C гача қиздирилганда унинг узунлиги қанча ортади?

Е чи ш: миснинг чизигий кенгайиш коэффициентини 3-жадвалдан оламиз, сунгра (5) формуладан фойдаланиб, узунликнинг ортишини ҳисоблаб топамиз:

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta t = 0,000017 \cdot 200 \cdot 200 = 0,68 \text{ см} = 6,8 \text{ мм.}$$

Демак, мис тунуканинг узунлиги 6,8 мм ортар экан.

Металл ва қотишмалар қиздирилганда улар ҳажмининг ўзгариши ҳажмий кенгайиш коэффициенти билан характерланади. Ҳажмий кенгайиш коэффициенти чизигий кенгайиш коэффициентидан тахминан 3 барабар катта бўлади ва β билан белгиланади,

Металл ёки қотишманинг қиздиришдан олдинги ҳажмини V_0 , қиздирилгандан кейинги ҳажмини V , қиздиришдан олдинги температурасини t_0 , қиздирилгандан кейинги температурасини эса t десак, унинг ҳажмий кенгайиш коэффициенти қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$\beta = \frac{V - V_0}{V_0 (t - t_0)}, \quad (6)$$

бу ерда $V - V_0 = \Delta V$ — ҳажмнинг ортиши; $t - t_0 = \Delta t$ — температуранинг ортиши.

(6) формулани мана бундай ёзиш мумкин:

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta t}, \quad (6a)$$

(6a) формуладан ΔV ни аниқлаймиз:

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta t. \quad (7)$$

$\beta = 3\alpha$ бўлганлиги учун (7) формула қуйидагича ёзилади:

$$\Delta V = 3\alpha V_0 \Delta t. \quad (7a)$$

Энди, (7a) формуланинг татбиқ этилишига мисоллар келтирамиз.

1- мисол. Мис қуйманинг нормал (18°C) температурадаги ҳажми 300 см^3 . Қуйма 400°C гача қиздирилганда унинг ҳажми қанча ортади?

Е чи ш: миснинг чизигий кенгайиш коэффициенти $\alpha = 0,000017$ (3-жадвалга қаранг); температуранинг ортиши $\Delta t = t - t_0 = 382^\circ$.

(7a) формуладан фойдаланиб, ҳажмнинг ортишини ҳисоблаб топамиз:

$$\Delta V = 3 \cdot 0,0000164 \cdot 300 \cdot 382 = 5,64 \text{ см}^3.$$

Демак, мис қуйма 400°C гача қиздирилганда унинг ҳажми $5,64 \text{ см}^3$ ортар экан.

2- мисол. Алюминий қуйманинг 20°C даги ҳажми 300 см^3 . Қуйма 100°C гача қиздирилганда унинг ҳажми қанча ортади?

Е чи ш: алюминийнинг чизигий кенгайиш коэффициенти 3-жадвалдан оламиз ($\alpha = 0,0000238$); температуранинг ортиши $\Delta t = t - t_0 = 100 - 20 = 80^\circ$.

(7a) формуладан фойдаланиб, ҳажмнинг ортишини ҳисоблаб чиқарамиз:

$$\Delta V = 3 \cdot 0,0000238 \cdot 300 \cdot 80 = 1,71 \text{ см}^3.$$

Демак, алюминий қуйма 100°C гача қиздирилганда унинг ҳажми $1,71 \text{ см}^3$ ортар экан.

Металл ва қотишмаларнинг чизигий ва ҳажмий кенгайиш коэффициентлари иш вақтида қизийдиган деталларни ҳисоблашда катта аҳамиятга эга. 3-жадвалда баъзи металлларнинг чизигий келгайиш коэффициентлари келтирилган.

Металл ва қотишмаларнинг суюқланишида улар ҳажмининг ўзгариши. Металл ва қотишмалар суюқланганда улар ҳажмининг ўзгариши махсус коэффициент билан характерланади. Бу коэффициент қўймакорликда муҳим аҳамиятга эга.

Металл ёки қотишма суюқланиш температурасигача қиздирилганда у суюқланади, бунда унинг ҳажми бирданига ўзгаради (ё ортади ёки камаяди). Металл ёки қотишманинг суюқланишдан олдинги ҳажмини V_0 , суюқлангандан кейинги ҳажмини V десак, ҳажмнинг ўзгариши $V - V_0$ айирмага тенг бўлади ва ΔV билан белгиланади. ΔV нинг V_0 га нисбати суюқланиш вақтида металл ёки қотишма *ҳажмининг ўзгариш коэффициенти* деб аталади ва γ билан белгиланади:

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0} \cdot 100 \quad (8)$$

Бу нисбат % билан ифодаланса, қуйидагича бўлади:

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0} \cdot 100 = \% \quad (8a)$$

Металл ёки қотишма қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтишида унинг ҳажми ортса, γ нинг қиймати мусбат, агар камайса, γ нинг қиймати манфий бўлади.

Бу коэффициент металл ва қотишмалардан заготовка ёки деталлар қуйишда ишлатиладиган қолиплар учун моделлар ва стержень яшиклари тайёрлашда албатта ҳисобга олиниши керак.

Металл ва қотишмаларнинг иссиқлик сиғими. Металл ва қотишмаларнинг иссиқлик сиғими уларнинг температурасини 1° ошириш учун кетадиган иссиқлик миқдори билан ифодаланади. Металл ва қотишмаларнинг иссиқлик сиғимини характерлаш учун уларнинг солиштирма иссиқлик сиғими деб аталадиган катталиқдан фойдаланилади. 1 г металл ёки қотишмани 1° иситиш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори унинг *солиштирма иссиқлик сиғими* деб аталади ва c ҳарфи билан белгиланади. Солиштирма иссиқлик сиғими кал/г. град билан, СИ да (Халқаро Системада) эса Ж/кг, град билан ўлчанади.

Металл ва қотишмаларнинг иссиқлик сиғими бошқа жисмларникига қараганда кам бўлади. Металл ва қотишмаларнинг оз миқдор иссиқлик таъсирида ҳам тез қизишининг сабаби ана шу.

Металл ва қотишмаларни термик ишлаш, болғалаш, прокатлаш ва штамплаш учун уларни қиздиришда сарф этиладиган иссиқлик миқдорини ҳисоблашда улар иссиқлик сиғимининг қийматини албатта назарда тутиш лозим.

Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, солиштирама иссиқлик сиғимининг ўзгариши натижасида пўлатни ҳар хил температура-ларда маълум градус қиздириш учун сарфланадиган иссиқлик миқдори турлича бўлади; масалан, пўлатни юқори температу-ралар оралиғида маълум градус қиздириш учун сарф қилина-диган иссиқлик миқдори уни паст температуралар оралиғида шунча градус қиздириш учун сарф қилинадиган иссиқлик миқ-доридан тахминан бир ярим барабар ортиқ бўлади.

Металл ва қотишмаларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги. Ме-талл ёки қотишма қиздирилганда ўзидан иссиқликни ўтказиш даражаси унинг *иссиқлик ўтказувчанлиги* деб аталади. Металл ва қотишмаларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги солиштирама ис-сиқлик ўтказувчанлик, бошқача айтганда, иссиқлик ўтказув-чанлик коэффиценти билан характерланади.

Металл ёки қотишманинг бир-биридан 1 см оралиқда турган ва ҳар бирининг юзи 1 см² бўлган иккита кўндаланг кесими ора-сида 1 сек давомида ўтган иссиқлик миқдори шу металл ёки қотишманинг *солиштирама иссиқлик ўтказувчанлиги* деб атала-ди ва λ билан белгиланади. Солиштирама иссиқлик ўтказувчан-ликнинг ўлчов бирлиги кал/см·сек·град, СИ да (Халқаро Систе-мада) эса Вт/м·град дир.

Металларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги уларнинг тозалик даражасига боғлиқ. Металл қанчалик тоза бўлса, иссиқликни шунчалик яхши ўтказди ва, аксинча, металлда қўшимчалар сони ва миқдори қанчалик кўп бўлса, унинг иссиқлик ўтказув-чанлиги шунчалик ёмон бўлади. Бинобарин, тоза металлларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги қотишмаларникига қараганда юқо-ридир.

Иссиқлик ўтказувчанлиги яхши металллар тез ва бир текис, иссиқлик ўтказувчанлиги ёмон металллар эса секин ва нотекис қизийди. Шунинг учун, иссиқлик ўтказувчанлиги паст метал-ларнинг бутун ҳажми температурасини маълум даражага ет-казиш учун уларни жуда секин, яъни узоқ вақт, иссиқлик ўт-казувчанлиги юқори бўлган металлларни эса, аксинча, тез (қисқа вақт) қиздириш лозим.

Қотишмаларни, масалан, пўлатни термик ишлашда унинг иссиқлик ўтказувчанлигини албатта ҳисобга олиш зарур. Пу-латнинг иссиқлик ўтказувчанлиги эса унинг химиявий тарки-бига боғлиқ. Пўлатнинг таркибидаги углерод ва бошқа эле-ментлар миқдорининг ортиши билан унинг иссиқлик ўтказув-чанлиги пасаяди.

Иш жараёнида қизийдиган ёки иссиқликни ўтказиб юбори-ши лозим бўлган деталлар иссиқлик ўтказувчанлиги юқори металл ва қотишмалардан тайёрланиши керак.

Металл ва қотишмаларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги тем-пературанинг кўтарилиши билан пасаяди. Масалан, темирнинг нормал (18°C) температурадаги солиштирама иссиқлик ўтка-зувчанлиги 0,133 кал/см·сек·град (54,6 Вт/м·град) га, 600°C даги

солиштира иссиқлик ўтказувчанлиги эса $0,085$ кал/см·сек·град ($45,7$ Вт/м·град) га тенг.

Баъзи металлларнинг солиштира иссиқлик ўтказувчанлиги 3-жадвалда келтирилган.

Металл ва қотишмаларнинг электр ўтказувчанлиги. Металл ва қотишмаларнинг электр токини ўтказиш даражаси уларнинг *электр ўтказувчанлиги* деб аталади.

Шуни ҳам таъкидлаб ўтиш керакки, электр токига қаршилик кўрсатиш хоссаси энг паст бўлган металлларнинг электр ўтказувчанлиги энг юқоридир. Демак, металл ва қотишмаларнинг электр қаршилигига қараб, уларнинг электр ўтказувчанлиги туғрисида ҳукм юритиш мумкин. Металл ва қотишмаларнинг электр қаршилигини характерлаш учун эса солиштира электр қаршиликдан фойдаланилади. Узунлиги 1 м ва кундаланг кесим юзи 1 мм² бўлган симнинг қаршилиги унинг *солиштира электр қаршилиги* деб аталади ва ρ билан белгиланади. Солиштира электр қаршилик ом·мм³/м ҳисобида, СИ да (Халқаро Системада) эса ом·м ҳисобида ўлчанади ва қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$\rho = \frac{r}{l} \cdot s, \quad (9)$$

бу ерда r — металл ёки қотишманинг электр қаршилиги; l — металл ёки қотишманинг узунлиги; s — металл ёки қотишманинг кундаланг кесим юзи.

Металл ва қотишмаларнинг электр хоссаларини характерлаш учун, кўпинча, солиштира электр қаршиликка тескари катталиқдан, яъни $\frac{1}{\rho}$ дан фойдаланилади. Бу катталиқ *солиштира электр ўтказувчанлик* деб аталади.

Техникада ишлатиладиган металл ва қотишмаларнинг электр ўтказувчанлиги ва, демак, электр қаршилиги турлича бўлади. Масалан, тоза металлларнинг электр ўтказувчанлиги юқори ва электр қаршилиги паст, қотишмаларнинг эса электр ўтказувчанлиги паст ва электр қаршилиги юқори бўлади. Солиштира электр ўтказувчанлиги юқори металллардан электр энергиясини олисдаги истеъмолчиларга: ёритиш воситаларига, электрик двигателларга, электр билан қиздириш асбоблари ва қурилмаларига узатиш учун ишлатиладиган симлар тайёрланади. Реостат, электрик лампаларнинг чуғланма толалари, электр билан қиздириш асбоблари ва қурилмаларининг элементлари ва шу кабилар тайёрлаш учун солиштира электр қаршилиги энг катта бўлган қотишмалар ишлатилади.

Металл ва қотишмаларнинг электр ўтказувчанлиги температура кўтарилган сари пасаяди ва, аксинча, температура пасайган сари ошади. Масалан, абсолют ноль (-273°C) гача совитилган металлларнинг электр қаршилиги нолга яқинлашиб боради.

Баъзи металл ва қотишмаларнинг солиштирма электр қаршиликлари 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал

Баъзи металл ва қотишмаларнинг физикавий хоссалари

Металл ва қотишманинг номи	Зичлиги d , г/см ³	Сууюқланиш температураси, t° С	Чизигий кенгайиш коэффициенти, α , 1/град	Солиштирма иссиқлик сиғими s , кал/г \cdot град	Солиштирма иссиқлик ўтказувчанлиги, λ , кал/см \cdot сек \cdot град	Солиштирма электр қаршилиги ρ , Ом \cdot мм ² /м
Алюминий	2,74	657,0	0,0000238	0,2096	0,5030	0,0279
Ванадий	6,11	1900,0	0,0000106	0,0610	0,0740	0,2480
Вольфрам	19,30	3410,0	0,0000041	0,0320	0,4000	0,0550
Кобальт	8,90	1493,0	0,0000127	0,1000	0,1600	0,1040
Константан (МНМц-40-1,5)	8,90	1260,0	0,0000144	0,0977	0,0500	0,4800
Кумуш	10,49	960,8	0,0000197	0,0599	1,0000	0,0159
Магний	1,74	651,0	0,0000260	0,2500	0,3700	0,0440
Манганин (МНМц-3-12)	8,40	960,0	0,0000160	0,0975	0,0520	0,4700
Мис	8,93	1083,0	0,0000164	0,0900	0,9230	0,0169
Молибден	10,23	2625,0	0,0000051	0,0589	0,3280	0,0578
Никель	8,90	1453,0	0,0000133	0,1100	0,1428	0,0790
Нихром (Х20Н80)	8,40	1400,0	0,0000129	0,1070	0,0340	0,0800
Олтин	19,32	1063,7	0,0000142	0,0310	0,7440	0,0235
Рух	7,14	419,0	0,0000326	0,0915	0,2680	0,0623
Темир	7,86	1539,0	0,0000125	0,1110	0,1330	0,0990
Титан	5,54	1725,0	0,0000088	0,1366	0,0364	0,5500
Хром	7,60	1910,0	0,0000075	0,1100	0,2200	0,1280
Қалай	7,30	231,9	0,0000224	0,0540	0,1570	0,1240
Қурғошин	11,34	327,0	0,0000295	0,0300	0,0830	0,2170

Металл ва қотишмаларнинг магнитавий хоссалари. Бирор металл ёки қотишмада магнитавий хоссалар бор-йўқлигини аниқлаш учун у магнитавий майдонга киритилади. Магнитавий майдонга киритилганда магнитланадиган ва майдондан олингандан кейин ҳам магнитланганича қоладиган металл ва қотишмалар *магнитавий хоссаларга эга жисмлар* деб аталади. Ана шундай металл ёки қотишма намунаси ташқи магнитавий майдонга киритилганда бу намунада ҳам магнитавий майдон ҳосил бўлади. Намунада ҳосил бўлган магнитавий майдоннинг кучланганлигини B билан ташқи магнитавий майдоннинг кучланганлигини эса H билан белгилаймиз. Бу иккала кучланганлик орасида қуйидагича боғланиш борлиги аниқланган:

$$B = \mu H, \quad (10)$$

бу ерда B — намунадаги магнитавий майдоннинг кучланганлиги (магнитавий индукцияси), Гс (гаусс) ҳисобида; μ — про-

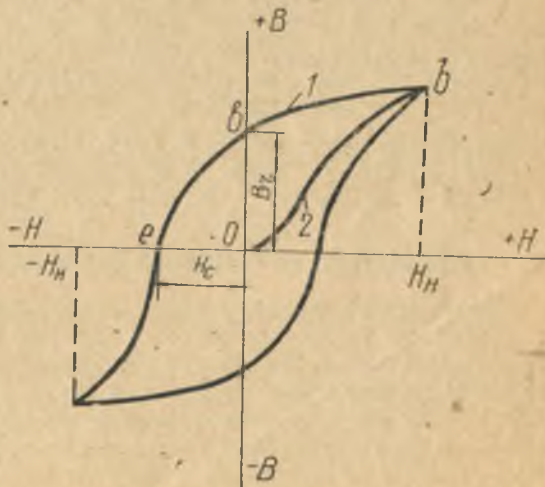
порционаллик коэффициенти; H — ташқи магнитавий майдоннинг кучланганлиги, \mathcal{E} (эрстед) ҳисобида.

μ коэффициенти *магнитавий киритувчанлик* деб аталади. Магнитавий киритувчанликнинг қийматига кўра, металл ва қотишмалар парамагнитавий ва диамагнитавий металллар (қотишмалар)га бўлинади. Парамагнитавий металллар учун $\mu > 1$, диамагнитавий металллар учун эса $\mu < 1$ бўлади.

Шундай металл ва қотишмалар борки, уларнинг магнитавий киритувчанлиги анча юқори бўлади, яъни улар магнитга осон тортилади ва магнитлангандан кейин ўзи ҳам магнит каби таъсир этади. Магнитавий хоссалари кучли бўлган ана шундай металл ва қотишмалар *ферромагнитавий металллар* ёки, тўғридан-тўғри, *ферромагнитлар** деб аталади. Темир, чўян, пулат, кобальт, никель ва баъзи бошқа қотишмалар ферромагнитлардир.

Ташқи магнитавий майдоннинг кучланганлиги билан ферромагнитавий металл майдони кучланганлиги (магнитавий индукцияси) орасидаги боғланишни график тарзда ифодалаш мумкин. Ана шундай график 29-расмда тасвирланган. Бу график ферромагнитларнинг *магнитланиш эгри чизиғи* деб аталади.

29-расмдан кўришиб турибдики, ташқи магнитавий майдоннинг кучланганлиги нолдан H_n гача ортган сари ферромагнитавий майдоннинг кучланганлиги B эгри чизиқ бўйлаб кўтарилади. Ташқи магнитавий майдон олингандан кейин ферромагнитнинг магнитланганлиги сақланиб қолади ва, шунинг учун, ферромагнитавий майдоннинг кучланганлиги нолга тенг бўл-



29-расм. Ферромагнитларнинг магнитланиш эгри чизиғи.

* Ферромагнит деган сўз темирнинг лагинча номи (fergum) дан олинган бўлиб, темирга ўхшаш деган маънони билдиради.

майди, аммо *bb* чизиқ бўйлаб, B_r гача пасаяди. Ферромагнитавий майдон кучланганлигининг бу қиймати қолдиқ магнитавий индукция деб аталади.

Ферромагнитни магнитсизлантириш учун уни тескари (минус) ишорали магнитавий майдонга киритиш керак. Тескари ишорали ташқи магнитавий майдоннинг кучланганлиги орта борса, ферромагнитдаги қолдиқ магнитавий индукция *ве* чизиқ бўйлаб камая боради ва тескари ишорали ташқи магнитавий майдоннинг кучланганлиги H қийматига етганда ноль бўлиб қолади. Тескари ишорали магнитавий майдоннинг ана шу кучланганлиги *коэрцитив** куч деб аталади.

Қолдиқ магнитавий индукция (B_r) ва коэрцитив куч (H_c) ферромагнитавий металл ва қотишмаларнинг магнитавий хосларини акс эттиради.

Пулатнинг магнитавий хоссалари унинг таркибидаги углерод миқдорига боғлиқ: углерод миқдори ортиб борган сари пулатнинг магнитавий киритувчанлиги ва қолдиқ магнитавий индукцияси пасаяди, коэрцитив куч эса ортади. Бинобарин, доимий магнитлар учун кўп углеродли пулатлар, ўзак, трансформатор ва генераторлар учун эса кам углеродли пулатлар ишлатилиши керак.

Пулатнинг магнитавий хоссалари унинг ички тузилишига ҳам боғлиқ. Демак, пулатнинг магнитавий хоссаларини термик ишлаш йўли билан ўзгартириш мумкин экан.

Темирнинг магнитавий хоссалари температуранинг пасайиши билан ортади: унинг магнитавий хоссалари энг паст температурада энг юқори бўлиб, температура кўтарилган сари пасайиб боради ва температура 768°C дан ортганда батамом йўқолади.

Магнитавий хоссалари юқори бўлган пулатлардан турли электрик аппаратлар, масалан, электромагнитлар тайёрланади. Электромагнитлар эса пулат заготовкаларни, пулат буюмларни, темир-терсакни кўтариш ва ташиш, темир рудаларини бекорчи жинслардан тозалаш учун, шунингдек, электрик генераторлар, радио, телефон, телеграф аппаратларининг баъзи деталлари ва бошқалар тайёрлаш учун ишлатилади.

2-§. Металл ва қотишмаларнинг химиявий хоссалари

Физикавий ҳодисалар (процесслар) вақтида модда химиявий таркибининг ўзгармаслиги юқорида (43-бет) айтиб ўтилган эди. Физикавий процессларга қарама-қарши ўлароқ, химиявий ҳодисалар (процесслар) натижасида модданинг химиявий таркиби ўзгаради. Химиявий ҳодисаларга органик моддаларнинг ёниши ва чириши, металлларнинг ўз бирикмаларидан қайтарилиши ва бошқа кўпгина ҳодисалар мисол бўла олади.

* *Коэрцитив* сўзи латинча *coercite* сўзидан олинган бўлиб, ушлаб туриш деган маънони билдиради.

Металл ва қотишмаларнинг жуда кўпчилиги ташқи муҳит (ҳаво, газ ва бошқалар) таъсирида емирилади. Металл ва қотишмаларнинг ташқи муҳит таъсирида емирилиш ҳодисаси ҳам химиявий процесслар қаторига киради ва *коррозия** деб аталади. Баъзи металллар ташқи муҳит таъсирига чидамли бўлади, улар *коррозиябардош металллар* деб аталади. Платина, олтин, кумуш ва баъзи бошқа металллар *коррозиябардош металллардир*.

Кўпгина ҳолларда металл ва қотишмалардан ясалган буюмлар кислота, асос (ишқор) ва туз эритмалари таъсирида бўлади. Бу моддалар ҳар хил металл ва қотишмаларга турлича таъсир этади, яъни баъзи металлларни *коррозияласа*, баъзи металлларни кам *коррозиялайди* ёки бутунлай *коррозияламайди*. Кислоталар, ишқорлар ва туз эритмаларига чидамли металл ва қотишмалар умумий термин билан *кислотабардош металллар* деб аталади.

Металл ва қотишмаларнинг кўпчилиги юқори температураларда, масалан, болғалаш, прокатлаш, штамплаш, пресшлаш, термик ишлаш учун қиздирилганда уларнинг сирти оксидланади, яъни кўкундига айланади, бунинг оқибатида эса металл исроф бўлади. Юқори температураларда оксидланмайдиган металл ва қотишмалар ҳам бўлади, улар *оловбардош металллар* деб аталади. Оловдонлар, двигателларнинг юқори температураларда ишлайдиган деталлари, буғ қозонларининг юқори температурали газ ёки аланга ўтказувчи трубалари ва шу каби оловбардош қотишмалардан тайёрланади.

Шундай қотишмалар ҳам борки, улар юқори температурада оксидланмаслик билан бирга, ўзининг механикавий хоссаларини: (қағтиқлигини, мустаҳкамлигини ва шу каби хоссаларини) сақлаб қолади. Бундай қотишмалар *иссиқбардош қотишмалар* деб аталади. Юқори температураларда нагрукалар остида ишлайдиган деталлар *иссиқбардош қотишмалардан* тайёрланади.

Шундай қилиб, юқори температура ва агрессив муҳит таъсирида нагрукка остида ишлайдиган қурилмалар, масалан, буғ қозонлари, буғ турбиналари, насослар, химиявий аппаратлар ва бошқалар ишлаб чиқаришда металл ва қотишмалар танлаш учун уларнинг химиявий хоссаларини билиш зарур.

3-§. Металл ва қотишмаларнинг механикавий хоссалари

Маълумки, машина деталларига ва конструкция элементларига ташқи кучлар (нагруккалар) хилма-хил тарзда таъсир этиши мумкин. Масалан, тўсинларга эгувчи кучлар, ҳар хил валларга буровчи кучлар, двигатель шатунларига сиқувчи кучлар, транспорт воситаларининг тиркамаларига чўзувчи кучлар таъ-

* Коррозия тўғрисидаги батафсил маълумотларни китобнинг VIII бобидан қаранг.

сир этади ва ҳоказо. Бинобарин, машина деталлари ва конструкция элементлари ўзига таъсир этувчи кучларга (нагрузкларга) бардош бера оладиган материаллардан тайёрланиши керак.

Машина деталлари ва конструкция элементларига ташқи кучлар (нагрузклар) уч хил тарзда: статикавий тарзда, динамикавий тарзда ва ўзгарувчан тарзда таъсир этиши мумкин.

Бир текисда таъсир этувчи нагрузка *статикавий нагрузка* деб, зарб билан таъсир этувчи нагрузка эса *динамикавий нагрузка* деб аталади. Таъсир этиш кучи ўзгариб турадиган нагрузка *ўзгарувчан нагрузка* дейилади.

Металл ва қотишмаларнинг ташқи кучлар таъсирига қаршилик кўрсатиш хусусияти уларнинг *механикавий хоссалари* деб аталади. Металл ва қотишмаларнинг механикавий хоссалари ҳар хил кучлар таъсирида синаб кўрилади. Бунда турли прибор ва машиналардан фойдаланилади. Металл ва қотишмаларнинг механикавий хоссаларини текшириш учун ватанимизда тез ва аниқ синашга имкон берадиган машина, прибор ва аппаратлар барпо этилган.

Металл ва қотишмаларнинг механикавий хоссаларини аниқлаш шу қадар муҳимки, бунинг учун машинасозлик заводларимизда махсус лабораториялар ташкил этилиб, улар ҳозирги замон асбоб-ускуналари билан жиҳозланган.

Металл ва қотишмаларга кучларнинг қандай таъсир этишига қараб, уларнинг *чўзилишдаги*, *сиқилишдаги*, *эгилишдаги*, *қирқилишдаги*, *буралишдаги*, зарб таъсиридаги мустаҳкамлиги (пухталиги), шунингдек, толиқиш чегараси аниқланади.

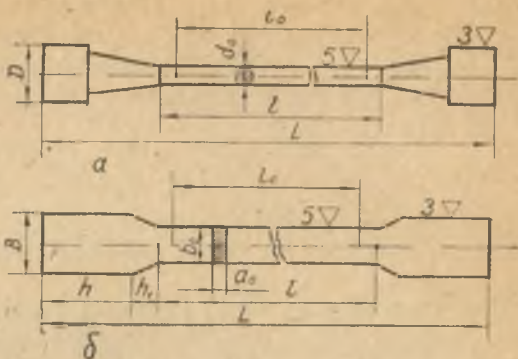
Металл ва қотишмаларнинг ташқи кучлар таъсирига бардош бера олиш хусусияти уларнинг *мустаҳкамлиги (пухталиги)* дейилади.

Металл ва қотишмаларнинг *чўзилишдаги мустаҳкамлигини аниқлаш*. Металл ва қотишмаларнинг чўзувчи кучларга қаршилик кўрсатиш хусусияти уларнинг *чўзилишдаги мустаҳкамлиги* дейилади. Металлларнинг чўзилишдаги мустаҳкамлигини синашда уларнинг эластиклик чегараси, пропорционаллик чегараси, эластиклик модули, оқувчанлик чегараси, мустаҳкамлик чегараси, нисбий узайиши ва нисбий торайиши (ингичкаланиши) аниқланади.

Металл ва қотишмаларнинг *узилишдаги мустаҳкамлигини* синаш учун улардан маълум шаклда ва ўлчамларда қилиб, доиравий кесимли (цилиндрик) ёки тўғри тўртбурчак кесимли (ясси) намуналар тайёрланади (30-расм). Бу намуналарнинг шакли ва ўлчамлари ГОСТ 1497—61 талабларига мувофиқ келиши керак. Цилиндрик намуналар токарлик станокларида, ясси намуналар эса фрезалаш станокларида ясалади. Цилиндрик намуналар иш қисмининг диаметри (d_0), одатда, 10 ёки 20 мм, ҳисоблаш узунлиги (l_0) эса 100 ёки 200 мм ($l_0 = 10 d_0$) бўлади. Булар нормал намуналардир. Умуман, цилиндрик намуна кал-

30- расм. Чўзилишга си-
наш учун ишлатиладиган
стандарт намуналар:

a — доиравий кесимли;
б — ясси.



лакларининг шакли турлича, иш қисмининг диаметри эса 3 дан 25 мм гача бўлиши мумкин.

Ясси намуналар полоса ёки лист ҳолидаги металлдан тайёрланади. Ясси намуналарнинг қалинлиги (a_0), одатда, синналиши керак бўлган полоса ёки листнинг қалинлигига қараб олинади, эни (b_0) эса 10 ёки 20 мм бўлади (нормал намуналар). Умуман, ясси намуналарнинг қалинлиги 0,5 дан 25 мм гача, эни эса 10 дан 30 мм гача бўлиши мумкин. Бу ўлчамлар намуналарнинг куч таъсир этадиган асосий қисмига, бошқача айтганда, иш қисмига оиддир. Намуналарнинг машина қисқичларига маҳкамланадиган каллаклари ва ўтиш қисмлари ҳам маълум ўлчамларда қилиб ясалади. Намуналарнинг иш қисми аниқ ишланади ва силлиқланади.

Ҳар қандай намунада умумий узунлиги (L), иш узунлиги (l) ва ҳисоблаш узунлиги (l_0) бўлади. Ҳисоблаш узунлиги намунада кернлар билан белгилаб қўйилади, намунанинг узайиши эса ана шу узунлик бўйича ҳисобланади.

Намуналар махсус машиналарда синаб кўрилиб, уларнинг чўзилишидаги механикавий хоссалари: эластиклик чегараси, пропорционаллик чегараси ва бошқа хоссалари аниқланади.

Машина қисқичларига маҳкамланган намунага чўзиш кучи таъсир эттирилганда унда қолдиқ деформация ҳосил бўла бошлаш пайтига тўғри келадиган кучланиш *эластиклик чегараси* деб аталади ва σ_s билан белгиланади. Эластиклик чегараси кг/мм^2 билан, СИ да (Халқаро Системада) эса Н/м^2 ёки Мн/м^2 билан ўлчанади ва қуйидагича ифодаланади:

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \quad (11)$$

бу ерда P_s — эластиклик чегарасига тўғри келган нагрузка (куч); F_0 — намунанинг синашдан олдинги кўндаланг кесим юзи. Демак, эластиклик чегараси P_s нагруканинг F_0 юзга нисбати экан.

Эластиклик чегарасига етгунча намунанинг узайиши кучланишга (кучга) тўғри пропорционал равишда ортиб боради. Намунанинг узайиши билан кучланиш орасидаги пропорционаллик-

нинг бузилиш пайтига тўғри келган кучланиш *пропорционаллик чегараси* деб аталади ва σ_p билан белгиланади. Пропорционаллик чегараси ҳам, худди эластиклик чегараси каби, кГ/мм^2 билан, СИ да эса Н/м^2 ёки МН/м^2 билан ўлчанади ва қуйидагича ифодаланади:

$$\sigma_p = \frac{P_p}{F_0}, \quad (12)$$

бу ерда P_p — пропорционаллик чегарасига тўғри келган нагрузка (куч); F_0 — намунанинг синашдан олдинги кўндаланг кесим юзи.

Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, пропорционаллик чегарасининг қиймати билан эластиклик чегарасининг қиймати намуна деформациясининг (узайишининг) қанчалик аниқ ўлчанишига кўп даража боглиқ. Қолдиқ деформация (узайиш) ўлчаб бўладиган бирор қийматга, масалан, намуна узунлигининг 0,001, 0,002, 0,003, 0,005 ва ҳоказо процентига етгандагина шу қолдиқ деформация пайдо бўлганлиги қайд қилиниши мумкин. Қолдиқ деформациянинг ўлчаб бўладиган бу қиймати қанча кичик бўлса, яъни деформация қанчалик аниқ ўлчанса, шу деформацияни вужудга келтирган кучланиш — пропорционаллик чегараси ва эластиклик чегараси шунчалик кичик бўлади.

Пропорционаллик чегараси билан эластиклик чегараси бири-бирига жуда яқин туради.

Намунани чўзилишга синаш вақтида шу намуна узунлигининг ва таъсир этадиган нагрузка (куч)нинг ўзгаришини чўзиш машинасига ўрнатилган махсус механизм диаграмма тарзида қайд қилиб боради. Асбоб чизиб олган диаграмма *чўзилиш диаграммаси* деб аталади.

Чўзилиш диаграммаси ҳар хил металл ва қотишмалар учун турлича бўлади. Ана шундай диаграммалардан бири 31-расмда тасвирланган.

Чўзилиш диаграммалари металл ва қотишмаларнинг чўзилишдаги механикавий хоссаларни аниқроқ ҳисоблашга имкон беради.

Диаграммада ординаталар ўқига (вертикал ўққа) нагрузка (P) қийматлари, абсциссалар ўқига (горизонтал ўққа) эса намунанинг узайиш (чўзилиш) қийматлари, яъни намунанинг чўзилгандан кейинги узунлиги билан дастлабки (ҳисоблаш) узунлиги орасидаги айирма (Δl) қийматлари қўйилади.

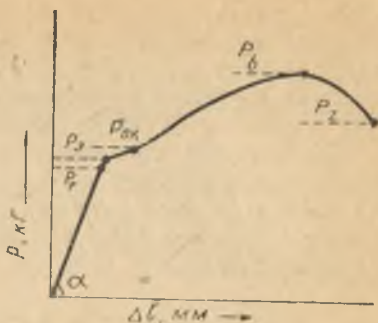
Намунанинг узайиши дастлаб нагрузкага пропорционал равишда боради, яъни намунанинг узайиши билан нагруканинг ортиши орасидаги боғланиш тўғри чизиқ билан ифодаланади, бу пропорционаллик нагруканинг P_p қийматигача — пропорционаллик чегарасигача давом этади, сўнгра пропорционаллик бузилади. Пропорционаллик чегарасигача Гук қонуни ўз кучини сақлайди, Гук қонуни эса қуйидагича ифодаланади:

$$\sigma = E \delta, \quad (13)$$

бу ерда σ — чўзиш вақтидаги кучланиш; δ — нисбий узайиш; E — пропорционаллик коэффициентини.

Пропорционаллик коэффициентини (E) эластиклик модули деб аталади. Нисбий узайиш $\frac{\Delta l}{l_0}$ нисбатга тенг бўлади. (13) формуладан эластиклик модулини топамиз:

$$E = \frac{\sigma}{\delta} = \frac{\sigma l_0}{\Delta l}. \quad (13a)$$



31- расм. Чўзилиш диаграммаси.

Эластиклик модули кг/мм^2 билан, СИ да эса Н/м^2 ёки МН/м^2 билан ўлчанади.

Биобарин, эластиклик модули кучланишнинг нисбий узайишга бўлган нисбатига сон жиҳатидан тенг катталиқдир.

Чўзилиш диаграммасининг тўғри чизиқдан иборат қисми, яъни намунанинг узайиши нагрузкага (кучга) пропорционал бўлган қисми абсциссалар ўқи билан α бурчак ҳосил қилади (31- расмга қаранг), шунинг учун:

$$\text{tg } \alpha = \frac{\sigma}{\delta} \quad (14)$$

бўлади, демак, эластиклик модулини график тарзда қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$E = \text{tg } \alpha. \quad (14a)$$

Пропорционаллик чегарасигача намунада фақат эластик деформация содир бўлади. Агар нагрузка олинса (куч таъсир эттирмай қўйилса), намуна дастлабки ҳолатига қайтади. Нагрузка P_p қийматидан оширилса, намунанинг узайиши билан нагрузка (кучланиш) орасидаги пропорционаллик бузилиб, намунада қолдиқ деформация пайдо бўлади. Намунада ана шундай қолдиқ деформация ҳосил қиладиган нагрузка эластиклик чегараси нагрузкаси P_e дир. Эластиклик чегарасида қолдиқ деформация жуда кичик (намуна дастлабки узунлигининг 0,005 процентигача) бўлганлигидан, юқорида айтиб ўтилганидек, эластиклик чегараси билан пропорционаллик чегараси ва, биобарин, P_e нагрузка билан P_p нагрузка бир-бирига жуда яқин туради.

Нагрузканинг қиймати P_e дан оширилса, эгри чизиқ ўнг томонга анча оғиб, сўнгра деярли горизонтал вазиятга келади (31- расмга қаранг), бу ҳол чўзувчи куч таъсир этмаса ҳам намунанинг узая боришини кўрсатади. Бунда намуна гўё оқади, шунинг учун эгри чизиқнинг ана шу горизонтал қисмига тўғри келадиган нагрузка *оқувчанлик чегарасидаги нагрузка* деб ата-

лади ва $P_{ок}$ билан белгиланади. Агар намунани чўзишда эгри чизиқда горизонтал қисм ҳосил бўлмаса, намуна дастлабки узунлигининг 0,2 процентига тенг қолдиқ деформация ҳосил қиладиган нагрузка оқувчанлик чегарасидаги нагрузка деб қабул қилинади ва $P_{0,2}$ билан белгиланади.

Оқувчанлик чегарасидаги нагрузканинг намуна кўндаланг кесим юзига нисбати шу намунанинг *оқувчанлик чегараси* дейилади ва $\sigma_{ок}$ билан белгиланади. Оқувчанлик чегараси кГ/мм^2 билан, СИ да эса Н/м^2 ёки МН/м^2 билан ўлчанади ва қуйидагича ифодаланади:

$$\sigma_{ок} = \frac{P_{ок}}{F_0} \quad (15)$$

Намунанинг қолдиқ узайиши дастлабки узунлигининг 0,2 процентига тенг бўлган пайтга тўғри келган кучланиш оқувчанликнинг шартли чегараси деб аталади ва $\sigma_{0,2}$ билан белгиланади:

$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0} \quad (15a)$$

Оқувчанлик чегарасидан сўнг металлдаги (намунадаги) кучланиш узининг энг юқори қийматига етади. Кучланишнинг ана шу қийматидаги нагрузка *мустаҳкамлик чегарасидаги нагрузка* деб аталади ва P_b билан белгиланади (31-расмга қаранг). Нагрузка P_b қийматига етгач, намунада бўйин ҳосил бўла бошлайди, бунинг натижасида нагрузка пасая боради. Ниҳоят нагрузканинг қиймати P_z га тушганда намуна узилади. Нагрузканинг ана шу қиймати (P_z) намунанинг узилиш пайтидаги нагрузка деб аталади.

Мустаҳкамлик чегарасидаги нагрузканинг намуна кўндаланг кесими юзига нисбати шу намунанинг *мустаҳкамлик чегараси* деб аталади ва σ_b билан белгиланади. Мустаҳкамлик чегараси кГ/мм^2 билан, СИ да эса Н/м^2 ёки МН/м^2 билан ўлчанади ва қуйидагича ифодаланади:

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \quad (16)$$

бу ерда P_b — намунага таъсир этган энг катта нагрузка; F_0 — намунанинг синашдан олдинги кўндаланг кесими юзи.

Металл ва қотишмаларнинг пластиклиги, яъни ташқи кучлар таъсирида ўз шаклини емирилмай ўзгартириб, бу шаклини кучлар таъсири тўхтагандан (нагрузка олингандан) кейин ҳам сақлаб қолиш хоссаси иккита катталиқ: нисбий узайиш ва ингичкаланиш (нисбий торайиш) деб аталадиган катталиқлар билан ха-рактерланади.

Металл ва қотишмаларнинг нисбий узайиши ҳам, нисбий торайиши ҳам шу металл ва қотишмалардан тайёрланган намуналарнинг узилишдаги мустаҳкамлигини синашда аниқланади.

Ташқи куч таъсирида ҳар хил металл ва қотишмаларнинг намуналари турлича чўзилади, бунда намуналарнинг кўндаланг кесими ингичкалашади. Намуна қанчалик кўп чўзилса, унинг кўндаланг кесими шунчалик кўп ингичкалашади ва намуна метали шунчалик пластик бўлади.

Пластикликнинг акси мўртликдир. Мўрт металл ва қотишмалардан намуналар тайёрлаб, бу намуналарни узиш машинасида синаб кўрсак, улар чўзилмасдан бирданига узилади.

Бинобарин, чўзувчи нагрузкалар (кучлар) таъсирида ишлайдиган деталлар тайёрлаш учун мўрт металл ва қотишмалардан фойдаланиш ярамайди.

Намунанинг нисбий узайиши δ билан белгиланади ва % ҳисобида қўйидагича ифодаланади:

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%, \quad (17)$$

бу ерда l_1 — намунанинг синашдан (узилгандан) кейинги узунлиги; l_0 — намунанинг синашдан олдинги узунлиги (ҳисоблаш узунлиги); $l_1 - l_0 = \Delta l$ — намунанинг абсолют узайиши.

Намунанинг нисбий торайиши ψ билан белгиланади ва % ҳисобида қўйидагича ифодаланади:

$$\psi = \frac{F_0 - F_6}{F_0} = \frac{\Delta F}{F_0} \cdot 100\%, \quad (18)$$

бу ерда F_0 — намунанинг синашдан (узилишдан) олдинги кўндаланг кесим юзи; F_6 — намунада ҳосил бўлган бўйин кўндаланг кесимининг синашдан (узилишдан) кейинги юзи; $F_0 - F_6 = \Delta F$ — намуна кўндаланг кесимининг абсолют торайиши (кичрайиши).

Цилиндрик намунада ҳосил бўлган бўйин кўндаланг кесимининг намуна узилгандан кейинги юзи F_6 узилган жойнинг диаметри d_6 асосида аниқланади:

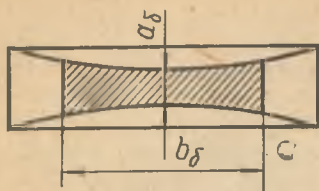
$$F_6 = \frac{\pi \cdot d_6^2}{4}.$$

Бўйиннинг намуна узилгандан кейинги диаметри d_6 эса узилган жой кўндаланг кесимини ўзаро перпендикуляр бўлган икки йўналишда ўлчаш натижаларининг ўртача қийматига тенг бўлади.

Қалинлиги 2 мм дан ортиқ ясси намунада ҳосил бўлган бўйин кўндаланг кесимининг намуна узилгандан кейинги юзи F_6 ни топиш учун узилган жойнинг энг кичик қалинлиги a_6 ва энг катта эни b_6 ўлчаниб (32-расм), ўлчаш натижалари бир-бирига кўпайтирилади:

$$F_6 = a_6 \cdot b_6.$$

Металл ва қотишмаларнинг чўзилишдаги механикавий хоссаларини аниқлаш учун улардан нормал намуналар тайёрлаш



32- расм. Ясси намуна узилгандан кейин узилган жойнинг кундаланг кесими юзини аниқлашга оид чизма.

мумкин бўлмаса, нормал намуна ўлчамларига пропорционал бўлган бошқа ўлчамли намуналар тайёрланади. Бундай намуналар *пропорционал намуналар* деб аталади. Пропорционал намуналарнинг кундаланг кесими ихтиёрий бўлиши мумкин, ammo ҳисоблаш узунлиги муайян бўлиши — узун намуна учун $l_0 = 11,3\sqrt{F_0}$, қисқа намуна учун эса $l_0 = 5,65\sqrt{F_0}$ бўлиши керак.

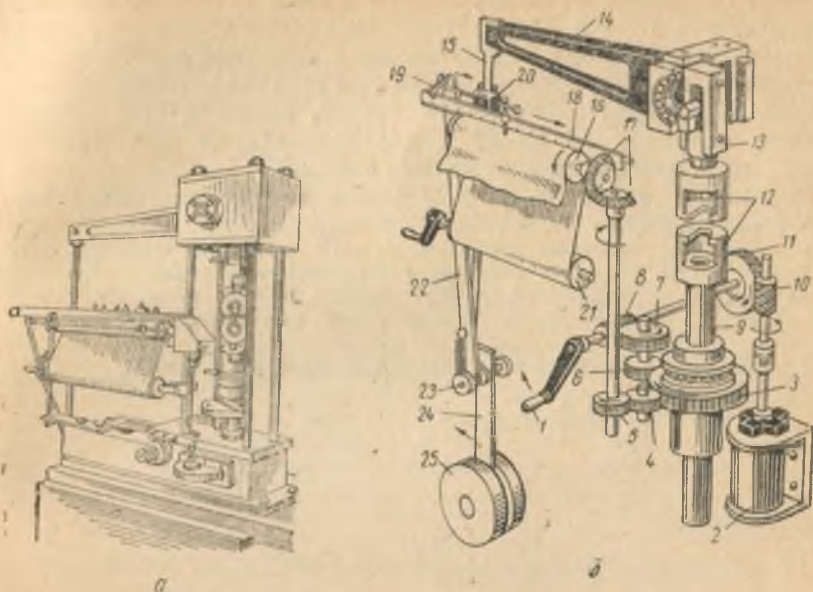
Металл ва қотишмалардан тайёрланган намуналар узиш машиналарида синалади. Намунани синаш олдидан унинг диаметри (агар намуна цилиндрик бўлса) ёки эни билан қалинлиги (агар намуна ясси бўлса) ўлчанади ва намунанинг ҳисоблаш узунлигига махсус машина ёрдамида ҳар 5 ёки 10 мм оралиқда қилиб чизиқчалар қўйиб чиқилади. Бундай қилинганда намунанинг узайишини аниқлаш қулай бўлади. Ана шу тарзда тахт қилинган намуна узиш машинасининг қисқичларига маҳкамланиб, намуна узилгунча нагрузқа қўйиб борилади. Намунани узиб юборган нагрузка аниқлангандан кейин, бу нагрузка намунанинг синашдан олдинги кундаланг кесим юзига бўлинса, намуна материалнинг мустҳакамлик чегараси чиқади.

Узиш машиналаридан бирининг умумий кўриниши ва тузилиш схемаси 33- расмда кўрсатилган.

Ўзулиш диаграммаси чизувчи механизм қуйидагича ишлайди.

Ричаг 22 бурилганда унинг юқориги учи каретка 20 ни горизонтал йўналишда силжитади, бунда кареткага маҳкамланган қалам ёки перо ёғоч валик 16 га маҳкамланган линейка 18 бўйлаб сурилади. Валик 16 ни конус шестернялар жуфти 17 айланма ҳаракатга келтиради, конус шестернялар жуфти эса айланма ҳаракатни шестерня 5 дан олади. Шестерня 5 ни шестерня 4 айлантиради, шестерня 4 эса айланма ҳаракатни шестерня 6 дан шестерня 3 орқали олади. Шу билан бир вақтда, шестерня 3 винт 9 ни пастга силжитиш учун ҳам хизмат қилади, чунки шестерня 3 нинг ичидаги гайка винт 9 га буралган. Шу сабабли, намунага нагрузка берилиши билан бир вақтда қалам (перо) валик 16 бўйлаб P нагрузкага пропорционал равишда сурилиб боради. Айни вақтда, қалам (перо) валик 16 айланаси (қоғоз) бўйлаб ҳам сурилади, қаламнинг бу сурилиши намунанинг деформациясига (абсолют узайиши $l_1 - l_0$ га) пропорционал тарзда боради. Қалам икки йўналишда сурилар экан, қоғозга маълум масштабда ўзулиш диаграммасини чизади.

ИМ-4Р типдаги узиш машинасининг тузилиши ва ишлаш принципи қуйидагича:



33- расм. ИМ-4Р типидagi универсал узиш машинаси:

а — умумий кўриниши; б — тузилиш схемаси: 1 — даста; 2 — электик двигателъ, 3, 4, 5 ва 6 — шестернялар, 7 ва 11 — червяк шестернялари, 8 ва 10 — червяклар, 9 — на-
мунани чўзувчи винт, 12 — қисқичлар, 13, 14 ва 15 — тортқи ва ричаглар системаси, 16
ва 21 — валиклар, 17 — конус шестернялар жуфти, 18 — линейка, 19 — илгак, 20 — карет-
ка, 22, 23 ва 24 — ричаглар ва маятник системаси, 25 — маятник юклари.

Бу машина универсал машина бўлиб, унинг вазифаси, биринчидан, синаладиган намунани узилишгача деформациялаш (чўзиш) ва, иккинчидан, намунага қўйиладиган нагрукани синнов вақтида ўлчаб боришдан иборат. Шунга мувофиқ равишда, машинада икки хил механизм бўлади. Бу механизмлардан бири намунага нагрукка таъсир эттириш учун хизмат қилса, иккинчиси намунани чўзувчи кучни ўлчаш учун хизмат қилади. Бундан ташқари, машина намунани қамровчи (қисиб олувчи) ва таъсир этаётган нагрукани марказловчи қурилма билан, чўзилиш диаграммасини автоматик равишда ёзиб борадиган қурилма ва бошқа қурилмалар билан ҳам таъминланган.

Синаладиган намуна машинанинг қисқичлари 12 га ўрнатилади. Пастки қисқич намунани чўзувчи винт 9 билан боғланган. Намунага даста 1 воситасида червяк 8, червяк шестерняси 7, шестернялар жуфти 6 ва 3 ҳамда вал 9 орқали озроқ нагрукка берилади. Шундан кейин намунанинг қанчалик тўғри ва мустаҳкам ўрнатилганлиги текшириб кўрилади. Намуна тўғри ва мустаҳкам ўрнатилган бўлса, унга нагрукка бериш электик двигатели 2 дан давом эттирилади. Бунда винт 9 пастга томон секин-аста силжиб, намунани чўзади ва бунинг натижасида ҳосил

буладиган зўриқиш намуна орқали юқориги қисқичга, юқориги қисқичдан эса тортқи ва ричаглар системаси орқали тирсакли ричаг-маятник 22, 23 ва 24 га узатилади. Маятник оғиб, намунада ҳосил буладиган зўриқишни мувозанатлайди. Айни вақтда, каретка 20 га ўрнатилган қалам (перо), юқорида айтиб ўтилганидек, валиклар 16 ва 21 дан ўтказилган қоғозга маълум масштабда чўзилиш диаграммасини чизади.

Юқорида берилган формулаларнинг татбиқ этилишига ми-
соллар келтирамыз.

1- мисол. Иш қисмининг диаметри $d_0 = 10$ мм ва ҳисоблаш узунлиги $l_0 = 100$ мм булган цилиндрик намунани узиш машинасида синаш вақтида шу намунада қолдиқ деформация ҳосил бўла бошлаш пайтига тўғри келган наг-
рузка $P_0 = 1150$ кГ. Шу намуна материалнинг эластиклик чегараси аниқ-
лансин.

Е ч и ш: намуна иш қисмининг кўндаланг кесим юзини топамиз:

$$F_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 100}{4} = 78,5 \text{ мм}^2.$$

(11) формулани татбиқ этиб, намуна материалнинг эластиклик чегарасини ҳи-
соблаб чиқарамиз:

$$\sigma_0 = \frac{P_0}{F_0} = \frac{1150}{78,5} = 14,6 \text{ кГ/мм}^2.$$

Демак, намуна материалнинг эластиклик чегараси 14,6 кГ/мм² экан.

2- мисол. Қалинлиги $a_0 = 4$ мм ва эни $b_0 = 10$ мм булган ясси намунани узиш машинасида синаш вақтида шу намунада қолдиқ деформация ҳосил бўла бошлаш пайтига тўғри келган наг-
рузка $P_0 = 640$ кГ. Шу намуна материални-
нинг эластиклик чегараси аниқлансин.

Е ч и ш: намуна иш қисмининг кўндаланг кесим юзини топамиз:

$$F_0 = a_0 \cdot b_0 = 4 \cdot 10 = 40 \text{ мм}^2.$$

(11) формуладан фойдаланиб, намуна материалнинг эластиклик чегарасини ҳи-
соблаб чиқарамиз:

$$\sigma_0 = \frac{P_0}{F_0} = \frac{640}{40} = 16 \text{ кГ/мм}^2.$$

Демак, намуна материалнинг эластиклик чегараси 16 кГ/мм² га тенг экан.

3- мисол. Иш қисмининг диаметри $d_0 = 10$ мм ва ҳисоблаш узунлиги $l_0 = 100$ мм булган цилиндрик намунани узиш машинасида синаш вақтида унинг абсолют узайиши $\Delta l = 20$ мм ва чўзиш вақтидаги кучланиш $\sigma = 25$ кГ/мм² эканлиги аниқланди. Шу намуна материалнинг эластиклик модули ҳисоблаб чиқарилсин.

Е ч и ш: намунанинг нисбий узайишини топамиз:

$$\delta = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{20}{100} = 0,2.$$

(13а) формуладан фойдаланиб, намуна материалнинг эластиклик модулини ҳи-
соблаб чиқарамиз:

$$E = \frac{\sigma}{\delta} = \frac{25}{0,2} = 125 \text{ кГ/мм}^2.$$

Демак, намуна материалнинг эластиклик модули 125 кГ/мм² га тенг экан.

4- мисол. Иш қисмининг диаметри $d_0 = 20$ мм ва ҳисоблаш узунлиги $l_0 = 200$ мм бўлган пўлат намуна 9420 кГ куч билан чўзилганда бу намунада 0,2 мм қолдиқ деформация (қолдиқ узайиш) ҳосил бўлди. Шу намуна материалининг оқувчанлик шартли чегараси аниқлансин.

Е ч и ш: оқувчанликнинг шартли чегарасига тўғри келган куч $P_{0,2} = 9420$ кГ эканлиги маълум. Энди намуна иш қисмининг кўндаланг кесим юзини топамиз:

$$F_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 400}{4} = 314 \text{ мм}^2.$$

(15а) формулани татбиқ этиб, намуна материалининг оқувчанлик шартли чегарасини ҳисоблаб чиқарамиз:

$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0} = \frac{9420}{314} = 30 \text{ кГ/мм}^2.$$

Демак, намуна пўлатининг оқувчанлик шартли чегараси 30 кГ/мм² экан.

5- мисол. Иш қисмининг диаметри $d_0 = 10$ мм ва ҳисоблаш узунлиги $l_0 = 100$ мм бўлган пўлат намунани узиш машинасида синаш вақтида нагруканинг энг катта қиймати $P_b = 3454$ кГ бўлганда намуна узилди. Шу намунанинг мустаҳкамлик чегараси аниқлансин.

Е ч и ш: намуна иш қисмининг кўндаланг кесим юзини топамиз:

$$F_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 100}{4} = 78,5 \text{ мм}^2.$$

(16) формуладан фойдаланиб, намуна материалининг мустаҳкамлик чегарасини ҳисоблаб чиқарамиз:

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} = \frac{3454}{78,5} = 44 \text{ кГ/мм}^2.$$

Бинобарин, намуна пўлатининг мустаҳкамлик чегараси 44 кГ/мм² га тенг экан.

6- мисол. Мисдан ясалган ясси намунанинг қалинлиги $a_0 = 4$ мм ва эни $b_0 = 10$ мм. Бу намунани узиш машинасида синаш вақтида нагруканинг энг катта қиймати $P_b = 880$ кГ бўлганда намуна узилди. Шу намуна материалининг мустаҳкамлик чегараси аниқлансин.

Е ч и ш: намуна иш қисмининг кўндаланг кесим юзини топамиз:

$$F_0 = a_0 \cdot b_0 = 4 \cdot 10 = 40 \text{ мм}^2.$$

(16) формулани татбиқ этиб, намуна материалининг мустаҳкамлик чегарасини ҳисоблаб чиқарамиз:

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} = \frac{880}{40} = 22 \text{ кГ/мм}^2.$$

Демак, намуна тайёрланган миснинг мустаҳкамлик чегараси 22 кГ/мм² га тенг экан.

7- мисол. Намунанинг чўзилишга синашдан олдинги узунлиги $l_0 = 200$ мм ва синалгандан кейинги узунлиги $l_1 = 280$ мм. Шу намуна материалининг нисбий узайиши аниқлансин.

Е ч и ш: намунанинг абсолют узайиши

$$\Delta l = l_1 - l_0 = 280 - 200 = 80 \text{ мм}$$

бўлади.

Энди, (17) формуладан фойдаланиб, намунанинг нисбий узайишини ҳисоблаб чиқарамиз:

$$\delta = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\% = \frac{80}{200} \cdot 100\% = 40,0\%.$$

Бинобарин, намуна материалининг нисбий узайиши 28,6% га тенг экан.

8- мисол. Намунанинг чўзилишга синашдан олдинги кўндаланг кесим юзи $F_0 = 80 \text{ мм}^2$, чўзиш вақтида намунада ҳосил бўлган бўйиннинг намуна узилгандан кейинги кўндаланг кесим юзи $F_6 = 60 \text{ мм}^2$. Шу намуна материалнинг нисбий торайиши аниқлансин.

Ечиш: намуна кўндаланг кесимининг абсолют торайишини (кичрайишини) топамиз:

$$\Delta F = F_0 - F_6 = 80 - 60 = 20 \text{ мм}^2.$$

Энди, (18) формуладан фойдаланиб, намуна материалнинг нисбий торайишини ҳисоблаб чиқарамиз:

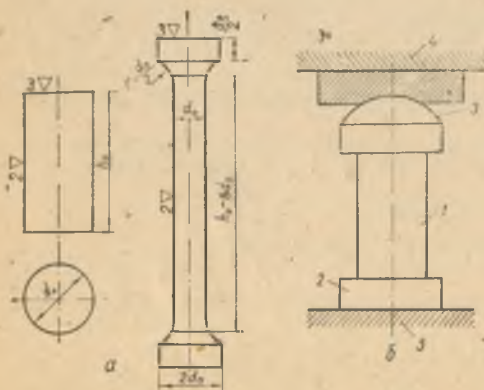
$$\psi = \frac{\Delta F}{F_0} \cdot 100\% = \frac{20}{80} \cdot 100\% = 25\%.$$

Демак, намуна материалнинг нисбий торайиши 25% га тенг экан.

Металл ва қотишмаларнинг сиқилишдаги мустаҳкамлигини аниқлаш. Одатда, сиқиш оқибатида синадиган мўрт материалларнинг, масалаи, чуян, бронза ва шу кабиларнинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги синаб кўрилади. Пластик материаллар, масалан, мис, кам углеродли пўлат ва бошқаларнинг сиқилишдаги мустаҳкамлик чегарасини аниқлаб бўлмайди, чунки улар сиқилганда пластик деформацияланади-ю, аммо синмайди. Пластик материалларнинг сиқилганда қисқаришинигина аниқлаш мумкин.

Металл ва қотишмаларнинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги ҳам, худди чўзилишдаги мустаҳкамлиги каби, универсал узиш машинасида ёки «Физприбор» заводида ишлаб чиқарилган гидравлик прессада синаб кўрилади. Бунинг учун сигналиши керак бўлган материаллардан цилиндр шаклидаги намуналар тайёрланади (34- расм, а).

Намунанинг сиқилишдаги мустаҳкамлигини синаш натижалари намуна баландлиги h_0 нинг шу намуна диаметри d_0 га



34- расм. Металларнинг сиқилишдаги мустаҳкамлигини синаш учун ишлатиладиган намуна ва унинг ўрнатилиши:

а — намуналар; б — намунанинг ўрнатилиши: 1 — намуна, 2 — таянч ёстиқ, 3 — шар сиртли таянч, 4 — машинанинг юқориги плитаси, 5 — машинанинг пастки плитаси.

бўлган нисбатига боғлиқ. Емирилишгача (синишгача) сиқилишга синаш учун, одатда, баландлигининг диаметрига нисбати $1,0 \div 2,0$, яъни $[h_0 = (1 \div 2) d_0]$ бўлган намуналар, пропорционаллик чегараси билан оқувчанлик чегарасини аниқлаш мақсадида синаш учун эса баландлигининг диаметрига нисбати $8,0$, яъни $(h_0 = 8 d_0)$ бўлган намуналар ишлатилади.

Чўяндан тайёрланган намунанинг сиқилишдаги мустаҳкамлигини синаш вақтидаги сиқилиш диаграммаси 35-расмда келтирилган. Бу диаграммада тўғри чизиқли қисми OA бор, диаграмманинг ана шу қисми пропорционаллик чегарасини аниқлашга имкон беради, бунинг учун пропорционаллик чегарасига тўғри келган нагрузка P_p намунанинг синашдан олдинги кўндаланг кесим юзи F_0 га бўлинади:

$$\delta_p = \frac{P_p}{F_0}. \quad (19)$$

Намунанинг емирилиш (синиш) пайтига тўғри келган нагрузка P_b дан сиқилишдаги мустаҳкамлик чегарасини аниқлаш мумкин:

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0}. \quad (20)$$

Намуна сиқилганда унинг қисқаришини % ҳисобида қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин:

$$\epsilon_{\text{сиқ}} = \frac{h_0 - h}{h_0} \cdot 100\%, \quad (21)$$

бу ерда h_0 — намунанинг синашдан олдинги баландлиги; h — намунанинг сиқилгандан кейинги баландлиги.

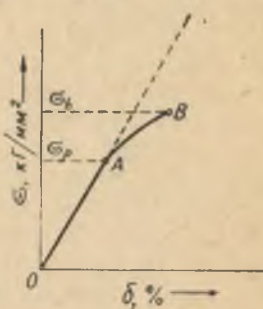
Намуна сиқилганда кўндаланг кесимининг кенгайиши (ортиши) % ҳисобида қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$\Phi_{\text{сиқ}} = \frac{F - F_0}{F_0} \cdot 100\%, \quad (22)$$

бу ерда F_0 — намунанинг синашдан олдинги кўндаланг кесим юзи; F — намунанинг сиқилгандан кейинги кўндаланг кесим юзи.

Металл ва қотишмаларнинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги, юқорида айтиб ўтилганидек, универсал узиш машинасида, шунингдек, махсус прессларда синалади. Бу пресснинг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиб чиқамиз (36-расм, а).

«Физприбор» заводида тайёрланган пресс 3960 кГ лик умумий босим ҳосил қила олади.



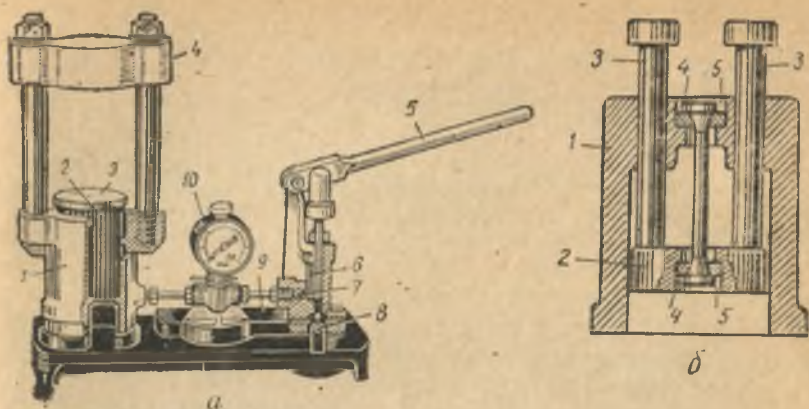
35-расм. Чўянинг сиқилиш диаграммаси (схема).

Намунанинг сиқилишдаги мустақкамлигини синаш учун намуна махсус мосламалар ёрдамида машинанинг пастки плитаси 3 устига ўрнатилади, сўнгра мой ҳайдаш цилиндрининг дастаси 5 ёрдамида мой бак 9 дан найлар ва шарик клапанлар 7 ва 8 орқали плита 3 ли поршень 2 нинг тагига босим остида юборилади. Мойнинг босими таъсирида плитали поршень юқорига кўтарилади. Бунда плита 3 устига ўрнатилган намуна юқориги плита (траверса) 4 га сиқилади, сиқилиш кучининг қиймати мой ҳайдаш цилиндрининг поршенига таъсир этувчи босимга ва иш цилиндри билан мой ҳайдаш цилиндри поршенларининг юзлари нисбатига боғлиқ. Бу прессда иш цилиндри поршенининг юзи $26,4 \text{ см}^2$ га, мой ҳайдаш цилиндри поршенининг юзи эса $0,79 \text{ см}^2$ га тенг. Демак, иш цилиндри поршени юзининг мой ҳайдаш поршени юзига нисбати 33,6 бўлади. Масалан, мой ҳайдаш цилиндрининг поршенига мойнинг босими 20 кГ дейлик; ишқаланишлар ҳисобга олинмаганда, иш цилиндрининг поршенига ва, демак, намунага таъсир этадиган босим $33,6 \cdot 20 = 672 \text{ кГ}$ бўлади. Мойнинг иш цилиндри поршенига кўрсатган босимини манометр 10 кўрсатиб туради. Манометрнинг стрелкаси 100 кГ/см^2 босимни кўрсатиб турибди, дейлик. Унда пресснинг умумий босими (иш цилиндрининг поршенига бўлган босим) манометр кўрсатган босим билан иш цилиндри поршени юзининг кўпайтмасига тенг, яъни $100 \cdot 26,4 = 2640 \text{ кГ}$ бўлади. Пресс намунани ана шу куч билан сиқади.

Бу прессда металл ва қотишмаларнинг чўзилишдаги мустақкамлигини ҳам синаш мумкин. Бунинг учун *реверсор* деб аталадиган махсус мосламадан фойдаланилади. Реверсорнинг бўйлама йўналишда кесилган ҳолдаги кўриниши (36-расм, б да) тасвирланган.

Реверсор, яъни тескари йўналишда ишлайдиган механизм корпус 1 ва ҳаракатчан платформа 2 дан иборат. Реверсор корпусининг асоси доира шаклида қилиб ясалган; ҳаракатчан платформага иккита таянч стержень 3 маҳкамланган.

Синаладиган металл ёки қотишмадан тайёрланган цилиндрик намуна иккита пўлат ҳалқа 4 ёрдамида уялар 5 га ўрнатилади. Ичига намуна ўрнатилган реверсор пресснинг таянч плитаси 3 устига қўйилади. Пресс иш цилиндрининг поршени 2 кўтарилганда реверсорнинг стерженлари 3 пресснинг юқориги плитаси 4 га тиралади, натижада реверсорнинг ҳаракатчан платформаси 2 пастга томон силжиб, намунани чўзади. Куч намунанинг мустақкамлик чегарасига етганда намуна узилади. Намунани узиб юборган кучни пресс манометрининг кўрсатишига қараб билиш мумкин. Масалан, манометрнинг стрелкаси 60 кГ/см^2 ни кўрсатгандан кейин намуна узилган бўлсин. 60 кГ/см^2 ни 26,4 га кўпайтириб, намунани узиб юборган кучни топамиз, бу куч $60 \cdot 26,4 = 1584 \text{ кГ}$ бўлади.



36- расм. «Физприбор» заводида ишлаб чиқарилган гидравлик пресс ва реверсор:

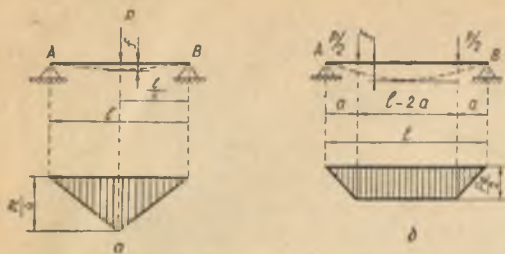
а — умумий кўриниши (1 — иш цилиндри, 2 поршень, 3 — пастки таянч плита, 4 — юқриги плита—траверса, 5 — насоснинг дастаси, — мой ҳайдаш цилиндри, 7 ва 8 — насоснинг шарик клапанлари, 9 — мой учун бак, 10 — манометр); б — реверсорнинг қирқилган ҳолдаги кўриниши (1 — чуян корпус, 2 — ҳаракатчан пўлат платформа, 3 — тирак стерженлар, 4 — тоб ланган пўлат ҳалқалар, 5 — уялар).

Бу прессда кам углеродли, қаттиқ бўлмаган пўлатлардан диаметри 6 мм гача қилиб тайёрланган намуналарнинггина узилишидаги мустаҳкамлигини синаш мумкин.

Металл ва қотишмаларнинг эгилишдаги мустаҳкамлигини аниқлаш. Эгилиш натижасида сезиларли даражада пластик деформацияланмай синадиган материаллар, масалан, чуян, тобланган пўлат, бронза ва бошқаларнинг эгилишдаги мустаҳкамлик чегараси аниқланади. Пластик материалларнинг, масалан, кам углеродли пўлат, мис ва бошқаларнинг эгилишдаги мустаҳкамлик чегарасини аниқлаб бўлмайди, чунки улар ҳар қанча эгилгани билан, барибир, синмай, пластик дермацияланаверади. Пластик материаллар учун эгувчи моментларнинг тегишли салқиликларга нисбатигина аниқланади.

Металл ва қотишмаларнинг эгилишдаги мустаҳкамлигини аниқлаш учун улардан доиравий ёки тўғри тўртбурчак кесимли намуналар тайёрланади.

Чуянинг эгилишдаги мустаҳкамлигини синаш учун икки хил намуна тайёрланиши мумкин. Бу намуналардан бирининг диаметри 30 ва узунлиги 650 мм, иккинчисининг диаметри 30 ва узунлиги 340 мм бўлади. Тайёрланган намуна икки (А ва В) таянчга ўрнатилади (37- расм). Узун намуна учун таянчлар оралиғи 600 мм, қисқа намуна учун эса 300 мм бўлади. Таянчларга ўрнатилган намунанинг ўртасига (37- расм, а) ёки таянчлардан бир хил ораликдаги икки нуқтасига (37- расм, б) нагрузка таъсир эттирилади.



37- расм. Намунанинг эгилишдаги мустаҳкамлигини синаш схемалари.

Намунани 37- расм, а даги схема билан синашда эғувчи моментлар учбурчаклик қонуни асосида тақсимланади ва энг катта эғувчи момент қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб топилади (эғувчи момент M билан белгиланади ва кГм билан, СИ да эса Нм билан ўлчанади):

$$M_{\text{макс}} = \frac{Pl}{4}, \quad (23)$$

бу ерда P — намунага таъсир этган нагрузка; l — икки таянч оралиғи.

Намунани 37- расм, б даги схема билан синашда эғувчи моментлар трапеция қонуни асосида тақсимланади ва энг катта эғувчи момент қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади:

$$M_{\text{макс}} = \frac{P \cdot a}{2}, \quad (24)$$

бу ерда a — нагрукадан тегишли таянчгача бўлган оралиқ.

37- расм, б даги схемадан кўриниб турибдики, $l = 2a$ оралиғида $M_{\text{макс}}$ ўзгармасдир.

Биринчи схемадаги эгилиш *тўпланган эгилиш* деб, иккинчи схемадаги эгилиш эса *соф эгилиш* деб аталади..

Металл ва қотишмаларнинг эгилишдаги мустаҳкамлик чегараси $\tau_{\text{эг}}$ билан белгиланади ва қуйидаги формула билан ифодаланади (эгилишдаги мустаҳкамлик чегараси кГ/мм² билан, СИ да эса Н/м² ёки МН/м² билан ўлчанади):

$$\tau_{\text{эг}} = \frac{M_{\text{макс}}}{W}, \quad (25)$$

бу ерда W — намуна кўндаланг кесимининг қаршилик momenti.

Бинобарин, энг катта эғувчи моментнинг намуна кўндаланг кесими қаршилик моментига нисбати шу намуна материалининг *эгилишдаги мустаҳкамлик чегараси* деб аталади.

Диаметри d бўлган цилиндрик намуналар учун қаршилик моменти $W = \frac{\pi d^3}{32}$, эни b ва қалинлиги h бўлган тўғри тўртбурчак кесимли намуналар учун эса $W = \frac{b \cdot h^2}{2}$ бўлади ва мм^3 билан, СИ да эса м^3 билан ўлчанади.

Намуналарни эгилишга синашда уларнинг эгилишдаги мустаҳкамлик чегарасидан ташқари, энг катта салқилик f қиймати ҳам аниқланади. Салқилик қийматини аниқлаш учун эса махсус асбобдан фойдаланилади.

Намуналарнинг мустаҳкамлик чегараси ҳам универсал узиш машинасида синалади.

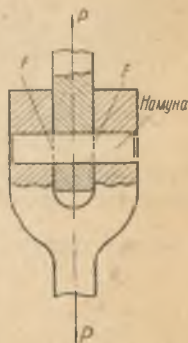
Металл ва қотишмаларнинг қирқилишдаги мустаҳкамлигини аниқлаш. Металл ва қотишмаларнинг қирқилишдаги мустаҳкамлигини синашда уларнинг қирқилишдаги мустаҳкамлик чегараси аниқланади. Металл ва қотишмаларнинг қирқилишдаги мустаҳкамлигини синаш учун улардан диаметри 15—20 мм бўлган цилиндрик намуналар тайёрланади ва бу намуналар махсус мосламанинг худди шундай диаметрли тешиқларига киритилади (38-расм). Мослама деталлари универсал узиш машинасининг қисқичларига маҳкамланиб, сўнгра чўзилади. Чўзиш нагрузкаси маълум қийматга етгач, намуна ўз ўқиға перпендикуляр бўлган икки текислик бўйича қирқилади.

Намунани қирқиб юборган кучнинг (нагрузканинг) қирқилган иккала кесим юзига нисбати шу намуна материалининг қирқилишдаги мустаҳкамлик чегараси деб аталади ва τ_k билан белгиланади. Қирқилишдаги мустаҳкамлик чегараси кГ/мм^2 билан, СИ да эса Н/мм^2 ёки МН/мм^2 билан ўлчанади ва қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$\tau_k = \frac{P_k}{2F} \quad (26)$$

Металл ва қотишмаларнинг буралишдаги мустаҳкамлигини аниқлаш. Металл ва қотишмаларнинг буралишдаги мустаҳкамлигини синаш учун улардан икки учи квадрат шаклидаги каллакци цилиндрик намуналар тайёрланади. Бундай намуналар махсус машиналарда бураш йўли билан синаб кўрилади.

Намунанинг буралишдаги мустаҳкамлигини синашда намуна кўндаланг кесимларининг диаметрлари тўғрилигича қолади ва цилиндрик шакли сақланади, синаш пайтида бўйин ҳосил бўлмайди, бу ҳол кучланишларни ва деформацияларни аниқ ҳисоблаб топишга имкон беради.



38-расм. Намунанинг қирқилишдаги мустаҳкамлигини синаш схемаси.

Намуна буралаётганда куч (кучланиш) билан деформация орасидаги пропорционаллик бузила бошлаш пайтига тўғри келган буровчи моментнинг буралишдаги қаршилиқ моментига нисбати шу намуна материалнинг буралишдаги пропорционаллик чегараси деб аталади ва τ_p билан белгиланади. Буралишдаги пропорционаллик чегараси кГ/мм^2 билан, СИ да эса Н/м^2 ёки МН/м^2 билан ўлчанади ва қуйидагича ифодаланади:

$$\tau_p = \frac{M_p}{W}. \quad (27)$$

Намунани бураш вақтида қолдиқ деформация ҳосил бўла бошлаш пайтига тўғри келган буровчи моментнинг буралишдаги қаршилиқ моментига нисбати шу намуна материалнинг буралишдаги эластиклик чегараси деб аталади ва τ_s билан белгиланади:

$$\tau_s = \frac{M_s}{W}. \quad (28)$$

Намунани бураш вақтида шу намуна материалнинг оқа бошлаш (ўз-ўзидан бурала бошлаш) пайтига тўғри келган буровчи моментнинг буралишдаги қаршилиқ моментига нисбати намунанинг буралишдаги оқувчанлик чегараси деб аталади ва $\tau_{ок}$ билан белгиланади:

$$\tau_{ок} = \frac{M_{ок}}{W}. \quad (29)$$

Намунани бураш вақтида ҳосил бўлган энг катта буровчи моментнинг буралишдаги қаршилиқ моментига нисбати буралишдаги мустаҳкамликнинг шартли чегараси дейилади ва τ_b билан белгиланади:

$$\tau_b = \frac{M_b}{W}. \quad (30)$$

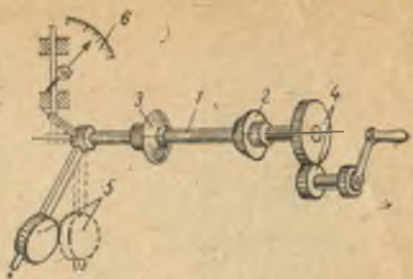
Мустаҳкамликнинг шартли чегараси дейилишига сабаб шуки, (30) формула кучланишни Гук қонуни татбиқ қилинадиган чегаралардагина ҳисоблаб топишга имкон беради. Буралишдаги мустаҳкамликнинг ҳақиқий чегараси бошқа формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади, бу формулани биз бу ерда кўриб ўтирмаймиз, қизиқувчиларни эса материаллар қаршилигига онд адабиётга ҳавола қиламиз.

Яхлит цилиндрик намуналар учун $W = \frac{\pi d^3}{16}$ бўлганлигидан

$$\tau = \frac{16 M}{\pi d^3} \quad (31)$$

бўлади. (31) формула металл ва қоғишмаларнинг буралишдаги мустаҳкамлигининг умумий формуласи бўлиб, унгаги M ўрнига M_p қўйилса, τ_p чиқади, M ўрнига M_s қўйилса, τ_s чиқади, $M_{ок}$ қўйилса, $\tau_{ок}$ чиқади, M_b қўйилганда эса τ_b чиқади.

Металл ва қотишмалардан тайёрланган намуналарнинг буралишдаги мустаҳкамлигини синаш учун махсус (горизонтал) машиналардан фойдаланилади. Бундай машиналардан бирининг схемаси 39-расмда берилган.



39-расм. Намунанинг буралишдаги мустаҳкамлигини синаш машинасининг схемаси:

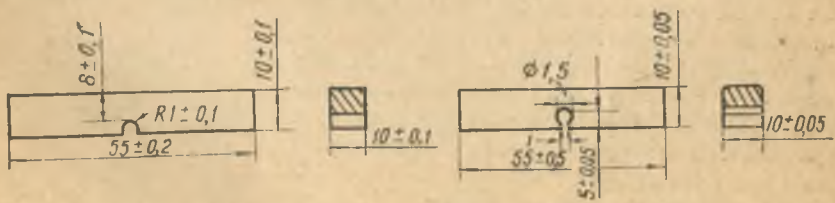
1 — намуна; 2 ва 3 — қисқичлар; 4 — шестернялар; 5 — оғир маятник; 6 — буровчи моментларнинг қийматини кўрсатувчи шкала.

Металл ва қотишмаларнинг зарбий қовушоқлигини аниқлаш. Маълумки, баъзи деталлар қисқа вақт давом этадиган куч, яъни зарб кучи таъсирида ишлайди. Тирсақли валлар, штамплар, поршень бармоқлари, сандонлар ва бошқа деталлар ана шундай деталлар жумласига киради. Бундай деталлар тайёрлаш учун ишлатиладиган материалларнинг зарб кучларига қай даража бардош бериши албатта синаб кўрилиши керак. Металл ва қотишмаларнинг зарб кучларига бардош бериш (қаршилик кўрсатиш) хоссаси уларнинг зарбий қовушоқлиги деб аталади.

Металл ва қотишмаларнинг зарбий қовушоқлигини аниқлаш учун улардан кўндаланг кесими квадрат шаклида қилиб намуналар тайёрланади; намуналарнинг берилган зарб таъсири остида синиши осон бўлиши учун уларнинг қоқ ўртасига кесик қилинади (40-расм). Намунанинг ва намунадаги кесикнинг ўлчамлари расмда кўрсатилган.

Тайёрланган намуналар жуда катта тезлик билан (зарб билан) деформацияланиб, уларнинг синишга қанчалик мойиллиги, яъни зарбий қовушоқлиги аниқланади.

Намуналарнинг зарбий қовушоқлигини аниқлаш учун улар маятникли копёрларда синаб кўрилади. Бундай копёрлардан бири 41-расмда кўрсатилган. Маятникли копёрларнинг баъзиларига ўлчаш механизми ўрнатилган бўлади. Ана шу ўлчаш механизмининг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиб чиқамиз.



40-расм. Зарбий қовушоқликни синаш учун намуналар.

Намуна буралаётганда куч (кучланиш) билан деформация орасидаги пропорционаллик бузила бошлаш пайтига тўғри келган буровчи моментнинг буралишдаги қаршилик моментига нисбати шу намуна материалнинг *буралишдаги пропорционаллик чегараси* деб аталади ва τ_p билан белгиланади. Буралишдаги пропорционаллик чегараси кГ/мм^2 билан, СИ да эса Н/м^2 ёки МН/м^2 билан ўлчанади ва қуйидагича ифодаланади:

$$\tau_p = \frac{M_p}{W}. \quad (27)$$

Намунани бураш вақтида қолдиқ деформация ҳосил бўла бошлаш пайтига тўғри келган буровчи моментнинг буралишдаги қаршилик моментига нисбати шу намуна материалнинг *буралишдаги эластиклик чегараси* деб аталади ва τ_e билан белгиланади:

$$\tau_e = \frac{M_e}{W}. \quad (28)$$

Намунани бураш вақтида шу намуна материалнинг оқа бошлаш (ўз-ўзидан бурала бошлаш) пайтига тўғри келган буровчи моментнинг буралишдаги қаршилик моментига нисбати намунанинг *буралишдаги оқувчанлик чегараси* деб аталади ва $\tau_{ок}$ билан белгиланади:

$$\tau_{ок} = \frac{M_{ок}}{W}. \quad (29)$$

Намунани бураш вақтида ҳосил бўлган энг катта буровчи моментнинг буралишдаги қаршилик моментига нисбати *буралишдаги мустаҳкамликнинг шартли чегараси* дейилади ва τ_b билан белгиланади:

$$\tau_b = \frac{M_b}{W}. \quad (30)$$

Мустаҳкамликнинг шартли чегараси дейилишига сабаб шуки, (30) формула кучланишни Гук қонуни татбиқ қилинадиган чегаралардагина ҳисоблаб топишга имкон беради. Буралишдаги мустаҳкамликнинг ҳақиқий чегараси бошқа формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади, бу формулани биз бу ерда кўриб ўтирмаймиз, қизиқувчиларни эса материаллар қаршилигига онд адабиётга ҳавола қиламиз.

Яхлит цилиндрик намуналар учун $W = \frac{\pi d^3}{16}$ бўлганлигидан

$$\tau = \frac{16 M}{\pi d^3} \quad (31)$$

бўлади. (31) формула металл ва қоғишмаларнинг буралишдаги мустаҳкамлигининг умумий формуласи бўлиб, унгаги M ўрнига M_p қўйилса, τ_p чиқади, M ўрнига M_e қўйилса, τ_e чиқади, $M_{ок}$ қўйилса, $\tau_{ок}$ чиқади, M_b қўйилганда эса τ_b чиқади.

Металл ва қотишмалардан тайёрланган намуналарнинг буралишдаги мустақкамлигини синаш учун махсус (горизонтал) машиналардан фойдаланилади. Бундай машиналардан бирининг схемаси 39-расмда берилган.

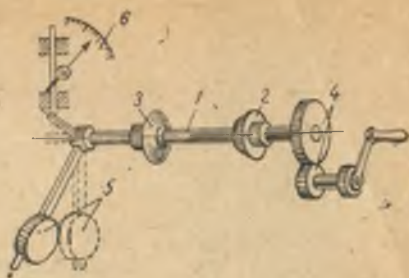
Металл ва қотишмаларнинг зарбий қовушоқлигини аниқлаш. Маълумки, баъзи деталлар қисқа вақт давом этадиган куч, яъни зарб кучи таъсирида ишлайди. Тирсакли валлар, штамплар, поршень бармоқлари, сандонлар ва бошқа деталлар ана шундай деталлар жумласига киради. Бундай деталлар тайёрлаш учун ишлатиладиган материалларнинг зарб кучларига қай даража бардош бериши албатта синаб кўрилиши керак. Металл ва қотишмаларнинг зарб кучларига бардош бериш (қаршилик кўрсатиш) хоссаси уларнинг зарбий қовушоқлиги деб аталади.

Металл ва қотишмаларнинг зарбий қовушоқлигини аниқлаш учун улардан кундаланг кесими квадрат шаклида қилиб намуналар тайёрланади; намуналарнинг берилган зарб таъсири остида синиши осон бўлиши учун уларнинг қоқ уртасига кесик қилинади (40-расм). Намунанинг ва намунадаги кесикнинг ўлчамлари расмда кўрсатилган.

Тайёрланган намуналар жуда катта тезлик билан (зарб билан) деформацияланиб, уларнинг синишга қанчалик мойиллиги, яъни зарбий қовушоқлиги аниқланади.

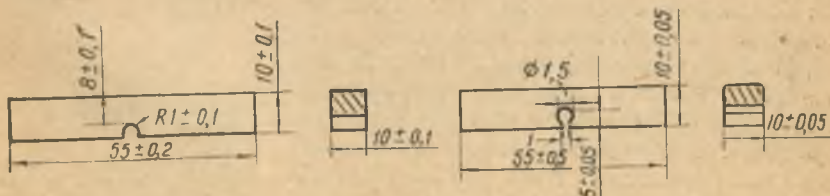
Намуналарнинг зарбий қовушоқлигини аниқлаш учун улар маятникли копёрларда синаб кўрилади. Бундай копёрлардан бири 41-расмда кўрсатилган. Маятникли копёрларнинг баъзиларига ўлчаш механизми ўрнатилган бўлади. Ана шу ўлчаш механизмининг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиб чиқамиз.

Намуналарнинг зарбий қовушоқлигини аниқлаш учун улар маятникли копёрларда синаб кўрилади. Бундай копёрлардан бири 41-расмда кўрсатилган. Маятникли копёрларнинг баъзиларига ўлчаш механизми ўрнатилган бўлади. Ана шу ўлчаш механизмининг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиб чиқамиз.

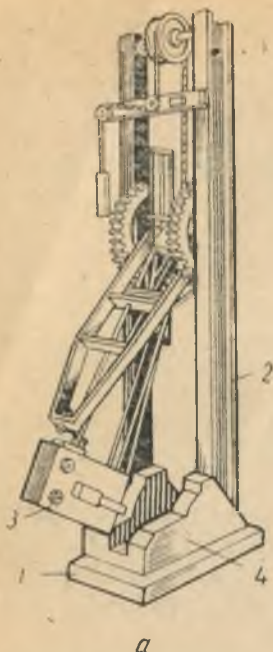


39-расм. Намунанинг буралишдаги мустақкамлигини синаш машинасининг схемаси:

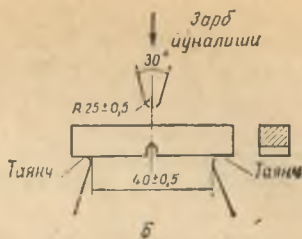
1 — намуна; 2 ва 3 — қисқичлар; 4 — шестернялар; 5 — оғир маятник; 6 — буровчи моментларнинг қийматини кўрсатувчи шкала.



40-расм. Зарбий қовушоқликни синаш учун намуналар.



а



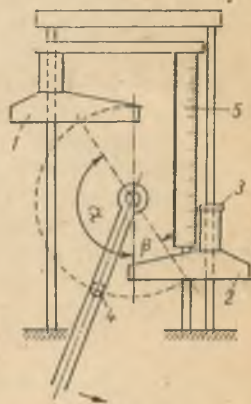
41- расм. Маятникли копёрнинг умумий кўриниши (а) ва намунанинг копёрдаги таянчларга ўриштирилиш схемаси (б):

1 — копёрнинг асоси; 2 — станина; 3 — маятник;
4 — намуна учун таянч.

Улчаш механизми 42- расмда тасвирланган. Бу механизм иккита горизонтал планка 1 ва 2 дан, диск тарзидаги кўрсаткич 3, роликли бармоқ 4 ва шкала 5 дан иборат. Планка 1 шкала 5 га маҳкамланган, планка 2 эса кўрсаткич 3 га бириктирилган бўлиб, юқорига ва пастга сурила олади. Маятник ўқига маҳкамланган бармоққа ролик 4 ўрнатилган.

Намунани синаш олдидан шкала 5 нинг ноль бўлинмаси кўрсаткич 3 нинг рўпарасига желтириб қўйилиши керак. Шкала эса юқоридан пастга томон кГм ҳисобида даражалаб чиқилган. Шкаланинг юқориги чекка бўлинмаси 0 га, пастки чекка бўлинмаси эса 15 кГм га тўғри келади. Шкаланинг 15 кГм лик бўлинмаси маятникнинг чапга энг юқори кўтарилгандаги потенциал (запас) энергиясини кўрсатади, демак, маятникнинг максимал потенциал энергияси 15 кГм га тенг.

Намунани синашдан олдин маятник маълум бурчакка, масалан, α бурчакка кўтарилади, маятник α бурчак қадар кўтарилганда ролик 4 планка 1 ни, планка билан бирга эса шкала 5 ни маятник оғирлик марказининг кўтарилиш баландлигига пропорционал равишда кўтаради. Ролик 4 шкалани кўтарганда кўрсаткич 3 кўтарилган маятникнинг кГм ҳисобидаги потенциал энергиясини шкала 5 дан кўрсатади. Кўтарилган маятник қўйиб юборилганда расмнинг пастдаги стрелка йўналишида тушиб, намунани синдиради ва намунани синдириш учун



42- расм. Маятникли копёрнинг ўлчаш механизми:

1 ва 2 — горизонтал планкалар; 3 — кўрсаткич; 4 — планкаларни кўтариш учун хизмат қиладиган роликли бармоқ; 5 — шкала.

кетган энергиясидан қолган энергияси ҳисобига чап томонга β бурчак қадар кўтарилади. Бунда ролик 4 планка 2 ни ва бу планка билан бирга кўрсаткич 3 ни ҳам бирор баландликка кўтаради, шкала 5 эса қўзғалмайди. Кўрсаткич 3 шкала 5 даги қайси бўлинма рўпарасига келиб тўхтаса, шу бўлинма маятникнинг намунани синдириш учун сарфлаган энергиясини, яъни маятникнинг α бурчак қадар кўтарилгандаги потенциал энергияси билан намунани синдириш учун сарфлангандан қолган энергияси орасидаги айирмани билдиради. Демак, кўрсаткич 3 шкала 5 дан маятникнинг намунани синдиришда бажарган иши

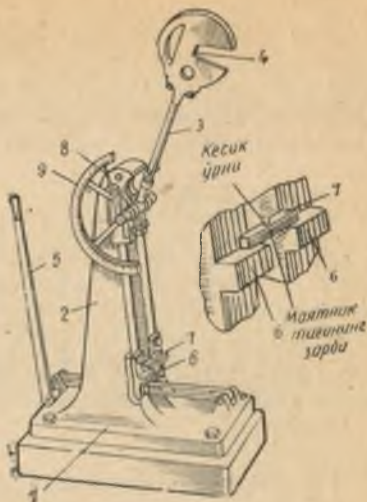
$$A_n = G(H - h) \quad (32)$$

га тўғри келадиган энергияни кўрсатади; бу ерда G — маятникнинг оғирлиги, H — маятникнинг α бурчак қадар кўтарилиш баландлиги, h — маятникнинг β бурчак қадар кўтарилиш баландлиги.

Кўпгина лабораторияларда ишлатиладиган копёрларда ўлчаш механизми бўлмайди. Ана шундай копёр 43-расмда тасвирланган, бу копёрда намунани синаш схемаси эса 44-расм, а да кўрсатилган. Бу копёрдан фойдаланилганда маятникнинг намунани синдиришда бажарган иши A_n стрелка 8 нинг шкала 9 даги қайси бўлинма рўпарасига келиб тўхташига қараб аниқланади. Агар шкала кГМ ҳисобида даражаланган бўлса, стрелка бевосита A_n ни кўрсатади, агар шкала градусларга даражаланган бўлса, A_n қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади (бажарилган иш кГМ билан, СИ да эса Ж ёки кЖ* билан ўлчанади):

$$A_n = Gl(\cos\beta - \cos\alpha), \quad (33)$$

бу ерда G — маятникнинг оғирлиги; l — маятникнинг узунлиги, яъни маятникнинг тебраниш ўқидан оғирлик марказигача бўлган масофа; α — маятникнинг зарбдан олдинги кўтарилиш бурчаги; β — маятникнинг зарбдан кейинги кўтарилиш бурчаги.



43-расм. Ўлчаш механизмсиз маятникли копёрнинг умумий кўриниши:

1 — асос; 2 — станина; 3 — маятник; 4 — маятник тиғи; 5 — сиқиш механизмининг дастаси; 6 — намуна ўрнатиладиган таянч; 7 — намуна; 8 — стрелка; 9 — шкала.

* 1 Ж (жоуль) 1 Н (ньютон) кучнинг 1 м йўлда бажарган иши. 1 кЖ = 1 · 10³ Ж; 1 кН = 1 · 10³ Н.

(33) формулада (32) формуладаги $H - h$ ўрнига $l (\cos \beta - \cos \alpha)$ ёзилди, яъни маятникнинг кўтариллиш баландликлари айирмаси маятникнинг узунлиги ҳамда β ва α бурчаклар косинусларининг айирмаси билан алмаштирилди. Нима учун шундай қилинганлигини исботлаб берайлик.

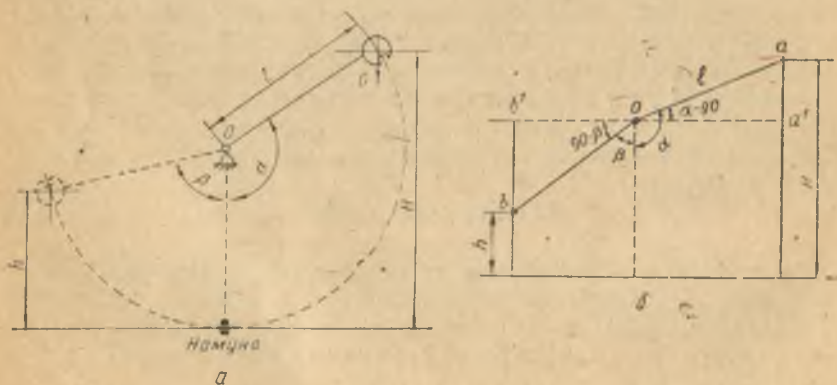
44-расм, б дан $H = l + aa'$ ва $h = l - bb'$ эканлиги Γ кўришиб турибди. $aa' = l \cdot \sin(\alpha - 90^\circ)$ ва $bb' = l \cdot \sin(90^\circ - \beta)$ бўлади. Тригонометрия курсидан маълумки, $\sin(\alpha - 90^\circ) = -\cos \alpha$ ва $\sin(90^\circ - \beta) = \cos \beta$. Демак, $aa' = l \cdot (-\cos \alpha)$ ва $bb' = l \cdot \cos \beta$; $H = l + l(-\cos \alpha)$ ва $h = l - l \cos \beta$; $H - h = l - l \cos \alpha - l + l \cos \beta$ бўлади. l билан $-l$ ейишиб кетгач, тенглама $H - h = l \cos \beta - l \cos \alpha$ кўринишда ёзилади. Тенгламанинг ўнг томонидаги l ни қавслардан ташқарига чиқариб ёзсак, $H - h = l (\cos \beta - \cos \alpha)$ бўлади.

Энди, (32) формуладаги $H - h$ ўрнига $l (\cos \beta - \cos \alpha)$ ни қўйсак, $A_n = G \cdot l (\cos \beta - \cos \alpha)$ келиб чиқади. Шундай қилиб, (32) формуладан (33) формуланинг қандай келиб чиққанлиги исботланди.

Намунани синдиришда бажарилган ишнинг намуна кесик жойининг кўндаланг кесим юзига нисбати шу намуна материалнинг зарбий қовушоқлиги дейилади ва a_n билан белгиланади. Зарбий қовушоқлик кГм/см^2 билан, СИ да эса Ж/м^2 ёки кЖ/м^2 билан ўлчанади ва қуйидагича ифодаланади:

$$a_n = \frac{A_n}{F}. \quad (34)$$

Металл ва қотишмаларнинг зарбий қовушоқлигини синаш уларнинг қанчалик қовушоқ эканлигини билишга имкон беради, қовушоқлик эса машинасозлик (конструкция) материалларнинг асосий характеристикаларидан биридир.



44-расм. Намунани зарбга синаш схемаси (а) ва $H - h = l (\cos \beta - \cos \alpha)$ эканлигини исботлашга оид чизма (б).

Мисол. 20X маркали пўлатдан тайёрланган намуна маятникли копёрда синаб кўрилди. Намунани синдиритиш учун $A_{II} = 968$ кГм иш сарфланди. Намунанинг кўндаланг кесим юзи $F = 80$ см². Шу пўлатнинг зарбий қовушоқлиги (a_{II}) ни ҳисоблаб топинг.

Ечиш: бунинг учун (34) формуладан фойдаланамиз:

$$a_{II} = \frac{A_{II}}{F} = \frac{968}{80} = 12,1 \text{ кГм/см}^2.$$

Металл ва қотишмаларнинг қаттиқлигини аниқлаш. Металл ёки қотишманинг ўзидан қаттиқроқ жисмнинг ботишига қаршилик кўрсатиш хоссаси унинг *қаттиқлиги* деб аталади. Қаттиқлик эса металл ва қотишмаларнинг энг муҳим механикавий хоссаларидан биридир. Шунинг учун ҳам металл ва қотишмаларнинг қаттиқлигини синаш амалда кенг тарқалган. Қаттиқликни синашнинг амалда кенг тарқалганлигининг сабаби яна шуки, бунда материалларнинг механикавий хоссаларини синашнинг бошқа турларидагига қараганда бир қатор, афзалликлари бор. Бу афзалликлар шундан иборатки, биринчидан, синаш вақтида буюмга шикаст етмайди, иккинчидан, буюм қаттиқлигини синаш жуда оддий ва тез бажариладиган процесс, учинчидан, буюмларнинг қаттиқлигини синаш приборлари ихчам бўлиб, уларда ишлаш қийин эмас.

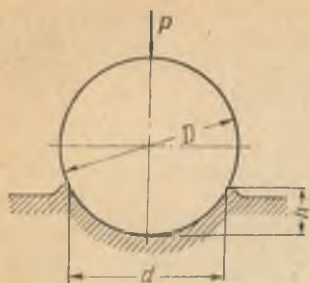
Кўпинча, металл ёки қотишманинг қаттиқлиги шу металл ёки қотишма сиртқи қатламининг унга ботирилган маълум шаклли (шар, конус ёки пирамида шаклидаги) анча қаттиқ жисмнинг ботишига кўрсатадиган ўртача қаршилиги билан характерланади.

Металлларнинг қаттиқлигини аниқлашда уларнинг сиртқи қатлами синаб кўрилгани учун синаладиган деталнинг сиртида куйинди, углеродсизланган қават, тирналган жойлар ва бошқа нуқсонлар бўлмаслиги керак.

Металл ва қотишмаларнинг қаттиқлиги билан мустақамлиги орасида маълум боғланиш бор, шунинг учун уларнинг қаттиқлигига қараб мустақамлиги тўғрисида тахминий бир хулосага келса бўлади. Углеродли пўлатлар учун қаттиқлик билан мустақамлик чегараси орасида тахминан қуйидагича боғланиш мавжуд:

$$\sigma_b \approx 0,34 HB.$$

Металл ва қотишмаларнинг қаттиқлиги бир неча хил усул билан, масалан, синаладиган намунага ўзидан қаттиқроқ бошқа жисмни ботириш, синаладиган металлни бошқа жисм билан тирнаб кўриш усули ва бошқа усуллар билан аниқланиши мумкин. Энг кўп тарқалган усул синаладиган намунага шу намунадан қаттиқ бўлган бошқа жисмни ботириш усулидир, бу усул билан синашда, намунанинг қаттиқлиги: а) синаладиган намунага Бринель прессида пўлат шар ботирилганда шу шар қолдирган изнинг юзига қараб, б) синаладиган намунага Роквелл прессида олмос конус ёки пўлат шар ботирилганда улар қол-



45- расм. Намунанинг қаттиқлигини Бринель усулида аниқлаш схемаси.

дирган изнинг чуқурлигига қараб, в) синаладиган намунага Виккерс усулида олмос пирамида ботирилганда шу пирамида қолдирган из юзининг қийматига қараб аниқланади. Бундан ташқари, металл ва қотишмаларнинг қаттиқлиги зарб таъсирида шар ботириш, эластик қайтиш усулларида ҳам аниқланиши мумкин.

Металл ва қотишмаларнинг қаттиқлигини Бринель усулида аниқлаш. Бу усулда намуна сиртига диаметри 2,5 ёки 5 ёхуд 10 мм қилиб ясалган пўлат шар статикавий нагрузка (P) таъсирида ботирилади (45- расм).

Шар намуна сиртига ботирилганда шу намунада шарнинг сегмент тарзидаги изи қолади. Бу изнинг (сегментнинг) юзи қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб топилади:

$$F = \frac{\pi D^2}{2} - \frac{\pi D}{2} \sqrt{D^2 - d^2} = \frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2}) \quad (35)$$

ёки $F = \pi D h, \quad (35a)$

бу ерда D — шарнинг диаметри; d — намунада қолган изнинг диаметри; h — изнинг чуқурлиги.

(35) формула (35a) формулага қараганда аниқроқ натижа беради.

Намунага таъсир эттирилган нагрузка P нинг намунада қолган из (сегмент) юзи F га нисбати шу намуна материалининг Бринель бўйича қаттиқлиги дейилади ва HB^* билан белгиланади. Бринель бўйича қаттиқлик кГ/мм^2 билан, СИ да эса Н/м^2 ёки МН/м^2 билан ўлчанади ва қуйидагича ифодаланади:

$$HB = \frac{P}{F}. \quad (36)$$

F нинг қийматини (35) ёки (35a) формуладан келтириб қўйсақ, қуйидаги формула ҳосил бўлади:

$$HB = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (37)$$

ёки

$$HB = \frac{P}{\pi D h} \quad (37a)$$

* Қаттиқликнинг белгиси H инглизча Hardness — қаттиқлик сўзининг бош ҳарфидир, H дан кейинги ҳарфлар қаттиқликни топишнинг тегишли усуллари, масалан, B — Бринель, R — Роквелл ва V — Виккерс усуллари билдиради.

Мисол. ВЧ 50-1,5 маркали чуъндан тайёрланган намунага Бринель прессида диаметри $D = 10$ мм бўлган шар $P = 3000$ кГ куч билан ботирилди. Ботирилган шар намунада диаметри $d = 4,35$ мм ли из қолдирди. Шу чуъннинг Бринель бўйича қаттиқлигини ҳисоблаш толинг.

Ҳ ҳи ш: (35) формуладан шар қолдирган изнинг юзи (F) топилади:

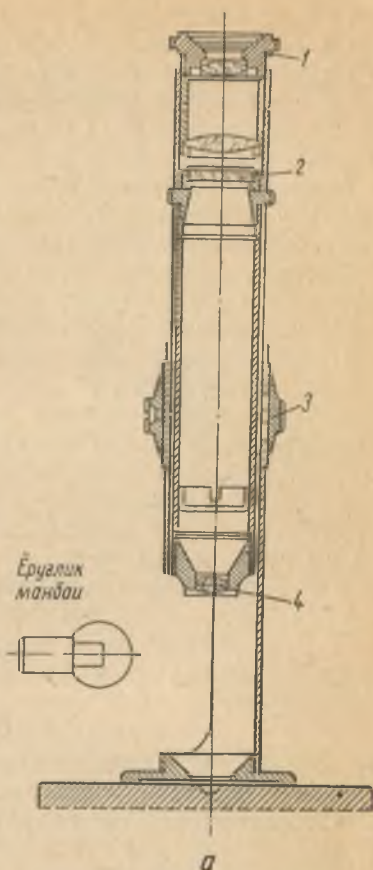
$$F = \frac{\pi D}{2} \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right) = \frac{3,14 \cdot 10}{2} \left(10 - \sqrt{100 - 18,9} \right) \approx 15,7 \cdot 1 \approx 15,7 \text{ мм}^2.$$

Энди (37) формуладан чуъннинг Бринель бўйича қаттиқлиги ҳисоблаб чиқарилади:

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{3000}{15,7} \approx 191 \text{ кГ/мм}^2.$$

Шарнинг намунада қолдирган изнинг диаметри махсус микроскоп ёки лупа ёрдамида бири-бирига тик бўлган икки йўналишда ўлчанади. Изнинг диаметрини ўлчаш микроскопининг схемаси 46-расм, а да, из диаметрини микроскоп шкаласи бўйича ўлчаш эса 46-расм, б кўрсатилган.

Ўлчаш вақтида микроскоп пастки қисмининг дарчаси ёруғлик манбаи томон қаратиб қўйилади. Сўнгра микроскоп намуна бўйлаб силжитилиб, микроскоп шкаласининг ноль бўлинмаси изнинг бир четига келтирилади, шунда изнинг қарама-қарши чети шкаланинг қайси бўлинмасига тўғри келса, шу бўлинма изнинг диаметрини билдиради (46-расм, б). Микроскоп шкаласидаги бутун сонлар миллиметрларни, кичик бўлинмалар эса миллиметрнинг улушларини кўрсатади. Бу микроскоп изнинг диаметрини 0,05 мм аниқликда ўлчашга имкон беради.



46-расм. Из диаметрини ўлчаш микроскопининг схемаси (а) ва из диаметрини микроскоп шкаласи бўйича ўлчаш (б):

1—окуляр; 2—тур; 3—ростлаш ҳалқаси; 4—объектив.

Изнинг диаметрини ўлчаш учун тиниқ махсус шкалалардан фойдаланса ҳам бўлади, аммо бунда натижа тақрибан чиқади.

Намунанинг қаттиқлигини тез аниқлаш учун, одатда, махсус жадваллардан фойдаланилади. Бу жадвалларда қаттиқлик HV нинг нагрузка P ва из диаметри d га тўғри келадиган қийматлари берилган бўлади.

Намунага ботириладиган шарлар ШХ15 типигаги қаттиқ пулатдан тайёрланади. Улар тобланиб, сунгра паст температурада бушатиладиган кейин жуда қаттиқ бўлиб қолади.

Бринель усулида синаладиган металл ва қотишмалар жуда қаттиқ бўлмаслиги керак, акс ҳолда намунага ботирилган шар деформацияланиб, синаш натижаси нотўғри чиқади.

Намунани синашдан олдин унинг сирти силлиқланиб, текис ҳолатга келтирилади.

Ботириладиган шарнинг диаметри ва таъсир эттириладиган нагрузканинг қиймати синаладиган металл ёки қотишманинг қаттиқлиги ҳамда қалинлигига боғлиқ бўлади.

Стандарт синашда 10 мм диаметрли шар учун нагрузка доимо 3000 кГ қилиб олинади. 5 мм диаметрли шар учун 750 кГ, 2,5 мм диаметрли шар учун эса 187, 5 кГ нагрузка олинади.

Юпқа деталлар кичик диаметрли шар билан, қалъин деталлар эса катта диаметрли шар билан синалади.

Турли металлларнинг қаттиқлигини ўлчашда хатоликларга йўл қўймаслик учун изнинг диаметри қуйидаги чегараларда бўлиши керак:

$$0,2D < d < 0,6D$$

Бу шартга риоя қилинганда намуна қаттиқлигини синаш бир-бирига таққослаб бўладиган натижалар беради.

Синовларнинг натижаларини бир-бирига таққослаб кўриш мумкин бўлиши учун стандартда нагрузка таъсир эттириш вақти ва шу нагрузка таъсирида тутиб туриш вақти белгиланган бўлади, чунки баъзи металл ва қотишмалар ўзгармас нагрузка таъсирида «оқа бошлайди». Нагрузка таъсир эттириш вақти, одатда, 30 сек га тенг бўлади.

Материалларнинг Бринель бўйича қаттиқлигини стандарт аниқлаш шартлари 4- жадвалда келтирилган.

Бринель прессининг схемаси 47- расмда кўрсатилган.

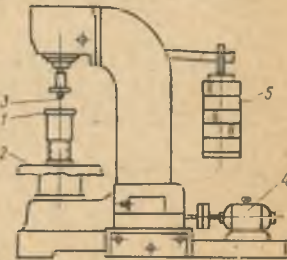
Синаладиган намуна ёки деталь таглик 1 га қўйилиб, чамбарак 2 соат стрелкаси юрадиган томонга айлантирилади-да, намуна (деталь) шар 3 га келтирилади. Шундан кейин электрик двигател 4 юргизилади, бу двигател ричаглар системасини ҳаракатга келтиради. Ричаглар системаси ҳаракатга келганда шар нагрузка 5 таъсири остида намунага (деталга) бота бошлайди. Намуна (деталь) нагрузка таъсири остида маълум вақт (4- жадвалга қаранг) тутиб туриладиган кейин нагрузка автоматик равишда олиниб, электрик двигател тухтатилади. Чамбарак тескари томонга айлантирилиб, намуна (деталь) тагликдан олинади ва шарнинг изи ўлчанади.

Материал	НВ интервали	Синаладиган намунанинг қалинлиги, мм	$\frac{P}{D^2}$, кг/мм ²	Шарнинг диаметри D, мм	Нагрузка P, кг	Нагрузка таъсирида тутиб туриш вақти, сек
Кора металллар	140—450	6 дан 3 гача	30,0	10,0	3000,0	10
		4 » 2 »		5,0	750,0	
		2 » кам		2,5	187,5	
« »	140	6 дан ортиқ	10,0	10,0	1000,0	10
6 » 3 гача	5,0	250,0				
3 » кам	2,5	162,5				
Рангдор металллар	130	6 дан 3 гача	30,0	10,0	3000,0	30
		4 » 2 »		5,0	750,0	
		2 » кам		2,5	187,5	
« »	35—130	9 дан 3 гача	10,0	10,0	1000,0	30
6 » 3 «	5,0	250,0				
3 » кам	2,5	62,5				
« »	8—35	6 дан ортиқ	2,5	10,0	200,0	60
6 » 3 гача	5,0	62,6				
3 » кам	2,5	15,6				

Металл ва қотишмаларнинг қаттиқлигини Роквелл усулида аниқлаш. Бринель усулида қаттиқлиги (НВ) 450 дан ортиқ материалларни синаб бўлмайди, чунки юқорида айтиб ўтилганидек, шар деформацияланади, бунинг оқибатида эса синаш натижаси нотўғри чиқади. Бундан ташқари, металл ва қотишмаларнинг қаттиқлигини Бринель усулида аниқлашда синалган буюм сиртида нисбатан катта диаметрли чуқур из қолади, бундай из қолишига эса, кўпгина ҳолларда, йўл қўйилмайди.

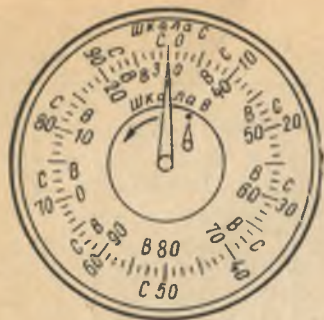
Роквелл усулида жуда қаттиқ материалларнинг, масалан, тобланган пўлатнинг ҳам қаттиқлигини аниқлаш мумкин. Бундан ташқари, қаттиқликни Роквелл усулида аниқлашда синалган буюм сиртида чуқурлиги 0,2 мм дан ошмайдиган, диаметри ҳам тахминан шундай бўлган билинар-билимас из қэлади.

Роквелл усулининг афзалликларидан яна бири шуки, синаш натижасини Роквелл прессининг ўзига ўрнатилган индикатор шкаласидан бевосита кўриш мумкин. Маълумки, қаттиқликни Бринель усулида аниқлашда шарнинг намуна ёки буюм сиртида қолдирган изининг диаметри микроскоп ёки лупа ёрдамида ўлчанади, диаметрни бундай ўлчашда эса субъектив хатоликларга йўл қўйилиши муқаррар.



47- расм. Бринель прессининг схемаси:

1 — таглик; 2 — чамбарак; 3 — шар; 4 — электик двигателъ; 5 — нагрузка.



48- расм. Роквелл индикаторининг шкалалари.

Роквелл усулидан фойдаланилганда прибор индикатори шкаласининг курсатиши бундай хатоликлардан холи бўлади, бу эса куплаб ишлаб чиқаришда айниқса муҳимдир.

Намунага таъсир эттириладиган нагрузка қийматига қараб, Роквелл прибори индикаторининг шкаласи уч хил бўлади: қизил тусли ички шкала (*B* шкала), қора тусли сиртқи шкала (*C* шкала) ва сиртқи шкала билан бирлаштирилган *A* шкала (48- расм).

Синаладиган материалнинг қаттиқлигига қараб, намунага ботириладиган жисм (учлик) икки хил бўлади. Қаттиқлиги паст ва ўртача намуналарни синашда 100 кГ нагрузка таъсир эттирилади ва *B* шкаладан фойдаланилади, намунага ботириш учун эса диаметри 1,59 мм ($1/16''$) бўлган пўлат шар ишлатилади; қаттиқлиги юқори намуналарни синашда 150 кГ нагрузка таъсир эттирилади ва *C* шкаладан фойдаланилади, 60 кГ нагрузка таъсир эттирилганда эса *A* шкаладан фойдаланилади, кейинги иккала ҳолда намунага ботириш учун учигаги бурчаги 120° ва учининг юмалоқлиниш радиуси 0,2 мм бўлган олмос конус ишлатилади.

B шкаладан аниқланган қаттиқлик *HRB* билан, *C* шкаладан аниқланган қаттиқлик *HRC* билан, *A* шкаладан аниқланган қаттиқлик эса *HRA* билан белгиланади. Роквелл бўйича қаттиқлик шартли бирликларда ўлчанади. Бунда қаттиқлик бирлиги сифатида олмос конус ёки пўлат шарнинг синалаётган намунага 0,002 мм ботиши қабул қилинади.

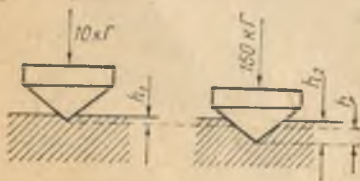
Металл ва қотишмаларнинг қаттиқлигини Роквелл усулида синаб кўришда:

а) намунанинг синалиши керак бўлган жойи куюндидан, оксидлардан ва бошқа бегона моддалардан тозаланиши, эговланиб, сўнгра ҳеч бир из қолмагунча жилвирланиши (силлиқланиши);

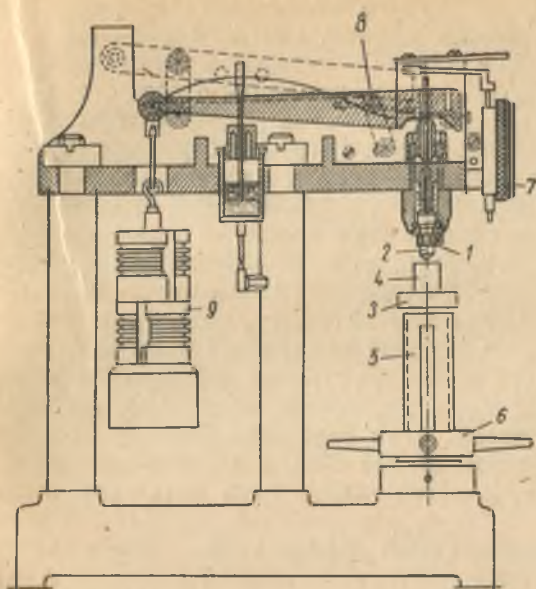
б) нагрузка намунанинг синалиши керак бўлган сиртига тик йўналишда таъсир эттирилиши, намунанинг ўзи эса тагликка қимирламайдиган ва эгилмайдиган қилиб ўрнатилиши;

в) эгри юзали намуналарни синашда улар синаладиган юзасининг эгрилик радиуси 15 мм дан ошмаслиги;

г) синаладиган намунанинг қалинлиги конуснинг ботиш чуқурлигидан камида саккиз баравар ортиқ бўлиши, намунанинг тескари томонида эса деформация асари бўлмаслиги;



49 расм. Қаттиқликни аниқлашда учликнинг вазиятлари.



50- расм. Роквелл прессинг схемаси:

1 — шпindelъ; 2 — учлик (пўлат шар ёки олмос конус); 3 — таглик; 4 — намуна; 5 — кўтариш винти; 6 — чамбарак; 7 — индикатор; 8 — даста; 9 — нагрузка.

д) иккита қўшни из марказлари оралиғи, шунингдек, изнинг марказидан намунанинг четигача бўлган оралиқ камида 3 мм бўлиши зарур.

Синаладиган намунага нагрузка кетма-кет икки босқичда таъсир этирилади. Намунага сиртидаги майда нуқсонларни йўқотиш учун биринчи босқичда таъсир этириладиган нагрузка (дастлабки нагрузка) 10 кГ га, иккинчи босқичда таъсир этириладиган нагрузка (асосий нагрузка) пўлат шар ишлатилганда 90 кГ га, олмос конус ишлатилганда С шкала учун 140 кГ га, А шкала учун эса 50 кГ га тенг бўлади.

Намунани синаш вақтида учликнинг вазиятлари 49-расмда тасвирланган.

Намунанинг қаттиқлиги шу намунага асосий нагрузка таъсир этирилганда ҳосил бўлган из чуқурлиги (h_2) ва дастлабки нагрузка таъсир этирилганда ҳосил бўлган из чуқурлиги (h_1) нинг айирмаси билан характерланади.

Роквелл прессинг схемаси 50-расмда кўрсатилган. Унда баландлиги 200 мм ва диаметри 240 мм гача бўлган намуна ёки буюмнинг қаттиқлигини аниқлаш мумкин. Намуна ёки буюмнинг қаттиқлиги қуйидагича аниқланади.

Намунани синашдан олдин, унинг қаттиқлик даражасига қараб, шпindelъ 1 га ё пўлат шар ёки олмос конус 2 маҳкамланади. Шундан кейин, тегишли нагрузка 9 қўйилади. Агар намунага олмос конус ботириладиган бўлса, тошларнинг учаласи ҳам қолдирилади (бунда нагрузка 150 кГ бўлади) ёки

тошларнинг энг остидаги биттаси қолдирилади (бунда нагрукка 60 кГ бўлади), агар намунага пулат шар ботириладиган бўлса, тошларнинг тепадагиси олиниб, пастдаги иккитаси қолдирилади (бунда нагрукка 100 кГ бўлади). Синаладиган намуна 4 таглик 3 га ўрнатилади ва чамбарак 6 соат стрелкаси юрадиган томонга айлантририлиб, намуна учликка тегизилади. Шундан кейин намунага дастлабки нагрукка берилади, бунинг учун маховик кичик стрелка (48-расмга қаранг) қизил нуқта рупарасига келгунча айлантририлади, бунда катта стрелка вертикал вазиятда ёки вертикалга яқин вазиятда туриши керак. Сунгра циферблат айлантририлиб, қора шкаланинг ноль бўлинмаси ёки қизил шкаланинг 30 бўлинмаси катта стрелканинг рупарасига келтирилади. Шунн ҳам айтиш керакки, қора шкаланинг ноль бўлинмаси катта стрелка рупарасига келганда қизил шкаланинг 30 бўлинмаси ҳам шу стрелка рупарасига келади, чунки қизил шкала қора шкаланинг ноль бўлинмасидан 30 бўлинма қадар силжиган. Агар намунага пулат шар ботириладиган, яъни ҳисоб қизил шкала бўйича юритиладиган бўлса, бунда ҳам стрелкани нолга қўйиш учун қора шкаладан фойдаланилади.

Бу ишларнинг ҳаммаси қилиб бўлингандан кейин даста 8 салгина босилиб, кетинга қайтарилса, асосий нагрукка автоматик равишда ишга тушади ва учлик намунага бота бошлайди. Учлик намунага бота борган сари циферблат стрелкаси ҳам бурила боради. Даста 8 тиракка етиб, стрелка тўхтагандан кейин даста кўтарилиб, дастлабки вазиятига келтирилади. Бунда асосий нагрукка олинган бўлади, дастлабки нагрукка эса қолади. Шу пайтда циферблатдан (тегишли шкаладан) намунанинг қаттиқлиги кўрилади, яъни намунага олмос конус ботирилган бўлса, қаттиқлик қора шкаладан, агар пулат шар ботирилган бўлса, қизил шкаладан ҳисоб қилинади. Шкаланинг ҳар бир бўлинмаси қаттиқликнинг битта бирлигига тенг бўлади ва учликнинг 0,002 мм ботишига тўғри келади. Шкалада 100 та бўлинма бор. Агар учликнинг намунага ботиш чуқурлиги 0,2 мм бўлса, бу шкала бўйича қаттиқлик ноль деб ҳисобланади, агар учликнинг ботиш чуқурлиги ноль бўлса, қаттиқлик 100 бирликка тенг бўлади, чунки циферблатдаги сонлар стрелканинг айланишига тескари йўналишда қўйилган, яъни учликнинг ботиш чуқурлиги ҳисоблаш қийматида тескари пропорционалдир. Шунинг учун асосий нагрукка таъсирида учликнинг ботиш чуқурлиги билан дастлабки нагрукка таъсирида ботиш чуқурлиги айирмаси $h_2 - h_1 = h$ бўлганда намунанинг Роквелл бўйича қаттиқлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$HR = 100 - \frac{h}{0,002} \quad (38)$$

Металл ва қотишмаларнинг қаттиқлигини Виккерс усулида аниқлаш. Қаттиқликни аниқлашнинг бу усулида қаттиқлиги аниқланиши керак бўлган намуна ёки

деталга ботириладиган жисм сифатида учудаги (қарама-қарши ёқлари орасидаги) бурчак 136° га тенг бўлган мунтазам тўрт ёқли олмос пирамида ишлатилади. Бундай пирамиданинг чизмаси 51-расм, *a* да кўрсатилган.

Виккерс бўйича қаттиқлик HV билан белгиланади ва кг/мм^2 билан, СИ да эса Н/м^2 ёки МН/м^2 билан ўлчанади. Металл ёки қотишманинг Виккерс бўйича қаттиқлигини топиш учун шу металл ёки қотишмадан тайёрланган намунага (деталга) олмос пирамида ботиришда таъсир эттирилган нагрузка (P) намунада (деталда) пирамида қолдирган изнинг юзи (F) га (51-расм, б) бўлинади:

$$HV = \frac{P}{F}. \quad (39)$$

Изнинг юзи

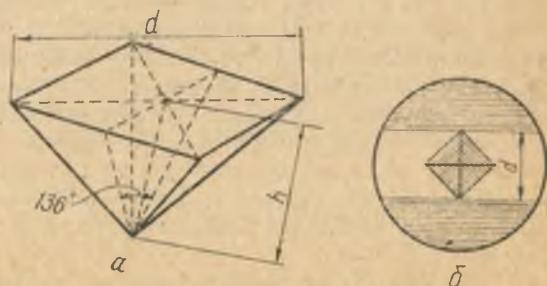
$$F = \frac{d^2}{2 \sin \frac{136^\circ}{2}} = \frac{d^2}{1,8544}$$

бўлганлигидан

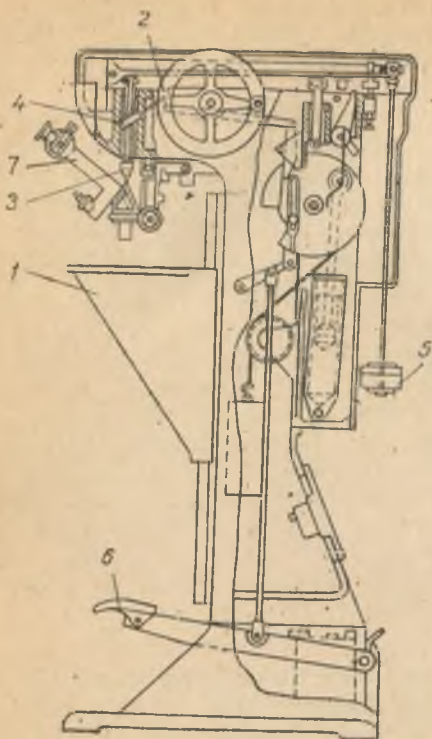
$$HV = \frac{P \cdot 1,8544}{d^2} \quad (39a)$$

бўлди, бу ерда d — изнинг диагонали.

Синашдан олдин, намуна ёки деталнинг синалиши керак бўлган жойи тозаланади ва эговлаиб, бирорта ҳам из қолмагунча жилвирланади (силлиқланади). Ана шу тарзда тахт қилинган намунага ботириладиган олмос пирамиданинг учудаги бурчак катта бўлганлиги учун, пирамиданинг намунада қолдирган изи саёз бўлишига қарамай, изнинг диагонали етарли даражада катта бўлади. Бу эса Диккерс усулининг аниқлигини оширади. Шу сабабли бу усул металл ва қотишмаларнинг юпқа қатламлари, масалан, углеродсизланган, юза тобланган, химиявий-термик ишланган, механикавий усулда пухталанган қатламларни, шунингдек, қалинлиги 0,3 мм гача бўлган юпқа листлар қаттиқлигини аниқлаш учун айниқса яроқлидир.



51-расм: *a* — намунага ботириладиган олмос пирамида; *б* — пирамиданинг намунада қолдирган изи.



52- расм. Виккерс асбобининг схемаси:

1 — стол; 2 — чамбарак; 3 — олмос пирамида;
4 — тушириш дастаси; 5 — нагрузка; 6 — пе-
даль; 7 — микроскоп.

биридан унча фарқ қилмайди, қаттиқлик Бринель бўйича 400 кГ/мм^2 дан юқорида эса HV нинг қиймати HV нинг қийматидан катта бўлади.

Металл ва қотишмаларнинг қаттиқлигини эластик қайтиш усулида аниқлаш. Металл ва қотишмаларни бу усул билан синашда уларнинг қаттиқлиги вертикал най ичида маълум баландликдан эркин тушувчи ургичнинг намунага урилиб, сўнгра қайтиш баландлигига қараб аниқланади. Металл ва қотишмаларнинг қаттиқлигини эластик қайтиш усулида аниқлаш учун ишлатиладиган приборлар склероскоп деб аталади ва икки хил бўлади. Улардан бири ургичи пневматик мослама ёрдами билан кўтариладиган прибор бўлса (53-расм, а), иккинчиси механикавий мослама ёрдамида кўтариладиган прибордир. Бундай приборлар 53-расм, б да тасвирланган.

Ургичнинг қайтиш баландлиги C типдаги приборда дара-

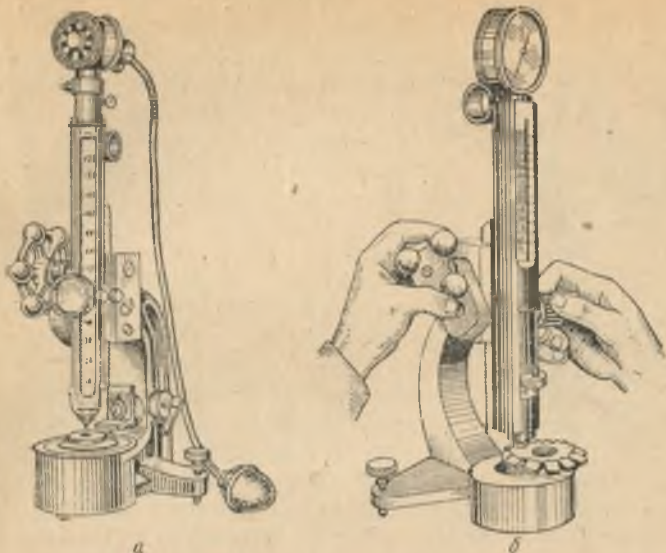
Бу усулда қаттиқликни аниқлаш учун ишлатиладиган прибор Виккерс приборидир. Виккерс приборининг схемаси 52-расмда тасвирланган. Бу приборда намуна ёки деталнинг қаттиқлиги қуйидагича аниқланади.

Синаладиган намуна ёки деталь стол 1 га ўрнатилади, чамбарак 2 айлантрилиб, олмос пирамида 3 га тегизилади. Шундан кейин даста 4 бурилса, нагрузка 5 ричаглар системаси орқали олмос пирамидани синалаётган намунага (деталга) ботиради. Синов тугагач, педаль 6 оёқ билан босилса, олмос пирамидадан нагрузка олинади.

Намунада (деталда) олмос пирамида қолдирган изнинг диагонали асбобнинг бир қисми бўлган микроскоп 7 ёрдамида ўлчанади.

Виккерс асбобида 5, 10, 20, 30, 50, 100 ва 150 килограммлик нагрузкалардан фойдаланилади.

Қаттиқлик Бринель бўйича $350\text{--}400 \text{ кГ/мм}^2$ гача бўлганда HV билан HV қийматлари бири-



53- расм. Металларнинг қаттиқлигини эластик қайтиш усулида аниқлаш асбоблари: *а* — *С* типидagi асбоб; *б* — *D* типидagi асбоб.

жаларга бўлинган шиша найдан қараш йўли билан, *D* типидagi прибор эса индикатор стрелкасининг оғишига қараб аниқланади. Индикаторнинг шкаласида 140 та бўлинма бўлади.

Бу приборлар ургичнинг синалаётган деталга урилиб, сўнгра қайтгандаги баландлиги шу деталь материалининг қаттиқлигини билдиради. Деталь материали қанча қаттиқ бўлса, унга урилган ургич қайтганда шунча баланд кўтарилади.

Бу приборлар ихчам бўлгани учун улардан лабораториялардагина эмас, балки лабораториялардан ташқарида, масалан, конструкцияларнинг ўзида, йирик деталларнинг қаттиқлигини аниқлашда ва бошқаларда ҳам фойдаланиш мумкин. Склероскопнинг афзаллиги яна шундаки, синаш вақтида деталлар сиртида ҳеч қандай из қолмайди.

Металл ва қотишмаларнинг қаттиқлигини зарб таъсирида шар ботириш усули билан аниқлаш. Металл ва қотишмаларнинг қаттиқлигини бу усулда аниқлаш учун 54- расмда тасвирланган прибордан (Польди приборидан) фойдаланилади.

Польди приборида намунанинг қаттиқлиги қуйидагича аниқланади.

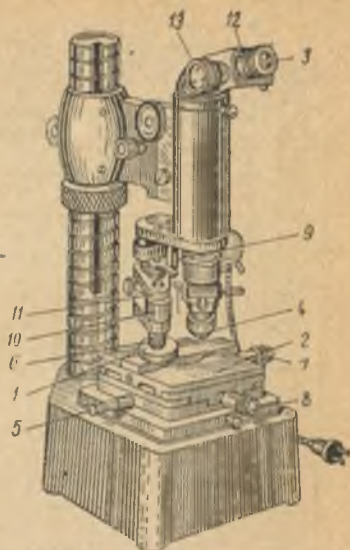
Диаметри 10 мм бўлган пўлат шар 1 ҳам намуна 2 га, эталон 3 га болғача зарби билан ботирилади. Эталоннинг қаттиқлиги маълум бўлади. Эталонни шарга ургич 4 пружина 5 таъсирида сиқиб туради. Йиғилган ҳолдаги прибор шари намуна усти-

тал металлографик микроскопга мослаштирилган махсус прибор ёрдамида аниқланади. ПМТ-3 приборнинг умумий кўриниши 55-расмда тасвирланган.

Синалиши керак бўлган металл ёки қотишмадан тайёрланган намуна (шлиф) 1 приборнинг столи 2 га ўрнатилиб унинг микроскопик тузилиши окуляр 3 ва объектив 4 ёрдамида кўрилади. Намунанинг қаттиқлиги аниқланадиган жойи иккита винт 7 ва 8 ёрдамида столни горизонтал ҳамда вертикал йўналишларда силжитиш йўли билан танлаб олинади. Шундан кейин стол даста 5 ёрдамида 180° бурилади. Намунанинг танлаб олинган жойига олмос пирамида 6 даста 9 ни тахминан 180° буриш йўли билан богирилади. Олмос пирамидага таъсир эттириладиган нагрузка (бир томони кескли. шайба) 10 юклаш механизми 11 нинг штогига киритилади. Намуна 5—10 секунд нагрузка таъсирида бўлгандан кейин даста 9 тескари томонга бурилиб, олмос пирамидадан нагрузка олинади, стол даста 5 ёрдамида 180° бурилиб, асли вазиятига, яъни намуна микроскоп объективи остига тўғри келадиган вазиятга келтирилади-да, намунада ҳосил бўлган изнинг диагонали ўлчанади.

Намунада ҳосил бўлган изнинг диагонали қуйидаги тартибда ўлчанади.

Окулярда қўзғалувчи ва қўзғалмас тўрлар, қўзғалмас тўрда шкала, қўзғалувчи тўрда эса қўш чизиқ (стрелка) бўлади. Микрометр 12 нинг барабани 13 айлантрилиб, қўзғалувчи тўрнинг чап бурчаги намунадаги изнинг ўнг бурчагига тўғриланади (56-расм, а), сўнгра қўш чизиқнинг шкала бўйича кўрсатиши билан микрометр барабанидаги лимбнинг кўрсатиши қайд қилинади. Бунинг учун қўш чизиқ шкаладаги қайси рақамлар орасида эканлиги аниқланади; қўш чизиқдан чапдаги рақам юзликларни билдирганлиги учун бу сонга барабан лимбининг кўрсатиши қўшилади. Масалан, қўш чизиқ 3 билан 4 рақамлар орасида турибди (56-расм, а), демак, қўш чизиқнинг кўрсатиши 300 дан ортиқ; қанча ортиқ



55-расм. ПМТ-3 асбобининг умумий кўриниши.



56-расм. Намунада олмос пирамида қолдирган изнинг диагоналини ўлчаш мисоли.

Қаттиқликнинг турли усуллар билан аниқланган қийматлари

Виккерс бүйица қаттиқлик HV	Бринель бүйица қаттиқлик HB (D = 10 мм; P = 3000 кГ)		Роквелл бүйица қаттиқлик HR			Виккерс бүйица қаттиқлик HV	Бринель бүйица қаттиқлик HB (D = 10 мм; P = 3000 кГ)		Роквелл бүйица қаттиқлик HR		
	d*	HB	HRC	HLC	HRA		d*	HB	HRC	HRB	HRA
1124	2,20	780	72	—	84	228	4,00	229	20	100	61
1116	2,25	745	70	—	83	222	4,05	223	19	99	60
1022	2,30	712	68	—	82	217	4,10	217	17	98	60
941	2,35	682	66	—	81	213	4,15	212	15	97	59
868	2,40	653	64	—	80	208	4,20	207	14	95	59
804	2,45	627	62	—	79	201	4,25	201	13	94	58
746	2,50	601	60	—	78	197	4,30	197	12	93	58
694	2,55	578	58	—	78	192	4,35	192	11	92	57
950	2,60	555	56	—	77	186	4,40	187	9	91	57
606	2,65	534	54	—	76	183	4,45	183	8	90	56
587	2,70	511	52	—	75	178	4,50	179	7	90	56
551	2,75	495	50	—	74	174	4,55	174	6	89	55
534	2,80	477	49	—	74	171	4,60	170	4	88	55
502	2,85	461	48	—	73	166	4,65	167	3	87	54
474	2,90	444	46	—	73	162	4,70	163	2	86	53
460	2,95	429	45	—	72	159	4,75	159	1	85	53
435	3,00	415	43	—	72	155	4,80	156	0	84	52
423	3,05	401	42	—	71	152	4,85	152	—	83	—
401	3,10	388	41	—	71	149	4,90	149	—	82	—
390	3,15	375	40	—	70	148	4,95	146	—	81	—
380	3,20	363	39	—	70	143	5,00	143	—	80	—
361	3,25	352	38	—	69	140	5,05	140	—	79	—
344	3,30	341	36	—	68	138	5,10	137	—	78	—
334	3,35	331	35	—	67	134	5,15	134	—	77	—
320	3,40	321	33	—	67	131	5,20	131	—	76	—
311	3,45	311	32	—	66	129	5,25	128	—	75	—
302	3,50	302	31	—	66	127	5,30	126	—	74	—
292	3,55	293	30	—	65	123	5,35	123	—	73	—
285	3,60	285	29	—	65	121	5,40	121	—	72	—
278	3,65	277	28	—	64	118	5,45	118	—	71	—
270	3,70	269	27	—	64	116	5,50	116	—	70	—
261	3,75	262	26	—	63	115	5,55	114	—	68	—
255	3,80	255	25	—	63	113	5,60	111	—	67	—
249	3,85	248	24	—	62	110	5,65	110	—	66	—
240	3,90	241	23	102	62	109	5,70	109	—	65	—
235	3,95	235	21	101	61	108	5,75	107	—	64	—

* d — намунада шар қолдирган изнинг диаметри, мм ҳисобида.

эканлигини билиш учун 300 га барабан лимбининг кўрсатиши-ни қўшиш керак. Барабан лимбининг кўрсатиши 62 дейлик. Бинобарин, кўрсатишлар йиғиндиси $300 + 62 = 362$ бўлади. Шундан кейин, микрометр барабани айлантририлиб, қўзғалувчи турнинг ўнг бурчаги изнинг чап бурчагига туғриланади (56-расм, б) ва қўш чизиқнинг кўрсатиши билан барабан лимбининг кўрсатиши аниқланиб улар бир-бирига қўшилади. Қўшиш натижа-

сида масалан, 242 чиққан бўлсин. Энди биринчи сон (362) дан иккинчи сон (242) айрилса, изнинг диагонали чиқади. Бизнинг мисолимизда изнинг диагонали $362 - 242 = 120$ бўлади. Бу сон микрометр барабани лимбининг 120 та бўлинмасига тенг. Из диагоналининг микрон ҳисобидаги узунлигини топиш учун лимб бўлинмалари сони (120) ҳар бир бўлинманинг микрон ҳисобидаги қийматига кўпайтирилиши керак. Лимбдаги ҳар бир бўлинманинг қиймати 0,3 микрон бўлганлигидан из диагоналининг узунлиги $120 \cdot 0,3 = 36$ микрон бўлади.

Намунада олмос пирамида қолдирган изнинг қиймати топилгандан кейин бу қиймат (39а) формулага қўйилса, намуна материалнинг микроқаттиқлиги чиқади.

5-жадвалда қаттиқликнинг турли усуллар билан аниқланган қийматлари келтирилган.

Металл ва қотишмаларнинг даврий равишда такрорланувчи нарузкаси чидамлилигини синаш. Материалнинг даврий равишда такрорланувчи, яъни катталиги ҳам, йўналиши ҳам ўзгариб турувчи нарузка таъсири остида толиқишга ёки синишга қаршилик кўрсата олиш хусусияти унинг *чидамлилиги* деб аталади. Металл ва қотишмаларнинг такрорланувчи нарузка ва, демак, такрорланувчи деформация ва кучланишларда синиши улар структурасининг ва хоссаларининг ҳамма ерида бир хил бўлмаслигидан келиб чиқади. Деталнинг оқувчанлик чегарасидан ошмайдиган ўртача кучланишларда шу деталда силжиш тарзидаги пластик деформацияланган ва, баъзан, микроскоп остидагина кўринадиган дарзлар ҳосил бўлган доналарни топиш мумкин. Бундай ҳодиса, айниқса, деталнинг сиртидаги, яъни эгилишда энг кўп чўзиладиган зонасидаги ёки кучланишлар тўпланган нутқталаридаги доналарга тааллуқлидир. Доналарда ҳосил бўлган микроскопик дарзлар кучланишлар концентратори бўлиб қолади. Даврий равишда такрорланиб турадиган, яъни ўзгарувчан кучланишлар бўлганда, деталнинг бирор нуқтасида вужудга келган силжиш ёки микроскопик дарзлар ўсиб, деталь кесимининг тобора кўп қисмига тарқалади. Дарз ўса борган сари деталнинг кесим юзи кичрайиб, кучланиш тўхтовсиз ўсади. Дарзнинг ўсиши маълум даражага етгач, деталнинг кесими нарузкага бардош бера олмайди ва деталь синади. Детални кучсизлантирувчи дарзнинг ўсиш ҳодисаси деталь материалнинг *толиқиши* деб аталади. Аммо катталиги маълум қийматдан кичик бўлган кучланишлар ҳатто чексиз равишда такрорланса (ўзгарса) ҳам деталда дарзлар ҳосил қилмайди. Нарузка даврий равишда, ҳар қандай цикл билан таъсир этганда деталда дарзлар ҳосил бўлишига олиб бормайдиган энг катта кучланиш шу деталнинг *чидамлилик чегараси* деб аталади.

Амалда, машиналарнинг бир қатор деталлари, конструкцияларнинг баъзи элементлари, масалан, турли валлар, ўқлар, шатун, рессора, пружина, рельс, балка ва бошқалар даврий равишда такрорланувчи нарузкалар таъсирида ишлайди.

Ишлаш вақтида катталиги жиҳатидан ҳам, йўналиши (ишораси) жиҳатидан ҳам ўзгарувчи ана шундай нагрузка таъсирида бўладиган деталларнинг пухталигини статикавий нагрузка таъсирида синаш йўли билан аниқлаб бўлмайди, шунинг учун уларнинг чидамлилик чегарасини аниқлаш зарурати туғилади.

Чидамлилик чегарасини аниқлаш учун улчамлари ва шакли ҳар хил бўлган намуналардан фойдаланилади. Аммо доиравий кесимли намуналар энг кўп ишлатилади.

Металл ва қотишмаларнинг чидамлилик чегарасини деформациянинг ҳар қандай туридан: чўзиш-сиқиш, бураш, эгиш турларидан фойдаланиб аниқлаш мумкин. Аммо чидамлилик чегарасини аниқлашнинг энг кўп тарқалган усули намунани айлантириб туриб эгиш усулидир.

Намуна айлантирилиши натижасида кучланишларнинг симметрик цикли вужудга келади. Цикллар сони (нагрузканинг ўзгаришлари сони), масалан, пўлат учун шартли равишда $n = 5 \cdot 10^6$, қўйма енгил қотишмалар учун $n = 20 \cdot 10^6$ қилиб олинади. Чидамлилик чегарасининг қиймати намуна юзасининг ҳолатига, металмас қўшимчалар билан ифлосланганлик даражасига, металл ёки қотишманинг структурасига, деталнинг шаклига ва бошқаларга боғлиқ бўлади.

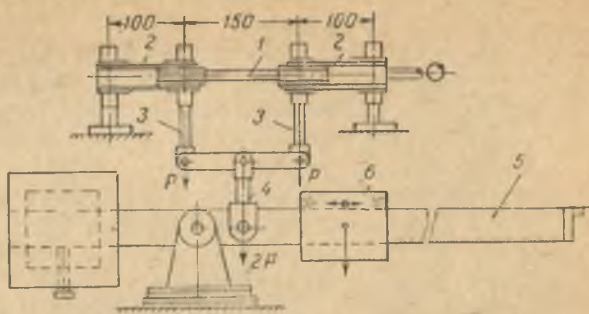
Намунага маълум қийматдан ортиқ циклик нагрузка таъсир эттирилганда намуна бирданига синади, бунда кучланишлар қиймати нагрузка бир йўла таъсир эттирилгандаги кучланишлар қийматидан анча кичик бўлади.

Толиқиш (чидамлилик) чегарасини аниқлаш учун, синалдиган намунага катталиги ҳам, ишораси ҳам ўзгарувчи, нагрузка таъсир эттирилади, бу нагрузка намуна материалининг чидамлилик чегарасидан ортиқ қилиб олинади. Шундан кейин нагрузка секин-аста пасайтирилиб, цикллар сони тегишлича бўлганда намуна синадиган максимал кучланишга эришилади.

Деталнинг чидамлилик чегараси қийматига шу деталь сиртининг ҳолати катта таъсир этади, чунки энг катта кучланиш (зўриқиш) деталнинг сиртида ҳосил бўлади ва дарзларнинг ўсиши, кўпинча, деталнинг сиртидан бошланади. Деталь сиртидаги тирналган жойлар ва бошқа шикастлар кучланишнинг шу ерга тўпланишига сабаб бўлиб, деталнинг чидамлилик чегарасини пасайтиради.

Металл ва қотишмаларнинг чидамлилик чегарасини аниқлаш учун улардан намуналар тайёрланади-да, улар махсус машиналарда синаб кўрилади. Ана шундай машиналардан бирининг схемаси 57-расмда кўрсатилган.

Бу машинада намуна қуйидаги тартибда синалади. Намуна 1 шпинделлар 2 даги уяларга маҳкамланади. Шпинделларга айланма ҳаракат двигателдан эгилувчан вал орқали узатилади. Намуна икки таянчга ўрнатилган балка каби ишлайди, намуна-



57- расм. Намунанинг соф эгилишдаги чидамлик чегарасини аниқлаш машинасининг схемаси.

га симметрик ва бир-бирига тенг иккита (P ва P) куч таъсир эттирилади, бу кучлар юкли ричагдан шарнир воситасида бириктирилган ричаглар 3, ва 4 орқали берилади. Синалаётган намунага таъсир этадиган P кучнинг қийматини ўзгартириш учун ричаг 5 даги юк 6 ўнг ёки чап томонга силжитилади. Синалаётган намуна барча нуқталаридан бир хил эгувчи момент таъсирида эгилади.

Ўзгарувчан кучлар таъсир эттириш йўли билан металл ва қотишмаларнинг чидамлик чегарасигина аниқланиб қолмай, балки уларнинг циклик қовушоқлиги ҳам аниқланади. Металл ва қотишмаларнинг ўзгарувчан нагруккалар таъсир этганда энергиянинг бир қисмини ютиб, иссиқликка айлантира олиш хусусияти уларнинг *циклик қовушоқлиги* деб аталади. Металл ёки қотишманинг циклик қовушоқлиги қанчалик юқори бўлса, ундаги тобранишлар шунчалик тез сунади. Демак, циклик қовушоқлиги юқори қотишмалардан ишлаш вақтида титрайдиган деталлар, масалан, тирсакли валлар, ҳаво винти парраклари, турбина кураклари ва шу кабилар тайёрланади.

Металл ва қотишмаларнинг ёйилувчанлигини (ўз-ўзидан чўзилувчанлигини) аниқлаш. Металл ва қотишмаларга юқори температураларда статик (ўзгармас) нагрукка узоқ вақт таъсир эттирилса, уларнинг механикавий хоссалари кучли даражада ўзгаради, бунинг сабаби шуки, металлда ички ўзгаришлар содир бўлиб, бу ўзгаришлар юқори температура билан нагрукканинг биргаликдаги таъсири остида тезлашади.

Металл ва қотишмаларга юқори температураларда нагрукка узоқ вақт таъсир эттирилганда уларда ниҳоятда муҳим иккита ҳодиса: ёйилувчанлик ва иссиқдан мўртлашувчанлик деб аталадиган ҳодисалар рўй беради.

Металл ва қотишмаларнинг ўзгармас нагруккада юқори температураларда секин-аста пластик деформацияланиш хусусияти *ёйилувчанлик* деб аталади. Ўзгармас нагруккада юқори температураларда металл ва қотишмалар пластиклигининг пасайиши *иссиқдан мўртлашувчанлик* дейилади. Иссиқдан мўртлашувчан-

лик деформация даражасига қараб ўзгаради.

Металл ва қотишмаларнинг ёйилувчанлиги улардан тайёрланган намуналарни чўзиш, бураш, эгиш йўли билан синалиши мумкин. Энг кўп тарқалган усул синалиши керак бўлган металл ёки қотишмадан тайёрланган намунали қиздирилган ҳолда ўзгармас нагрузка таъсири 58-расмда тасвирланган схема асосида узоқ вақт чўзиш усулидир.

Бу усулда намуна 1 нинг икки каллаги қисқичлар 5 га маҳкамланиб, печ 2 га урнатилади-да, тегишли температурагача қиздирилади. Намунага нагрузка ричаглар воситасида таъсир эттирилади. Температура термоэлектрик ёки оптикавий пирометр ёрдами билан, деформация эса индикатор ёки кўзули махсус прибор (экстензометр) билан ўлчанади.

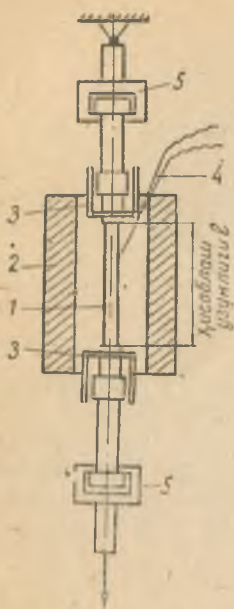
Бир металл ёки қотишманинг ўзидан ясалган намуна бир температуранинг ўзиде, аммо ҳар хил нагрузкаларда синаб кўриلسа, унинг ёйилувчанлик тезлиги турлича бўлади. Бир температуранинг ўзиде нагрузка (кучланиш) қанча кичик бўлса, ёйилувчанлик тезлиги шунча кичик бўлади ва намуна шунча узоқ вақт чидайдди.

Металл ва қотишмаларнинг ёйилувчанлиги ёйилувчанлик чегараси деб аталадиган катталиқ билан характерланади.

Металл ва қотишмаларнинг ёйилувчанлик чегараси узоқ давом этадиган шундай энг катта кучланиш билан характерланадики, бу кучланишда ўзгармас температурада унинг деформацияланиш (ёйилувчанлик) тезлиги нолга тенг бўлиб қолади.

Металл ва қотишмаларнинг ёйилувчанлик чегараси билан боғлиқ бўлган яна бир механикавий хоссаси уларнинг *узоқ давом этадиган пухталигидир*. Металл ёки қотишмадан тайёрланган намуна ўзгармас температурада маълум вақт ўтгандан кейин узиб юборадиган кучланиш шу намуна материалининг узоқ давом этадиган пухталигини ифодалайди.

Юқорида келтирилган характеристикалар металл ва қотишмаларнинг иссиқбардошлиқ, яъни юқори температураларда механикавий нагрузкалар таъсирига бардош бера олиш ёки бардош бера олмаслик хусусиятини кўрсатади. Шунинг учун бу характеристикалар машиналарнинг юқори температураларда механикавий нагрузкалар таъсирида ишлайдиган деталлари учун ниҳоятда муҳимдир.



58-расм. Намунанинг ёйилувчанлигини синаш схемаси:

1 — намуна; 2 — печь; 3 — деформацияни ўлчаш асбобининг бир қисми; 4 — термопара; 5 — қисқичлар.

Металл ва қотишмаларнинг едирилишга чидамлилигини аниқлаш. Баъзи деталлар, масалан, цилиндрлар сирпаниш подшипниклари, тормоз қурилмаларининг айрим деталлари, поршень ҳалқалари ва бошқалар иш жараёнида ишқаланади. Ана шундай деталлар тайёрлаш учун ишлатиладиган металл ва қотишмаларнинг ишқаланишда едирилишга қанчалик бардош бера олиши синаб кўрилади.

Деталлар ўзаро ишқаланганда уларнинг ишқаланувчи юзларидан металл зарралари едирилиб, деталларнинг оғирлиги камаяди.

Деталларнинг ишқаланиш жараёнида қанчалик едирилиши тўғрисида аниқ маълумот олиш учун, улар қандай шароитда ишласа, худди шундай шароитда синаб кўрилиши керак.

Металл ва қотишмаларнинг едирилишга чидамлилиги турли усуллар билан синалади. Деталларнинг ишқаланувчи юзаларини ишқаланишдан олдин ва ишқалангандан кейин аниқ ўлчаш усули, ишқаланувчи деталларни ишқаланишдан олдин ва ишқалангандан кейин аниқ тортиб кўриш усули, из қолдириш усули ана шундай усуллар жумласидандир. Из қолдириш усулининг моҳияти шундан иборатки, бунда деталнинг ишқаланувчи юзасига металлларнинг қаттиқлигини аниқлашда ишлатиладиган олмос пирамида ботирилиб, маълум чуқурликдаги из қолдирилади. Деталнинг шу юзаси ишқаланган сари из секин-аста кичирая боради. Изнинг кичрайишига қараб, деталь юзасининг ейлиш даражаси аниқланади.

Металл ва қотишмаларнинг едирилишга чидамлилигини аниқлаш учун турли конструкциядаги машиналардан фойдаланилади. Бу машиналар металлнинг металлга, металлнинг абразив материалга ишқаланишида едирилиш (ейилиш) даражасини аниқлашга имкон беради.

6-жадвалда баъзи металл ва қотишмаларнинг механикавий хоссалари келтирилган.

4-§. Металл ва қотишмаларнинг технологик хоссалари

Металл ва қотишмаларнинг технологик хоссалари жумласига уларни технологик ишлаш, яъни қуйиш, болғалаш, пайвандлаш, кесиб ишлаш учун яроқлилик даражасини кўрсатувчи хоссалар, масалан, киришувчанлик, суюқ ҳўлатда оқувчанлик, болғаланувчанлик, пайвандланувчанлик, кесиб ишланувчанлик хоссалари ва бошқалар киради.

Киришувчанлик. Қолипнинг ўлчамлари ва шу қолипга қуйиш йўли билан ҳосил қилинган қуйманинг ўлчамлари орасидаги фарқ *киришувчанлик* деб аталади ва % билан ўлчанади. Ҳар хил қотишмаларнинг киришувчанлиги турлича бўлади. Масалан, оқ чўяннинг киришувчанлиги 1,5—1,75%, пўлатники —1,4—2,2%, кул ранг чўянники —0,5—1,25%, мис

Баъзи металл ва қотишмаларнинг механикавий хоссалари

Металл ва қотишманинг номи	Механикавий хоссалари						
	чўзилишдаги муштаҳкамлик чегараси, σ_B		нисбий узайиши δ , %	нисбий торайиш ψ , %	қаттиқлиги	зарбий қовушқоқлиги, a_n	
	кг/мм ²	МН/м ²				кг/м/см ²	кЖ/м ²
Алюминий	9,0	90	25,0	80,0	HB = 25	—	—
Бронза БрОЦ 10-1	30,0	300	3,0	—	HB = 90	—	—
Бронза БрОЦС5-5-5	25,0	250	4,0	—	HB = 60	—	—
Бронза БрА 7	60,0	600	10,0	—	HB = 40—60	—	—
Ванадий (0,012 % О ва 0,008 % N)	22,1	221	17,0	75,0	HV = 84	—	—
Ванадий (0,08 % О, 0,04 N, 0,05 % С)	38,5	385	32,0	72,0	HV = 150	—	—
Вольфрам	~50,0	~500	—	—	HB = 320	—	—
Кобальт	47,0	470	3,5	4,6	HB = 154	—	—
Латунь Л 90	26,0	260	45,0	80,0	—	—	—
Мис	24,0	240	50,0	75,0	HB = 35	18,0	1800
Молибден	70,0	700	23,0	40,0	HRB = 90	—	—
Никель	49,3	493	26,0	72,0	HB = 65	40,0	4000
Пўлат Ст. 5	5,00-62,0	500 - 620	15,0 - 21,0	—	—	—	—
Пўлат 20 Л	42,0	420	23,0	35,0	—	5,0	500
Пўлат 25 (нормаланган)	48,0-58,0	480 - 580	24,0	50,0	—	10,0	1000
Пўлат 30ХГТ (тобланиб, сўнгра бўшатилган)	150,0	1500	9,0	45,0	HB = 229	6,0	600
Рух	4,0—5,0	40—50	5,0—10,0	7,0	HB = 30—40	0,7	70
Темир	25,0	250	50,0	85,0	HB = 80	30,0	3000
Титан	38,0	380	36,0	64,0	HB = 115	—	—
Хром	30,0	300	10,0	3,0	HB = 100	0,2	20
Чўян СЧ 12-28	12,0	120	—	—	HB=143-229	—	—
Чўян ВЧ 60-2	60,0	600	2,0	—	HB=197-269	2,0	200
Чўян КЧ 35-10	35,0	350	10,0	—	HB = 163	—	—
Қалай	2,8	28	40,0	71,0	HB = 5—8	5,5	550
Қўрғошин	1,4	14	50,0	100,0	HB = 2—4	2,5	250

қотишмалариники —0,8—1,6%, алюминий қотишмалариники —0,3—1,2%, магний қотишмалариники —0,3—1,2%.

Суюқ ҳолатда оқувчанлик. Металл ва қотишмаларнинг суюқ ҳолатда қолипни тўлдирати олиш хусусияти *суюқ ҳолатда оқувчанлик* деб аталади. Металл ёки қотишманинг суюқ ҳолатда оқувчанлиги қанчалик юқори бўлса, у суюқлантирилганда қолипнинг юпқа ва ингичка жойларини шунчалик яхши тўлдирати.

Болғаланувчанлик. Металл ва қотишмаларнинг болғалаш, штамплаш ва прокатлаш вақтида уз шаклини емиримай узгартирати олиш хусусияти *болғаланувчанлик* деб аталади. Металл ёки қотишма босим билан ишланганда қанчалик юқор

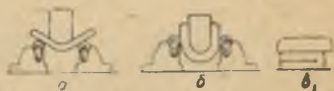
даражада деформацияланиб, бу деформация учун зарур бўлган куч қанчалик кичик бўлса, унинг болгаланувчанлиги шунчалик юқори бўлади.

Пайвандланувчанлик. Металл ва қотишмаларнинг пайвандлашда пухта ва зич бирикма ҳосил қила олиш хусусияти *пайвандланувчанлик* деб аталади. Пайванд чокнинг механикавий хоссалари қанчалик юқори, унинг структураси қанчалик бир жинсли, пайвандлаш вақтида ғоваклар ва бошқа нуқсонлар қанчалик кам ҳосил бўлса, пайвандланувчанлик шунчалик юқори бўлади.

Кесиб ишланувчанлик. Вақт бирлиги ичида ёки маълум иш сарф қилинганда энг куп йуниб туширилган қиринди оғирлиги билан баҳоланадиган миқдор *кесиб ишланувчанлик* дейилади.

Металл ва қотишмаларнинг технологик хоссаларини аниқлаш учун улар турли усуллар билан синаб кўрилади. Технологик синовлар ўтказиш усуллари мураккаб бўлмайди ва кузатиладиган хоссаларни аниқ ўлчашни талаб этмайди. Технологик синовларнинг баъзилари стандартлаштирилган, яъни улар муайян қондалар асосида ўтказилади. Стандартлаштирилган синовлар жумласига, масалан, букилувчанликни синаш, совуқ ҳолатда чукувчанликни синаш, ботилувчанликни синаш ва бошқалар киради.

Металл ва қотишмаларнинг букилувчанлигини синаш. Металл ва қотишмаларнинг букилувчанлигини синашдан мақсад уларнинг белгиланган ўлчамда ва шаклда букила олиш хусусиятини аниқлашдан иборат. Букилувчанлигини синаш учун металл ёки қотишмадан арра, фреза ёки кескич ёрдамида бўйи $l = 5a + 150$ мм ва эни $b = 2a$ мм намуна қирқиб олинади, бу ерда a — синаладиган металл ёки қотишманинг қалинлиги.



59-расм. Намунанинг букилувчанлигини синаш схемаси.

Материалнинг турига ҳамда вазифасига кўра, намуна турлича: маълум бурчак ҳосил қилгунча (59-расм, *а*), томонлари параллел вазиятга келгунча (59-расм, *б*) ёки иккала томони жипслашгунча (59-расм, *в*) букилади. Бунинг учун намуна иккита таянч роликка қўйилиб, унинг қоқ ўртасига 59-расм, *а* ва *б* да кўрсатилганидек оправка ёки 59-расм, *в* да кўрсатилганидек нагрузка таъсир эттирилади. Намунани букиш учун пресс ёки тискидан фойдаланилади.

Ишлаш вақтида эгиладиган қовушоқ материалларнинггина букилувчанлиги синалади. Бу усул пайванд чокнинг сифатини, металл ва қотишмаларнинг пайвандланувчанлигини синашнинг энг қулай усулидир.

Намуна совуқлайин ҳам, қиздириб туриб ҳам синалиши мумкин.

Синовдан ўтказилган намунада дарз кетган, қаватларга ажралган, синган жойлар ва бошқа нуқсонлар бўлмаса, намуна материали букилишга бардош берган бўлади.

Металл ва қотишмаларнинг такрор букилувчанлигини синаш. Металл ва қотишмаларнинг такрор букилувчанлигини синашдан мақсад уларнинг букилиб-тўғриланишга қанчалик бардош беришини аниқлашдан иборат. Бу усул диаметри 0,8 дан 7 мм гача бўлган сим ва чивиқлар, шунингдек, қалинлиги 5 мм гача бўлган листлар учун қўлланилади.

Металл ва қотишма листларининг такрор букилувчанлигини синаш учун улардан эни $b=2h+10$ мм (h — листнинг қалинлиги), узунлиги $l=150$ мм ли намуна қирқиб олинади.

Намуна асбобнинг жағлари орасига сиқилиб, гоҳ бир томонга, гоҳ иккинчи томонга 90° букилади (60-расм).

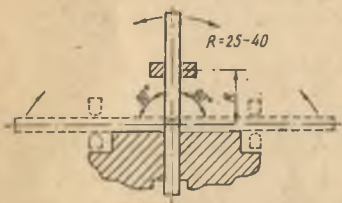
Намуна такрор букилишга фақат совуқ ҳолатда синалади. Намунанинг 90° га букиб, яна асли вазиятига қайтариш битта такрор букиш бўлади. Такрор букиш процесси минутига 60 чамаси такрор букиш тезлигида то намуна сингунча давом эттирилади.

Металл ва қотишмаларнинг ботилувчанлигини синаш. Металл ва қотишмаларнинг ботилувчанлигини синашдан кўзда тутилган мақсад улардан тайёрланган юпқа листларнинг (тунукаларнинг) совуқлайин штамплана олиш хусусиятини аниқлашдан иборатдир. Бунинг учун ботилувчанлиги синаладиган лист ёки лентадан квадрат шаклида қилиб намуна қирқиб олинади. Синаладиган намуналарнинг, тегишли матрица ва пуансонларнинг ўлчамлари қуйидаги жадвалда берилган.

Қирқиб олинган намуна синаш приборининг (Эриксен приборининг) матрицаси устига қўйилиб, қисқич билан қисилади. Шундан кейин

намунада биринчи дарз ҳосил бўлгунча унга пуансон таъсир эттирилади. Намунани синаш схемаси ва Эриксен приборининг умумий кўриниши 61-расмда тасвирланган.

Намунанинг биринчи дарз ҳосил бўлгунча ботилиш чуқурлиги шу намуна материалининг пластиклигини кўрсатади.



60-расм. Такрор букилувчанлик-ни синаш хемаси.

Синаладиган листнинг қалинлиги, мм	Намуна томонининг узунлиги, мм	Матрицанинг ички диаметри, мм ₁	Пуансоннинг диаметри, мм
2 дан 4 гача	70 дан 90 гача	27	14
1,5 „ 2 „	70 „ 90 „	27	20
1,0 „ 1,5 „	10 „ 20 „	5	3

Кам углеродли
конструкцион
пўлат



Ўртача углерод-
ли конструкцион
пўлат



Қўп углеродли
конструкцион
пўлат



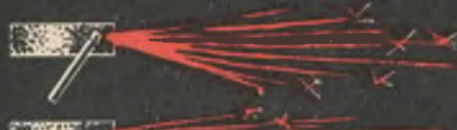
Углеродли
асбодсозлик
пўлати



Марганецли
пўлат



Тезкесар
пўлат



Вольфрамли
пўлат



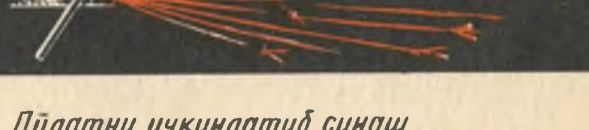
Кремнийли
пўлат



Хромли
пўлат



Хром-никелли
пўлат

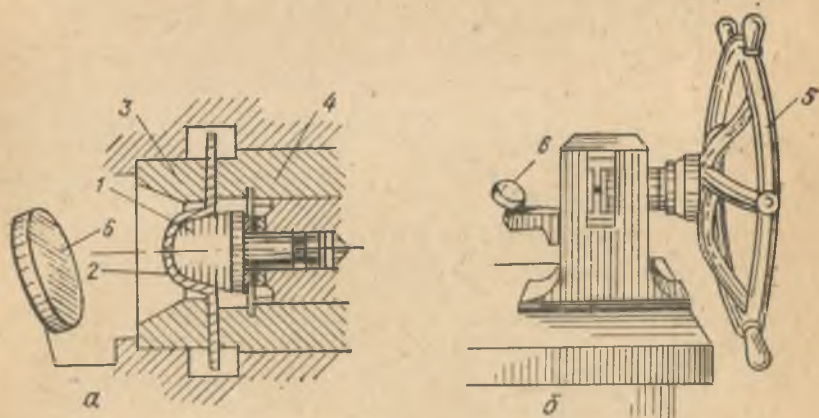


1. Пўлатни учқунлатиб синаш

Пуансон намунага чамбарак ёрдамида минутага 16—10 мм тезлик билан таъсир эттирилади, дарз ҳосил бўлиш пайти эса кўзгу ёрдамида аниқланади.

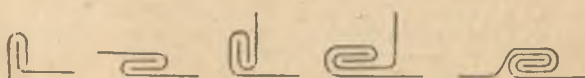
Металл ва қотишмаларнинг чокланувчанлигини (қўш қулф ҳосил қилиб букилишини) синаш (62- расм). Лист материалларнинг чокланувчанлигини синашдан кўзда тутиладиган мақсад, масалан, том ёпиш ишларида тунукалар четининг синмай букилиш-букилмаслигини аниқлашдан иборат. Чокланувчанликка қалинлиги 0,8 мм гача бўлган тунука намуналари совуқлайин синаб кўрилади. Синаш тартиби қуйидагича: икки бўлак намунанинг четлари букилиб, бир-бирига зич уланади-да, букилган жойлар маълум бурчакка яна қайрилади, шундан кейин, қайрилган жойлар тахта тагликка қўйилиб тўғриланади. Тунукаларнинг четини неча марта қайириш кераклиги техникавий шартларда кўрсатилган бўлади. Синов натижасида мутлақо бешикаст чиққан намуна яроқли деб топилади.

Пулатни учқунлатиб синаш. Бу усулдан пулатнинг химиявий таркибини тақрибан аниқлаш учун фойдаланилади. Бунинг учун пулат намунаси чарх тошда чархланади ва чиққан учқуннинг ранги ҳамда шакли кузатилади (I рангли расм).



61- расм Ботилувчанликни синаш:

а — синаш схемаси; б — синаш приборининг умумий кўриниши; 1 — пуансон, 2 — намуна, 3 — матрица, 4 — қисқич, б — чамбарак, б — кўзгу.

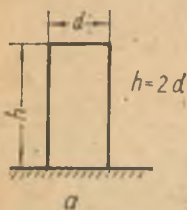


62- расм. Қўш қулф ҳосил қилиб букилишни синаш.

Пулат чархланганда чиққан учқунларда оч тусли юлдузчалар қанча кўп бўлса, демак, бу пулатда углерод миқдори шунча кўп. Пулат чархланганда чиққан тўқ сариқ учқун пулатда хром борлигини, қизил учқун эса вольфрам борлигини билдиради ва ҳоказо.

Металл ва қотишмаларнинг чуқувчанлигини синаш. Металл ва қотишмаларнинг чуқувчанлигини синашдан мақсад уларнинг совуқ ҳолатда қанчалик деформацияланишини (сиқилишини) аниқлашдан иборат. Бу усул болғаланиши керак бўлган ва болт, парчин мих каби деталлар тайёрлашга мўлжалланган металл ва қотишмалар учун қўлланилади.

Металл ва қотишмаларнинг чуқувчанлигини синаш учун улардан $n=2d$ ўлчамли намуна қирқиб олинади-да, бу намуна техникавий шартда берилган даражагача ($h_1 = \lambda h$ бўлиб қолгунча) болғача ёки болға билан чуқтирилади. Бунда x нинг қиймати $1/2$, $1/3$ ёки $2/3$ бўлиши мумкин. Шу тариқа синалган намунада дарзлар, ёриқлар, синиқлар ва шу каби нуқсонлар бўлмаса, бу намуна материали яроқли деб топилади. Намунанинг чуқтиришдан олдинги ва чуқтирилгандан кейинги ўлчамлари 63-расмда кўрсатилган.



63- расм. Намунанинг совуқ ҳолатда чуқувчанлигини синаш:

а — чуқтиришдан олдинги намуна; б — чуқтирилгандан кейинги намуна.

Савол ва топшириқлар

1. Металл ва қотишмаларнинг солиштирма оғирлиги қандай аниқланади? Мисоллар келтиринг.
2. Металл ва қотишмаларнинг суюқланиш температураси нима? Металл ва қотишмаларнинг суюқланиш температурасини билиш қандай технологик процесслар учун зарур?
3. Металл ва қотишмаларнинг чизигий кенгайиш коэффициенти нима?
4. Металл ва қотишмаларнинг солиштирма иссиқлик сиғими нима?
5. Металл ва қотишмаларнинг солиштирма иссиқлик ўтказувчанлиги нима?
6. Металларни қиздириш режимига уларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги қандай таъсир этади?
7. Металл ва қотишмаларнинг асосий электрик ва магнитавий хоссаларини айтиб беринг.
8. Металл ва қотишмаларнинг химиявий хоссаларини айтиб беринг.
9. Металл ва қотишмаларнинг механикавий хоссаларига таъриф беринг.
10. Металл ва қотишмаларнинг чузилишдаги мустаҳкамлиги нима?
11. Универсал узиш машинаси қандай тузилган ва қандай ишлайди?
12. Металл ва қотишмаларни универсал узиш машинасида синашда уларнинг эластиклик, оқувчанлик ва мустаҳкамлик чегаралари қандай аниқланади?
13. Чузилиш диаграммасининг аҳамиятини айтиб беринг.
14. Металл ва қотишмаларнинг эластиклик модули нима?
15. Металларнинг сиқилишдаги мустаҳкамлик чегараси қандай аниқлаша-

ди? Қирқилишдаги мустақкамлик чегараси-чи? Буралишдаги мустақкамлик чегараси-чи?

16. Металл ва қотишмаларнинг зарбий қовушоқлиги қандай аниқланади?
17. Маятникли копёрнинг тузилиши ва ишлаш принципини айтиб беринг.
18. Металл ва қотишмаларнинг қаттиқлиги Бринель усулида қандай аниқланади? Роквелл усулида-чи? Виккерс усулида-чи?
19. Металл ва қотишмаларнинг микроқаттиқлиги қандай аниқланади?
20. Польша асоби қандай тузилган?
21. Металл ва қотишмаларнинг даврий равишда такрорланувчи нагрузкаларга чидамлилиги қандай синалади?
22. Металл ва қотишмаларнинг едирилишга чидамлилиги қандай синалади?
23. Металл ва қотишмаларнинг технологик хоссаларини айтиб беринг ва стандарт синовларга мисоллар келтиринг.

III БОБ

ТЕМИР — УГЛЕРОД ҚОТИШМАЛАРИ

1-§. Умумий маълумот

Барча металлларнинг қора ва рангли металлларга бўлиниши I бобда айтиб утилган эди. Қора металлларга, асосан, темир ва унинг қотишмалари киради. Темир қотишмаларининг энг муҳимларини ҳозирги замон машинасозлигининг асоси бўлган пўлат билан чуян ташкил этади. Пўлат билан чуян эса темир—углерод қотишмаларидир.

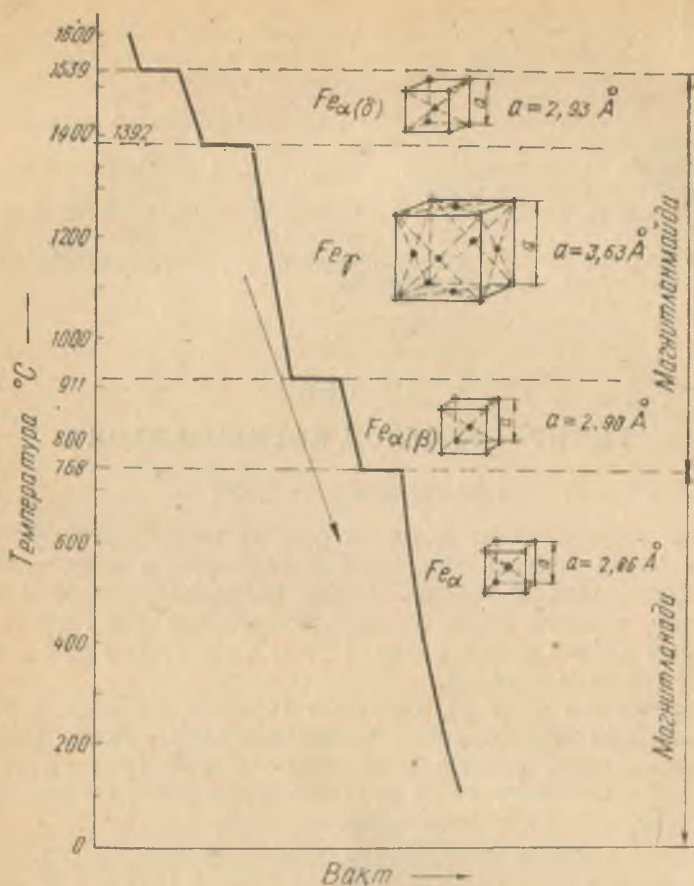
Пўлат билан чуян ўз химиявий таркиби жиҳатидан мураккаб, яъни кўп компонентли қотишмалардир. Аммо уларнинг таркибига иккита асосий компонент — темир (Fe) ва углерод (C) киради, шунинг учун бу қотишмаларни темир билан углерод қотишмалари деб қараш мумкин.

Темир — углерод қотишмаларининг тузилишини, бу қотишмалар қиздирилганда, совитилганда ва бошқа усуллар билан ишланганда уларда қандай ўзгаришлар содир бўлишини ўрганиш соҳасида ватанимиз фанининг хизмати катта. Улуғ рус олими Д. К. Черновнинг кашфиётлари туфайли, пўлат ва чуян ишлаб чиқариш ҳамда уларни термик ишлаш пухта илмий асосга эга бўлиб қолди.

Д. К. Черновнинг тадқиқотлари темир — углерод қотишмаларининг ҳолат диаграммасини, шунингдек, темир — углерод қотишмаларини ўрганишга асос бўлди ва металлшунослик фани пайдо бўлишига олиб келди.

2-§. Темир — углерод қотишмаларининг ҳолат диаграммаси

Темир — углерод қотишмаларининг ҳолат диаграммасини ўрганиш амалий жиҳатдан ғоят катта аҳамиятга эга, чунки пўлат ва чуянни термик ишлаш, пўлат ва чуян билан боғлиқ бўлган



64- расм. Темирнинг совиш эгри чизмги ва кристалл панжаралари.

технологик процессларнинг бошқа баъзи турлари ана шу диаграммага асосланади.

Темир билан углерод химиявий бирикиб, Fe_3C^* таркибли химиявий бирикма ҳосил қилади. Шунинг ҳам айтиб ўтиш кераки, амалда ишлатиладиган темир — углерод қотишмаларининг таркибида кўпи билан 5% углерод бўлади. Бундан ташқари, темир — углерод системаси ҳолат диаграммасининг 6,67% дан ортиқ углеродга эга бўлган қотишмаларга оид қисми яхши текширилган эмас. Шунинг учун биз диаграмманинг 6,67% углеродли қотишмагача (Fe_3C гача) бўлган қисминигина кўриб чиқамиз ва бунда Fe билан Fe_3C ни системанинг компонентлари деб ҳисоб-

* Fe_3C таркибли химиявий бирикмани, яъни темир карбидини цементит деб аташ қабул қилинган.

лаймиз. Шундай экан, Fe—Fe₃C системасининг ҳолат диаграммасини кўриб чиқишдан олдин темир ва цементитнинг тузилиши ва хоссалари билан танишиб чиқишимиз керак.

Темир ва унинг хоссалари. Одатда, темир ҳеч қачон мутлақо тоза ҳолатда бўлмайди, унга ҳамма вақт бошқа элементлар аралашган бўлади. Ҳозирги вақтда илмий текшириш ишлари учун таркибида 0,01% ва, ҳатто, ундан ҳам кам қўшимчалар бўладиган темир ҳосил қилиш усули мавжуд. Бундай темирни текширишга камдан-кам ҳоллардагина эҳтиёж туғилади. Кўпчилик ҳолларда техникавий темир деб аталадиган темир текширилади, бундай темир эса ҳозир мартен печларида кўп миқдорда олиниши мумкин. Техникавий темир таркибида 0,1—0,2% ва ундан ортиқ элементлар бўлади. Бу элементларнинг баъзилари, масалан, углерод миқдори 0,02% чамаси ва мис миқдори процентнинг юздан бир улушлари қадар бўлса, қолганларининг миқдори процентнинг мингдан бир ва, ҳатто, ўн мингдан бир улушларини ташкил этади. Техникавий темир юмшоқ, пластик, кулрангроқ тусда товланадиган оқ металл бўлиб, 1539°C да суёқланади.

Қаттиқ ҳолатда темирнинг иккита модификацияси (аллотропик шакл ўзгариши) бўлади, булардан бири α -темир (Fe α) бўлса, иккинчиси γ -темир (Fe γ) дир.

Темирнинг совиш эгри чизиғи ва α -темир билан γ -темирнинг кристалл панжараси 64-расмда тасвирланган.

Совиш эгри чизиғидан кўриниб турибдики, суёқлантирилган темир совитила борса, температура 1539°C га тушганда γ кристаллана (қота) бошлаб, шу температуранинг ўзида маълум вақтдан кейин кристалланиб (қотиб) бўлади. Ҳосил бўлган бу кристаллар темирнинг α -шакл ўзгаришидир. Унинг кристалл панжараси ҳажми марказлашган куб. Темирнинг бу шакл ўзгариши температура 1392°C га тушгунча мавжуд бўлади. Юқори (1539 дан 1392°C гача бўлган) температуралардаги α -темир, баъзан, δ -темир деб аталади. Температура 1392°C га тушганда α -темир γ -темирга айланди. γ -темирнинг кристалл панжараси ёқлари марказлашган куб. γ -темир совитила борса, температура 911°C га тушганда γ -темир қайтадан α -темирга айланади.

64-расмдан кўриниб турибдики, 768°Cда совиш эгри чизиғида горизонтал қисм (чизик) пайдо бўлади. Температуранинг маълум вақт ўзгармай туришини кўрсатувчи бу горизонтал кесма темирнинг янги бир аллотропик шакл ўзгариши ҳосил бўлишидан эмас, балки темирда магнитавий хоссалар пайдо бўлишидан дарак беради, бунда темир атомларининг электрон қобиклари қайта тузилади. Баъзи металлларда, шу жумладан темирда ҳам, яхши магнитланиш хоссаси бўлади. Темирнинг бу хоссаси *ферромагнитавий хосса* деб аталади. Аммо темир қиздирилган сари унинг ферромагнитавий хоссаси секин-аста пасайиб, маълум температурада бутунлай йўқолади. Металлнинг

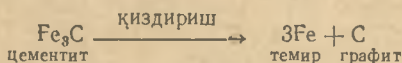
ферромагнитавий хоссаси бутунлай йўқоладиган температура *Кюри нуқтаси* деб аталади. Демак, 768°C температура темир учун Кюри нуқтасидир.

Темирнинг ферромагнитавий хоссасининг ўзгаришида унинг механикавий хоссалари ўзгармай, балки кўпгина электрик, магнитавий ва термик хоссалари ўзгаради. Темирнинг ферромагнитавий хоссаси ўзгарганда у қайта кристалланмайди, яъни кристалл панжара ўзгармайди, аммо кристалл панжаранинг параметрлари бир оз ўзгаради. Бинобарин, ферромагнитавий хоссанинг ўзгариши аллотропик шакл ўзгаришдан бутунлай фарқ қилади.

768 билан 911°C температуралар орасидаги α -темир магнитланмайди, шунинг учун у β -темир деб ҳам аталади.

Темир баъзи металллар билан ўрин олиш қаттиқ эритмалари, металлмаслар, масалан, азот, углерод ҳамда водород билан эса сингиш қаттиқ эритмалари ҳосил қила олади.

Цементит ва унинг хоссалари. Цементит темирнинг углерод билан ҳосил қилган химиявий бирикмаси, яъни темир карбиди (Fe_3C) бўлиб, унинг таркибида $6,67\%$ углерод бор. Цементит жуда қаттиқ модда — унинг қаттиқлиги Роквелл бўйича тахминан 80 га тенг ($\text{HRC} \sim 80$), пластиклиги эса, амалий жиҳатдан олганда, нолга барабар ($\delta \approx 0\%$). Цементитнинг суюқланиш температураси 1600°C чамасидадир. Паст температураларда цементитда кучсиз магнитланиш хоссаси бўлади, унинг бу хоссаси 217°C температурада йўқолади. Цементит барқарор бирикма эмас — қизидирилганда парчаланиб, ундан эркин ҳолдаги углерод (графит) ажралиб чиқади:



Цементитнинг кристалл панжараси жуда мураккаб (20-расм, б га қаранг).

Цементит ўрин олиш қаттиқ эритмалари ҳосил қила олади, яъни ундаги углерод атомлари ўрнини металлоидлар, масалан, азот ёки кислород атомлари, темир атомлари ўрнини эса металллар, чунончи, марганец, хром, вольфрам атомлари олиши мумкин.

Углерод α -темирда кам эрийди, шунинг учун, кўпчилик ҳолларда, пулат структурасига таркибида углерод миқдори кўп бўлган фазалар — цементит ёки бошқа карбидлар киради.

Темир ва цементитнинг хоссалари билан танишиб чиқдик. Энди, темир — углерод қотишмаларининг ҳолат диаграммасини кўриб чиқишга ўтамиз.

Шуни айтиб ўтиш керакки, темир билан углерод қотишмаларининг ҳолат диаграммаси соф темирдан то соф углеродгача бўлган қотишмаларни ўз ичига олиши керак, аммо юқо-

рида айтиб ўтилганидек, темир билан углероднинг амалда фойдаланиладиган қотишмалари таркибида углероднинг миқдори 5% дан ошмайди, шунинг учун, соф темирдан соф цементитгача бўлган қотишмаларнинг ($\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ қотишмаларининг) ҳолат диаграммасини кўриб чиқиш билан чегараланамиз.

Темир — цементит системасининг ҳолат диаграммаси ҳам, худди қўрғошин — сурьма системасининг ҳолат диаграммаси каби, термик анализ натижасида олинган маълумотлар асосида тузилади.

$\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ системасининг юқориги чап бурчаги соддалаштирилган ҳолат диаграммаси 65-расмда тасвирланган. Бу системанинг тула диаграммасида унинг юқориги чап бурчаги шу диаграмманинг чап томонида ярим айлана ичида кўрсатилганидек бўлади. Темир — цементит системаси ҳолат диаграммасини таҳлил қилишни осонлаштириш учун у соддалаштириб берилди.

Диаграммада ординаталар ўқига температура қийматлари қўйилган, абсциссалар ўқи эса иккита берилган, улардан бири (юқоридагиси) қотишмалар таркибидаги углероднинг процент билан ифодаланган миқдорини билдирса, иккинчиси (пастдагиси) цементит миқдорини кўрсатади. Шунинг ҳам айтиб ўтиш керакки, қотишма таркибидаги углерод миқдори 15 га кўпайтирилса, шу қотишмадаги цементит миқдори чиқади, чунки темир — углерод қотишмаларида 1% углеродга 15% чамаси цементит тўғри келади.

Темир — углерод қотишмаларида бўладиган структуравий ўзгаришларни кўриб чиқишдан олдин, уларда қандай структуралар борлигини аниқлаб оламиз.

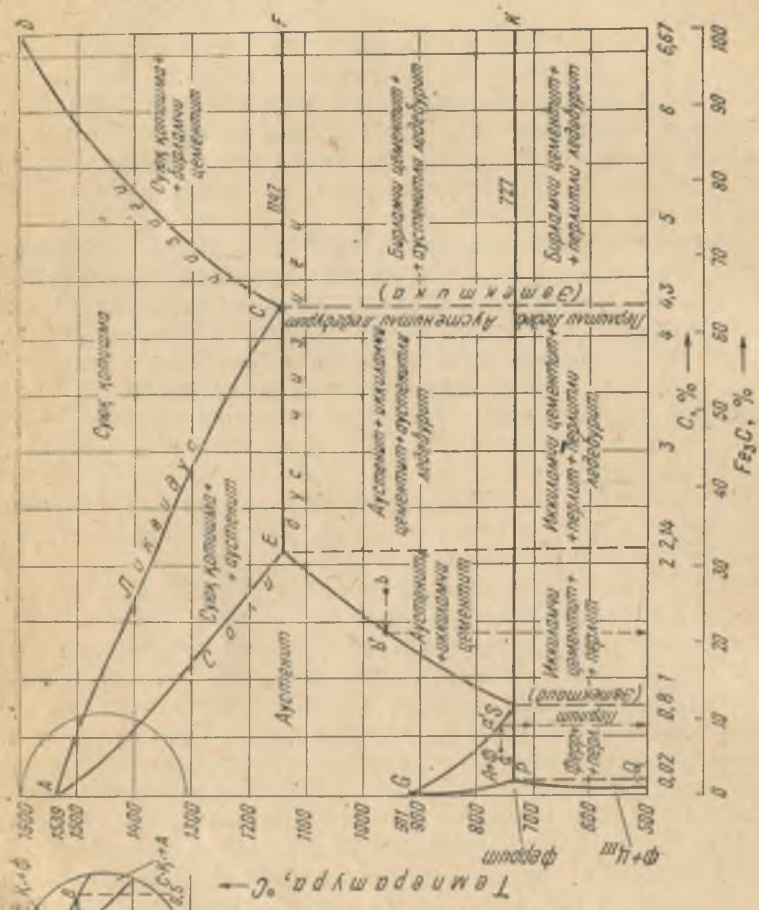
$\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ системасидаги структуралар. $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ системасида қуйидаги структуралар бўлади.

Аустенит*. Бу структура углероднинг γ -темирдаги сингиш қаттиқ эритмаси бўлиб, А, γ ёки Fe γ (С) билан белгиланади. γ -темирда эриши мумкин бўлган углероднинг энг кўп миқдори 1147°C да 2,14% ни ташкил этади. Температура пасайган сари γ -темирда углероднинг эрувчанлиги ES чизиги бўйлаб пасайиб боради ва 727°C да 0,8% га тушади. Аустенитнинг қаттиқлиги Бринель бўйича 170 дан 220 га этади ($HV=170..220$), пластиклиги эса анча юқори ($\delta=40..50\%$). Аустенит коррозиябардош, электрик қаршилиги юқори, магнитавий хоссаларга эга эмас, унинг микроскопик тузилиши кўп ёқлилар тарзидаги доналардан иборат.

Феррит**. Бу структура углероднинг α -темирдаги қаттиқ эритмаси бўлиб, Ф, α ёки Fe α (С) билан белгиланади. Углероднинг α -темирда эриши мумкин бўлган энг кўп миқдори 727°C да 0,02% ни ташкил этади. Температура 727°C дан кўтарилганда

* Аустенит деган ном итглиз тадқиқотчиси Р. Аустен шарафига қўйилган

** Феррит сўзи темирнинг латинча номи Ferrum сўзидан олинган.



65-расм. Fe — Fe₃C ҳолат диаграммаси.

α -темирда эрийдиган углерод миқдори камайиб боради ва 911°C да нолга тенг бўлади; температура пасайганда ҳам углероднинг α -темирда эрувчанлиги камаяди ва уй температурасида тахминан $0,008\%$ га тенг бўлиб қолади.

Феррит унча қаттиқ эмас ва анча пластик: $HV=80\ldots 100$; $\delta=40\ldots 50\%$. Ферритда магнитавий хоссалар юқори. Унинг микроскопик тузилиши бир жинсли полиэдрик доналардан иборат.

Цементит. Бу структура Ц билан белгиланади. Цементитда магнитавий хоссалар бўлади, у темир — углерод қотишмаларининг қаттиқлигини ошириб, пластиклигини пасайтиради (цементит туғрисидаги маълумотларни 100-бетдан қаранг).

Перлит. Бу структура феррит билан цементитнинг майин механикавий аралашмасидан иборат бўлиб, икки фазалидир. Перлит П билан белгиланади. Феррит билан цементитнинг механикавий аралашмаси *эвтектоид* деб ҳам аталади. Перлит пластинкасимон ва донадор бўлиши мумкин. Пластинкасимон перлитда цементит пластинкалар шаклида, донадор перлитда эса доналар шаклидадир. Дондор перлитнинг механикавий хоссалари пластинкасимон перлитникидан анча юқори. Унинг Бринель бўйича қаттиқлиги 200 дан 250 гача ($HV=200\ldots 250$). Перлит анча пухта ва эластик, аммо унинг қовушоқлиги пастроқ.

Ледебурит*. Бу структура ҳам икки фазали майин механикавий аралашма бўлиб, Л билан белгиланади ва *эвтектика* деб аталади. Ледебурит 1147 дан 727°C гача цементит билан аустенитнинг, 727°C дан уй температурасигача эса цементит билан перлитнинг механикавий аралашмасидир. Бу аралашмаларни бир-биридан фарқ қилиш учун 1147 дан 727°C гача бўлган ледебурит L_A билан, 727°C дан пастдаги ледебурит эса L_p билан белгиланади. Демак, L_A аустенитли, L_p эса перлитли ледебуритдир.

Графит. Бу фаза углероднинг шакл ўзгаришларидан бири, у темир — углерод қотишмаларида пластинкалар ёки доналар шаклида бўлади. Графит цементитнинг парчаланиш маҳсулоти бўлиб, Г ҳарфи билан белгиланади. Графит юмшоқ ва мўрт модда.

Энди $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ системасининг ҳолат диаграммасини таҳлил қилишга ўтамиз.

Диаграмманинг чап ёнидаги вертикал чизиқ соф темирнинг, ўнг ёнидаги вертикал чизиқ эса цементитнинг ҳолат диаграммасидир, чунки чапки вертикал чизиқ темирнинг қай температурада қандай ҳолатда бўлишини, ўнгдаги вертикал чизиқ эса цементитнинг қай температурада қандай ҳолатда бўлишини кўрсатади.

Диаграммадаги ACD чизиқ ликвидус чизиғи, $AECF$ чизиқ эса солидус чизиғидир. Ликвидус чизиғи ликвидус нуқталари, яъни

* Ледебурит деган исм немис олими А. Ледебур шарафига қўйилган

суюқ қотишманинг кристаллана бошлаш нүкталарининг, солидус чизиги эса солидус нүкталари, яъни қотишманинг батамом кристалланиб булиш нүкталарининг геометрик урнидир. Бинобарин, ликвидус чизигидан юқорида қотишма суюқ ҳолатда, ликвидус чизиги билан солидус чизиги орасида ҳам суюқ, ҳам қаттиқ (кристалл) ҳолатда, солидус чизигидан пастда эса нуқул кристалл ҳолатда бўлади.

АС чизикда суюқ қотишмадан аустенит кристаллана бошлайди ва АЕ ҳамда ЕС чизикларда батамом кристалланиб бўлади. CD чизикда суюқ қотишмадан цементит кристаллана бошлаб, CF чизикда батамом кристалланиб бўлади. Суюқ қотишмадан кристалланидиган бу цементит бирламчи цементит деб аталади ва Ц₁ билан белгиланади. С нуқтада (1147°C температурада) 4,3% углерод ва 95,7% темирдан иборат суюқ қотишмадан эвтектика (аустенитли ледебурит) кристаллана бошлаб, шу температуранинг ўзида кристалланиб бўлади. ЕС чизикқа етганда (температура 1147°C га тушганда) аустенит кристалланиб булгандан қолган суюқ қотишманинг, CF чизикқа етганда эса бирламчи цементит кристалланиб булгандан қолган суюқ қотишманинг таркиби С нуқтадаги каби, яъни эвтектикавий бўлиб қолади ва у ECF чизикда (1147°C да) кристаллана бошлаб, шу температуранинг ўзида кристалланиб бўлади. Ана шу ECF чизик эвтектикавий ўзгариш (процесс) чизиги деб аталади.

AESGA соҳа нуқул аустенит кристалларидан иборат. GS чизикда аустенитдан феррит ажралиб чиқа бошлайди ва бу чизикдан пастда аустенитда углерод миқдори орта бориб, PS чизикқа етганда (температура 727°C га тушганда) аустенитдаги углерод миқдори S нуқтадаги каби (0,8%) бўлиб қолади. Демак, температура пасайган сари аустенит таркибидаги углерод миқдори ортиб боради. GS чизикдан PS чизикқача булган соҳада исталган температурадаги, масалан, а нуқтадаги аустенит таркибида углерод миқдори қанчага етганлигини аниқлаш қийин эмас. Бунинг учун а нуқтадан концентрациялар ўқиға параллел чизик ўтказилади ва бу чизикнинг GS чизик билан кесишув нуқтасидан (а' нуқтадан) концентрациялар ўқиға тик чизик туширилади. Ана шу тик чизикнинг концентрациялар ўқи билан кесишув нуқтаси аустенит таркибидаги углерод миқдорини билдиради (65-расмдаги диаграммага қаранг).

Юқорида айтиб ўтилганидек, температура пасайган сари углероднинг γ-темирда эрувчанлиги камаяди, шунинг учун аустенитдаги ортиқча углерод цементит тарзида ES чизик бўйлаб ажралиб чиқади. Аустенитдан ажралиб чиққан бу цементит иккиламчи цементит деб аталади ва Ц₂ билан белгиланади. Бинобарин, температура пасайган сари аустенит таркибидаги углерод миқдори камай боради. ES чизикдан SK чизикқача булган соҳада исталган температурадаги, масалан, Б нуқтадаги аустенит таркибида қанча углерод қолганлигини аниқлаш мумкин. Бунинг учун b нуқтадан концентрациялар ўқиға параллел

чизиқ ўтказилади ва бу чизиқнинг ES чизиқ билан кесишув нуқтаси b' дан концентрациялар ўқиға тик чизиқ туширилади. Ана шу тик чизиқнинг концентрациялар ўқи билан кесишган нуқтаси аустенит таркибидаги углерод миқдорини кўрсатади (65-расмдаги диаграммаға қаранг). Демак, ES чизиқдан пастда (SK чизиққача) қотишмалар аустенит билан иккиламчи цементит кристалларидан, ES чизиқдан пастға аустенит, иккиламчи цементит ва аустенитли ледебурит кристалларидан, CF чизиқдан пастда эса бирламчи цементит ва аустенитли ледебурит кристалларидан иборатдир.

$GPQG$ соҳа углероднинг α -темирдаги сингиш қаттиқ эритмасидан, яъни ферритдан иборат.

Юқорида айтиб ўтилганидек, температура пасайган сари углероднинг α -темирда эрувчанлиги камаяди, шунинг учун $727^\circ C$ да α -темирда эриган углероднинг ортиқча қисми ферритдан PQ чизиқ бўйлаб, цементит тарзида ажралиб чиқади, натижада ферритдаги углерод миқдори камайиб боради. Ферритдан ажралиб чиққан цементит *учламчи цементит* деб аталади ва C_{III} билан белгиланади. Бинобарин, PQ чизиқ остидаги қотишмалар феррит билан учламчи цементитдан иборатдир.

S нуқтада ($727^\circ C$ да) аустенит (таркибида 0,8% углерод бўлган қотишма) цементит билан ферритдан иборат майин механикавий аралашмага (эвтектоидга) парчалана бошлаб, шу температуранинг ўзида батамом парчаланиб бўлади, яъни аустенитнинг ҳаммаси перлитга айланди. Демак, S нуқтадан туширилган тик чизиқдаги қотишма нуқул перлитдан иборатдир.

PSK чизиқда ($727^\circ C$ температурада) қотишма структурасидаги аустенитнинг таркиби S нуқтадаги каби, яъни 0,8% углерод билан 99,2% темирдан иборат бўлиб қолади ва перлитга парчалана бошлаб, шу температуранинг ўзида батамом парчаланиб бўлади. Ана шу PSK чизиқ *эвтектоидавий ўзгариш (процесс) чизиғи* деб аталади. Бинобарин, бу чизиқдан пастда аустенит мавжуд бўла олмайди, қотишмадаги бошқа фазалар эса диаграмманинг PSK чизиғидан ўтишда ўзгармайди. Бас шундай экан, PS чизиқдан пастда қотишмалар иккиламчи цементит билан перлитдан, PSK чизиқнинг ES остидаги қисмидан пастда қотишмалар иккиламчи цементит, перлит ва перлитли ледебуритдан, S нуқтадан туширилган тикнинг PSK чизиқдан пастки қисмида қотишма перлитли ледебуритдан, PSK чизиқнинг CF остидаги қисмидан пастда эса қотишмалар бирламчи цементит билан перлитли ледебуритдан иборат бўлади.

Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, юқорида баён этилган ўзгаришлар $Fe-Fe_3C$ системаси жуда ҳам секин совитилгандагина содир бўлади, қотишмалар тез совитилганда эса тамомила бошқача характердаги ўзгаришлар содир бўладики, буларни биз пўлат ва чуянларни термик ишлашға бағишланган темаларда кўриб ўтамиз.

Таркибида 2,14% гача углерод бўлган қотишмалар *пўлатлар*, таркибида 2,14 дан 6,67% гача углерод бўлган қотишмалар эса *чўянлар* дейилади. Бинобарин, диаграмманинг *E* нуқтадан ўтказилган тик чизиқдан чап қисми пўлатларга, ўнг қисми эса чўянларга оиддир.

Таркибида 0,8% гача углерод бўлган қотишмалар *эвтектоиддан олдинги пўлатлар* деб, таркибида 0,8% углерод бўлган қотишма *эвтектоидвий пўлат* деб, таркибида 0,8 дан 2,14% гача углерод бўлган қотишмалар эса *эвтектоиддан кейинги пўлатлар* деб аталади. Худди шунингдек, таркибида 2,14 дан 4,3% гача углерод бўлган қотишмалар *эвтектикадан олдинги чўянлар*, таркибида 4,3% углерод бўлган қотишма *эвтектикавий чўян*, таркибида 4,3 дан 6,67% гача углерод бўлган қотишмалар эса *эвтектикадан кейинги чўянлар* дейилади.

Fe—Fe₃ системаси ҳолат диаграммасининг таҳлилини шу билан тугаллаб, чўян ишлаб чиқариш билан танишишга ўтамиз.

3-§. Чўян металлургияси

*Металл** ишлаб чиқариш процесси *металлургия* деб аталади. Қора металллар ишлаб чиқариш процесси *қора металлургия* дейилади. Бинобарин, чўян ишлаб чиқариш процесси қора металлургия жумласидандир.

Рудаларни суюқлантириб, улардан металллар ажратиб олиш усули *пирометаллургия усули* деб аталади. Чўян, асосан, домна печларида темир рудаларидан ана шу усулда олинади. Бинобарин, чўян ишлаб чиқариш учун хом ашё сифатида темир рудаларидан фойдаланилади.

Темир рудалари. Таркибида чўян ишлаб чиқариш учун арзийдиган миқдорда темир бўлган тоғ жинслари *темир рудалари* дейилади. Руда таркибидаги темир бекорчи жинслар билан аралашган оксидлар ёки тузлар тарзида бўлади. Темирнинг ҳозирги вақтда кенг қўламда ишлатиладиган рудалари билан танишиб чиқамиз.

Қизил темир тош. Қизил тусли руда. Унинг таркибида темир Fe₂O₃ формула билан ифодаланадиган оксид тарзида бўлади. Қизил темиртош минерали *гематит* деб аталади. Рудадаги темир миқдори 55—60% ни ташкил этади. Қизил темиртош темир рудаларининг энг яхшиларидан бири, таркибида олтингурт ва фосфор кам, ундан темир осон қайтарилади. Қизил темиртошнинг СССРдаги энг катта кони Кривой-Рогда. Бу руданинг йирик запаслари Курск магнит аномалияси районида ҳам бор.

Магнитавий темир тош. Бу руда қорамтир тусда бўлиб, магнитавий хоссаларга эга, унинг таркибида темир Fe₃O₄ формула билан ифодаланадиган оксид тарзидадир. Магнитавий

* Бундан буён металл деганда қотишмалар ҳам тушунилади.

темиртош минерали *магнетит* деб аталади. Бу рудада темирнинг миқдори бошқа рудалардагига қараганда энг кўп бўлиб, 45—70% ни ташкил этади. Магнетит темирнинг бошқа рудаларига қараганда зич бўлганлиги учун ундан темир анча қийин қайтарилади. Магнитавий темиртош конлари, асосан, Уралда — Магнитная, Високая ва Благодать тоғларида. Унинг запаслари Қозоғистоннинг Кустанай областида ҳам бор.

Қўнғир темиртош. Бу руда сарғиш-қўнғир тусли жинс бўлиб, унинг таркибида темир $m\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ кўринишдаги умумий формула билан ифодаланадиган оксидлар тарзидадир. Қўнғир темиртошда 35 дан 60% гача темир бўлади. Унда олтингурут билан фосфор миқдори темирнинг бошқа рудаларидигига қараганда кўпроқ. Бу рудадан темир осон қайтарилади. Қўнғир темиртош конлари Уралда, Керчь ярим оролида, Кола ярим оролида, Тула областида, Қозоғистонда ва бошқа жойлардадир.

Шпатли темиртош. Сарғиш-кул ранг тусли руда. Унда темир FeCO_3 формула билан ифодаланадиган карбонат тарзида бўлади. Шпатли темиртош конлари Уралда (Бакал ва Златоуст конлари), Киров области ва бошқа жойлардадир.

Чўян металлургиясида юқорида тилга олинган рудалардан ташқари, *комплекс рудалардан ҳам* фойдаланилади. Комплекс рудаларда эса темир билан бир қаторда хром, никель, титан, ванадий ва баъзи бошқа металллар ҳам бўлади. Комплекс рудалар жумласига темир-марганецли, темир-хромли, темир-хром-никелли, темир-ванадий-титанли рудалар кирази.

Темир-марганецли рудалар. Бундай рудалар таркибида, темирдан ташқари, 20% гача марганец ҳам бўлади. Темир-марганецли рудалар кони, асосан, Қозоғистондадир.

Темир-хромли рудалар (хромитлар). Бундай рудаларлар таркибида, темир (II)-оксид FeO дан ташқари, хром (III)-оксид Cr_2O_3 ҳам бўлади. Домна печларида феррохром (темир билан хром қотишмаси) суюқлантириб олиш учун ишлатилади. Хромит конлари Урал ва Қозоғистондадир.

Темир-хром-никелли (хром-никелли) рудалар. Бундай рудалар жумласига таркибида, темирдан ташқари, озроқ миқдор хром ва никель ҳам бўлган рудалар кирази. СССР да хром-никелли рудалар кони кўп, улардан энг асосийси Орск-Халиловск конидир. Орск-Халиловск конидан чиқадиган рудалар қўнғир темиртош типигаги рудалар бўлиб, уларда 35—48% темир, 1,3—1,5% хром ва 0,3—0,5% никель бор.

Темир-ванадий-титанли рудалар (титан-магнетитлар). Бу рудаларда 42—48% темир, 0,3—0,4% ванадий, 2,7—7,8% титан бўлади. Титан-магнетит конлари Уралдадир.

Суюқлантириб олинадиган чўян таркибида марганец миқдорини ошириш, шунингдек, махсус чўян — ферромарганец (те-

мир билан марганец қотишмаси) ишлаб чиқариш учун марганец рудаларидан фойдаланилади.

Марганец рудалари юмшоқ, сочилувчан ва гигроскопик бўлиб, уларда марганец миқдори 28 дан 40% га етади. Таркибида марганец миқдорининг кўплиги жиҳатидан олганда Қавказдаги Чиатура кони муҳим аҳамиятга эга; бу кондан чиқадиган руда таркибида 52% гача марганец бўлади. Марганец рудалари кони Украинада (Никопольскда), Сибирда (Ачинск шаҳри ёнида), Урал ва Қозоғистонда ҳам бор.

Кондан қазиб олинган рудани домна печига солишдан олдин унга тегйшлича ишлов берилади, яъни руда суюқлантиришга тайёрланади.

Рудани суюқлантиришга тайёрлаш. Рудани суюқлантиришга тайёрлаш, асосан, майдалаш, ғалвирдан ўтказиш, ювиш, электромагнит ёрдамида бойитиш, қиздириш, агломератлаш операцияларидан иборат.

Рудани майдалаш. Домна печига йирик ва зич бўлақлардан иборат руда солинса, темирнинг қайтарилиш процесси сусаяди ва печнинг унуми пасайиб кетади. Шу сабабли йирик бўлақлардан иборат руда махсус машиналарда майдаланиб, унинг бўлақлари маълум ўлчамга келтирилади.

Рудани ғалвирдан ўтказиш. Майдаланган руда махсус ғалвирдан ўтказилиб, маълум ўлчамли бўлақларга ажратилади, яъни сараланади. Бунда руда бекорчи жинслардан ҳам маълум даражада тозаланади. Бу мақсадда турли конструкциядаги ғалвирлардан фойдаланилади.

Рудани ювиш. Агар руда таркибида бекорчи жинслар кўп бўлса, бундай руда ювилади, натижада руда темирга бойитилган бўлади.

Рудани электромагнит ёрдамида бойитиш. Бу усул руданинг магнитавий хоссасига асосланган. Бойитилиши (тозаланиши) керак бўлган руда электромагнитли сепаратордан ўтказилади. Электромагнитли сепараторнинг схемаси 66-расмда тасвирланган. Схемадан кўриниб турибдики, иккита



66-расм. Электромагнитавий сепараторнинг схемаси.

шківга узлуксиз лента ўтказилган, шківлардан бирининг ичига эса электромагнит ўрнатилган. Майдаланган руда электромагнитнинг таъсир зонасига келганда руданинг темирли қисми лентага тортилади, бекорчи жинслар эса инерция кучи таъсирида узоқроқ бориб тушади. Лентага тортилган руда электромагнитнинг таъсир зонасидан чиққач, махсус яшикка тукилади. Бойитишнинг бу усули руда таркибидаги темир миқдорини 5 дан 15% гача ошириш имконини беради.

Рудани қиздириш. Рудаларни кристаллизация сувдан, қисман олтингургуртдан ва бошқа учувчан моддалардан тозалаш учун улар маълум температурагача қиздирилади. Қиздириш температураси руданинг турига боғлиқ бўлади. Рудани қиздириш учун ҳар хил конструкциядаги печлардан фойдаланилади. Руда қиздирилганда унинг ғоваклиги ортади, бундай рудадан эса металл осон қайтарилади.

— Рудани агломератлаш. Кондан қазиб олинган руда, баъзан, майда бўлади, уни ташиш ва бойитишда у янада майдаланади, бундай рудадан эса домна печида чуян суюқлантириб олиш жуда қийин бўлади. Шунинг учун майда рудалар махсус машиналарда йирикроқ булакларга айлантдирилади (агломератланади).

Ҳозирги замон домна печлари фақат флюсланган агломерат билан ишлайди, натижада печларнинг унуми 20% гача ошади, кокс сарфи эса 10—15% камаяди.

Флюсланган агломерат ҳосил қилиш учун майда руда, флюс ва бошқа материаллар сараланади ва майдаланади, руда химиявий таркиби жиҳатидан ўрталанади (таркибидаги темир миқдори бараварлаштирилади) ва бойитилади. Шундан кейин, аралашма қаттиқ қиздирилади, натижада ғовак масса — агломерат ҳосил бўлади.

Агломератлаш машиналарининг иш унуми суткасига 2000 т га етади.

Домна печларида чуян ишлаб чиқаришда руда билан бир қаторда ёқилғи ва флюс ҳам зарур.

— Ёқилғи. Домна печларида чуян ишлаб чиқаришда, асосан, қаттиқ ва газсимон ёқилғилар: кокс, pista кўмир, ўтин ва табиий газ ишлатилади. Металлургияда ишлатиладиган қаттиқ ёқилғининг иссиқлик бериш қобилияти юқори, ўзи пухта ва ғовак, ёнганида кул кам чиқадиган бўлиши керак. Ана шу талабларнинг қарийб барчасини қондирадиган қаттиқ ёқилғи коксдир.

Кокс. Унинг иссиқлик бериш қобилияти 5600 ккал/кг (23520 кЖ/кг) га тенг. Кокс тошкўмирнинг алоҳида нави (коксланувчи кўмир) ни ҳаво кирмайдиган махсус печларда 950—1000°C гача қиздириш (қуруқ ҳайдаш) йўли билан олинади. Коксланувчи кўмир қуруқ ҳайдалганда учувчан моддалар чиқиб кетади ва қолган қисми қовушиб, мустақкам ҳамда ғовак массага, яъни коксга айланади.

Тошқумирни қуруқ ҳайдаш йўли билан кокс олиш учун ишлатиладиган ҳозирги замон печи (кокс батареяси) ҳар бирининг сиғими 18—20 м³ бўлган тор камералардан иборат. Батареядаги камералар сони 50 дан 70 га етади. Битта камерадан бир йўла 12—16 т кокс олиш мумкин. Тошқумирни кокслаш (коксга айлантириш) процесси 12—15 соат давом этади. Коксланувчи тошқумирнинг ҳар тоннасидан 800 кг гача кокс ва 350 м³ гача ёнувчи газ чиқади. Кокс, асосан, Донецк, Кузнецк, Қарағанда ва Печора конларининг кумиридан олинади. Энг яхши кокс Кузнецк ҳавзаси кумиридан олинadиган коксдир. Бу коксдаги олтингугурт миқдори 0,6% дан ортмайди ва у ёндирилганда кўпи билан 13,5% кул чиқади.

— **Писта кумир.** Қаттиқ ёқилғининг бу тури ёғочни ҳаво кирмайдиган жойда 350—500°С гача қиздириш (қуруқ ҳайдаш) йўли билан олинади. Унинг иссиқлик бериш қобилияти 7500 ккал/кг (31500 кЖ/кг) га етади. Писта кумирда олтингугурт ва кул жуда кам бўлганлиги учун у юқори сифатли чўянлар олишда ишлатилади.

— **Ўтин.** Ёқилғининг бу тури янги қурилган ёки ремонтдан чиққан металлургия печларини, шу жумладан, домна печларини қуритиш учун, шунингдек, уларни ишга тушириш вақтида тутантириқ сифатида ишлатилади. Ўтинда олтингугурт деярли бўлмайди. Ўтин ёқилганда жуда оз (0,5% гача) кул чиқади. Ҳавода қуритилган (намлиги 20—25% бўлган) ўтиннинг иссиқлик бериш қобилияти 3000 ккал/кг (13500 кЖ/кг) га етади.

— **Газ ёқилғи.** Домна печларида кокснинг ўрнини қисман босиши мумкин бўлган ёқилғи табиий газдир. Табиий газ коксга қараганда анча арзон бўлиб, коксни 10 дан 15% гача тежаш имконини беради, натижада чўяннинг таннархини бирмунча пасайтиради.

Флюс. Домна печларида чўян суюқлантириб олишда рудадаги бекорчи жинсларни ва ёқилғи ёнганда чиқадиган кулни бирга суюқлантириб, шлакка айлантириш учун ишлатиладиган материаллар *флюс* деб аталади. Агар рудадаги бекорчи жинсларда кислотавий (кислота характеридаги) оксидлар бўлса, флюс сифатида асос характеридаги материаллардан — оҳактош (CaCO_3), доломит ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) ва бошқалардан, бекорчи жинсларда асосий (асос характеридаги) оксидлар бўлса, кислота характеридаги материаллардан, масалан, қумтупроқ (SiO_2) ва бошқалардан фойдаланилади.

Домна печига солинган флюс рудадаги бекорчи жинслар, ёқилғи кули ва олтингугурт билан бирикиб, осон суюқланувчан энгил жисм ҳосил қилади. Бу жисм суюқ чўян сиртида йиғилади. Ана шу жисм *шлак* деб аталади.

Флюс сифатида, одатда, мартен печларидан чиқадиган асос характеридаги шлак ҳам ишлатилади, чунки унда оҳак анча кўп бўлади ва оҳактошни тежашга имкон беради; бундан таш-

қари, мартен шлаги таркибидаги темир ва марганецдан ҳам фойдаланилган бўлади.

1 т чуян олиш учун, одатда, 0,2—0,5 т флюс сарф қилинади.

Металлургия печлари, шу жумладан, домна печлари қуришда ва уларни ремонт қилишда, ковш ва юқори температура таъсирида бўладиган бошқа мосламалар тайёрлашда ўтга чидамли материаллардан фойдаланилади, шунинг учун, бундай материаллар билан танишиб чиқмай бўлмайди.

— **Ўтга чидамли материаллар.** Маълумки, домна печининг ички қисми катта нағрузка, юқори температура, газ, шлак ва суюқ металл таъсирида бўлади. Шунинг учун, домна печининг ички қисмига териладиган материаллар катта нағрузкага (руда, ёқилғи ва флюс босимига) чидамли, юқори температура таъсирига бардош берадиган (ўтга чидамли), ишқаланишга яхши қаршилиқ кўрсатадиган, температуранинг кескин ўзгаришига чидайдиган, химиявий жиҳатдан турғун, яъни газ, шлак ва суюқ металлнинг химиявий таъсирига яхши қаршилиқ кўрсатадиган бўлиши ва, ниҳоят, арзон тушиши керак.

Химиявий таркиби жиҳатидан олганда, ўтга чидамли материаллар кислотавий (кислота характеридаги) ярим кислотавий, асосий (асос характеридаги) ва нейтрал материалларга бўлинади.

— **Кислотавий материаллар.** Бу материаллар жумласига динас ғишти, кварц кукуни ва кварц қуми киради. Динас ғишти, янчилган табиий кварцдан тайёрланади, унинг таркибида 90—95% қумтупроқ (SiO_2) бўлади. Динаснинг ўтга чидамлилиги 1600—1730°C га тенг, яъни у 1730°C гача бўлган температуралар таъсирига чидайдди.

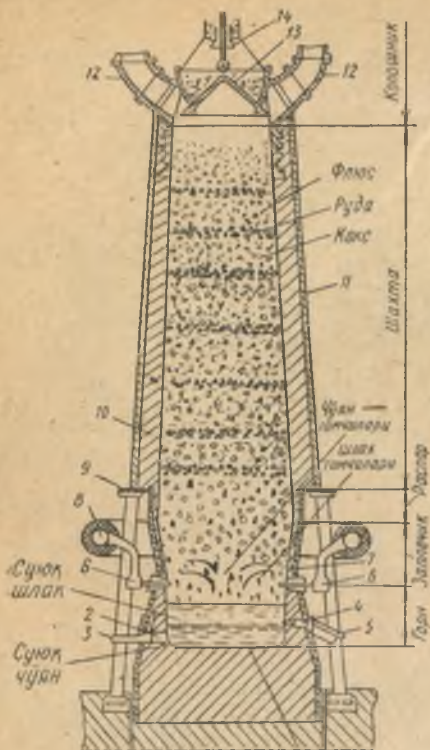
Кварц кукуни ва кварц қуми домна печларининг ремонтда ишлатилади.

Ярим кислотавий материаллар. Бу материаллар кварцли жинслардан, кварц, қум, кварцит ва бошқалардан тайёрланади. Ярим кислотавий материалларда, одатда, 70—80% қумтупроқ, 30—20% гилтупроқ бўлади. Ўтга чидамлилиги 1700°C дан паст. Унча муҳим бўлмаган жойларга териш учун динас ғишти ўрнига ишлатилади. Вагранка ва бошқа печларнинг ички қисми ҳам ярим кислотавий материаллардан ишланади.

Асосий материаллар. Бу материаллар жумласига магнезит (MgCO_3), доломит ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) ва хром-магнезит кирзди.

Магнезитнинг ўтга чидамлилиги 2000—2400°C га, доломитники эса 1900—2000°C га тенг. Хром-магнезит ғишти хромли темиртош ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$) билан магнезитдан тайёрланади. Унинг ўтга чидамлилиги 2000°C га барабар.

Нейтрал материаллар. Нейтрал материалларга шамот билан хромли темиртош киради. Шамот, асосан, гилтупроқ (Al_2O_3) билан қум-тупроқ (SiO_2) дан иборат. Шамот ғишти-



67- расм. Домна печининг тузилиш схемаси:

1 — туб (лешчадь); 2 — чўян чиқариш тешиги; 3 — чўян чиқариш нови; 4 — шлак чиқариш тешиги; 5 — шлак чиқариш нови; 6 — фурмалар; 7 — зирх; 8 — ҳалқа труба; 9 — таянч ҳалқа; 10 — ўтга чидамли ғилтдан терилган девор; 11 — ко-жух; 12 — газ чиқариш трубаси; 13 — катта ко-нус; 14 — кичик конус.

Домна печи (67- расм) бешта асосий қисмдан: горн, зап-лечик, распар, шахта ва колошникдан иборат.

Г о р н. Домна печининг бу қисмида ёқилғи ёнади, суюқ чўян ва шлак йиғилади. Горннинг туби *лешчадь* деб аталади, суюқ чўян ана шу лешчадь 1 га оқиб тушади. Горнда лешчадь сатҳидан сал баландга чўян чиқариш учун тешик 2, ундан юқорироққа эса шлак чиқариш учун тешик 4 қилинган. Горннинг юқориги қисмида айлана бўйлаб фурмалар 6 ўрнатилган, бу фурмалар сони ўн олтита ва ундан ортиқроқ бўлади, ёқилғининг ёниши учун зарур бўлган ҳаво печга ана шу фурмалар орқали ҳайдалади. Қиздирилган ҳаво фурмаларга ҳалқа труба 8 дан келади. Горнда температура 1800°C дан ошади.

З а п л е ч и к. Домна печининг бу қисми катта асоси тепага

нинг ўтга чидамлилиги унинг таркибидаги ғилтупроқ миқдорига боғлиқ. Таркибида 45—60% ғилтупроқ бўлган шамотнинг ўтга чидамлилиги 1750°C га, таркибида 75% ғилтупроқ бўлган шамотники эса 2000°C га етади.

Домна печининг тузилиши. Ҳозирги замон домна печлари жуда катта иншоотлар бўлиб, бўйи 70 м га, энг кенг жойининг диаметри 9 м га етади, ҳажми эса 2700 м^3 дан ошади. Ҳозир мамлакатимизда бўйи 100 м га, ҳажми эса 5000 м^3 га етадиган домна печи ҳам қурилган. Битта домна пetchида суткасига 4800 т гача чўян ишлаб чиқарилади. Домна печлари, барча шахта печлари каби қарши оқим принципида ишлайди, яъни ёқилғи (кокс), руда ва флюс домна печининг тепасидан туширилади. Улар ўз оғирлиги таъсирида печнинг тубига томон узлуксиз тушиб туради, печнинг тубидан эса ёқилғининг ёнишидан ҳосил бўлган маҳсулотлар — юқори температурали газлар тепага узлуксиз кўтарилиб туради.

қараган кесик конус шаклида бўлиб, унда температура 1900°C га етади ва металл билан шлак суюқланишда давом этади.

Распар. У домна печининг энг кенг қисми бўлиб, цилиндр шаклидадир. Распарда температура 1400°C ва ундан юқорироқ бўлади. Домна печининг бу қисмида металл суюқланади ва шлак ҳосил бўла бошлайди.

Шахта. Шахта домна печининг энг катта қисми бўлиб, катта асоси пастга қараган кесик конус шаклидадир. Домна печининг бу қисмида руда қурийди ва дарз кетади. Бу ерда темирнинг ўз оксидларидан қайтарилиш процесси содир бўлади. Шахтанинг энг пастида температура 1200—1300°C га етади. Тепага кўтарилган сари температура пасайиб боради ва энг юқорисида 200—300°C га тушади.

Қолошник. Қолошник домна печининг энг устки қисми бўлиб, унга шихта* солиш аппарати ўрнатилган. Печга шихта порциялаб туширилади, печга тушириладиган шихтанинг ҳар бир порцияси эса *колоша* деб аталади. Қолошник деган термин ана шундан келиб чиққан (қолошник сўзи колошадон демакдир).

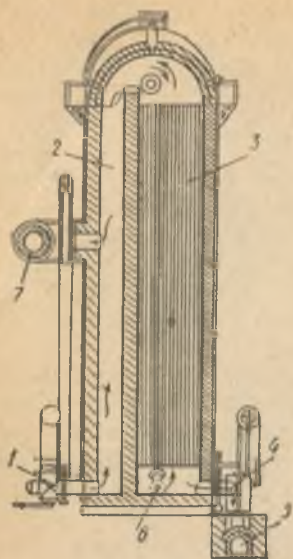
Шихта солиш аппарати шихтани печга бир текисда тақсимлаш учун хизмат қилади ва печь газларининг атмосферага чиқишига, атмосфера ҳавосининг эса печга киришига йўл қўймайди.

Шихта солиш аппаратининг турли конструкциялари мавжуд бўлиб, улардан энг кўп тарқалгани кичик конус 14 ва катта конус 13 дан иборат конструкциядир. Бундай конструкцияли аппарат шихтанинг йирикроқ бўлақларини печнинг марказига томон, майдароқ бўлақларини эса печнинг деворлари томон туширади, натижада шихтанинг зичлиги печь деворлари томонда каттароқ, марказида эса кичикроқ бўлади. Домна печида пастдан юқорига кўтарилаётган газларнинг кўпи, одатда, печь деворлари ёнидан, оз қисми эса марказидан ўтади. Шихтанинг юқорида айтиб ўтилган тарзда тақсимланиши газларнинг печь кўндаланг кесими бўйича бир текисда ўтишига шароит туғдиради, натижада рудадан металл анча тўла қайтарилади.

Домна печи колошникининг ён деворига труба 12 ўрнатилган бўлиб, печда ҳосил бўладиган ёнувчи газлар, карбонат ангидрид, чанг, ҳаво билан кирган азот ва бошқалар аралашмаси ана шу трубадан газ тозалаш аппаратиغا юборилади. Бу газлар аралашмаси *домна вази ёки колошник вази* деб аталади. Қолошник газининг печдан чиқиш олдидаги температураси 300°C га етади.

Домна печининг темир-бетондан ишланган оғир фундаменти бўлади. Печнинг шахтаси ана шу фундаментга ўрнатилган колонналарга таянч ҳалқа 9 орқали маҳкамланган. Домна печининг девори 10 юқори сифатли шамот ғишtidан терилган бў-

* Домна печига солинадиган материаллар мажмуи — ёқилғи (кокс), руда (агломерат) ва флюс *шихта* деб аталади.



68- расм. Ҳаво қиздиргичнинг схемаси.

либ, 15—20 мм қалинликдаги пулат кожух 11 билан қопланган.

Горн, заплечик, распор ва шахта ҳажмларининг йиғиндиси домна печининг *фойдали ҳажми* дейилади. Ҳозир баъзи домна печларининг фойдали ҳажми 3000 м³дан ошади. Домна печлари 6—12 йил давомида бетўхтов ишлайди.

Домна печининг ёрдамчи қурилмалари. Домна печига жуда кўп миқдорда шихта материаллари солиб турилади, домна печининг иш унумини ошириш учун эса унга ҳайдаладиган ҳаво маълум температурагача қиздирилади. Шихта материалларини келтириш ва уларни домна печига солиш, ёқилғининг ёниши учун зарур бўлган ҳавони қиздириш ва уни домна печига ҳайдаш ишлари домна печининг ёрдамчи қурилмалари воситасида бажарилади.

Домна печининг узоқ вақт ишлашини таъминлаш учун унинг ёрдамчи

қурилмалари жуда пухта бўлиши ва бузилмай ишлаши, яъни улар ишончли бўлиши зарур.

Домна печининг ёрдамчи қурилмалари жумласига кўтариш ва тукиш механизмлари, қуйиш саройлари, ҳаво қиздиргичлар, газ тозалаш аппаратлари, ҳаво ҳайдаш машиналари ва бошқалар киради. Бу қурилмалардан биз ҳаво қиздиргичнинггина тузилиши ва ишлаш принципи билан қисқача танишиб чиқамиз.

Ҳаво қиздиргич. Бу қурилма, баъзан *каупер** деб ҳам аталади. Унинг тузилиш схемаси 68-расмда тасвирланган. Ҳаво қиздиргич домна печига ҳайдаладиган ҳавони қиздириб бериш учун хизмат қилади, домна печига қиздирилган ҳаво ҳайдаш эса ёқилғини тежашга ва горндаги температурани оширишга имконият туғдиради, бунинг натижасида чўян суюқлантириб олиш процесси тезлашиб, домна печининг иш унуми ошади.

Ҳозирги замон ҳаво қиздиргичларининг баландлиги 40 м га, диаметри эса 8 м га етади. Унинг ички девори ўтга чидамли ғиштдан терилиб, сиртига 16—20 мм қалинликдаги пулат лист қопланади. Ҳаво қиздиргичнинг совуқ ҳавони қиздириш учун

Каупер деган ном шу қурилма ихтирочиси Э. А. Каупер шарафига қўйилган.

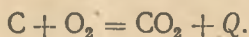
хизмат қиладиган қисми 3 ҳам ўтга чидамли ғиштдан терилади, аммо унинг бу қисми насадкали (катак-катак) қилинади, натижада ғиштар орасида сон-саноқсиз каналлар ҳосил бўлади.

Ҳаво қиздиргичнинг ишлаш принципи қуйидагича. Чангдан тозаланган колошник газы труба орқали ҳаво қиздиргичнинг горелкаси 1 га келади, бу ерда ҳаво ҳам киритилади. Горелкада колошник газы ҳаво билан аралашиб, ёниш камерасы 2 га ўтади ва у ерда ҳаво кислотароди ҳисобига ёнади, натижада ёниш маҳсулоты — юқори температурали газлар ҳосил бўлади. Бу газлар ҳаво қиздиргичнинг насадкалары 3 дан ўтиб, уни тахминан 1500°C гача қиздиради, ўзи эса 200°C гача совийди-да, канал 4 орқали тутун трубасыга элтувчи йўл 5 га ўтиб, тутун трубасы орқали атмосферага чиқиб кетади. Шундан кейин колошник газы ва ҳаво келадиган йўл, шунингдек, газларнинг тутун трубасыга чиқиб кетадиган йўлы беркитилиб, совуқ ҳаво ҳайдаш қурилмасы 6 ишга солинади-да, қиздиргичга совуқ ҳаво ҳайдалади. Бу ҳаво қизиган насадкалар орқали ўтиб, 1200°C гача қизийди ва чиқиш йўлы 7 орқали ўтиб, домна печининг ҳалқа трубасыга боради, у ердан эса фурмалар орқали горнга киради.

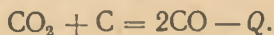
Ҳар бир домна печи ёнига камида 3 та ҳаво қиздиргич қурилади; улар галма-галдан ишлайди: бири қизиётганда иккинчиси ҳавони қиздириб беради. Домна печига қиздирилган ҳаво ҳайдаш аппаратларининг иш унумы 5000 м³/мин (83,3 м³/сек) га, босими эса 4,5 ата (0,45 МПа) га етади.

Домна печида содир бўладиган процесслар. Домна печига солинган шихтага қизиган газлар таъсир этиши натижасыда содир бўладиган процесслар туфайли чўян, шлак ва колошник газлары ҳосил бўлади. Домна печида содир бўладиган процесслар, асосан, ёқилғининг ёниши, темир оксидларидан темирнинг қайтарилиши, темирнинг углеродга тўйиниши, марганец, кремний ва бошқа қушимчаларнинг қайтарилиши ҳамда шлак ҳосил бўлишидан иборат.

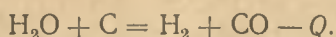
Ёқилғининг ёниши. Домна печига солинган ёқилғи (кокс) пастга томон тушар экан, кўтарилувчи газлар таъсирида қизий боради ва фурмалар рўпарасыга етганда горнга ҳайдалган ҳаво таркибидаги кислотароди ҳисобига тўла ёнади, яъни кокс углероди билан кислотароди реакцияга киришади, натижада карбонат ангидрид ҳосил бўлади ва иссиқлик ажралиб чиқади:



Ҳосил бўлган карбонат ангидрид юқорига кўтарилади ва қаттиқ қизиган кокс қатламлары орасидан ўта туриб, кокс таркибидаги углерод билан реакцияга киришади, натижада углерод (II)- оксид (исгази) ҳосил бўлади ва иссиқлик ютилади:



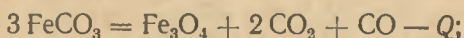
Бу реакция билан бир вақтда, печга ҳайдалган ҳаво таркибидаги сув буғидан углерод водородни қайтаради, натижада водород билан углерод (II)-оксид аралашмаси ҳосил бўлади ва иссиқлик ютилади:



Юқорида келтирилган реакциялар натижасида ажралиб чиққан углерод (II)-оксид CO ҳамда водород H₂ ва ҳаво билан бирга кирган азот N₂ дан иборат газлар аралашмаси юқорига томон кўтарилади ва пастга тушаётган шихта билан учрашиб, уни қиздиради. Шу билан бирга бу газларнинг баъзилари, масалан, CO шихта материали билан реакцияга ҳам киришади.

Шахтанинг юқориги қисмида — температураси 300°C гача бўлган зонасида шихта материаллари қуриб, улардан гигроскопик сув, 300—350°C ли зонасида эса кристаллизацион сув буғ ҳолида ажралиб чиқади. Сув буғи CO билан реакцияга киришиб, қўшимча газлар — CO₂, CO ва H₂ ҳосил қилади.

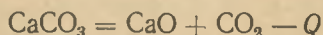
Шихта таркибида карбонатлар бўлса, улар парчланади. Масалан, 350—400°C ли зонада темир (II)-карбонат парчланади:



500°C дан сал юқори температурали зонада марганец карбонат парчланади:

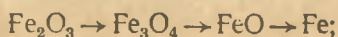


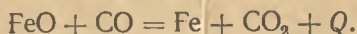
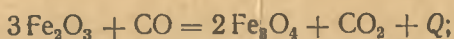
900°C чамаси температурали зонада эса кальций карбонат парчланади:



ва ҳоказо (бу реакцияларнинг ҳаммасида Q миқдор иссиқлик ютилади). Демак, 350 дан 900°C гача температураларда флюс ва руда карбонатлардан холи бўлади. Карбонатларнинг парчланишидан ҳосил бўлган кальций ва магний оксидлари ҳамда бошқа баъзи оксидлар печнинг юқорироқ температурали зонасига тушганда бекорчи жинслар билан қўшилиб суюқланади, шлак ҳосил қилади.

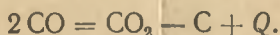
Темир оксидларидан темирнинг қайтарилиши. Химия курсидан маълумки, углерод (II)-оксид кучли оксидловчилардан бири. Шу сабабли, печнинг пастки қисмидан юқориги қисмига кўтарилаётган углерод (II)-оксид темир оксидлари билан реакцияга киришади ва уларни қайтаради. Қайтарилиш процесси 400 дан 1000°C гача бўлган температуралар оралиғида рўй беради ва темирнинг юқори оксидидан бошланиб, темир ажралиб чиқиши билан тугайди, яъни темирнинг қайтарилиши тартибда боради:



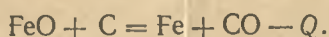


Агломерат, айниқса, флюсланган агломерат ишлатилса, темирнинг қайтарилувчанлиги кучаяди.

Печнинг юқориқроқ температурали зонасида ҳали қайтарилмай қолган FeO қаттиқ углерод ҳисобига қайтарилади. Қаттиқ углерод (С) эса CO нинг катализатор — темир оксидлари иштирокида парчаланишдан ҳосил бўлади, бунда Q миқдор иссиқлик ажралиб чиқади:



Бу реакция натижасида ҳосил булган углерод FeO дан темирни қайтаради:

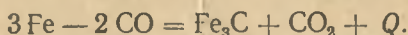


Демак, темирнинг бир қисми (тахминан 60 процентчаси) домна печининг 1000°C дан паст температурали зонасида CO ёрдамида, бир қисми (40 процентчаси) эса 1000°C дан юқориқроқ температурали зонасида C ёрдамида қайтарилади.

Темирнинг углеродга тўйиниши. Домна печининг $400\text{—}500^\circ\text{C}$ температурали зонасида темир (II)-оксиднинг углерод (II)-оксид билан реакцияга киришуви натижасида темир карбиди Fe_3C ҳосил бўла бошлади ва бунда Q миқдор иссиқлик ютилади:



Fe_3C нинг ҳосил бўлиши печнинг $900\text{—}1000^\circ\text{C}$ температурали зонасида тоза темир ва углерод (II)-оксиднинг реакцияга киришуви билан тугайди:

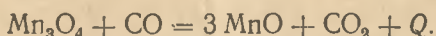
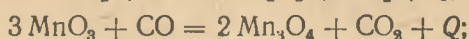
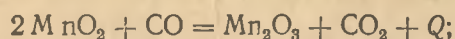


Ҳосил булган темир карбиди Fe_3C қайтарилган темирда эриб, темирни углеродлайди. Углеродланган темир (темир билан углерод қотишмаси) 1200°C чамаси температурада суюқ ҳолатга ўтади, суюқ қотишма томчилари эса чўғланган кокс бўлақчалари орасидан оқиб тушаётганда қўшимча углеродни эритади (углеродга тўйинади), бунинг натижасида темир таркибидаги углерод миқдори 3,5—4,0% га етади, яъни чўян ҳосил бўлади ва горн лешчадига оқиб тушади. Лешчадга йиғилган суюқ чўян устини шлак қоплаб, уни оксидланишдан сақлайди.

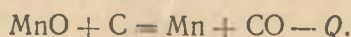
Темирнинг қайтарилиши ва углеродланиши билан бир вақтда шихтадан марганец, кремний, олтингугурт, фосфор ҳам қайтарилади.

Марганецнинг қайтарилиши. Домна печининг $500\text{—}900^\circ\text{C}$ температурали қисмларида шихтадаги марганец

оксидлари углерод (II)-оксид ёрдамида қуйидаги тартибда қайтариледи:

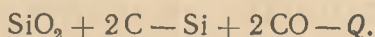


MnO барқарор бирикма бўлганлиги учун ундан марганец фақат 1100°C дан юқори температурадагина қаттиқ углерод ёрдамида қайтариледи:



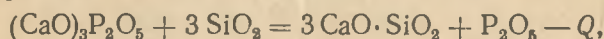
Қайтарилган марганец темирда эрийди, яъни чўян таркибига киради.

Кремнийнинг қайтарилиши. Кремний рудадаги бекорчи жинслар таркибида қумтупроқ SiO₂ тарзида бўлади. SiO₂ дан кремний печнинг 1400°C дан юқори температурали қисмида қаттиқ углерод ёрдамида қайтариледи, натижада иссиқлик ютилади:



Қайтарилган кремний ҳам темирда эриб, чўян таркибига киради.

Фосфорнинг қайтарилиши. Қуймакорлик ва томас чўянларидан бошқа чўянларда фосфорнинг бўлиши зарарлидир. Шихта таркибида фосфор, асосан, кальцийнинг фосфорли тузи Ca₃P₂O₈ [(CaO)₃ · P₂O₅] тарзида бўлади. Печнинг юқорироқ температурали қисмида, яъни шахтанинг остида ва заплечикда бу туздан дастлаб кремний (IV)-оксид ёрдамида фосфат ангидрид қайтариледи:



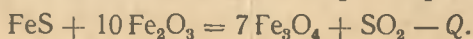
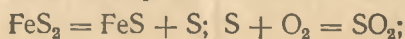
сўнгра фосфат ангидриддан фосфорни қаттиқ углерод қайтаради:



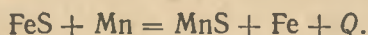
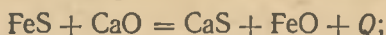
Қайтарилган фосфорнинг қарийб ҳаммаси чўянга ўтади, натижада темир фосфид Fe₃P ҳосил бўлади, шлакка эса фосфорнинг жуда оз қисмигина ўтади.

Шихта таркибидаги хром, титан, ванадий ҳам худди шундай шароитда қайтариледи.

Олтингугуртнинг қайтарилиши. Олтингугурт шихтадаги руда таркибида темир колчедани (пирит) тарзида, шунингдек, кокс таркибида бўлади. Шихтадаги олтингугуртнинг бир қисми домна печининг юқориги қисмида қуйидаги реакциялар натижасида сульфит ангидрид тарзида ажралиб чиқади ва колошник газлари билан бирга кетади:



Олтингургуртнинг бир қисми печнинг юқори температурали қисмида қуйидаги реакциялар натижасида шлакка ўтади:



Шлак ҳосил бўлиши. Шлак домна печининг распар ва заплечик қисмларида руда таркибидаги бекорчи жинслар, ёқилғи кули ва олтингургурти ҳамда рудадаги қушимчаларнинг флюс билан қушилиб суюқланишидан ҳосил бўлади. Домна процессида шлакнинг аҳамияти жуда катта, чунки олинадиган чўяннинг сифати шлакнинг характериға боғлиқдир. Масалан, чўянда марганецнинг миқдори кўп бўлиши талаб этилса, шлакда оҳак миқдори кўп бўлиши керак, негаки бундай шлакда MnO ёмон эрийди, натижада марганец қайтарилиб, чўянға ўтади. Агар чўян таркибида кремнийнинг миқдори кўп бўлиши талаб этилса, шлакда оҳак миқдори кам бўлиши керак ва ҳоказо.

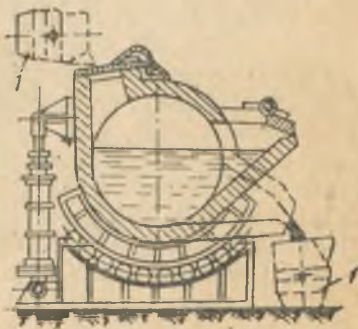
Ҳосил бўлган суюқ шлак горндаги суюқ чўян устиға йиғилади.

Мартен чўяни олиш учун 0,8—1,0 т кокс, 1,7 т чамаси агломерат, 0,35 т руда, 0,3 т оҳактош ва 2200 м³ қиздирилган ҳаво сарф бўлади. 1 т чўян суюқлантириб олишда 0,5—0,7 т шлак ва 2800 м³ колошник гази чиқади.

Домна печининг ишлаши. Домна печининг тўхтовсиз ишлаш даври компания деб аталади. Компания вақтида домна печининг қандай ишлаётганлиги контрол-ўлчаш асбоблари ёрдамида аниқлаб турилади.

Домна печидан суюқ чўян нов 3 орқали (67- расмға қаранг) ҳар 3—4 соатда, суюқ шлак эса нов 5 орқали ҳар 1,5—2 соатда чиқариб турилади. Чўян чиқариш учун, ўтға чидамли материал билан уриб қўйилган тешик 2, шлак чиқариш учун эса тешик 4 очилади; бунинг учун махсус асбоблардан фойдаланилади. Шлак ва чўян ҳар гал чиқарилгандан кейин бу тешиклар махсус асбоб ёрдамида ўтға чидамли материал билан яна беркитиб қўйилади.

Суюқ чўян домна печидан махсус транспортға туширилади ва шу транспортда ё пўлат олиш цехиға юборилади ёки ковшларға солиниб, улардан қолипларға қўйилади. Пўлат олиш цехиға келтирилган суюқ чўян миксер деб аталадиган идишларға тўлдирилади. Миксер (69- расм) ички қисми ўтға чидамли ма-



69- расм. Миксернинг схемаси:

1 — ковш.

териалдан ишланган гоят катта металл резервуар бўлиб, унинг сифими 1500 т га етади. Миксер колошник газни ёки кокс газни аралаш колошник газни ёқилиб қиздирилади. Бунда суюқ чуяннинг химиявий таркиби ва температураси бутун ҳажми бўйича бараварлашади, шунингдек чуяндаги олтингургуртнинг маълум қисми ёниш оқибатида чиқиб кетади. Пулат тайёрлаш агрегатларига суюқ чуян ана шу миксерлардан олиб қўйилади. Бундан ташқари, миксер суюқ чуян сақлаш учун ҳам хизмат қилади.

Домна печидан чиқариладиган шлак махсус транспортда ташилади ёки сувли ҳовузга оқизилади. Сувли ҳовузга оқизилган суюқ шлак сувга тушганда гранулалар (доналар) тарзида қотади.

Домна печида содир бўладиган купгина процессларни бошқариш, масалан, колошникда газнинг оқимини, шихта материалларининг боришини, горннинг иссиқлик ҳолатини, печга ҳайдаладиган ҳавони фурмаларга бир текис тақсимлаш ишини ва шу кабиларни бошқариш ҳозирги вақтда автоматлаштирилган.

Домна печидан олинадиган маҳсулотлар

Домна печидан олинадиган маҳсулотлар жумласига чуян, шлак, домна газни ва колошник чанги киради. Бу маҳсулотларнинг ҳар бири билан алоҳида танишиб ўтамиз.

Чуян. Чуян домна печидан олинадиган асосий маҳсулотдир. Унинг таркибида 2,0 дан 4,5% гача углерод*, 0,50 дан 4,25% гача кремний, 0,2 дан 3,5% гача марганец, 0,10 дан 1,30% гача фосфор, 0,02 дан 0,20% гача олтингургурт ва жуда оз миқдорда бошқа баъзи элементлар бўлади. Бинобарин, чуян темир билан углероднинг мураккаб қотишмасидир. Ишлатилиш соҳасига кўра, чуян учта асосий группага бўлинади: *қайта ишланувчи чуян, қўймакорлик чуяни ва ферроқотишмалар (махсус чуянлар)*.

Қайта ишланувчи чуян. Бу чуян домна печидан олинадиган барча чуяннинг 80% дан ортигини ташкил этади. Қайта ишланувчи чуян таркибидаги углероднинг ҳаммаси ёки кўп қисми темир билан химиявий бириккан ҳолда, яъни темир карбиди (цементит) Fe_3C ҳолида бўлади. Унинг суюқ ҳолатда оқувчанлиги паст, шунинг учун у қолипнинг нозик жойларини яхши тўлдиролмайди. Бундай чуяннинг синиқ жойи оқиш тусда бўлганлиги учун у *оқ чуян* деб ҳам аталади. Оқ чуян қайта ишланиб, ундан пулат олинади. Унинг қайта ишланувчи чуян деб аталишининг сабаби ҳам ана шу.

Оқ чуяннинг озроқ қисми махсус тарзда юмшатилиб, болғаланувчан чуянга айлантирилади.

* Аслини олганда, чуян таркибида 2,14 дан 6,67% гача углерод бўлади.

Пулат олиш усулига кура, қайта ишланувчи чуян уч синфга: *мартен чуяни, бессемер чуяни ва томас чуянига* булинади. Мартен чуяни М-1 ва М-2 билан, бессемер чуяни Б-1 ва Б-2 билан, томас чуяни эса Т-1 билан маркаланади. Қайта ишланувчи чуяндардан баъзиларининг химиявий таркиби 7-жадвалда келтирилган.

Қуймакорлик чуяни. Қуймакорлик чуяни домна печида олинадиган ҳамма чуяннинг тахминан 18% га яқинини ташкил этади. Бу чуяннинг суюқ ҳолатда оқувчанлиги юқори бўлади ва қолипнинг нозик жойларини ҳам яхши тулдиреди шу сабабли у ҳар хил қуймалар олиш учун ишлатилади. Унинг қуймакорлик чуяни деб аталишининг сабаби ҳам ана шу.

Қуймакорлик чуяни таркибидаги углероднинг кўп қисми эркин ҳолатда — графит тарзида бўлади ва синиқ жойи кул ранг тусда куринади, шунинг учун у *кул ранг чуян* деб ҳам аталади. Қуймакорлик чуяннинг химиявий таркиби 7-жадвалда келтирилган.

7-жадвал

Чуяндарнинг химиявий таркиби

Чуяннинг маркази	Элементлар миқдори, % ҳисобида			
	Si	Mn	P	S
Қайта ишланувчи чуян				
М1	0,76—1,50	1,50—3,50	0,15—0,30	0,03—0,07
М2	0,76 гача	1,50—3,50	0,15—0,30	0,03—0,07
Б1	0,90—1,60	0,60—1,20	0,07	0,00
Б2	1,60—2,00	0,60—1,50	0,07*	0,04
Т1	0,20—0,60	0,80—1,30	1,60—2,00	0,08
Қуймакорлик чуяни				
ЛҚ00	3,76—4,25	0,50—1,30	0,10—1,20	0,02—0,03
ЛҚ0	3,26—3,75	0,50—1,30	0,10—1,20	0,02—0,03
ЛҚ1	2,76—3,25	0,50—1,30	0,10—1,20	0,02—0,03
ЛҚ2	2,26—2,75	0,50—1,30	0,10—1,20	0,03—0,04
ЛҚ3	1,76—2,25	0,50—1,30	0,10—1,20	0,03—0,04

Домна печида қуймакорлик чуяни ҳосил қилиш учун шихтада етарли миқдорда қумтупроқ бўлишига эришиш керак.

Таркибидаги графитнинг қандай шаклда бўлишига қараб, кул ранг чуян *оддий, жуда пухта ва болгаланувчан** чуяндарга

* Болгаланувчан деганда бу чуяни болғалаш йули билан ишлаб бўлади деб тушуниш ярамайди. Бу ном шу чуяннинг кул ранг чуянга қараганда пластикроқ бўлганлиги учун берилган, демак у шартлидир.

Оддий кул ранг чуяннинг химиявий таркиби ва механикавий хоссалари (ГОСТ 1412—54)

Чуяннинг маркаси	Химиявий таркиби, % ҳисобида							Механикавий хоссалари		
	C	Si	Mn	P (кўпи билан)	S (кўпи билан)	Cr (кўпи билан)	Ni (кўпи билан)	σ_b , кГ/мм ²	$\sigma_{0,2}$, кГ/мм ²	НВ
СЧ00	3,0—3,5	1,8—2,4	0,6—1,0	0,6	0,15	0,15	0,5	—	—	—
СЧ12-28	3,3—3,6	2,2—2,5	0,6—1,0	0,4	0,15	0,15	0,5	12	28	143—229
СЧ15-32	3,2—3,5	2,0—2,4	0,7—1,1	0,4	0,15	0,15	0,5	15	32	163—229
СЧ18-36	3,1—3,4	1,7—2,1	0,8—1,2	0,2	0,15	0,3	0,5	18	36	170—229
СЧ21-40	3,0—3,3	1,3—1,7	0,8—1,2	0,3	0,15	0,3	0,5	21	40	170—211
СЧ24-44	2,9—3,2	1,2—1,6	0,8—1,2	0,2	0,15	0,3	0,5	24	44	170—241
СЧ28-48	2,8—3,1	1,1—1,5	0,8—1,2	0,2	0,12	0,3	0,5	28	48	170—241
СЧ32-52	2,7—3,0	1,1—1,5	0,8—1,2	0,2	0,12	0,3	0,5	32	52	187—255
СЧ35-56	2,6—2,9	1,1—1,5	1,0—1,4	0,2	0,12	0,3	0,5	35	52	197—269
СЧ38-60	2,5—2,8	1,1—1,3	1,0—1,4	0,2	0,12	0,3	0,5	38	60	207—269

Жуда пухта чуяннинг химиявий таркиби

Куйма дево- рининг қалин- лиги, мм	Химиявий таркиби, % ҳисобида					
	C (камида)	Si	Mn (кўпи би- лан)	S (кўпи би- лан)	P (кўпи би- лан)	Mg
10 гача	3,4	2,6—3,1	0,4	0,14	0,1	0,05—0,12
10—30	3,4	2,4—2,8	0,6	0,14	0,1	0,05—0,12
30—75	3,2	2,2—2,6	0,6	0,14	0,1	0,05—0,12
75—100	3,0	2,0—2,4	0,6	0,14	0,1	0,05—0,12

Э с л а т м а. Жуда пухта чуялар таркибида 0,3% гача хрсм бўлади.

Жуда пухта чуяннинг механикавий хоссалари (ГОСТ 7293—54)

Чуяннинг маркаси	Механикавий хоссалари				
	σ_b , кГ/мм ²	$\sigma_{0,2}$, кГ/мм ² камида	δ , %	a_n , кГм/см ²	НВ
ВЧ45-0	45	36	—	—	187—255
ВЧ45-0,5	50	38	1,5	1,5	187—255
ВЧ46-2	60	42	2,0	2,0	197—229
ВЧ45-5	45	33	5,0	2,5	170—207
ВЧ40-10	40	30	15,0	4,0	156—197

булинади. Оддий кул ранг чуянда графит пластинкалар шаклида булади; бу чуян СЧ ҳарфлари ва икки хонали иккита сон билан маркаланади, масалан СЧ12-28. Бу маркадаги СЧ ҳарфлари (русча серый чугу́н сўзларининг биринчи ҳарфлари) кул ранг чуян эканлигини, биринчи сон (12) чузилишидаги мустаҳкамлик чегарасини (кГ/мм^2 ҳисобида), иккинчи сон (28) эса эгилишдаги мустаҳкамлик чегарасини (кГ/мм^2 ҳисобида) билдиради. Оддий кул ранг чуяннинг маркалари, химиявий таркиби ва механикавий хоссалари 8-жадвалда берилган. Жуда пухта чуянда графит шар шаклида булади; бу чуян ВЧ ҳарфлари (русча высокопрочный чугу́н сўзларининг биринчи ҳарфлари) ва иккита сон билан маркаланади, масалан, ВЧ 45-5. Бу маркадаги ВЧ ҳарфлари жуда пухта чуянни, биринчи сон (45 сони) чуяннинг чузилишдаги мустаҳкамлик чегарасини (кГ/мм^2 ҳисобида), иккинчи сон (5 сони) эса нисбий узайишини (% ҳисобида) билдиради. Жуда пухта чуяннинг химиявий таркиби 9-жадвалда, механикавий хоссалари эса 10-жадвалда келтирилган.

Болғаланувчан чуянда графит бодироқ шаклида булади; бу чуян ҳам иккита ҳарф ва кетма-кет келадиган иккита сон билан маркаланади, масалан, КЧ 50-4; КЧ ҳарфлари (русча ковкий чугу́н сўзларининг биринчи ҳарфлари) чуяннинг болғаланувчан чуян эканлигини, биринчи сон (50) чуяннинг чузилишдаги мустаҳкамлик чегарасини (кГ/мм^2 ҳисобида), иккинчи сон (4) эса нисбий узайишини (% ҳисобида) англатади. Болғаланувчан чуяннинг химиявий таркиби механикавий хоссалари ва структураси 11-жадвалда келтирилган.

11-жадвал

Болғаланувчан чуяннинг химиявий таркиби ва механикавий хоссалари (ГОСТ 1215—56)

Чуяннинг маркаси	Химиявий таркиби, % ҳисобида					Механикавий хоссалари			Структураси
	C	Si	Mn	P (кўзи билан)	S (кўзи билан)	$\sigma_{0.2}$ кГ/мм ²	δ , %	НВ	
КЧ30-6	2,7—3,1	0,7—1,1	0,3—0,6	0,2	0,18	30	6	163	Ферритли
КЧ33-8	2,5—3,0	0,8—1,2	0,3—0,6	0,2	0,18	33	8	163	
КЧ35-10	2,4—2,8	0,9—1,1	0,3—0,5	0,2	0,12	35	10	163	
КЧ37-12	2,2—2,5	1,0—1,5	0,3—0,5	3,2	0,12	37	12	163	
КЧ45-6	2,2—2,8	0,9—1,5	0,3—1,0	0,2	0,12	45	6	241	Перлитли ва перлит-ферритли
КЧ50-4	2,2—2,8	0,9—1,5	0,4—1,0	0,2	0,12	50	4	241	
КЧ56-4	2,2—2,6	0,7—1,1	0,4—1,0	0,2	0,12	56	4	241	
КЧ60-3	2,2—2,6	0,7—1,1	0,4—1,0	0,2	0,12	60	3	241	
КЧ63-2	2,2—2,6	0,7—1,1	0,4—1,0	0,2	0,12	63	2	241	

Ферроқотишмалар (махсус чўянлар). Бундай чўянлар таркибида кремний ва марганец миқдорлари одатдаги чўянлардагига қараганда анча кўп бўлади. Ферроқотишмалар уч турга бўлинади: ферросилиций, ялтироқ чўян ва ферромарганец.

Ферроқотишмалардан баъзиларининг химиявий таркиби 12-жадвалда берилган.

Ферроқотишмалар чўяндан пўлат олишда темир (II)-оксиддан темирни қайтариш, шунингдек, пўлатни легирлаш учун ишлатилади.

Чўяннинг юқорида айтиб ўтилган турларидан ташқари, легирланган чўянлар деб аталадиган хили ҳам бўлади. Бундай чўянлар таркибига, чўянда доимо бўладиган элементлардан ташқари, легирловчи (махсус) элементлар: хром, никель, мис, титан, молибден ва бошқа элементлар ҳам киради. Бу элементлар чўяннинг физика-механикавий хоссаларини яхшилайди.

12-жадвал

Ферроқотишмаларнинг химиявий таркиби

Ферроқотишмаларнинг номи	ГОСТ	Маркаси	Элементлар миқдори, % ҳисобида			
			Si	Mn	P	S
Ферросилиций	5163—49	Cu-15 Cu-10	13,0—15,0 9,0—13,0	≤3,0 —	≤0,2 —	≤0,4 —
Ялтироқ чўян	5164—19	ЗЧ-1 ЗЧ-2 ЗЧ-3	≤2,0	20,1—25,0 15,1—20,0 10,0—15,0	0,22 0,20 0,18	≤0,03
Ферромарганец	5165—49	Mn-6	≤2,0	70,0—75,0	0,35— —0,45	≤0,03

Легирланган чўянлардан тирсакли валлар, прокатлаш станларининг жўвалари, компрессор деталлари, поршень ҳалқалари, шестернялар ва бошқа деталлар қўйилади.

Чўяннинг тузилиши ва хоссаларига унинг таркибидаги элементларнинг таъсири. Чўян таркибидаги элементлар унинг тузилиши ва хоссаларига турлича таъсир этади.

Кремнийнинг таъсири. Кремний чўянда графит ҳосил бўлиш (графитланиш) процессини кучайтиради, шунинг учун чўяннинг тузилишига айниқса катта таъсир этади. Кремний чўяннинг суюқ ҳолатда оқувчанлигини оширади ва, демак, кул ранг чўян ҳосил бўлишига ёрдам беради. Бинобарин, таркибидаги кремний миқдорини узгартириб, тузилиши ва механикавий хоссалари турлича бўлган чўянлар ҳосил қилиш мумкин.

Марганецнинг таъсири. Марганец чўянга кремний-

нинг аксича таъсир этади, яъни у графитланиш процессига тўсқинлик қилади — оқ чўян ҳосил бўлишига олиб келади, чунки марганец углерод билан бирикиб, Mn_3C таркибли карбид ҳосил қилади ва углероднинг эркин ҳолатда ажралиб чиқишига тўсқинлик қилади.

Фосфорнинг таъсири. Фосфор графитланиш процессига унча таъсир этмайди, чўяннинг суюқ ҳолатда оқувчанлигини оширади. Бу жиҳатдан олганда фосфор фойдали элемент ҳисобланади. Аммо у чўяннинг пухталигини пасайтириб, мўртлигини оширади, чунки у нисбатан осон ($950^\circ C$ да) суюқланадиган учлама эвтектика ҳосил қилади, бу эвтектика эса чўяннинг қотиш пайтида кўп фосфорли аустенит, цементит ва темир фосфид Fe_3P дан иборат бўлади. Кўп фосфорли чўяннинг суюқ ҳолатда яхши оқувчан бўлишига сабаб ҳам осон суюқланадиган ана шу учлама эвтектикадир.

Олтингургуртнинг таъсири. Олтингургурт чўяннинг суюқ ҳолатда оқувчанлигини пасайтиради ва қуйманинг киришувчанлигини оширади. Олтингургурт ҳам, худди марганец каби, графитланиш процессида тўсқинлик қилади, яъни оқ чўян ҳосил бўлишига олиб келади. Демак, чўянда олтингургурт бўлиши маъқул эмас, яъни у зарарли элементдир.

Шлак. Шлак домна печидан олинадиган қўшимча маҳсулот бўлиб, унинг миқдори олинадиган чўян оғирлигининг тахминан 60 процентини ташкил этади. Шлак асосий ёки кислотавий бўлади. Кислотавий шлак таркибида кўп миқдорда қумтупроқ ва озроқ оҳак, асосий шлак таркибида эса, аксинча, кўп миқдорда оҳак ва озроқ қумтупроқ бўлади. Домна шлагги жуда арзон ва юқори сифатли қурилиш материали тарзида ишлатилади. Масалан, асосий шлакдан цемент, бетон ва ғишт тайёрланади, кислотавий шлакдан эса, одатда, иссиқлик изоляцияси сифатида фойдаланилади, бу материал *шлак пахтаси* деб аталади ва суюқ ҳолатдаги кислотавий шлакдан босим остида буғ ёки ҳаво ўтказиш йўли билан олинади.

Домна газы. Бу газ *колошник газы* деб аталади. Колошник газы ҳам домна печидан чиқадиган қўшимча маҳсулотдир. Унинг ўртача химиявий таркиби: 26—32% CO ; 1,0—4,5% H_2 ; 0,2—0,4% CH_4 ; 8—10% CO_2 ва 56—63% N_2 . Колошник газыда кўп миқдорда ёнувчи газлар бўлганлиги учун у юқори калорияли ёқилғи сифатида ишлатилади.

Маълумки, домнадан чиққан газлар аралашмасига домна чанги ҳам қўшилган бўлади, шунинг учун улар ишлатилишдан олдин махсус аппаратларда ана шу чангдан тозаланади. Тозаланган 1 м^3 домна газы ёнганда ўрта ҳисоб билан 1000 ккал (4500 кЖ) иссиқлик чиқади. Чангдан тозаланган газдан ҳаво қиздиргичларда, мартен печларида, буғ қозонларида ва бошқаларда ёқилғи сифатида фойдаланилади.

Домна печида ёқиладиган кокснинг ҳар тоннасида 4000 м^3 чамаси колошник газы чиқади.

Қолошник чанги. Домна печидан чиқадиган бу қўшимча маҳсулот шихта материалларининг домна газига қўшилиб чиқадиган жуда майда заррачаларидан иборат. Қолошник чанги домна газини махсус аппаратларда тозалаш вақтида йиғилиб қолади. Бу чангдан агломерат тайёрлаш учун қўшимча хом ашё сифатида фойдаланилади, чунки унинг таркибида маълум миқдорда руда ва кокс бўлади.

Домна печи ишининг техника-иқтисодий кўрсаткичлари

Домна печи ишининг муҳим техника-иқтисодий кўрсаткичлари жумласига печнинг унумдорлиги, печнинг ҳажмидан* фойдаланиш коэффициенти ва печдан олинadиган 1 т чўянга кетadиган ёқилғи сарфи киради.

Печнинг унумдорлиги. Бу кўрсаткич печдан бир суткада олинadиган чўян миқдори билан белгиланади ва рудадаги темир миқдорига, шихта материалларининг суюқлантиришга қандай тайёрланганлиги ва печнинг туриб қолиш (ишламай қолиш) вақтига боғлиқ бўлади. Печнинг туриб қолиш вақти компания даврининг 0,75 дан 1,5% гача бўлган қисмини ташкил этади. Қайта ишланувчи чўян олишда печнинг унумдорлиги энг юқори, қўймакорлик чўяни олишда қайта ишланувчи чўян олишдагига қараганда 10—15%, ферроқотишмалар олишда эса 1,5—2,5 баравар паст бўлади. Демак, печнинг унумдорлигини ошириш учун, асосан, рудани яхши бойитиш, шихтани суюқлантиришга яхши тайёрлаш ва печнинг туриб қолиш вақтини қисқартириш зарур.

Печнинг ҳажмидан фойдаланиш коэффициенти. Бу кўрсаткич K билан белгиланади ва қуйидагича ифодаланади:

$$K = \frac{V_{\phi}}{T} \text{ м}^3/\text{т},$$










бу ерда V_{ϕ} — печнинг фойдали ҳажми, м^3 ҳисобида; T — печнинг суткалик унумдорлиги, яъни печдан бир суткада олинadиган чўян миқдори, т ҳисобида.

K нинг сон қиймати қанчалик кичик бўлса, печь шунчалик яхши ишлаган бўлади. Демак, айни бир печга нисбатан K нинг сон қийматини пасайтириш учун печнинг суткалик унумдорлигини ошириш керак.








Домна печининг ҳажмидан фойдаланиш коэффициенти 0,53 дан 1,35 гача бўлади. Аммо ҳажмидан фойдаланиш коэффициенти 0,53 дан кичик бўлган печлар ҳам қурилган ва қурилмоқда.

Ёқилғи сарфи. Ёқилғи сарфи суюқлантириб олинadиган чўян сортига боғлиқ бўлади. Масалан, 1 т мартен чўяни олиш учун 0,8—1,0 т, 1 т бессемер чўяни олиш учун 1,1 т, 1 т қўймакорлик чўяни олиш учун 1,0—1,2 т, 1 т ферроқотишма олиш учун эса 1,5—2,5 т кокс сарф бўлади.

* Печнинг ҳажми деганда унинг фойдали ҳажми тушунилиши керак.

Оч сариқ	220°	
Сариқ	230°	
Тўқ сариқ	240°	
Жигарранг	255°	
Жигарранг - қизил	265°	
Бинафшаранг	285°	
Тўқ ҳаворанг	295-310°	
Оч ҳаворанг	315-325°	
Кулранг	330°	

II. Товланиш ранглари

Нурланишнинг довланиши	530-580°	
Тўқ қизил	580-650°	
Тўқ олчаранг	650-720°	
Олчаранг	720-780°	
Оч олчаранг	780-830°	
Қизил	830-900°	
Оч қизил	900-1050°	
Сариқ	1050-1150°	
Оч сариқ	1150-1250°	
Оқиш	1250-1300° доғуб	

III. Чўзланиш ранглари

4-§. Пулат металлургияси

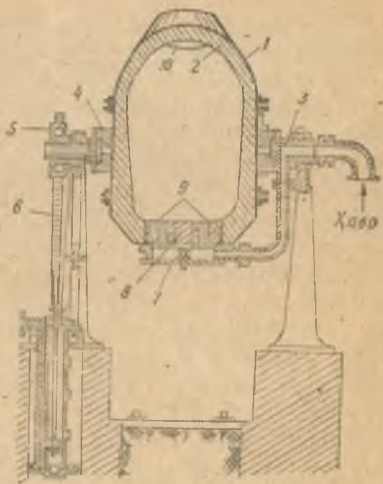
Пулатнинг темир билан углерод қотишмаси эканлиги ва унинг таркибида 2,14% гача углерод бўлиши юқорида (108-бет) айтиб ўтилган эди. Пулат ҳозирги замон техникасининг барча соҳаларида хилма-хил деталлар, машиналар ва конструкциялар тайёрлаш учун ишлатиладиган асосий материалдир. Техникада ишлатиладиган пулат таркибида, углероддан ташқари, бошқа элементлар, кремний, марганец, фосфор, олтингурут ва бошқа элементлар ҳам бўлади ва, асосан, чўяндан олинади. Пулатнинг чўяндан фарқи шуки, пулат таркибида углерод ҳам, бошқа элементлар ҳам чўяндагига қараганда кам бўлади. Демак, чўяндан пулат олиш процесси чўян таркибидаги углерод ва бошқа элементлар миқдорини камайтиришдан иборат. Ҳозирги вақтда пулат олишнинг учта усули — конвертор, мартен ва электр усуллари мавжуд. Пулат олишнинг ана шу усуллари билан қисқача танишиб ўтамиз.

Конвертор усули

Конвертор усули фақат суюқ чўяндангина пулат олишда қўлланилади. Конвертор усулининг моҳияти шундан иборатки, суюқ чўян конвертор (баъзан конвертер) деб аталадиган ва олдиндан қаттиқ қиздириб олинган идишга солинади ва чўян орқали ҳаво ҳайдалади. Ҳайдаладиган ҳаво таркибидаги кислород чўяндаги углеродни ва қўшимча элементларни оксидлайди (ёндириб юборади), натижада чўян таркибидаги углерод билан қўшимчалар миқдори камаяди ва пулат ҳосил бўлади.

Конвертор (70-расм) 15—25 мм қалинликдаги пулат лист 1 дан нок шаклида ясалган идиш бўлиб, унинг ички девори ўтга чидамли фишдан терилган.

Ички деворининг қалинлиги, конверторнинг сифимига қараб, 75 дан 400 мм гача бўлади. Конвертор ўрта қисмининг сиртига пулат ҳалқа (белбог) қилинган. Бу ҳалқага иккита цапфа (3 ва 4) маҳкамланган, бу цапфалардан бири ковак қилинган. Цапфалар фундаментга ўрнатилган колонналарга таяниб туради. Конверторга ҳайдаладиган ҳаво



70-расм. Конверторнинг тузилиш схемаси:

1 — пулат кожух; 2 — ўтга чидамли фишдан терилган ички девор; 3 — ковак цапфа; 4 — яхлит цапфа; 5 — тишли филдирак; 6 — тишли рейка; 7 — ҳаво қутиси; 8 — алмаштириладиган туб; 9 — фурчалар; 10 — оғиз.



71- расм. Конверторнинг суюқ чўян қуйиш-вақтидаги (а), иш вақтидаги (б) ва тайёр пулатни қуйиб олиш вақтидаги (в) вазиятлари (схема).

ковак цапфа 3 орқали ҳаво қутиси 7 га ва ундан фурмалар 9 орқали конвертор ичига кириб, суюқ чўяндан ўтади. Яхлит цапфа 4 нинг учига тишли ғилдирак 5 ўтқазилган, тишли ғилдирак эса тишли рейка 6 билан тишлаштирилган. Тишли рейка ҳаракатлантирилганда тишли ғилдиракни ва у билан бириктирилган конверторни зарур бурчакка буради, тишли рейкани эса электр двигатели ёки гидравлик юритма ҳаракатга келтиради.

Конверторнинг пастки қисмида алмаштириладиган туб 8 бор, бу туб ўтга чидамли материалдан ясалган бўлиб, ундаги каналларга махсус трубалар — фурмалар 9 тиғиз қилиб ўтказилган. Конвертор ичида ҳаво ана шу фурмалар орқали киради.

Конвертор усулида чўяндан пулат олиш учун тишли рейка ҳаракатлантирилиб, конвертор горизонтал вазиятга келтирилади (71-расм, а) ва унга фурмалар сатҳидан сал пастроққача суюқ чўян қуйилади. Шундан кейин конверторга ҳаво ҳайдай бошланади ва айни вақтда конвертор секин-аста вертикал вазиятга келтирилади. Конверторни вертикал вазиятга келтириш билан бир вақтда ҳайдалаётган ҳаво босими ошириб борилади. Конвертор вертикал вазиятга келганда (71-расм, б) ҳаво босими 2,5 ат ($0,25 \text{ MN/m}^2$) га етказилади.

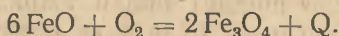
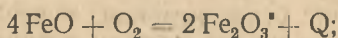
Конверторга ҳайдалган ҳаво суюқ чўян орқали ўтаётганда унинг кислотоди чўян таркибидаги углероднинг маълум қисмини ва қўшимчаларни оксидлайди, натижада чўян пулатга айланади. Шундан кейин, конвертор горизонтал вазиятга келтирилиб, ҳаво ҳайдаш тўхтатилади, пулатнинг химиявий таркиби текшириб кўрилади ва суюқ пулатга ферросилиций, ферромарганец ва, зарур бўлган тақдирда, алюминий ҳам қушиб, пулат оксидсизлантирилади, яъни темир (II)-оксиддан темир қайтарилганда, конвертордаги тайёр пулат ковшларга қуйиб олинади. Конверторнинг ички девори 1000 дан 2000 мартагача пулат олишга чидайди, туби эса 20—30 марта пулат олингандан кейин ишга яроқсиз бўлиб қолади ва янгисига алмаштирилади.

Конвертор процессининг икки тури мавжуд, булардан бири бессемер процесси, иккинчиси эса томас процессидир.

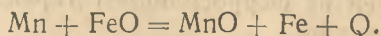
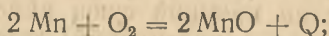
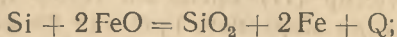
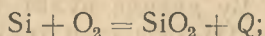
Бессемер процесси. Бу процессни 1855—1856 йилларда инглиз ихтирочис Генри Бессемер кашф этди. Бессемер процесси ички девори кислотавий ўтга чидамли материал — динас гиштидан терилган конверторларда амалга оширилади. Бундай конвертор *бессемер конвертори* деб, бессемер конверторида пулат олиш усули эса *бессемер усули* деб аталади.

Бессемер процессининг моҳияти қуйидагилардан иборат. Конверторга қуйилган суюқ чуян орқали ҳаво ҳайдалади. Ҳаво таркибидаги кислород чуяндаги углероднинг маълум қисмини ва бошқа қўшимча элементларни оксидлайди. Оксидлаш реакциялари шу қадар шиддат билан борадики, бунда кўп миқдорда иссиқлик ҳосил бўлади, натижада суюқ чуян совимай, балки унинг температураси пулатнинг суюқланиш температурасидан ҳам юқорироқ даражагача кўтарилади. Бессемер конверторида суюқ чуяни пулатга айлантириш процесси уч даврга бўлинади.

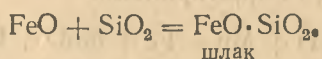
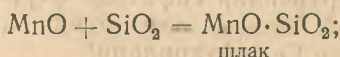
Биринчи давр. Бу даврда темир, кремний ва марганец оксидланади ҳамда шлак ҳосил бўлади. Темирнинг оксидланиши қуйидаги тартибда боради:



Бу процессларнинг ҳаммасида Q миқдор иссиқлик ажралиб чиқади. Бунда конвертор оғзидан қўнғир тутун чиқа бошлайди, қўнғир тутун эса темир оксидлари ҳосил бўлаётганлигини билдиради. 1—2 мин дан кейин қўнғир тутун чиқиши пасайиб, унинг ўрнига тўқ сариқ тусли аланга пайдо бўлади. Бу аланга кремний ва марганецнинг оксидлана бошлаганлигидан дарак беради, чунки бу элементлар оксидланганда (ёнганда) жуда кўп иссиқлик ҳосил бўлади. Кремний ва марганец эса ҳам ҳаво кислороди, ҳам темир (II)-оксид кислороди ҳисобига оксидланади:



Бу реакциялар натижасида ҳосил бўлган оксидлар ўзаро таъсир этиб шлак ҳосил қилади:



Шу билан биринчи давр (бу давр 2—3 мин давом этади) тугаб, иккинчи давр бошланади.

Иккинчи давр. Бу даврда чуян таркибидаги углероднинг маълум қисми ҳам темир (II)- оксид кислороди, ҳам ҳаво кислороди ҳисобига оксидланади (ёнади):



Шуни ҳам таъкидлаб ўтиш керакки, углероднинг FeO ҳисобига оксидланишида иссиқлик ютилади, натижада конвертор ичидаги температура бир оз пасаяди, аммо бунда металл совимайди, чунки темирнинг оксидланишидан ҳосил бўлган иссиқлик ютилган иссиқликдан ортиқдир.

Углероднинг оксидланишидан ҳосил бўлган CO конвертор оғзидан чиқаётганда атмосфера кислороди ҳисобига ёниб, CO_2 ҳосил қилади:

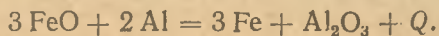
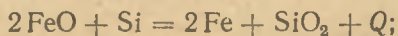
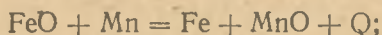


Бу реакция натижасида кўзни қамаштирарли даражада ёрқин аланга ҳосил бўлади. Бу аланганинг баландлиги 5 м дан ошади.

Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, углерод (II)- оксид суюқ металлдан шу қадар шиддат билан ажралиб чиқадикки, суюқ металл қаттиқ қайнагандек бўлади ва конвертор ларзага келади. Углероднинг оксидланиши ва ҳосил бўлган CO нинг ёниши 7—8 мин давом этади. CO ёна борган сари аланга пасайиб боради ва, ниҳоят, кўринмай қолади. Шу билан иккинчи давр тугайди ва чуян пўлатга айланган бўлади. Шундан кейин конвертор горизонтал вазиятга келтирилиб, ҳаво ҳайдаш тўхтатилади. Аммо ҳосил бўлган пўлатда кўп миқдор темир (II)- оксид FeO эриган бўлади, FeO эса пўлатнинг механикавий хоссаларига салбий таъсир этади. Бундай пўлат қиздирилганда мўртлашади, яъни қизарганда *синувчан* бўлиб қолади ва уни қиздириб босим билан ишлаб бўлмайди.

Учинчи давр. Бу даврда пўлат оксидсизлантирилади, яъни пўлатдаги темир (II)- оксиддан темир қайтарилади. Қайтарувчилар сифатида марганец, кремний ва алюминий ишлатилади. Марганец билан кремний суюқ пўлатга ферроқотишмалар (ферромарганец ва ферросилиций) тарзида, алюминий эса кукун ҳолида қўшилади.

Оксидсизлантириш шаронтига қараб, қайнамайдиган ёки қайнайдиган пўлат ҳосил бўлади. Қайнамайдиган пўлат ҳосил қилиш учун, қайтарувчилар сифатида ферромарганец, ферросилиций ва алюминий ишлатилади, бунда қуйидаги реакциялар натижасида FeO дан Fe қайтарилади:



Қайнайдиған пұлат ҳосил қилиш учун эса ферромарганецнинг ўзи ишлатилади ва бунда темир суюқ пұлатдаги темир (II)- оксиднинг бир қисмидангина қайтарилади.

Қайнамайдиған пұлат *тула қайтарилған*, қайнайдиған пұлат эса *чала қайтарилған* пұлат деб ҳам аталади.

FeO дан Fe ни қайтаришда ферромарганец ва ферросилиций суюқ пұлатга конверторнинг ўзида қўшилади, алюминий кукуни эса пұлат конвертордан ковшга қўйилаётганда металл оқимига қўшиб юборилади, чунки алюминий кукуни конвертордаги пұлатга қўшилса, енгил бўлганлиги учун, суюқ металлга аралаша олмай, унинг бетига қолади ва кутилган натижани бермайди.

Бессемер процесси, оксидсизлантириш даври билан бирга, 15—20 мин давом этади. Бессемер конверторининг сифими 10 дан 45 т га етади ва унумдорлиги жуда юқори бўлади — суткасига 80 мартагача пұлат олишга имкон беради.

Бессемер усулининг камчилиги шундан иборатки, бу усулда кўп олтингургурт ва фосфорли чўянлардан сифатли пұлат олиб бўлмайди, шунингдек, кўп (10—12%) металл куюндига чиқиб кетади.

Кичик бессемерлаш усули. Бу усул машинасозлик заводларининг қўймакорлик цехларида 1885 йилдан қўлланила бошлади. Кичик бессемерлаш усулининг катта бессемерлаш усулидан фарқи шуки, бунда конверторнинг сифими кичик (0,5 дан 2,5 т гача) бўлади, ҳаво конверторнинг ён томонидаги тешиклардан 1,25—1,50 ат босим остида ҳайдалади ва қаттиқ чўян ҳамда 20 дан 70% гача темир-терсақдан ҳам фойдаланишга имкон беради. Аммо бунда қаттиқ чўян ва темир-терсақ вагранкада олдиндан суюқлантириб олинади.

Кичик бессемерлаш усули ҳар хил пұлат қўймалар ҳосил қилиш учун, оз бўлса-да, аммо арзон ва ўта суюқлантирилган пұлатлар олишга имкон беради.

Конверторга суюқ металл қўйилиб, ковертор иш вазиятига келтирилганда фурмалар орқали кираётган ҳаво таркибидаги кислород бирин-кетин темир, кремний ва марганецни оксидлайди (ёндиради). Кремний ва марганецнинг ёниши ҳисобига металлнинг температураси кўтарилиб, углероднинг ёниши учун қулай шароит туғилади ва углерод ёнади:



Ҳосил бўлган CO суюқ металлдан чиқаётиб, конверторга кираётган ҳаво кислороди билан туқнашади ва унда ёниб, CO₂ ҳосил қилади, натижада кўп миқдор иссиқлик ажралиб чиқади:



Ажралиб чиққан бу иссиқлик металлни қўшимча равишда қиздиради ва унинг суюқ ҳолатда оқувчанлигини оширади, нати-

жада металл қолипнинг нозик жойларини ҳам яхши тўлдирадиган ҳолатга келади.

Углерод зарур чегарагача ёниб бўлгандан кейин конверторга ҳаво ҳайдаш тўхтатилиб, пўлат оксидсизлантирилади-да, ковшларга солиниб, ҳар хил қуймалар ҳосил қилиш учун тегишли қолипларга қуйилади.

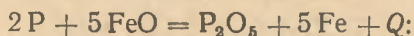
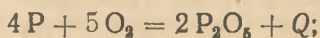
Кичик бессемерлаш процесси ўрта ҳисобда 12—14 мин давом этади. Агар конверторга тоза кислород ёки кислород билан бо-йитилган ҳаво ҳайдалса, процесс анча тезлашади.

Томас процесси. Маълумки, бессемер конверторининг ички девори кислотавий ўтга чидамли ғиштдан терилган бўлиб, фосфор ва олтингурти кўп чўяндан сифатли пўлат олишга имкон бермайди. Кўп (1,5—2,5%) фосфорли чўянларни пўлатга айлан-тириш усулини 1878 йилда инглиз металлурги С. Д. Томас кашф этди, яъни у конверторнинг ички деворини кислотавий ўтга чи-дамли материалдан эмас, балки асосий материалдан — доломит ғишtidан теришни ва флюсдан (оҳактошдан) фойдаланишни таклиф этди. Демак, томас конвертори бессемер конверторидан ички деворининг асос характеридаги ғиштдан терилганлиги ва флюс ишлатилиши билан фарқ қилади. Бундан ташқари, томас конвертори худди шунча миқдордаги чўянга мўлжалланган бес-семер конверторидан каттароқ бўлади, чунки томас процессида, юқорида айтиб ўтилганидек, флюс ҳам ишлатилади, флюс миқ-дори эса конверторга қуйиладиган чўян миқдорининг 12—20 процентини ташкил этади.

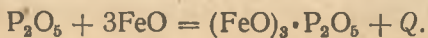
Томас процессида фосфор жуда катта роль ўйнайди, чунки у ёнганда (оксидланганда) кўп миқдор иссиқлик ҳосил қилади ва конвертор температурасини оширади.

Томас конверторида пўлаг олиш учун томас чўяни ишлати-лади. Чўяни пўлатга айлантириш учун, қиздириб олинган кон-верторга флюс солиниб, унинг устига суюқ чўян қуйилади-да, ҳаво ҳайдалади. Томас процесси ҳам худди бессемер процесси каби, уч даврга бўлинади.

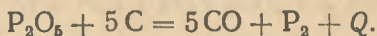
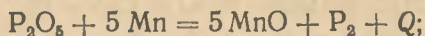
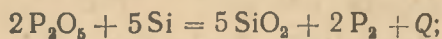
Б и р и н ч и д а в р. Бу даврда темир, кремний, марганец ва фосфор оксидланади. Темир, кремний ва марганецнинг оксид-ланиши бессемер процессидаги каби боради, аммо температура бессемер процессидаги биринчи даврга нисбатан олганда унча юқори бўлмайди, чунки томас чўянида иссиқлик манбаи — крем-ний миқдори кам бўлади ва иссиқликнинг маълум қисми оҳак-тошни (оҳакни) қиздиришга кетади. Бу даврда фосфорнинг оксидланиш реакциялари қуйидаги тенгламалар билан ифода-ланади:



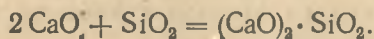
Ҳосил бўлган фосфат ангидрид FeO билан реакцияга киришади:



Юқори температурада $(\text{FeO})_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ бирикма парчаланиб, ундан яна фосфат ангидрид ажралиб чиқади ва кремний, марганец ҳамда углерод билан реакцияга киришади, натижада фосфор яна қайтариледи:



SiO_2 , MnO ва қисман FeO қўшилиб, шлак ҳосил қилади. Шлак SiO_2 нинг оҳак билан ўзаро таъсири натижасида ҳам ҳосил бўлади:



Биринчи давр 3—4 мин давом этади.

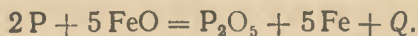
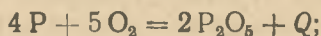
Иккинчи давр. Бу давр аланга даври деб ҳам аталади ва углероднинг оксидланишидан (ёнишидан) бошланади:



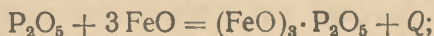
бунда конвертор оғзидан сарғиш аланга чиқади. Углерод шу қадар шиддат билан ёнадики, металл қайнаб, унинг сатҳи кўтарилади, бунда металл ва шлак конвертор оғзидан сачраб чиқиши ҳам мумкин. Углерод ёна борган сари температура бир қадар тушади, металлнинг қайнаши сусайиб, сатҳи пасаяди ва аланга хираланади, пасайиб боради ва, ниҳоят, кўринмай қолади.

Иккинчи давр 4—9 мин давом этади.

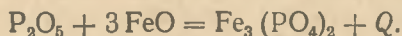
Учинчи давр. Биринчи даврда фосфат ангидриддан қайтарилган фосфорнинг озроқ қисми ҳаво кислороди ҳисобига, кўп қисми эса темир (II) - оксид кислороди ҳисобига яна оксидланади (ёнади):



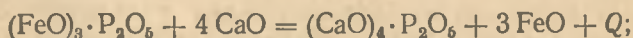
Ҳосил бўлган фосфат ангидрид FeO билан реакцияга киришади:



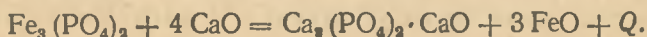
ёки



$(\text{FeO})_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ бирикма оҳак билан ўзаро таъсир этади, натижада, барқарор бирикма — кальций фосфат ҳосил бўлади ва FeO ажралиб чиқади:

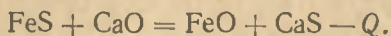
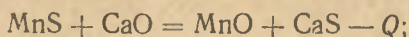


ёки



Юқорида келтирилган реакциялар вақтида кўп миқдорда иссиқлик чиқади, натижада металл тез қизийди. Ҳосил бўлган кальций фосфат шлакка ўтади.

Фосфорнинг ёниш реакциялари билан бир вақтда қуйидаги реакциялар ҳам боради:



Ҳосил бўлган кальций сульфид шлакка ўтади, натижада пулат олтингугуртнинг кўп қисмидан тозаланади.

Шлакдаги фосфор ва олтингугурт бирикмалари, шунингдек, темир (II)-оксид яна металлга ўтмаслиги учун конвертордаги шлак қуйиб олинади ва шундан кейингина пулатни оксидсизлантиришга киришилади.

Томас конверторида бир суткада 36—48 марта пулат олинади. Бунда металлнинг 10% га яқини куондига чиқади. Томас процессида чиқадиган шлак таркибида 14—20% фосфат ангидрид бўлганлиги учун ундан қишлоқ хўжалигида ўғит сифатида фойдаланилади.

Конверторларнинг унумдорлигини ошириш ва олинadиган пулатнинг сифатини яхшилаш мақсадида сўнгги йилларда конверторга кислород билан бойитилган ҳаво ёки соф кислород ҳайдаш усулидан фойдаланилмоқда. Бу мақсадлар учун махсус конверторлар ишлатилмоқда.

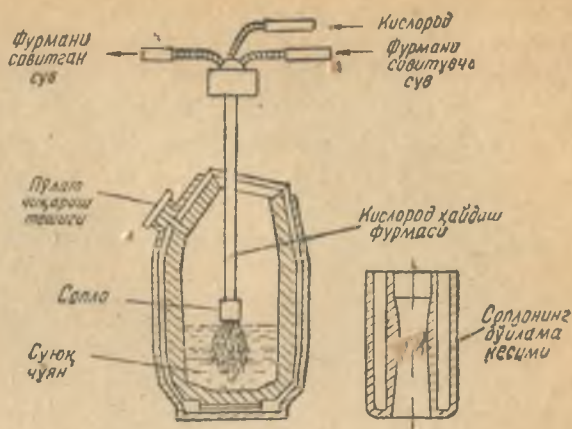
Кислород ҳайдаладиган конвертор усули. Бу усулда суюқ чўян солинган конверторга техникавий тоза (98,5—99,5% ли) кислород махсус фурма орқали конвертор тепасидан ҳайдалади. Тоза кислород ҳайдалиши эса химиявий таркиби хилма-хил бўлган чўянлардан ҳам пулат олишга имкон беради. Бундай конверторнинг тузилиш схемаси 72-расмда тасвирланган.

Расмдаги схемадан кўриниб турибдики, конвертордаги суюқ чўянга кислород соплони фурма орқали ҳайдалади, фурма эса сув оқими билан совитилиб турилади. Тайёр пулат махсус тешик орқали қуйиб олинади.

Бундай конверторларнинг сизими 250 т га етади. 1 т пулат олиш учун 50—60 м³ кислород сарф бўлади.

Конвертор процессини такомиллаштириш йўлида қилинган ишлар айланувчи конверторлар барпо этилишига олиб келади.

Айланувчи (роторий) конвертор. Айланувчи конвертор туби берк агрегат бўлиб, ичидаги суюқ чўянга кислород ҳайдаш вақтида конвертор ўз ўқи атрофида 15—17° бурчак остида минутига 30 марта тезлик билан айланиб туради. Кислород конвертор оғзидан киритилadиган фурма орқали ҳайдалади. Конверторнинг тез айланиши натижасида суюқ чўян ва ундан ҳосил бўлган суюқ пулат яхши аралашади, натижада пулатнинг химиявий таркиби бутун ҳажми бўйича бараварлашади, яъни химиявий таркиби жиҳатидан бир жинсли бўлиб қолади. Бундан ташқари, пулат фосфор билан олтингугуртнинг кўп қисмидан тозаланади.



72-рasm. Тоza кислород ҳайдаладиган конверторнинг тузилиш схемаси.

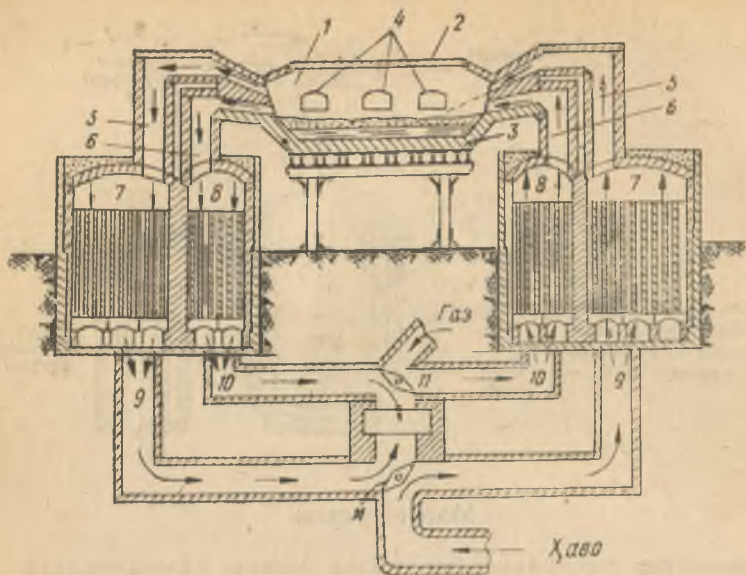
Мартен усули

Конвертор усулининг бир қатор муҳим камчиликлари, чунончи, бу усулда темир-терсак, металл ишлаш саноатининг пўлат ва чуян чиқиндилари (қиринди, брак ва бошқалар)дан, шунингдек, қаттиқ чуяндан пўлат олиш мумкин эмаслиги мартен усулининг пайдо бўлишига олиб келди. Мартен усулини 1865 йилда француз металлурглари Пьер ва Эмиль Мартенлар кашф этдилар ва шу йили 1,5 т сифимли печь қуриб, унда темир-терсак ва қаттиқ чуяндан сифати қониқарли пўлат ҳосил қилдилар. Улар қурган печь регенераторли, яъни печга ҳайдаладиган ёнувчи газ ва ҳаво шу печнинг ўзидан чиқувчи тутун гази (ёниш маҳсулотлари) ҳисобига қиздириб олиннадиган печь эди. Ана шундай печь ихтирочилар шарафига мартен печи деб аталди.

Мартен усули темир-терсак, пўлат ва чуян чиқиндилардан фойдаланиб, хилма-хил пўлатлар ишлаб чиқаришга имкон беради. Бундан ташқари, мартен печида пўлат ҳосил бўлиш процессини осон бошқариш, уни текшириб туриш ва, ҳатто, автоматлаштириш ҳам мумкин.

Россияда биринчи мартен печи 1869 йилда Сормово заводида қурилган бўлиб, унинг сифими атиги 2,5 т эди. Ҳозирги мартен печларидан ҳар бирининг сифими 900 т га етади, аммо сифими 150—300 т бўлган печлар энг кўп тарқалган. Мартен печларида ёқилғи сифатида домна гази билан кокс гази аралашмаси ишлатилади. Мазут ва табиий газ ишлатиладиган печлар ҳам йўқ эмас.

Мартен печларидан бирининг тузилиш схемаси 73-рasmда келтирилган. Унинг энг муҳим қисми иш бўшлиғи 1 бўлиб, унда ёқилғи ёнади, шихтадаги қўшимча элементлар оксидланади, шихта суюқланади ва шлак ҳосил бўлади. Иш бўшлиғи гумбаз 2, туб 3, олдинги ва кетинги деворлар ҳамда головкалар (ён



73- расм. Мартен печининг тузилиш схемаси.

деворлар) билан чегараланган. Печнинг олдинги деворига юк-лаш дарчалари 4 қилинган, дарчалар сони, печнинг катта-кичик-лигига қараб, учтадан то еттитагача бўлади, печнинг иш бушлиғига шихта материаллари ана шу дарчалар орқали со-линади. Бу дарчалар орқали печда бораётган процесслар куза-тиб турилади, металлдан намуналар олинади ва, зарур бўлган тақдирда, печнинг туби ремонт қилинади. Юклаш дарчалари ўтга чидамли эшикчалар билан беркитилади. Печнинг кетинги деворига шлак ва тайёр пулат чиқариш тешиклари қилинган. Бу тешиклар ўтга чидамли материал билан уриб қўйилади, шлак ва пулат чиқариш вақтида эса очилади. Печнинг головка-лариди каналлар 5 ва 6 бўлади; канал 5 орқали печнинг иш бушлиғига ҳаво, канал 6 орқали эса ёнувчи газ киради; ёниш маҳсулотлари ҳам ана шу каналлар орқали чиқади. Канал 5 ҳаво қиздириш учун хизмат қиладиган регенератор 7 билан, канал 6 эса ёнувчи газни қиздириш учун хизмат қиладиган регенератор 8 билан туташган. Регенераторлар ўтга чидамли ғиштдан катак-катак қилиб ишланган камералар бўлиб, пастки томондан каналлар 9 ва 10 билан туташган. Канал 9 дан реге-нератор 7 га ҳаво, канал 10 дан эса регенератор 8 га ёнувчи газ киради; регенераторлардан ўтган ёниш маҳсулотлари ҳам ана шу каналлар орқали тутун трубасига чиқиб кетади.

Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, иш бушлиғида ёқилғининг ёнишидан ҳосил бўлган юқори температурали газлар (ёниш

маҳсулотлари) печнинг бир томонидаги, масалан, чап томонидаги регенераторлардан ўтиб, уларнинг насадкаларини қиздиради-да, тутун трубасига чиқиб кетади, бу вақтда ёнувчи газ билан ҳаво печнинг ўнг томонидаги регенераторлар орқали ўтиб, маълум температурагача қизийди-да, иш бўшлиғига киради. Шундан кейин, клапанлар *II* нинг вазияти ўзгартирилади, бунда иш бўшлиғига ёнувчи газ билан ҳаво печнинг чап томонидаги қизиган регенераторлар орқали киради ва регенераторларнинг насадкалари иссиқлиги ҳисобига маълум температурагача қизийди; бу вақтда иш бўшлиғида ҳосил бўлган ёниш маҳсулотлари печнинг ўнг томонидаги регенераторлар орқали ўтиб, уларнинг насадкаларини қиздиради ва тутун трубасига чиқиб кетади. Шундай қилиб, печнинг регенераторлари ёнувчи газ билан ҳавони галма-гал қиздиради ва ўзи ҳам галма-гал қизийди, ёнувчи газ, ҳаво ва ёниш маҳсулотларининг ҳаракат йўналиши эса клапанлар *II* ёрдамида ўзгартириб турилади.

Мартен печининг тўхтовсиз ишлашини таъминлаш учун унда камида икки жуфт (иккала томонида бир жуфздан) регенератор бўлиши керак. Суюқ ёқилғи билан ишлайдиган мартен печларида бир жуфт (иккала томонида биттадан) регенератор бўлишининг ўзи кифоя, чунки уларда суюқ ёнилғи форчукалар воситасида тўғридан-тўғри иш бўшлиғига пуркалади, регенераторлар эса ҳавони қиздириш учунгина хизмат қилади.

Мартен печлари ҳам, худди конверторлар каби, асосий ва кислотавий бўлиши мумкин. Аммо асосий печлар кислотавий печларга қараганда кўп тарқалган. Асосий печларнинг туби ва деворлари асос характеридаги ўтга чидамли ғишздан — магнетит ғишздан, кислотавий печларники эса кислота характеридаги ўтга чидамли материал — динас ғишздан терилади. Асосий печларнинг ҳам, кислотавий печларнинг ҳам шипи, кўпчилик ҳолларда, кислотавий материалдан — динас ғишздан терилиб, деворларидан нейтрал ғишт билан ажратилади. Ҳозирги йирик печларнинг туби ва девори ҳам, гумбази ҳам асосий ғишздан — хром-магнетит ғишздан терилади, яъни улар асосий печлардир.

Ҳозирги вақтда ишлаб чиқариладиган ҳамма пўлатнинг 80% дан ортиғи мартен усулида олинади. Мартен печларида пўлат олиш учун хом ашё сифатида темир-терсак (скрап), М1 ва М2 маркали қаттиқ ва суюқ чуян (қайта ишланувчи чуян), темир рудаси ишлатилади, флюс сифатида эса, асосан, оҳактошдан (оҳакдан) фойдаланилади. Буларнинг ҳаммаси шихтани ташкил этади.

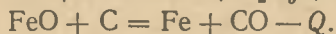
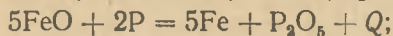
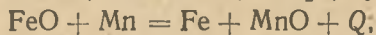
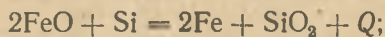
Шихта таркибидаги чуянинг миқдорига қараб, мартен процесси скрап-рудавий процесс, скрап процесс, чуян-рудавий процесс ва карбюраторий процессга бўлинади. Бу процесслар ичида энг кўп қўлланиладигани скрап-рудавий процесс бўлганлиги учун уни батафсилроқ кўриб чиқамиз.

Скрап-рудавий процесс. Бу процессдан домна печлари бор

металлургия заводларида фойдаланилади, чунки бунда пулат олиш учун 50—70% суюқ чуян ишлатилади. Процесснинг скрап-рудавий деб аталишига сабаб шуки, бу процесда 30—50% темир-терсак (скрап) дан ва суюқ чуяндаги ортиқча углерод ва бошқа элементларни оксидлаш учун эса анчагина миқдор темир рудасидан фойдаланилади.

Скрап-рудавий процесда печга олдин темир рудаси ва флюс- (оҳактош) солиниб, 3—5 мин қиздирилади, сўнгра темир-терсак киритилади-да, юклаш машинасининг хартуми билан яхшилаб аралаштирилади ва аралашма маълум вақт қиздирилади, бунда иссиқлик режими энг юқори қилиб олинади. Бу вақт ичида (биринчи даврда) темир, углерод ва қушимча элементларнинг маълум қисми, асосан, печь газлари кислороди ҳисобига оксидланади. Печдаги аралашма яхши қизигандан (30—90 мин ўтгандан) кейин унинг устига миксердан ковшда келтирилган суюқ чуян қуйилади. Суюқ чуян аралашманинг суюқланишини тезлаштиради; маълум вақт ўтгандан кейин шихтанинг ҳаммаси суюқ ҳолатга келади ва печнинг иш қисмида учта фаза: суюқ металл, суюқ шлак ҳамда печь газлари мавжуд бўлади. Суюқланиш процессининг бошидан охиригача бу учта фаза ўзаро таъсир этиб туради.

Шлак ҳосил қилиш реакциялари шу қадар шиддат билан бо-радики, натижада металл кўпириб, шлак печнинг орқа деворидаги тешикдан ковшга оқиб тушади, бунинг натижасида суюқ металл устидаги шлак қатлами юқалашиб, иссиқликнинг металлга ўтиши яхшиланади. Печь газлари шлак тепасидан ўтаётганда унга ўз кислородини беради, бу кислород таъсирида шлакдаги темир (II) - оксид темирнинг юқори оксидларига айланади, темирнинг юқори оксидлари эса шлакни кучли оксидловчи қилиб қўяди. Шлакдаги бу юқори оксидлар суюқ металлга тежканда темир билан реакцияга киришиб, темир (II) - оксидгача қайтарилади ва металлни ҳам, шлакни ҳам FeO га бойитади. Темир (II) - оксид металлдаги қушимча элементлар ва углерод билан учрашиб, уларни бирин-кетин оксидлайди:



Суюқланиш охирида иккинчи давр бошланади. Бу даврда қолган фосфорнинг маълум қисми оксидланиб, фосфат ангидрид ҳосил қилади, фосфат ангидрид эса оҳак билан ўзаро таъсир этиб, $(\text{CaO})_4 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ ҳосил қилади-да, шлакка ўтади.

Агар пулатдаги фосфорни янада камайтириш лозим бўлса, шлакнинг ярми чиқарилиб, унинг ўрнига руда солинади ва 5—7 мин газ билан ҳаво киритиш тўхтатилади, бунда шлак кўпириб, тешик орқали печдан оқиб чиқади.

Шундан кейин суюқ металлдаги углерод миқдори текшириб кўрилади. Агар углерод миқдори талаб этилганидек, яъни тайёр пўлатдаги миқдоридан 0,3—0,6% ортиқ бўлса, суюқ металл тоза (рудасиз) қайнашга ўтказилади ёки озроқ руда қўшиб қайна-тилади. Металл углероднинг темир (II)- оксид кислороди ҳис-бига оксидланиши натижасида қайнайди (бу давр *қайнаш дав-ри* деб аталади). Қайнаш даврининг муҳимлиги шундан иборат-ки, бунда металлдаги углероднинг ортиқчаси (0,3—0,6 проценти) ёнибгина қолмасдан, балки металл газлар ва металлмас қўшим-чалардан тозаланади ҳам, металл билан шлак зарур темпера-турагача қизийди.

Суюқ пўлатдаги углерод зарур миқдорга етгач, қайнаш про-цесси тўхтатилиб, учинчи даврга ўтилади, яъни пўлат оксидсизлантирилади, бошқача айтганда, FeO дан Fe қайтари-лади, зарур бўлган тақдирда эса пўлатга легирловчи элемент-лар қўшилади. Пўлат тайёр бўлгач, печдан ковшларга қуйиб олинади ва тегишли жойларга юборилади.

Скрап-процесс. Бу процессдан домна печлари бўлмаган ме-таллургия заводларида ва пўлат ҳамда чуян чиқиндилари ҳамма вақт кўп бўладиган машинасозлик заводларида фойдаланилади. Скрап-процессда шихтанинг металл қисмини қайта ишланади-ган қуйма чуян ва темир-терсак (чиқинди) ташкил этади. Флюс сифатида оҳактош ишлатилади. Шихтада темир-терсак миқдори 50—70% га етади.

Чуян-рудавий процесс. Бу процесс домна печлари бор, аммо темирчилик-прокатлаш цехлари бўлмайдиган металлургия за-водларида қўлланилади. Чуян-рудавий процессда пўлат нуқул суюқ чуяндан ўлинади. Чуян таркибидаги ортиқча элементлар-нинг оксидланишини тезлатиш учун суюқ чуянга унинг 15—20% миқдорича темир рудаси қўшилади. Бу процессда чуянини суюқ-лантириш ва ундаги ортиқча элементларни оксидлантириш учун иссиқлик ҳамда вақт сарф қилишга ҳожат бўлмайди, чунки чуян печга суюқ ҳолатда солинади, ундаги ортиқча элементлар эса кучли оксидловчи бўлган шлак таъсирида оксидланади.

Карбюраторий процесс. Бу процессда пўлат нуқул темир-терсакдан олинади, чуян ўрнига эса тошкўмир кокси, торф кокси ёки антрацит ишлатилади. Бу усулда пўлат олинадиган печларнинг унумдорлиги одатдаги печларникига қараганда 25—40% паст бўлади ва пўлат сифатсиз чиқади. Карбюраторий процессдан чуяни жуда кам бўладиган ёки мутлақо бўлмайди-ган корхоналарда фойдаланилади.

Юқорида баён этилганларнинг ҳаммаси асосий мартен печ-ларида пўлат олишга оиддир. Кислотавий мартен печларида пўлат ишлаб чиқаришнинг эса ўзига хос хусусиятлари бўлади. Энди биз кислотавий мартен печларида пўлат олишнинг ана шу хусусиятлари билан қисқача танишиб ўтамиз.

Кислотавий мартен печларида пўлат ишлаб чиқариш. Кисло-тавий печлар ҳозирги вақтда жуда кам ишлатилади, чунки бу

печларда пўлат олиш учун таркибида зарарли элементлар — олтингугурт ва, айниқса, фосфор жуда кам бўлган чуянлардангина фойдаланилади, зарарли элементларни эса кислотавий печларда металл таркибидан чиқариб бўлмайди ва, оқибатда, олинган пўлатнинг сифати жуда паст бўлади. Кислотавий печларда ҳосил бўладиган шлакларда (кислотавий шлакларда) асосий оксидлар — FeO , MnO ва CaO миқдори барқарор $(\text{CaO})_4 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ бирикма ҳосил қилиш ва S ни CaS ҳамда MnS тарзида боғлаш учун етарли бўлмайди.

Кислотавий мартен печларида пўлат олиш учун шихта материаллари сифатида таркибида P ва S кам чуян, юқори сифатли темир-терсак ва махсус заготовклар ишлатилади, флюс сифатида эса кислотавий шлак, кварц қуми ва озроқ оҳакдан фойдаланилади. Пўлат скрап-процесс ёрдамида олинади.

Мартен печларида пўлат олиш процесси 5—8 соат давом этади; пўлат олишнинг жадал усулларида фойдаланилганда эса процесс 4,5—5,5 соатга қисқаради.

Мартен печлари қурилгандан ёки иш қисми ремонт қилингандан бошлаб, то навбатдаги ремонтгача кечаю кундуз тўхтовсиз ишлайди; бу давр печнинг *компания даври* деб аталади. Компания даврида битта печда 300 дан 1000 мартагача пўлат олиш мумкин.

Печнинг компания даври печнинг сифмига, иш режимига, иссиқлик қувватига, печ қуриш ва уни ремонт қилишда ишлатилган ўтга чидамли материаллар сифатига ва бошқа факторларга боғлиқ.

Мартен печларида углеродли конструкцион пўлатлар, кам легирилган ва ўртача легирилган пўлатлар ишлаб чиқарилади. Мартен усулида олинган пўлатлардан прокатлар ва поковкалар, рельс ва балкалар, пружина ва рессорлар, машиналарнинг хилма-хил деталлари ва бошқалар тайёрланади.

Мартен печлари ишининг техникавий-иқтисодий кўрсаткичлари

Бу кўрсаткичлар печь тубининг 1 м^2 юзидан суткасига олинган пўлат миқдори, 1 т пўлат олиш учун сарфланган шартли ёқилги миқдори билан белгиланади. Печь тубининг 1 м^2 юзидан суткасига олинган пўлат миқдори печнинг ҳажмига, механизациялаштирилганлик даражасига ва процесснинг турига, 1 т пўлат олиш учун сарфланган шартли ёқилги миқдори эса ёқилгининг турига, олинган пўлат сортига ва процесснинг турига боғлиқ. Масалан, скрап-рудавий процессда 130 т сифмли печь тубининг ҳар 1 м^2 юзидан суткасига 10 т чамаси пўлат олинади. Печга кислород билан бойитилган ҳаво ҳайдалганда печнинг унуми 15—25% ошади.

1 т пўлат олиш учун сарф бўладиган шартли ёқилги миқдо-

ри скрап-рудавий процесда 100—180 кг ни, скрап-процесда эса 170—250 кг ни ташкил этади. Печнинг сифми қанча катта бўлса, 1 т пўлат олиш учун сарфланадиган ёқилги миқдори шунча кам бўлади.

Мартен печлари унумдорлигини оширишнинг энг муҳим фактори янги прогрессив технологияни жорий қилиш, биринчи навбатда эса соф кислороддан фойдаланишдир.

Электрик усул

Электрик усулда иссиқлик манбаи сифатида электр энергиясидан фойдаланилади, электр энергияси эса иссиқликка электр печларда айлантирилади. Бинобарин, бу усулда пўлат электр печларда ишлаб чиқарилади.

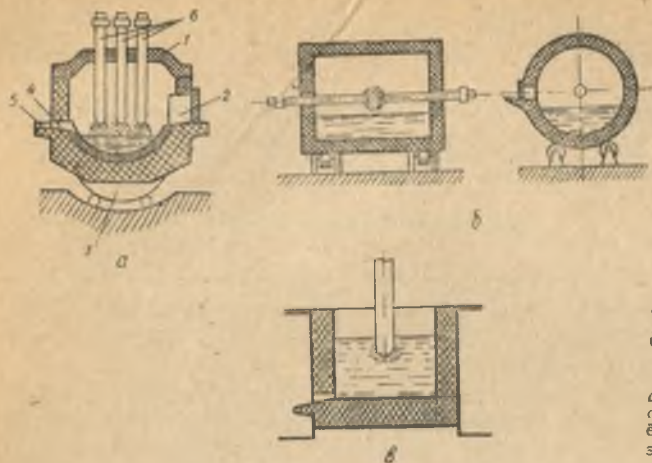
Электрик печлар ихчам ва арзон, тузилиши нисбатан оддий ва бошқарилиши осон бўлади. Электр печларда пўлат ишлаб чиқаришнинг конверторларда ва мартен печларида пўлат ишлаб чиқаришга қараганда бир қатор афзалликлари бор. Масалан, электр печларда жуда юқори температура ҳосил қилиш мумкин, юқори температура эса шихтага кўп миқдор флюс қўшиш, кучли асосий шлаклардан фойдаланиш ва металлдан олтингурут билан фосфорнинг мумкин қадар кўп миқдорини чиқариб юбориш, шунингдек, қийин суюқланувчи элементлар — вольфрам, ванадий, молибден ва бошқалар билан легирланган пўлатлар олиш имконини беради. Бундан ташқари, электр печларда пўлат олиш учун ҳаво ҳайдашга эҳтиёж қолмайди, шунинг учун суюқ металлда темир (II)- оксид миқдори оз бўлади, натижада, етарли даражада қайтарилган ва зич пўлат олинади.

Электр печларда пўлат олиш учун хом ашё сифатида темир-терсак (пўлат синиқлари), темир рудасидан фойдаланилади, қайта ишланувчи чуян камдан-кам ҳолларда — кўп углеодли пўлат олишдагина ишлатилади; кўп углеодли пўлат олишда қайта ишланувчи чуян ўрнига, кўпинча, кўмир электрод синиқларидан ёки кам олтингурутли кокседан фойдаланилади.

Электр печлар ҳам, худди мартен печлари каби, кислота-вий ва асосий бўлади. Кислотавий печларда пўлат ишлаб чиқаришда флюс сифатида кварц қуми, асосий печларда эса оҳак ишлатилади. Ҳосил бўладиган кислотавий шлакларни суюлтириш учун оҳак ва шамот синиқларидан, асосий шлакларни суюлтириш учун эса плавик шпат, боксит ва шамот синиқларидан фойдаланилади.

Пўлатни оксидсизлантириш, яъни FeO дан темирни қайтариш учун одатдаги ферроқотишмалар ва комплекс қайтарувчилар, масалан, 5% Al, 10% Mn, 10% Si ва қолгани Fe дан иборат АМС қотишмаси, силикомарганец ва силикокальций ишлатилади.

Электр печларга солинадиган шихта материаллари нам бўлмаслиги лозим, акс ҳолда юқори температурада H_2O пар-



74-расм. Электрик ёй печларининг тузилиш схемаси:

a — ёйи бевосита таъсир этувчи печь; *b* — ёйи билвосита таъсир этувчи печь; *в* — ёйи берк печь.

чаланиб, водород пўлатга ўтади, натижада пўлатнинг механикавий хоссалари пасаяди — пўлат мўртлашади.

Пўлат олиш учун ишлатиладиган электрик печлар икки турга бўлинади: ёй печлари ва индукцион печлар.

Электрик ёй печлари. Электрик ёй печларида электр энергияси ёйнинг иссиқлик энергиясига айлантирилади, ёйнинг иссиқлик энергияси эса шихтага нурланиш орқали таъсир этиб, уни қиздиради ва, ниҳоят, суюқлантиради.

Электрик ёй печлари шихтани қиздириш усулига кура учта асосий типга бўлинади. Биринчи типни ёйи бевосита таъсир этувчи печлар, иккинчи типни ёйи билвосита таъсир этувчи печлар, учинчи типни эса ёйи берк печлар ташкил этади. Пўлат ишлаб чиқаришда ҳозирги вақтда асосан биринчи типдаги печлардан фойдаланилади, шунинг учун биз бундай печларни батафсилроқ кўриб чиқамиз.

Ёйи бевосита таъсир этувчи печларнинг (74-расм, *a*) сифими 0,5 дан 180 т га етади. Уларнинг электродлари вертикал жойлашган бўлиб, электр ёйи электродлар билан металл орасида ҳосил бўлади ва шихтага бевосита таъсир этади.

Печнинг кожухи пўлат листлардан ясалган, кожухнинг ички томони ўтга чидамли ғишт билан қопланган. Печнинг иш бушлиғи олинadиган гумбаз (қопқоқ) *1* билан беркитилган, гумбазнинг ички томонига ҳам ўтга чидамли ғишт терилган. Электродлар *б* ана шу қопқоқ орқали ўтказилган. Ҳозирги печларда учта электрод бўлади, чунки улар уч фазали ток билан ишлайди. Электродлар прессланган кўмир ёки графит бўлиб, диаметри 200 дан 500 мм га етади. Печга шихта материаллари олдинги дарча *2* орқали, печнинг сифмига қараб, ё қўлда ёки машинада солинади. Шихта материаллари печнинг тепасидан туширилиши ҳам мумкин, бунинг учун гумбаз *1* кран ёрдамида

кўтарилиб, печь гумбаздан нарироқ ғилдиратилади ёки гумбаз печдан четроққа олинади. Бу ишларнинг ҳаммаси махсус механизмлар ёрдамида бажарилади.

Печга шихта материаллари солингандан кейин олдинги дарча қопқоғи беркитилади ёки гумбаз ўз жойига ўрнатилади, шундан сўнг электродларга ток берилиб, ёй ҳосил қилинади. Шихтанинг суюқланиши ва пўлат ҳосил булиш процесси дарча 2 орқали вақт-вақти билан кузатиб турилади. Тайёр пўлат печнинг кетинги деворидаги тешик 4 дан нов 5 орқали чиқарилади. Бунда печь механизм 3 ёрдамида қиялатилади.

Печь трансформаторининг бирламчи чулғамига юқори (6000—30000 В) кучланишли ток келтирилади, бу ток трансформаторнинг иккиламчи чулғамида 220—650 В кучланишли токка айланади. 10, 40, 80 ва 180 т сизимли печлар трансформаторларининг қуввати тегишлича 5000, 15000, 25000 ва 45000 кВт бўлади. 10 т дан ортиқ сизимли печлар металлургия заводларида, 10 т ва ундан кам сизимли печлар эса машинасозлик заводларининг қўймакорлик цехларида ишлатилади. Олинадиган пўлат маркасига қараб, 1 т металл учун 600 дан 950 квт. соат гача электр энергияси сарфланади.

Юқорида айтиб ўтилганидек, электродлар кўмирдан ёки графитдан ясалади. Графит электродлар кўмир электродларга қараганда яхшироқ, чунки уларнинг электр ўтказувчанлиги 4—5 барабар ортиқ ва уларда токнинг зичлиги анча юқори бўлади. Бундан ташқари, графит электрод кўмир электродга қараганда қарийб икки барабар тежамлидир.

Иккинчи типдаги, яъни ёйи билвосита таъсир этувчи печларда (74- расм, б) ёй горизонтал жойлашган икки электрод орасида ҳосил бўлади. Ёй иссиқлигининг оз қисми металлга нурланиш орқали ўтади, кўп қисми эса иш бўшлиғига нурланади. Бундай печлар, асосан, рангли металл қотишмалари олиш учун ишлатилади.

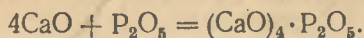
Учинчи типдаги печларда (74- расм, в) ёй вертикал жойлашган электродларни қўришаб турган шихта қатлами остида ҳосил бўлади; уларнинг ёйиқ ёйли печлар деб аталишига сабаб ҳам ана шу. Ёйи ёйиқ печлардан, асосан, ферроқотишмалар ишлаб чиқаришда фойдаланилади.

Электрик печларнинг ҳам асосий ва кислотавий бўлиши мумкинлиги юқорида айтиб ўтилган эди.

Ички қатлами асосий ўтга чидамли ғиштдан терилган ёй печларида пўлат олиш процесси уч даврга бўлинади.

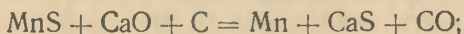
Биринчи давр оксидлантириш даври бўлиб, бунда темир ва қўшимчалар печь ҳавосидаги, асосан эса темир рудаси таркибидаги кислород ҳисобига оксидланади. Ҳосил бўлган темир (II)- оксид металлда эриб, кремний, марганец, фосфор ва углерод билан реакцияга киришади, натижада қўшимчалар ҳамда углерод оксидланади, темир эса қайтарилади. Ҳосил бўлган SiO_2 , MnO ва ортиб қолган FeO шлак ҳосил қилади.

Фосфорнинг кўп қисми қуйидаги реакция натижасида шлакка ўтади:



Шундан кейин шлак печдан чиқарилади, акс ҳолда фосфор металлга ўтади.

Иккинчи давр. Бу даврда металлдаги С миқдори керагидан кам бўлса, металл углеродлантирилади, сўнгра оксидсизлантирилади (FeO дан Fe қайтарилади). Қайтарувчи сифатида кальций карбид (CaC_2) ишлатилади. Аини вақтда MnS ва FeS даги S ҳам чиқариб юборилади:



Бунинг учун шлакка қўшимча оҳак, шпат ва янчилган кокс (3:1:1 нисбатда) қўшилади.

Металлни тула оксидсизлантириш учун, суюқ пўлатни чиқаришдан олдин печга озроқ алюминий ёки силикокальций солинади.

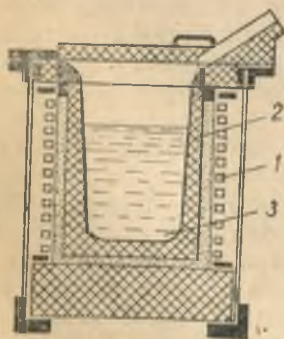
Учинчи давр — легирланган пўлат ҳосил қилиш даври. Бунда пўлат қандай элемент ёки элементлар билан легирланиши зарурлигига қараб, суюқ пўлатга тегишли ферроқотишмалар: феррохром, феррованадий, ферротитан ва бошқалар қўшилади.

Ички қоплами кислотавий ўтга чидамли ғиштдан терилган ёй печларида пастроқ сифатли пўлатлар ишлаб чиқарилади, чунки улардан пўлатни фосфор билан олтингугуртдан етарли даражада тозалаш жуда қийин.

Кислотавий печларда пўлатни оксидсизлантириш мартен процессидаги кабидир.

Индукцион печлар. Индукцион печь, асосан, бирламчи чулгам (индуктор) 1 билан тигель 2 дан иборат (75-расм). Ин-

дуктор мис найдан, тигель эса ё кислотавий ёки асосий ўтга чидамли материалдан тайёрланади. Индукцион печнинг тигелига шихта материаллари солиниб, индукторга ўзгарувчан ток берилади. Ток берилганда тигелдаги металл 3 да ток индукцияланади, индукцияланган ток энергияси эса иссиқликка айланади:



75- расм. Индукцион печнинг схемаси.

$$Q = 0,24I^2RT.$$

Бунинг натижасида печда юқори температура ҳосил бўлиб, шихтани суюқлантиради ва пўлат олиш процессини тезлаштиради.

Индукцион печлар темир узакли ва узаксиз (юқори частотали) бўлиши мумкин. Темир узакли индукцион печларда рангли металл қотишмалари олинади. Юқори частотали (темир узаксиз) индукцион печлар кўп легирланган пулат ва кам углеродли махсус қотишмалар суюқлантириб олиш учун ишлатилади ва сифими 10 кг дан 10 т гача бўлади.

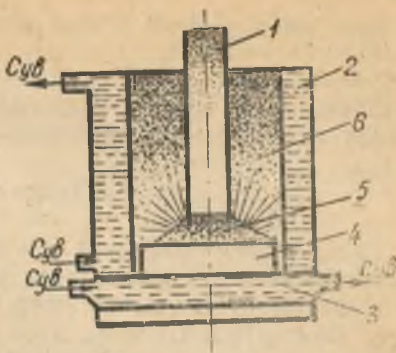
Печь ишлаётган вақтда индуктор қизиб кетмаслиги учун унинг ичидан сув ўтказилиб совитиб турилади.

Индукцион печларнинг афзалликлари шундаки, улар жуда юқори температура ҳосил қилишга, шунингдек, пулат олиш процессини вакуумда ўтказишга имкон беради.

УССР Фанлар академиясининг Е. О. Патон номидаги Электр-пайвандлаш институти юқори сифатли легирланган, шу жумладан, тезкесар пулатлар олишнинг янги методини топди. Бу метод одатдаги печларда олинган пулат қўймаларни электр-шлак усулида қайта суюқлантиришдан иборат.

Электр-шлак усулининг моҳияти шундан иборатки, одатдаги печларда олинган пулатдан электродлар қўйилади ва бу электродлар электр-шлак печларида суюқ шлакдан электр токи ўтганда шлакининг қаршилик вазифасини ўташи натижасида ҳосил бўладиган иссиқлик ҳисобига қайта суюқлантирилади. Бунинг учун диаметри 150 мм гача, узунлиги эса 6 м гача бўлган электрод (қайта суюқлантириладиган пулат) 1 кристаллизатор 2 га туширилади (76-расм). Кристаллизатор ҳавол деворли мис цилиндрдан иборат бўлиб, сув билан совитиб турилади. Кристаллизаторнинг остига сув билан совитиб туриладиган туб 3 маҳкамланган, тубнинг устига эса қайта суюқлантириладиган пулатдан тайёрланган шайба — затравка 4 қўйилади. Затравка устига электр ўтказувчи флюс 5 — алюминий кукуви билан магний аралашмаси тўкилади. Электрод билан кристаллизатор девори ораллиғига Al_2O_3 , $CaFe_2$ ва CaO дан иборат иш флюси 6 солинади. Шундан кейин, электрод затравка устига тўкилган флюсга текказилади-да, ток берилади. Ток берилгач иш флюси суюқланиб, шлакка айланади, унинг температураси эса $2500^{\circ}C$ га чиқади. Бунинг натижасида электрод суюқланиб, унинг ҳар бир томчиси суюқ шлак қатлами орқали ўтади-да, зарарли қўшимчалар ва газлардан тозаланади. Бу томчилар йиғила бориб, янги қўйма ҳосил қилади.

Янги қўймада металлмас қўшимчалар деярли бўлмайди, олтингурут миқдори эса электроддагига қараганда икки марта-



76- расм. Электр-шлак печининг схемаси.

ча кам қолади. Янги қуйма зич ва ички дарзлардан холи бўлади.

Электр-шлак усули шарикавий ва роликавий подшипник пўлатлари, тезкесар ва зангламас пўлатлар, шунингдек, баъзи бошқа пўлатлар олишда муваффақиятли равишда қўлланилмоқда.

Пўлатни қуйиш

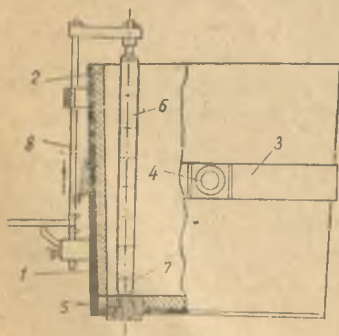
Тайёр пўлат конвертор ёки печдан махсус ковшга тўлдирилади, ковшдан эса қолипларга қуйиб чиқилади.

Пўлатни қуйишда, кўпинча, стопорли ковшлар ишлатилади. Ана шундай ковшлардан бирининг тузилиш схемаси 77-расмда тасвирланган. Ковшнинг кожухи 1 пўлат листдан ясалган бўлиб, кожухнинг ички томонига шамот гишти 2 терилган, сиртқи томонига эса пўлат ҳалқа 3 кийдирилган. Бу ҳалқага ковшни кран воситасида кўтариш учун иккита цапфа 4 ўрнатилган. Ковшнинг тубида ўтга чидамли материалдан ясалган махсус стакан 5, бу стаканда эса тешик бор. Ковшдаги суюқ пўлат қолипларга ана шу тешик орқали қуйилади. Тешик стопор 6 воситасида зарур вақтда очилади ёки беркитилади. Стопор пўлат стержень бўлиб, суюқ металл таъсиридан сақлаш учун унга ўтга чидамли материалдан ясалган махсус найлар кийдирилган. Пўлат стерженнинг пастки учига шамот ёки графитдан ясалган пробка 7 маҳкамланган. Бу пробка стакандаги тешикни беркитиш учун хизмат қилади. Стопор ричагли махсус механизм 8 воситасида кўтарилади ва туширилади.

Ковшнинг шамот гишtidан терилган ички қоплами (футеровкаси) 25—50 марта пўлат қуйишгагина чндайди, шундан кейин у ремонт қилинади. Янги ёки ремонтдан чиққан ковшларга суюқ пўлат тўлдириш олдидан улар яхшилаб қуритилади ва 700—800°C гача қиздириб олинади.

Ковшга тўлдирилган суюқ пўлат, асосан, чўяндан, камдан-кам ҳолларда эса пўлатдан тайёрланган қолипларга қуйилади. Қолипларнинг ўлчамлари ҳосил қилиниши керак бўлган қуйманинг оғирлигига боғлиқ, қуйманинг оғирлиги эса 100 кг дан 100 т гача етиши ва ундан ортиқ бўлиши мумкин.

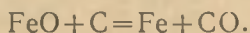
Қолипларнинг шакли ва конструкцияси уларга қандай (қайнай-диган, чала қайнай-диган ёки қайнамай-диган) пўлат қуйилишига, олин-адиган қуймаларнинг қандай мақсадларда ишлатилишига, шунингдек, пўлатни қуйиш усулига боғлиқ.



77- расм. Стопорли ковшнинг тузилиш схемаси.

Фақат ферромарганец билан қайтарилган пулат қайнайди-ган пулат деб, ферромарганец, ферросилиций ва алюминий билан қайтарилган пулат эса қайнамайдиган пулат деб аталади (130-бетга қаранг). Қайнамайдиган пулат ҳосил қилишдагига қараганда камроқ миқдор ферросилиций ва озроқ миқдор алюминий билан қайтарилган пулат чала қайнайди-ган пулат дейилади. Демак, чала қайнайди-ган пулатни қайнайди-ган пулат билан қайнамайдиган пулат оралигидаги маҳсулот деб аташ мумкин.

Қайнайди-ган пулат қолипларга қуйилганда пулатдаги FeO дан Fe углерод ҳисобига қайтарилади:



Ҳосил бўлган CO ва пулатда эриган бошқа газлар қолипдаги пулатдан ажралиб чиқиб, уни булқиллатади, яъни пулат қайнаётгандек туйилади. Бундай пулатнинг қайнайди-ган пулат деб аталлишига сабаб ҳам ана шу.

Қайнамайдиган пулатдан жуда оз газ ажралиб чиқади ва пулат қолипларда секин қолади. Қайнамайдиган пулат қуймаларда газ пуфакчалари булмайди, яъни у зич бўлади.

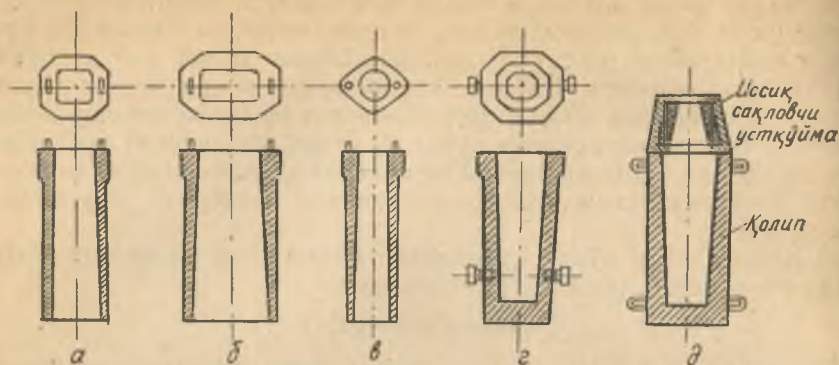
Қайнайди-ган пулат яхши штампланади, қайнамайдиган пулатга қараганда осон пайвандланади ва арзон туради, аммо қолипга қуйилганда баландлиги ва кундаланг кесими бўйлаб химиявий таркиби турлича бўлган қуйма ҳосил қилади. Қайнайди-ган пулат қуймалари турли балкалар, листлар, симлар ва муҳим бўлмаган деталлар учун, қайнамайдиган пулат қуймалари эса муҳим деталлар учун ишлатилади.

Қайнайди-ган пулатни қуйиш учун тубсиз қолиплар, қайнамайдиган пулатни қуйиш учун эса тубли қолиплар ишлатилади. Қолипдан қуймани чиқариб олиш осон бўлиши учун қолипининг ички сирти конусавий қилинади. Қолипларни бир жойдан иккинчи жойга кўчиришни осонлаштириш мақсадида уларга қулоқлар қилинади.

Пулатни қуйиш учун ишлатиладиган қолипларнинг баъзилари 78-расмда тасвирланган.

Сортавий профиллар прокатлаш учун мўлжалланган қуймалар қолипининг кундаланг кесими квадрат шаклида (78-расм, а), листлар прокатлаш учун мўлжалланган қуймалар қолипининг кундаланг кесими тўғри тўртбурчаклик шаклида (78-расм, б), трубалар прокатлаш учун мўлжалланган қуймалар қолипининг кундаланг кесими доиравий (78-расм, в), болга ёки прессларда поковкалар болғалаш учун мўлжалланган қуймалар қолипининг кундаланг кесими эса кўпбурчаклик шаклида (78-расм, г) бўлади.

Сифатли қуймалар олишда пулатнинг совиш тезлигини камайтириш учун қолипининг устки қисмига қўшимча қолип (иссиқ сақловчи устқуйма) ўрнатилади (78-расм, д). Қўшимча қолипдаги пулат кўпроқ вақт суяқ ҳолатда бўлиб, асосий қуйма-



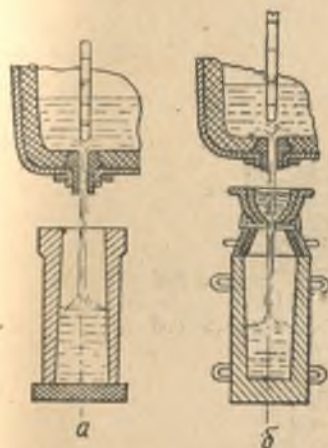
78- расм. Пўлатни қуйишда ишлатиладиган қолиплар.

да ҳосил бўладиган чукиш бўшлиқларини тўлдириб туради. Қўшимча қолип асосий қолипнинг *прибил* қисми деб ҳам аталади.

Суюқ пўлатни қолипларга қуйишнинг уч хил усули: устидан, остидан (сифоний) ва узлуксиз қуйиш усуллари мавжуд.

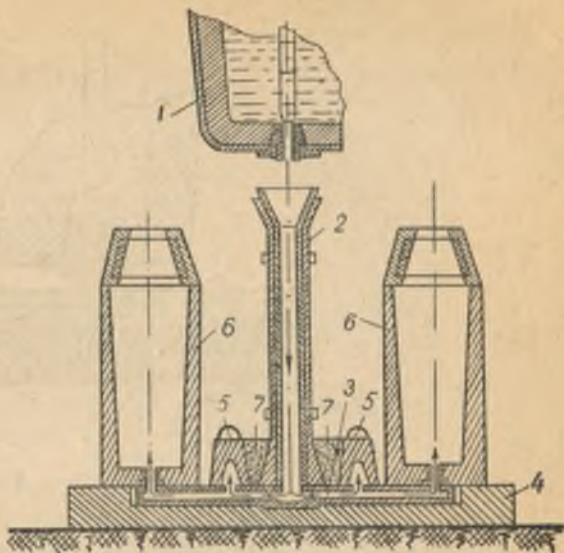
Устидан қуйиш усули (79-расм) йирик, зич, сифатли қўймалар, шунингдек, баъзи нав легирланган пўлат (тезкесар пўлат, шарикавий подшипник пўлати ва бошқа пўлат) қўймалари олишда қўлланилади, чунки устидан қуйишда пўлат температураси бир оз пастроқ бўлади, шу сабабли пўлатдаги эриган газлар қисман чиқиб кетади, натижада зич, сифатли, кам киришган, чукиш бўшлиғи кичик қўйма ҳосил бўлади. Бу усулнинг камчилиги шуки, суюқ пўлат қолип тубига урилиб сачраши оқибатида қўйманинг сирти ифлосроқ чиқади. Бу камчиликка бир қадар барҳам бериш учун ботиқ тубли қолипдан ҳамда воронкадан фойдаланилади.

Остидан қуйиш усули (сифоний усул) майда, ўртача ўлчамдаги ва жуда кўп қўймалар олишда қўлланилади. Остидан (сифоний усулда) қуйиш схемаси 80-расмда тасвирланган. Бунда суюқ пўлат ковш 1 дан марказий канал (литник) 2 орқали қолиплар 6 га остидан қуйилади. Қолиплар сони, олиниши керак бўлган қўймалар оғирлигига қараб, 2 дан 100 гача бўлади. Сифоний усулда қуйиш учун ишлатиладиган қолипларнинг туби тешик бўлиб, бу тешикка ўтга чидамли материал (шамот)дан ясалган стакан (втулка) кийдирилган. Қолипларнинг тешиклари билан марказий канални туташтирувчи каналлар ўтга чидамли гиштлар 3 дан ишланади, қолиплар остлиги 4 эса чуяндан қуйилади. Қолипларга борувчи суюқ пўлатни шлакдан тозалаш учун унинг йўлига шлак туткичлар 5 ўрнатилган. Марказий каналнинг остки қисми ўтга чидамли масса 7 билан маҳкамлаб қўйилган.



79-расм: Пўлатни қолипга устидан қуйиш:

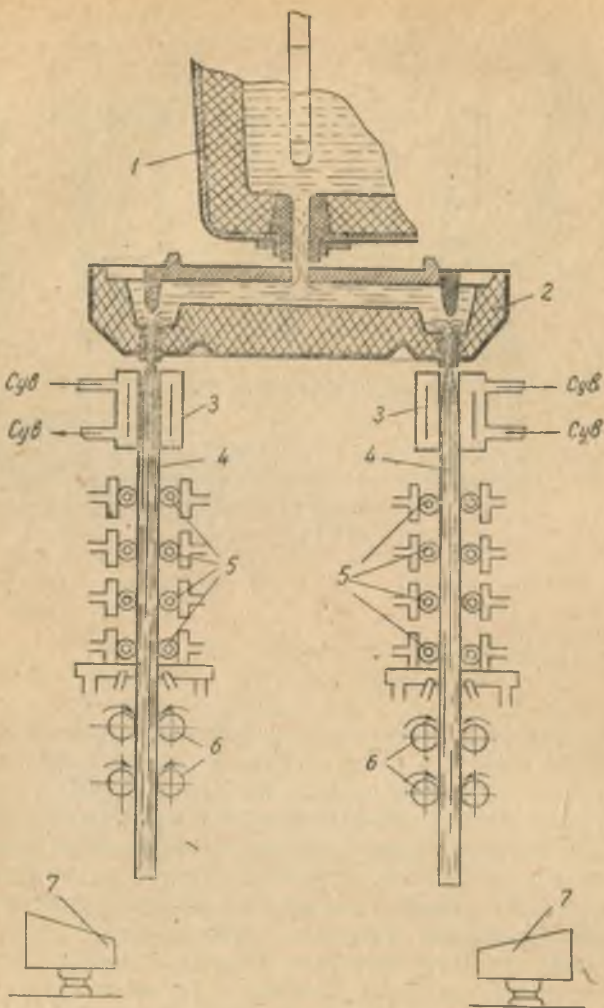
а — бeлoснвта қуйиш; б — вo-
ронка oрқали қуйиш.



80-расм. Пўлатни қолипларга остидан (сифоний усулда) қуйиш.

Сифоний усулнинг бир қатор афзалликлари бор, чунончи, бу усулда бирданига бир неча қўйма олиш мумкин, қўймаларнинг сирти тоза чиқади ва ҳоказо. Аммо сифоний усул камчиликлардан холи эмас. Масалан, пўлат қуйиш учун қолипларни йиғиш кўп меҳнат талаб қилади, қуйиш каналлари ҳисобига пўлат кўп исроф бўлади; бундан ташқари, пўлатнинг температураси устидан қуйишдагига қараганда юқорироқ бўлганлигидан қўйма газлар ва металлмас қўшимчалар билан ифлосланади, чўкиш бўшлиғи чуқурроқ бўлади. Сифатли қўйма олиш учун қолипларга қўшимча қолиплар (прибил қисмлари) ўрнатиш ва чўкиш бўшлиғининг ана шу қўшимча қолипда ҳосил қилиш, қўймалар қолипдан олингач эса уларнинг прибил қисмларини ва, демак, чўкиш бўшлиғи ҳосил бўлган қисмини кесиб ташлаш зарурати туғилади, прибил қисми учун эса қўйма оғирлигининг 20—25% миқдоригача металл сарфланади.

Қолипнинг устки қисмига иссиқ сақловчи устқўйма (прибил) ўрнатилса, чўкиш бўшлиғи кичраяди ва металлнинг прибил қисмига бўладиган сарфи камаяди. Устқўймани сунъий равишда иситиш ҳам мумкин, бунда металлнинг исрофгарчилиги янада камаяди. Юқорида айтилганлардан қиммат турадиган пўлатларни бу усулда қуйиш ярамайди, деган хулоса келиб чиқади.



81- расм. Пўлатни узлуксиз қўйиш схемаси.

Узлуксиз қўйиш усули ҳозирги вақтда энг прогрессив усулдир. Пўлатни узлуксиз қўйиш схемаси 81-расмда тасвирланган. Суюқ пўлат ковш 1 дан тақсимлаш қурилмаси 2 га, ундан эса сув билан совитиладиган кристаллизаторлар 3 га узлуксиз қўйилиб туради. Кристаллизаторга суюқ пўлат қўйишдан олдин унинг остки тешиги пўлат заготовка (затравка) билан беркииб қўйилади. Суюқ пўлат затравкага ва кристаллизаторнинг совуқ деворларига тегиб қотади (кристалланади). Ички қисми

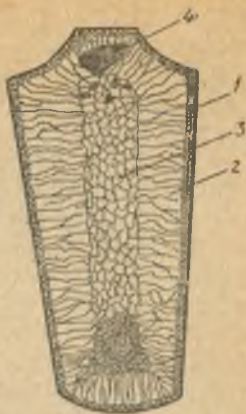
ҳали қотмаган қуйма 4 иккиламчи совиштиш 5 зонасидан ўтаётганда батамом қотади. Батамом қотган қуймани роликлар 6 газавий қирқиш қурилмаси 7 томон суриб туради. Газавий қирқиш қурилмасида узун қуйма қирқилиб, маълум ўлчамли булақларга ажралади. Бу булақлар конвейерга тушади (конвейер расмда кўрсатилмаган) ва конвейер воситасида зарур жойга элтилади.

Пўлатни узлуксиз қуйишда бир кристаллизаторга ҳар минутда 0,5 т гача суюқ пўлат тушиб туради. Батамом қотган пўлатни роликлар 6 газавий қирқиш қурилмаси томон минутига 1,0 м гача тезлик билан суриб беради. Узлуксиз қуйишда пўлатнинг чиқиндига чиқиши одатдаги усул билан қуйишдагига қараганда тахминан 5 баравар қисқаради. Бундан ташқари, узлуксиз қуйиш усули одатдаги усулда кўп меҳнат талаб этадиган бир қатар операцияларга барҳам бериш, қуйиш майдонини қисқартириш, иш унумини ошириш, меҳнат шароитини яхшилашга ҳам имконият туғдиради.

Узлуксиз қуйиш қурилмасининг баландлиги 20 м га етади.

Пўлат қуйманинг тузилиши. Қолипга қуйилган металлнинг қотиш (кристалланиш) тезлиги бир хил бўлмайди, қуйманинг сиртқи, яъни қолип деворларига тегиб турган қисми тез совиydi ва тез қотади. Қуйманинг сиртидан ичкари томон совиш тезлиги ва, демак, қотиш тезлиги ҳам пасайиб боради. Шу сабабли қуйманинг тузилиши деворидан ичкари томон ўзгариб боради (82-расм). Қуйманинг сиртқи қатлами 1 майда кристаллар (доналар)дан иборат, чунки бу қатламнинг ўта совиш даражаси катта бўлади. Қуйманинг ана шу қатлами *майда кристаллар зонаси* деб аталади. Бу зонадан ичкари (марказ) томон совиш тезлиги пасайиб боради ва кристаллар иссиқликнинг чиқиш йўналишида ўсади, натижада узунчоқ кристаллар (доналар)дан иборат қатлам 2 ҳосил бўлади; қуйманинг бу қатлами *узунчоқ кристаллар зонаси* деб аталади. Бу зона қуйманинг кўп қисмини ташкил этади. Қолипнинг марказий қисмидаги металлнинг совиш тезлиги энг паст бўлади ва иссиқликнинг чиқиб кетишида муайян йўналиш бўлмайди. Суюқ металлда ҳосил бўлган кристалланиш марказлари ҳар томонга ўса боради, натижада йирик ва тартибсиз жойлашган юмалоқ кристаллар (доналар) 3 ҳосил бўлади. Қуйманинг бу қисми *тенг ўқли кристаллар зонаси* деб аталади.

Қуйма совиётганда унинг ҳажми маълум даража кичраяди, натижада қуйманинг юқориги қисмида *чиқиш бўшлиғи* деб аталадиган бўшлиқ 4 ҳосил бўлади. Бундан ташқари, суюқ пўлатда эриган газлар металл қотаётганда ажралиб чиқиб го-



82- расм. Пўлат қуйманинг тузилиш схемаси.

ваклар ёки чиқиб кета олмай газ пуфаклари ҳосил қилади. Чўкиш бўшлиқлари, говаклар ва газ пуфаклари қуйманинг нуқсонларидир, улар, шароитга қараб, қуйманинг устки қисмида ёки бутун ҳажмига тарқалган ҳолда бўлиши мумкин.

Химиявий жиҳатдан турли жинслилик, яъни пўлатдаги қўшимчаларнинг қуймада нотекис тақсимланиш ҳоллари ҳам бўлади, бу ҳодиса *ликвация* дейилади ва пўлатнинг механикавий хоссаларини пасайтиради. Демак, ликвация ҳам қуйманинг нуқсонлари жумласига киради. Ликвация ҳодисаси суюқ пўлатнинг нотекис кристалланишидан келиб чиқади. Маълумки, олтингугурт ва фосфор пўлатнинг суюқланиш температурасини пасайтиради, шу сабабли пўлатнинг олтингугурт ва фосфор бирикмалари бор қисмлари бу элементлардан холи қисмларига қараганда кейинроқ кристалланади. Бинобарин, кейинроқ қотган кристалларда бу қўшимчалар миқдори кўпроқ бўлади, на-тижада ликвация вужудга келади.

Пўлат қуймаларда учрайдиган яна бир нуқсон *ғуддалардир*. Ғуддалар суюқ пўлат қолипга устидан қуйилаётганда сачраши ва томчилар тарзида қуймага ёпишиб қолишидан ҳосил бўлади. Демак, сифон усулида ва узлуксиз усулда қуйиш йўли билан олинган қуймаларда бу нуқсон бўлмайди. Узлуксиз усулда қуйиш йўли билан олинган қуймаларда чўкиш бўшлиқлари ҳам бўлмайди.

Қуйманинг сиртқи майда нуқсонлари, шунингдек, қуйманинг устки қисмидаги чўкиш бўшлиғи механикавий ишлов бериш йўли билан йўқотилади.

Пўлатнинг хоссаларига углероднинг таъсири. Пўлатда углерод миқдори ортган сари пўлатнинг қаттиқлиги ва чўзилишдаги мустаҳкамлик чегараси ортиб, зарбий қовушқоқлиги, нисбий узайиши ва нисбий торайиши пасаяди, кесиб ишланувчанлиги ва пайвандланувчанлиги ёмонлашади. Пўлатда углерод миқдори ортган сари унинг структурасида ҳам ўзгариш содир бўлади. Масалан, таркибида 0,02 дан 0,8% гача углерод бўлган пўлат феррит билан перлитдан, таркибида 0,8% углерод бўлган пўлат нуқул перлитдан, таркибидаги углерод миқдори 0,8% дан ортиқ бўлган пўлат перлит билан иккиламчи цементитдан иборат. Цементит қаттиқ ва мўрт, феррит эса юмшоқ ва пластикдир. Углерод миқдорининг ортиши билан пўлат қаттиқлигининг ортиб, пластиклигининг пасайишига сабаб ана шу.

Пўлатнинг физикавий хоссалари ҳам углерод миқдorigа қараб ўзгаради. Масалан, углерод миқдорининг ортиши билан пўлатнинг магнитавий киритувчанлиги пасайиб, электик қаршилиги ва коэрцитив кучи ортиб боради.

Пўлатнинг хоссаларига доимий қўшимчаларнинг таъсири. Энди пўлатнинг хоссаларига доимий қўшимчалар қандай таъсир этишини кўриб чиқайлик.

Кремнийнинг таъсири. Пўлатга ферросилиций тарзида қўшиладиган кремний FeO дан Fe ни қайтаради ва зич

пўлат олинишига сабаб бўлади. Демак, кремний пўлат хоссаларига ижобий таъсир этади. Одатдаги углеродли пўлатлар таркибда 0,5% гача кремний бўлади.

Марганецнинг таъсири. Марганец ҳам, худди кремний каби, пўлатдаги FeO дан Fe ни қайтариш учун ферромарганец тарзида қўшилади. Одатдаги углеродли пўлатларда марганец миқдори 0,8% гача бўлади. Марганец қисман ферритда эрийди, қисман эса Mn_3C таркибли карбид ҳосил қилади, бунинг натижасида пўлатнинг мустаҳкамлиги ва қаттиқлиги ошади.

Фосфорнинг таъсири. Фосфор пўлатнинг механикавий хоссаларига салбий таъсир этади. Оддий сифат пўлатларда фосфор миқдори 0,05% дан, сифатли пўлатларда эса 0,02% дан ошмаслиги керак. Фосфор ферритда эриб, пўлатнинг қаттиқлигини оширади, қовушоқлигини эса пасайтиради. Фосфор нормал температурада ва ундан паст температураларда ишлайдиган пўлат қисмларнинг пластиклиги ва зарбий қовушқоқлигига айниқса зарарли таъсир этади, у пўлатни *совуқда синувчан* қилиб қўяди. Бунинг сабаби шуки, фосфор темир билан бирикиб, Fe_3P таркибли жуда мўрт фосфид ҳосил қилади, темир фосфид эса пўлат доналари чегарасига жойлашиб, доналарнинг бир-бирига боғланишни заифлаштиради, бунинг оқибатида эса пўлат совуқ ҳолатда синувчан (жуда мўрт) бўлиб қолади. Демак, фосфор зарарли қўшимчадир.

Шуни ҳам таъкидлаб ўтиш керакки, фосфор пўлатнинг кесувчи асбоблар билан ишланувчанлигини осонлаштиради, мис билан биргаликда эса пўлатнинг коррозиябардошлик хоссасини оширади. Бинобарин, баъзи ҳолларда пўлатда фосфорнинг бўлиши фойдалидир. Ана шу сабабдан, кесиб ишлаш йўли билан тайёрланадиган ва пухталиқ унча талаб этилмайдиган деталлар учун автомат пўлатлари деб аталадиган шундай пўлатлар ишлаб чиқарилдики, уларда 0,15% гача фосфор бўлади.

Олтингурутнинг таъсири. Олтингурут ҳам пўлатнинг механикавий хоссаларига салбий таъсир этади. Оддий сифат пўлатларда 0,05% гача, сифатли пўлатларда эса 0,03% гача олтингурут бўлишига йўл қўйилади. Олтингурут темирда амалда эрмайди ва темир билан бирикиб, FeS таркибли химиявий бирикма [темир (II)-сульфид] ҳосил қилади. Демак, пўлатда олтингурут FeS тарзида бўлади. Темир (II)-сульфид пўлатни юқори температураларда мўрт, яъни *чуғланганда синувчан* қилиб қўяди. Бунинг сабаби шуки, темир (II)-сульфид билан темир 988°C да суюқланадиган эвтектика (механикавий **аралашма**) ҳосил қилади, бу эвтектика эса пўлат доналари чегарасида жойлашади ва пўлатни 900°C ва ундан юқори температурада мўрт ҳолатга келтиради.

Таркибда олтингурут миқдори юқори бўлган пўлат чуғланганда синувчан бўлганлигидан, бундай пўлатни қиздириб туриб болғалаш, прокатлаш, штамплаш ва, умуман, қиздириб туриб

босим билан ишлаш мумкин бўлмайди. Бинобарин, олтингугурт пўлат учун мутлақо зарарли қўшимчадир.

Таркибидаги олтингугуртни чиқариб юбориш мумкин бўлмаган пўлатда FeS ҳосил бўлмаслиги учун унга марганец қўшилади, суюқ пўлатда марганец темир (II)-сульфид билан реакцияга киришиб, 1620°C да суюқланадиган марганец сульфид (MnS) ҳосил қилади. MnS нинг суюқланиш температураси пўлатни босим билан ишлаш температурасидан ($800\text{—}1200^\circ\text{C}$ дан) юқори бўлганлиги учун пўлатда MnS нинг бўлиши зарарли эмас.

Олтингугуртнинг бирдан-бир ижобий томони шуки, у пўлатнинг кесиб ишланувчанлигини осонлаштиради. Демак, фақат кесиб ишлаш учун мўлжалланган пўлатларда — автомат пўлатларида фосфор билан бир қаторда олтингугурт миқдорининг ҳам юқорироқ бўлиши фойдалидир.

Кислороднинг таъсири. Ишлаб чиқариш усулига қараб, углеродли пўлатда 0,01 дан 0,1% гача кислород бўлади. Кислород ферритда жуда оз эрийди, унинг кўп қисми эса қаттиқ ва мўрт оксидлар ҳосил қилади. Бунинг оқибатида пўлатнинг пластиклиги ва қовушқоқлиги пасайиб, қаттиқлиги ва мўртлиги ортади. Демак, кислород зарарли қўшимчадир.

Кислород миқдорини камайтиришнинг самарали усули пўлатни вакуумда суюқлантириш ва қуйиш усулидир.

Азотнинг таъсири. Электр усули билан ишлаб чиқарилган пўлатда 0,008 дан 0,01% гача, мартен пўлатида 0,004 дан 0,006% гача, бессемер пўлатида эса 0,01 дан 0,014% гача азот бўлади. Углеродли пўлатда азотнинг бўлиши ҳам зарарли, чунки у қисман ферритда эрийди, қисман эса темир билан реакцияга киришиб, қаттиқ ва мўрт химиявий бирикмалар — нитридлар ҳосил қилади, натижада пўлатнинг қаттиқлиги ва мўртлиги ортади. Совуқлайин босим билан ишланадиган пўлатнинг хоссаларига азот айниқса зарарли таъсир этади, яъни пўлатнинг деформациялангандан кейин чиниқиш — вақт ўтиши билан қаттиқлашиб ва мўртлашиб бориш хоссасини оширади. Азот миқдорини камайтиришнинг ҳам бирдан-бир усули пўлатни вакуумда суюқлантириш ва қуйишдир.

Водороднинг таъсири. Водород пўлатнинг пухталигини, нисбий узайиш ва нисбий торайиш хоссаларини пасайтиради. Бинобарин, водород ҳам пўлат учун зарарли қўшимчадир.

Водород миқдорини камайтириш учун қуруқ шихтадан фойдаланиш ва пўлатни вакуумда суюқлантириб, вакуумда қуйиш керак.

5-§. Пўлатларнинг классификацияси ва маркаланishi

Пўлатлар химиявий таркибига кўра икки группага: углеродли пўлатлар группаси билан легирланган пўлатлар группасига бўлинади.

Углеродли пўлатлар

Таркибида 2,14% гача углерод бўлган пўлатлар *углеродли пўлатлар* дейилади. Углеродли пўлатлар таркибида 0,3 дан 0,9% гача марганец, 0,15 дан 0,35% гача кремний, 0,06% гача олтингургурт ва 0,07% гача фосфор ҳам бўлади.

Таркибида 0,25% гача углерод бўлган пўлатлар *кам углеродли*, 0,25 дан 0,6% гача углерод бўлган пўлатлар *уртача углеродли*, 0,6% дан ортиқ углерод бўлган пўлатлар эса *кўп углеродли* пўлатлар деб аталади.

Углеродли пўлатлар, вазифасига кўра, конструкцион пўлатлар билан асбобсозлик пўлатларига, сифати жиҳатидан эса оддий сифат, сифатли ва юқори сифатли пўлатларга бўлинади.

Углеродли конструкцион пўлатлар. Конструкцион пўлатлар таркибида 0,6% гача углерод бўлади. Ҳозирги вақтда конструкцион пўлат сифатида таркибида 0,8% углерод бўлган пўлат ҳам ишлатилмоқда. Конструкцион пўлатлар халқ хўжалигининг хилма-хил соҳаларида кенг қўламда ишлатилади. Бундай пўлатлар машина деталлари, қурилиш конструкциялари, темир йўл транспорти воситалари, рельс, труба, сим ва бошқа буюмлар ишлаб чиқариш учун асосий материалдир. Углеродли конструкцион пўлатлар етарли даражада мустаҳкам, пластик, **технологик хоссалари юқори бўлиши керак.**

Углеродли конструкцион пўлатлар, сифатига кўра, оддий сифат ва сифатли пўлатларга бўлинади.

Оддий сифат пўлатлар қурилиш конструкциялари, арматуралар, симлар, парчин миҳлар ва бошқалар тайёрлаш, шунингдек, лист прокатлаш ва бошқалар учун ишлатилади.

Оддий сифат пўлатлар мартен печларида ва бессемер конверторларида ишлаб чиқарилади. Қайтарилганлик даражаси жиҳатидан бу пўлатлар қайнайдиган, чала қайнайдиган ва қайнамайдиган бўлиши мумкин. Оддий сифат пўлатлар ГОСТ 380—60 да кўрсатилган хоссаларга эга бўлади. ГОСТ 380—60 да уч группа оддий сифат пўлат — А, Б ва В группа пўлатлари ишлаб чиқариш кўзда тутилган (баъзан, А группа ўрнига I группа, Б группа ўрнига II группа, В группа ўрнига III группа деб ёзилади).

А группага механикавий хоссалари гарантияланган, Б группага химиявий таркиби гарантияланган, В группага эса ҳам механикавий хоссалари, ҳам химиявий таркиби гарантияланган пўлатлар киради.

А группа пўлатлари химиявий таркибининг аҳамияти бўлмаган, фақат механикавий хоссалари аҳамиятга эга бўлган, яъни қиздириб туриб ишлов бериш талаб этилмайдиган жойларда ишлатилади. Б группа пўлатлари пўлатнинг химиявий таркиби ҳал қилувчи аҳамиятга эга бўлган, пўлатга қиздириб туриб ишлов бериш йўли билан буюмлар тайёрланадиган жойларда ишлатилади, чунки қиздириб туриб ишлаш режими ва

пўлат буюмларнинг механикавий хоссалари унинг химиявий таркибига боғлиқдир. В группа пўлатлари сифати оширилган пўлатлар бўлиб, улар механикавий хоссалари ҳам, химиявий таркиби ҳам аҳамиятга эга бўлган жойларда ишлатилади.

Масалан, пўлат пайвандланадиган бўлса, пайванд чокнинг иссиқлиги таъсир этадиган зонада пўлатнинг хоссалари ўзгаради. Бундай ҳолларда пўлатнинг химиявий таркибини билиш муҳимдир, чунки иссиқлик таъсир этадиган зонада пўлатнинг хоссалари унинг химиявий таркибига боғлиқ. Шу билан бирга, пўлатнинг механикавий хоссалари ҳам катта аҳамиятга эга, чунки пўлатнинг иссиқлик таъсир этмайдиган жойида механикавий хоссалари ўзгармайди.

А группа пўлатлари Ст. ҳарфлари ва 0,1,2, ..., 7 рақамлари билан маркаланади. Рақам (номер) қанча катта бўлса, пўлатнинг мустаҳкамлиги ва қаттиқлиги шунча юқори, пластиклиги эса шунча паст бўлади. Агар марка ишорасидан кейин «кп» индекси бўлса, пўлат қайнайдиган, «пс» индекси бўлса, пўлат чала қайнайдиган, агар индекс бўлмаса, пўлат қайнамайдиган пўлатдир.

Барча группадаги Ст.1, Ст.2, Ст.3 ва Ст.4 маркали пўлатлар қайнайдиган, чала қайнайдиган ва қайнамайдиган қилиб, Ст.5, Ст.6 ва Ст.7 маркали пўлатлар эса чала қайнайдиган ва қайнамайдиган қилиб тайёрланади ва маркарларда тегишли индекслар билан кўрсатилади, масалан, Ст. 1 кп, Ст.1пс; Ст.1; Ст. 5 пс; Ст.5 ва ҳоказо.

А группа пўлатларининг механикавий хоссалари ва ишлатилиши 13-жадвалда келтирилган.

А группа пўлатларининг механикавий хоссалари ва ишлатилиши

13-жадвал

Пўлатнинг маркаси	Механикавий хоссалари		Ишлатилиши
	мустаҳкамлик чега-раси ^б , кг/мм*	нисбий узайиши ^б , %	
Ст.0	< 32	22	Резервуар, цистерна ва бошқалар
Ст.1	32—40	33	Лист ва полоса материаллар, қистирмалар, шайба, кичик баклар, парчин мих ва бошқалар
Ст.2	34—42	31	Сиртмоқ, илмоқ, даста, болт, гайка ва шу кабилар
Ст.3	38—47	21—27	Винт, болт, парчин мих, шпилька, қурилиш конструкциялари ва бошқалар.
Ст.4	42—52	21—25	Тишли гилдирак, фланец, қурилиш конструкциялари ва бошқалар
Ст.5	50—62	15—21	Вал, уқ, пона, бармоқ ва шу кабилар
Ст.6	60—72	11—16	Рельс, бандаж, шпindelъ, кулачок ва бошқалар
Ст.7	≥ 70	5—12	Шпонка, пона, кулачокли муфта, рессора, пружина, рельс ва бошқалар.

* Бу ерда бундан кейин СИ даги улчов бирлигига айлантириш, яъни МН/м² да ифодалаш учун бу қийматларни 9,8 га кўпайтириш керак.

Б группа пулатлари М, К, Б, Ст. ҳарфлари ва рақамлар билан маркаланади*, масалан, МСт.0, МСт.1, ..., МСт.7; КСт.0, КСт.1, ..., КСт.7; БСт.0, БСт.1, ..., БСт.7. Б группа пулатларидан баъзиларининг химиявий таркиби ва ишлатилиши 14-жадвалда кўрсатилган.

14-жадвал

Б группа пулатларининг химиявий таркиби ва ишлатилиши

Пулатнинг маркаси	Химиявий таркиби, % ҳиссида					Ишлатилиши
	C	Si	Mn	P	S	
МСт.0	<0,23	—	—	<0,070	<0,060	Резервуар ва номуҳим бошқа буюмлар
МСт.1кп, КСт.1кп	0,06—0,11	<0,05	0,30—0,50	<0,045	<0,050	Лист, парчин миҳ, қозон ва бошқалар
МСт.2	0,09—0,14	<0,05	0,30—0,50	<0,045	<0,050	Парчин миҳ, қозон ва бошқалар
МСт.3	0,14—0,22	0,12—0,30	0,40—0,65	<0,045	<0,050	Винт, болт, шпилька, парчин миҳ ва шукабилар
МСт.3кп, КСт.3кп	0,14—0,22	<0,05	0,30—0,50	<0,045	<0,050	Винт, болт, шпилька, парчин миҳ ва шукабилар
МСт.4кп, КСт.4кп.	0,17—0,25	0,12—0,30	0,40—0,70	<0,045	<0,050	Винт, болт, шпилька, парчин миҳ ва шукабилар
БСт.4	0,12—0,20	0,12—0,32	0,35—0,55	<0,080	<0,060	Тишли филдирак, фланец ва бошқалар
МСт.5	0,27—0,35	0,15—0,32	0,50—0,80	<0,045	<0,050	Вал, ўқ, пона, бармоқ ва шукабилар
МСт.6	0,38—0,49	0,15—0,32	0,50—0,80	<0,045	<0,050	Кулачок, шпиндель, рельс, бандаж ва бошқалар
МСт.7	0,50—0,62	0,15—0,32	0,50—0,80	<0,045	<0,050	Рессора, пружина ва шукабилар

* М ҳарфи мартен пулатини, К ҳарфи конвертор пулатини, В ҳарфи эса бессемер пулатини билдиради.

В группа пўлатлари мартен усулида, шунингдек, кислород ҳайдаладиган конвертор усулида тайёрланади. Бу группа пўлатлари ВМСт., ВКСт. ҳарфлари ва рақамлар билан маркаланади, масалан, ВМСт.1, ВМСт.2, ВКСт.1, ВКСт.2 ва ҳоказо. Маркадаги В ҳарфи пўлатнинг группасини билдиради. ВМСт.1 пўлатининг механикавий хоссалари Ст.1 пўлатиники каби, химиявий таркиби эса МСт.1 пўлатиники каби, ВМСт.2 пўлатининг механикавий хоссалари Ст.2 пўлатиники каби, химиявий таркиби эса МСт.2 пўлатиники каби ва ҳоказо. Мукамалроқ маълумотларни ГОСТ 380—60, ГОСТ 9543—60 дан ва металлургия маҳсулотларига оид бошқа стандартлардан олиш мумкин.

Сифатли пўлатлар. ГОСТ 1050—60 га кўра, сифатли пўлатларнинг химиявий таркиби ва механикавий хоссалари гарантияланган бўлади. Бу пўлатлар кислород тепасидан ҳайдаладиган асосий (асос характеридаги) конверторларда тайёрланади. Сифатли пўлатлар, таркибидаги марганецнинг миқдорига қараб, икки группага бўлинади. I группа пўлатларида марганец миқдори кўпи билан 0,8% бўлади, II группа пўлатларида эса 1,2% га етади. I группа пўлатлари рақамлар ва тегишли индекслар билан, II група пўлатлари эса рақамлар ва Г ҳарфи билан маркаланади. Масалан, I группа пўлатлари: 05, 05кп, 0,8, 08кп, 10, 10кп, 15, 20, 20кп, 25, 30..., 85; II группа пўлатлари: 15Г, 20Г, . . . , 70Г. Маркадаги икки хонали сонлар 100 га бўлинса, шу марка пўлати таркибидаги углероднинг ўртача миқдори чиқади, Г ҳарф марганецнинг миқдори оширилганлигини билдиради. Масалан, 08кп марка пўлат таркибида 0,08% углерод борлигини ва пўлатнинг қайнайдиган эканлигини, 15Г марка эса пўлат таркибида ўрта ҳисоб билан 0,15% углерод борлигини, марганец миқдори 0,8 дан 1,2% гача эканлигини кўрсатади.

Сифатли пўлатларда олтингугурт миқдори ҳам, фосфор миқдори ҳам 0,04% дан ошмайди. Шунинг учун сифатли пўлатларнинг механикавий хоссалари (пухталиги, пластиклиги, зарбий қовушоқлиги) тегишли оддий сифат пўлатларникига қараганда анча юқори бўлади.

15-жадвалда сифатли пўлатларнинг механикавий хоссалари ва ишлатилиши келтирилган. 10, 15, 20 маркали пўлатлардан тайёрланган деталлар, зарур бўлган тақдирда цементитланади, яъни уларнинг сиртқи қатламига углерод сингдирилади; 25, 30, 35 маркали пўлатлардан тайёрланган буюмлар тегишли равишда термик ишланади; 40, 45, 50 маркали, яъни ўртача углеродли пўлатлардан ва 55, 60, 65, 70, (80, 85) маркали, яъни кўп углеродли пўлатлардан тайёрланган деталлар, зарур бўлган тақдирда тобланиб, сўнгра бушатилади.

Таркибидаги марганец миқдори оширилган сифатли пўлатларнинг тобланиш чуқурлиги ва ейилишга чидамлилиги юқори бўлади. Уларнинг ишлатилиш соҳалари, тахминан, таркибида

марганец миқдори нормал бўлган сифатли пулатларники ка-
бидир.

15-жадвал

Сифатли пулатларнинг механикавий хоссалари ва ишлатилиши

Пулатнинг маркаси	Муштақамлик чегараси σ_b , кг/мм ²	Оқувчанлик чегараси $\sigma_{0.2}$, кг/мм ²	Нисбий уз- виши δ , %	Каттиқлиги НВ, кўчи би- лан	Ишлатилиши
05 08	— 34—42	— 12	— 35	— —	Совуқлайин штамplash йўли билан тай- ёрланадиган деталлар учун
10 15 20	36—45 40—49 44—54	21 24 26	32 29 26	— — —	Қиздириб болғалаш ва штамplash йўли билан тайёрланадиган оддий деталлар: ўқ, валик, шпилька, гайка, втулка, труба ва бошқалар учун
25 30 35	48—58 52—62 56—66	28 30 32	24 22 21	— — —	Унча катта нагрузка тушмайдиган де- таллар: валик, шайба, штифт, ўқ, би- риктириш муфтаси, цилиндр, болт, гай- ка ва бошқалар учун
40 45 50	60—72 64—76 68—80	34 36 38	19 17 15	187 197 207	Пухталиги юқори деталлар: шатун, тортқи, ричаг, ўқ, вал, металл кесиш ста- ноклари деталлари ва бошқалар тайёр- лаш учун
55 60 65 70	71—83 73—85 76—38 78—90	40 42 43 44	13 12 11 8	217 229 229 229	Прокатlash станларининг жўваси, шток, трос сими, пружина, рессора ва бошқа- лар учун

Юқорида баён этилган пулатлардан ташқари, махсус ва-
зифали пулатлар ҳам бўлади. Бундай пулатлар жумла-
сига таркибида углерод миқдори 0,2% дан кам бўлиб, чуқур
ботириш йўли билан буюмлар тайёрлаш учун ишлатиладиган
пулатлар киради. Таркибидаги олтингугурт ҳамда фсффор миқ-
дорлари оширилган пулатлар — автомат пулатлари ҳам бор.
ГОСТ 1414—54 га кўра, автомат пулатларининг қуйидаги мар-
калари мавжуд: А12, А20, А30, А40Г. Маркадаги А ҳарфи ав-
томат пулати эканлигини билдиради; ҳарфдан кейинги рақам-
лар юзга бўлинганда пулат таркибидаги углероднинг % билан
ифодаланган ўртача миқдори чиқади.

Автомат пулатларининг химиявий таркиби 16-жадвалда кел-
тирилган.

Автомат пулатлари унча муҳим бўлмаган деталлар, маса-
лан, втулка, болт ва шу кабилар тайёрлаш учун ишлатилади,
чунки бу пулатларнинг механикавий хоссалари пастроқ бўлади.
Автомат пулатларини металл кесиш автоматларида кесиб иш-
лашда синувчан қисқа қиринди ҳосил бўлади, бу эса тезкор ав-

томатларнинг иши учун ниҳоятда муҳим фактордир. Йўнилган юза текис ва тоза чиқади. Автомат пўлатларини кесишда кесувчи асбоб оддий сифат ва сифатли пўлатларни кесишдагига қараганда икки-уч барава узоққа чидайди.

16- жадвал

Автомат пўлатларининг химиявий таркиби

Пўлатнинг маркаси	Химиявий таркиби				
	C	Mn	Si	S	P
A 12	0,08 — 0,16	0,60 — 0,90	0,15 — 0,35	0,08 — 0,20	0,08 — 0,15
A 20	0,15 — 0,25	0,60 — 0,90	0,15 — 0,35	0,08 — 0,15	< 0,06
A 30	0,25 — 0,35	0,70 — 1,00	0,15 — 0,35	0,08 — 0,15	< 0,06
A 40Г	0,35 — 0,45	1,20 — 1,55	0,15 — 0,35	0,18 — 0,30	< 0,05

Углеродли асбобсозлик пўлатлари. Углеродли асбобсозлик пўлатлари жумласига таркибида 0,65 дан 1,35% гача углерод бўлган пўлатлар киради. Углеродли асбобсозлик пўлатлари сифатли ва юқори сифатли бўлиши мумкин. Сифатли асбобсозлик пўлатларида олтингугурт миқдори 0,03% дан ва фосфор миқдори 0,035% дан, юқори сифатли асбобсозлик пўлатларида эса олтингугурт миқдори 0,02% дан ва фосфор миқдори 0,03% дан ошмаслиги керак. Углеродли асбобсозлик пўлатлари У7, У7А, У8, У8А, . . . , У13, У13А билан маркаланади. Маркадаги У ҳарфи пўлатнинг углеродли эканлигини, ҳарфдан кейинги рақам пўлат таркибидаги углероднинг процентнинг ундан бир улушларида ифодаланган миқдорини, рақамдан кейинги А ҳарфи эса пўлатнинг юқори сифатли эканлигини билдиради. Углеродли асбобсозлик пўлатларида 0,15—0,35% кремний, 0,15—0,40% марганец ҳам бўлади. Бундан ташқари, сифатли асбобсозлик пўлатлари таркибига кўпи билан 0,20% хром, 0,25% никель ва 0,25% мис, юқори сифатли асбобсозлик пўлатлари таркибига эса кўпи билан 0,15% хром, 0,20% никель ва 0,20% мис ҳам киради. Углеродли асбобсозлик пўлатларида марганец миқдори 0,60% га етказилиши ҳам мумкин. Марганец миқдори оширилган бундай асбобсозлик пўлатларининг маркасига Г ҳарфи қўшиб ёзилади, масалан: У8Г, У8ГА.

Юқори сифатли асбобсозлик пўлатлари электр усулида, сифатли асбобсозлик пўлатлари эса мартен усулида ишлаб чиқарилади. Юқори сифатли асбобсозлик пўлатлари сифатли асбобсозлик пўлатларига қараганда мустаҳкамроқ бўлади, зарбий нагрузкаларга яхшироқ чидайди ва тобланганда брак камроқ чиқади.

Углеродли асбобсозлик пўлатларининг қаттиқлиги ва ишлатилиши 17-жадвалда келтирилган.

Углеродли асбобсозлик пулатларининг қаттиқлиги ва ишлатилиши

Пулатнинг маркаси	Омшатишган- дан кейинги қаттиқлиги НБ, камида	Сувда тоблан- гандан кейинги қаттиқлиги НРС, камида	Ишлатилиши
У7 ва У7А	187	62	Қовушоқлиги юқори, қаттиқлиги эса муътадил бўлиши талаб этиладиган (туртки ва зарблар таъсирида бўладиган) асбоб ва буюмлар, масалан, зубило, слесарлик болғачаси, штамп, арра, искана, токарлик станогининг маркази ва бошқалар учун
У8 ва У8А, У8Г ва У8ГА	187	62	Қаттиқлиги юқори, қовушоқлиги эса етарли даражада бўлиши талаб этиладиган асбоблар, масалан, кернер, матрица, пуансон, металл кесувчи қайчи, отвертка, дурадгорлик асбоблари, ўртача қаттиқликдаги бурғу ва бошқалар учун
У9 ва У9А	192	62	Қаттиқлиги юқори, қовушоқлиги эса ўртачадан пастроқ бўлиши талаб этиладиган асбоблар, масалан, кернер, тош кесиш зубилоси, дурадгорлик асбоблари ва бошқалар учун
У10 ва У10А	197	62	Кучли зарб таъсирида бўлмайдиган, қаттиқлиги юқори, қовушоқлиги эса пастроқ бўлиши талаб этиладиган асбоблар, масалан, металл рандалаш кескичи, метчик, плашка, развёртка, фреза, қаттиқ жинслар бурғуси, шаклдор штамп, эгов, металл арраси ва бошқалар учун
У11 ва У11А, У12 ва У12А	207	62	Жуда қаттиқ бўлиши талаб этиладиган асбоблар, масалан, фреза, шабер, парма, метчик, плашка, эгов, развёртка, устара, металл арраси, хирургия асбоблари ва шу кабилар учун
У13 ва У13А	207	62	Ниҳоятда қаттиқ бўлиши талаб этиладиган асбоблар, масалан, сим киярлаш (чўзиш) кўзлари (волокалари), шабер, эгов кертиш зубилоси, парма, ўроқ ва шу кабилар учун

Углеродли асбобсозлик пўлатлари камчиликлардан холи эмас. Масалан, улар 200°C гача қизиганда қаттиқлигини ва кесиш хоссаларини, юқори температураларда эса пухталигини ҳам йўқотади; электролит, агрессив муҳит, нам атмосфера ва юқори температураларда маълум даражада коррозияланади; уларнинг иссиқликдан кенгайиш коэффициенти юқори бўлади ва ҳоказо.

Легирланган пўлатлар

Таркибида атайлаб қўшилган элементлар, масалан, хром, никель, молибден, вольфрам, ванадий ва бошқалар ёки ортиқчароқ миқдорда доимий қўшимчалар, масалан, кремний, марганец ва бошқалар бўлган пўлат *махсус ёки легирланган пўлат* деб, қўшилган ва ортиқчароқ бўлган бундай элементлар эса *махсус ёки легирловчи элементлар* деб аталади. Пўлат таркибида қайси легирловчи элемент ёки элементлар бўлса, пўлатнинг номи шунга қараб айтилади, масалан, пўлат таркибида марганец бўлса, *марганецли пўлат* деб, хром бўлса — *хромли*, кремний бўлса — *кремнийли*, кремний ва марганец бўлса — *кремний-марганецли*, хром, никель ва молибден бўлса — *хром-никель-молибденли пўлат* деб аталади ва ҳоказо.

Пўлатни легирлашдан кўзда тутиладиган мақсад пўлатнинг хоссаларини зарур томонга қараб ўзгартиришдан иборат. Легирловчи элементларнинг пўлат хоссаларига таъсири уларнинг темир ва углерод билан ўзаро таъсир этиш характериға ҳамда легирловчи элементлар сонига ва миқдорига боғлиқ. Легирловчи элементлар пўлатнинг пухталигини, қовушоқлигини, ейлишга чидамлилигини ва бошқа механикавий хоссаларини, шунингдек, кесиб ишланувчанлик хоссасини, тобланиш чуқурлигини ва бошқа технологик хоссаларини оширади, физикавий (магнитавий ва электрик) хоссаларини ўзгартиради, химиявий хоссаларини — юқори температураларда ва одатдаги шароитда коррозиябардошлик хоссаларини яхшилади. Бинобарин, легирланган пўлатлар машина ва конструкцияларнинг сифатини яхшилаш, узоқ муддат пухта ишлашини таъминлаш билан бирга, улар массасини камайтиришда ғоят катта аҳамиятга эга.

Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, баъзи легирловчи элементлар, масалан, кобальт, вольфрам, молибден каби элементлар анча қиммат, никель эса улардан арзонроқ туради, марганец, кремний ва хром унча қиммат турмайди. Шу сабабли, буюм тайёрлаш учун легирланган пўлатлар танлашда ана шуларни албатта назарда тутиш керак.

Легирловчи элементларнинг пўлат хоссаларига таъсири. Кремнийнинг таъсири. Кремний пўлатнинг эластиклик, кислотабардошлик, куюндибардошлик (юқори температураларда оксидланмаслик) хоссаларини яхшилади. Пўлатга 1—1,5% миқдорида қўшилган кремний пўлатнинг қовушоқлигини ўзгартирмагани ҳолда унинг пухталигини оширади. Ундан кўп миқдорда кремний қўшилган пўлатнинг магнитавий киритувчанлиги ва электрик қаршилиги ортади.

Марганецнинг таъсири. 1% дан ортиқ марганец қушилган пўлатнинг қаттиқлиги, ейилишга чидамлилиги ошиб, пластиклиги камаймайди. Марганец феррит таркибига кириб, пўлатнинг қаттиқлигини оширади; углерод ва темир билан уз-аро таъсир этиб, $(FeMn)_3C$ таркибли мураккаб карбид ҳосил қилади. Марганец пўлатнинг тобланиш чуқурлигини анча оширади.

Алюминийнинг таъсири. Алюминий пўлатнинг куюндибардошлигини оширади.

Миснинг таъсири. Мис пўлатнинг коррозиябардошлигини оширади.

Хромнинг таъсири. Хром пўлатнинг қаттиқлигини, пухталлигини ва коррозиябардошлигини оширади, аммо пластиклигини бир оз пасайтиради. Пулатга хром легирловчи элемент сифатида, одатда, 1,5—2,5% қушилади. Аммо таркибида 30,0% гача хром бўлган махсус пўлатлар ҳам тайёрланади. Куп миқдорда хром қушилган пўлат зангламайди ва унинг магнитавий хоссалари барқарор бўлади.

Никелнинг таъсири. Никель пўлатни коррозиябардош қилади, унинг пухталлигини ва пластиклигини, зарбий қовушоқлигини, тобланиш чуқурлигини оширади, иссиқликдан кенгайиш коэффициентининг узгаришига таъсир этади. Никелли пўлат зич бўлади, чунки никель яхши қайтарувчидир.

Титаннинг таъсири. Титан пўлатнинг коррозиябардошлигини оширади, пўлатни пухта ва майда донали қилади, унинг кесиб ишланувчанлигини яхшилайти. Титан яхши қайтарувчи бўлганлигидан пўлатнинг зичлигини оширади.

Вольфрамнинг таъсири. Вольфрам пўлатнинг қаттиқлигини оширади, чунки у углерод билан бирикиб, жуда қаттиқ химиявий бирикма — вольфрам карбид (WC) ҳосил қилади. Вольфрамли пўлат қизаргунча қиздирилганда ҳам ўз қаттиқлигини сақлаб қолади, яъни у оташбардош бўлади. Вольфрамли пўлат тоблангандан кейин бушатиладан муртлашмайди.

Ванадийнинг таъсири. Ванадий пўлатнинг доналарини майдалаб, қаттиқлигини оширади.

Кобальтнинг таъсири. Кобальт пўлатнинг иссиқбардошлигини, зарбий қовушоқлигини ва магнитавий хоссаларини оширади.

Молибденнинг таъсири. Молибден билан легирланган пўлат оташбардош бўлади; молибден пўлатнинг чўзилишдаги мустақамлик чегарасини, коррозиябардошлиги ва куюнди-бардошлигини оширади.

Ниобийнинг таъсири. Ниобий пўлатнинг кислота-бардошлигини оширади ва пайванд конструкцияларда коррозияланишни камайтиради.

Лантаннинг таъсири. Лантан пўлатдаги говакликларни, олтингургурт миқдорини камайтиради, пўлат юзасининг сифатини яхшилайти, пўлатни майда донали қилади.

Неодимнинг таъсири. Неодим пўлатга худди лантан каби таъсир этади.

Лантан билан неодим зангламас ва куюндибардош пўлатларга, шунингдек, трансформатор пўлатига қўшилади.

Цирконийнинг таъсири. Цирконий пўлат доналарини майдалайди. Пўлатга тегишли миқдорда цирконий қўшиш йўли билан унинг доналарини зарур ўлчамга келтириш мумкин.

Церийнинг таъсири. Церий пўлатнинг пухталигини ва, айниқса, пластиклигини оширади.

Легирловчи элементлар сифатида юқорида кўриб чиқилган элементлардан ташқари, бор, азот, фосфор, селен ва бошқа элементлар ҳам ишлатилади.

ГОСТга кўра, ҳар қайси легирловчи элемент маълум ҳарф билан, масалан, азот А билан, алюминий — Ю, бор — Р, ванадий — Ф, вольфрам — В, кобальт — К, кремний — С, марганец — Г, мис — Д, селен — Е, сийрак-ер элементлари — Ч, титан — Т, хром — Х, фосфор — П, цирконий — Ц билан белгиланади.

Легирланган пўлатларнинг маркаланиши. Легирланган пўлатлар тегишли ҳарфлар ва рақамлар билан маркаланади. Легирланган пўлат маркасидаги ҳарфлар легирловчи элементларни, рақамлар эса уларнинг миқдорини кўрсатади. Легирланган пўлат маркасида рақамлар ва ҳарфлар муайян тартибда қўйилади. Пўлат маркасида энг олдин турган рақамлар шу пўлат таркибидаги углерод миқдорини процентнинг юздан бир улушлари ҳисобида ифодалайди, ҳарфлардан кейин турган рақамлар эса шу ҳарфлар билан кўрсатилган элементларнинг процент ҳисобидаги ўртача миқдорини билдиради. Легирловчи элементнинг миқдори 1% дан кам ёки 1% дан сал ошиқроқ бўлса, рақам ёзилмайди. Масалан, таркибида 0,17—0,23% углерод, 0,45—0,75% хром ва 1,0—1,4% никель бўлган пўлат 20ХН билан, таркибда 0,14—0,20% углерод, 1,35—1,65% хром, 4,0—4,4% никель ва 0,8—1,2% вольфрам бўлган пўлат 18Х2Н4В билан маркаланади ва ҳоказо.

Пўлат таркибидаги фосфор миқдори 0,03% дан, олтингургурт миқдори ҳам 0,03% дан камлигини, шунингдек, пўлатнинг юқори сифатли эканлигини кўрсатиш учун шу пўлат маркасининг охирига А ҳарфи ёзилади (А ҳарфи пўлат маркасининг ўртасида келса, махсус қўшилган азотни билдиради).

Баъзи ҳолларда маркадаги белгилар сонини камайтириш учун ГОСТ системасидан бир қадар четга чиқилади. Масалан, таркибида 1% дан ортиқ углерод бўлган пўлатларнинг маркасида шу углерод миқдорини кўрсатувчи рақамлар ёзилмайди, масалан, таркибида 1,45—1,70% углерод, 11,0—12,5% хром ва 0,5—0,8% молибден бўлган асбобсозлик пўлати Х12М билан белгиланади. Пўлат маркаларидаги олдинги рақамлар, баъзан, углероднинг миқдорини процентнинг юздан бир улушлари ҳи-

собида эмас, балки ундан бир улушлари ҳисобида ифодалайди, масалан, 9ХС ва 4ХВ2С маркали легирланган асбобсозлик пўлатларида ўрта ҳисоб билан 0,9 ва 0,4% углерод бўлади. Баъзи легирловчи элементларнинг миқдори пўлат маркасида кўрсатилмайди, масалан, 35ХМ маркали пўлатда молибден миқдори, 3ХФ маркали пўлатда эса ванадий миқдори 1% атрофида эмас, балки 0,15—0,25% дир; бундай қилинишига сабаб шуки, бу гипдаги пўлатларда молибден миқдори ҳам, ванадий миқдори ҳам 0,25% дан ортиқ бўлмайди. Легирланган пўлатлар таркибидаги углерод миқдори 0,04% гача бўлса, пўлат маркаси олдида иккита ноль, 0,04 дан 0,08% гача бўлганда эса ўттиз ноль ёзилади, масалан, 00Х18Н10 маркали пўлатда углерод миқдори 0,04% дан, 0Х13 маркали пўлатда эса 0,08% дан ошмайди.

Баъзи группа пўлатлар қўшимча равишда тегишли ҳарфлар билан белгиланади, масалан, шарикавий ва роликавий подшипник пўлатлари Ш ҳарфи билан, магнитавий пўлатлар — Е, электротехникавий пўлатлар — Э, тезкесар пўлатлар эса Р ҳарфи билан белгиланади.

Стандартга кирмаган пўлатлар хилма-хил тарзда белгиланади. Масалан, «Электросталь» заводида тайёрланадиган тажрибавий пўлат маркалари ЭИ ёки ЭП ҳарфлари ва ундан кейин қўйиладиган тартиб рақамлари билан белгиланади, масалан, ЭИ 154, ЭП 398 ва ҳоказо (бу ерда Э ҳарфи завод номини, И ҳарфи пўлатнинг тадқиқий*, П ҳарфи эса пўлатнинг синалувчи** эканлигини ва рақамлар тартиб номерини билдиради).

Легирланган пўлатларнинг классификацияси. Легирланган пўлатлар химиявий таркиби (легирловчи элементлар миқдори, шунингдек, легирловчи элементлар сони) жиҳатидан маъжум группаларга бўлинади.

Легирланган пўлатлар ўз таркибидаги легирловчи элементлар миқдори жиҳатидан уч группага бўлинади. Таркибидаги легирловчи элементлар миқдори 2,5% дан ошмайдиган пўлатлар биринчи группани, таркибидаги легирловчи элементлар миқдори 2,5—10,0% бўлган пўлатлар иккинчи группани, таркибидаги легирловчи элементлар миқдори 10,0% дан ортиқ бўлган пўлатлар эса учинчи группани ташкил этади. Биринчи группа пўлатлари кам легирланган пўлатлар группаси, иккинчи группа пўлатлари ўртача легирланган пўлатлар группаси, учинчи группа пўлатлари эса кўп легирланган пўлатлар группаси деб аталади.

Кам легирланган пўлатлар, асосан, конструкцион пўлатлар сифатида, ўртача легирланган пўлатлар конструкцион пўлатлар

* И — исследовательская сталь.

** П — пробная сталь.

сифатида ҳам, асбобсозлик пўлатлари сифатида ҳам, кўп легирланган пўлатлар эса, асосан, махсус хоссали пўлатлар сифатида ишлатилади.

Кам легирланган пўлатлар стандартлаштирилган. Стандартлаштирилган бундай пўлатларга, масалан, марганецли пўлатлардан 09Г2, 14Г, 14Г2, 18Г2, марганец-кремнийли пўлатлардан 12ГС, 15ГС, 10Г2С, 35ГС, хром-кремний-никель-мисли пўлатлардан 10ХСНД, марганец-ванадийли пўлатлардан 15ГФ, хром-марганец-кремнийли пўлатлардан 14ХГС пўлатлари ва бошқалар киради. Бу пўлатларнинг Д ҳарфи кўрсатилмаган барча маркаларида 0,30% чамаси мис, Х ҳарфи кўрсатилмаган маркаларида 0,30% гача хром, Н ҳарфи кўрсатилмаган маркаларида 0,30% гача никель, П ҳарфи кўрсатилмаган маркаларида эса кўпи билан 0,055% фосфор бўлади.

Қурилишда углеродли пўлатлар ўрнига кам легирланган пўлатлар ишлатилиши СССР да қурилиш конструкциялари оғирлигини 30% гача камайтириш имконини берди. Кам легирланган пўлатларнинг сифати углеродли конструкцион пўлатларникидан анча юқори туради: улар пухтароқ бўлади, яхши пайвандланади, зарбий нагрузкаларга яхши чидайди.

Кам легирланган пўлатларнинг химиявий таркиби ва механикавий хоссалари тўғрисида батафсил маълумотларни ГОСТ 5058—65 дан қараш мумкин.

Легирланган пўлатлар ўз таркибидаги легирловчи элементлар сонига, яъни қайси элемент ёки элементлар билан легирланганлигига қараб, хромли, молибденли, кремнийли, хром-никелли, хром-никель-молибденли ва ҳоказо пўлатларга бўлинади. Ана шу пўлатлардан баъзиларини кўриб чиқамиз.

Хромли пўлатлар. Бундай пўлатлар таркибига легирловчи элемент сифатида хром киради. Хромли пўлатлар кенг кўламда ишлатилади, чунки хром пўлатнинг хоссаларига ижобий таъсир этади ва нисбатан арзон туради. 15Х, 20Х, 30Х, 30ХА маркали пўлатлар автомобилсозлик ва тракторсозликда турли деталлар тайёрлаш учун ишлатилади. Хромли пўлатлардан ишқаланишга ишлайдиган ва ўзагининг пухталиги юқори бўлиши талаб этиладиган деталлар, масалан, 15Х пўлатидан автомобиль двигателларининг клапан турткичлари, поршень бармоғи, паразит шестерня ўқи ва бошқалар, 20Х пўлатидан эса станокларнинг шестернялари, кулачокли муфталари, втулкалари, шлицли валиклари, червяклари ва бошқалар тайёрланади, 40Х маркали пўлатдан, масалан, пахта териш машинаси шпинделининг бармоғи ва бошқалар ясалади. Хромли пўлатлардан ясалган деталлар тобланганда уларнинг ўзаги ўз таркибида худди шунча углерод бўлган легирланмаган пўлатлар тоблангандагига қараганда анча пухта бўлади.

Хром пўлатнинг тобланиш критик нуқтасини (температурасини) пасайтиради, шунинг учун хромли пўлатлардан ясалган

деталлар цементлангандан* кейин мойда тобланади, натижада деталлар кам деформацияланади.

Таркибида 0,9—1,1% углерод ва 0,8—1,65% хром бўлган ШХ6, ШХ9, ШХ10 ва бошқа маркали** пўлатлардан шарикавий ва роликавий подшипникларнинг деталлари: ҳалқа, шарик ва роликлари тайёрланади.

Хром-никелли пўлатлар. 12ХН3А, 12Х2Н4А ва 20Х2Н4А маркали пўлатлар хром-никелли конструкцион пўлатларнинг энг яхшиси бўлиб, кўп нагрузка тушадиган деталлар тайёрлаш учун ишлатилади, чунки улар цементланиб, сўнгра тоблангандан кейин жуда қаттиқ, мустаҳкам, эластик ва зарбий нагрузкаларга чидамли бўлиб қолади.

12ХН3А пўлатидан автомобилларнинг кетинга юриш дифференциалининг сателлити ва бошқа деталлари, 12Х2Н4А пўлатидан эса етакчи шестернялари, тирсакли вал шестерняси, бирламчи ваги ва бошқа деталлари тайёрланади.

Никелли пўлатлар. Никелли пўлатлар унча кўп тарқалган эмас, чунки никель қиммат туради. Никелли пўлатлар жуда муҳим деталлар учунгина ишлатилади.

Марганецли пўлатлар. Марганецли пўлатлар тоблангандан кейин уларнинг ўзаги углеродли пўлатларникига қараганда анча пухта бўлади. Марганецли пўлатларнинг 15Г, 20Г, 30Г ва бошқа маркалари мавжуд бўлиб, ишлаб чиқаришда кенг кўламда ишлатилади.

15Г ва 20Г пўлатларидан ясалган деталлар цементланиб, сўнгра тоблангандан кейин уларнинг сиртқи қатлами анча қаттиқ, ўзаги эса қовушоқ, аммо углеродли пўлатдан ясалган деталларникига қараганда пухтароқ бўлади.

Марганецли пўлатлар яхши пайвандланади ва металл кесиш станокларида углеродли пўлатларга қараганда яхши ишланади.

Таркибида 1,3% углерод, 11—14% марганец ва оз миқдорда бошқа қўшимчалар буладиган пўлат Гадфильд пўлати деб аталади ва Г13 билан маркаланади. Бу пўлат машинасозликда ейишига чидамли пўлат сифатида кўп ишлатилади, чунки у ейишига жуда яхши қаршилик кўрсатади. Г13 пўлати темир йўл стрелкалари, трактор гусеничалари ва бошқалар учун ишлатилади.

Хром-марганецли пўлатлар. Хром-марганецли пўлатлардан 20ХГ маркали пўлатни кўриб чиқамиз. Бу пўлат, никелни тежаш мақсадида, қисман хром-никелли пўлатлар ўрнига ишлатилади. Цементланидиган деталларни хром-никелли пўлатлардан эмас, балки хром-марганецли пўлатлардан тайёрлаш маъқулроқ, чунки 20ХГ пўлати кам углеродли пўлат бўлганлиги учун унда марганец карбидлари ҳосил бўлмайди ва, шунинг учун, бу пўлатдан ясалган деталлар цементланиб,

* Цементитлаш, тўғрисида 261-бетга қаранг.

** Маркада Х ҳарфидан кейинги рақамлар хромнинг процентнинг ундан бир улушлари ҳисобидаги ўртача миқдорини кўрсатади.

сўнгра тоблангандан кейин уларнинг пухталиги ҳам, қовушоқлиги ҳам ошади. 20ХГ пўлатидан ясалган деталлар термик ишлангандан кейин уларнинг механикавий хоссалари 20Х пўлатидан ясалган деталларникига қараганда юқори бўлади. 20ХГ пўлати тобланганда кам деформацияланади. 20ХГ пўлатидан станокларнинг шестернялари, червяклари ва бошқа деталлари, автомобилларнинг эса узатмалар қутиси деталлари, бирламчи вали ва бошқа деталлари ясалади.

Хром-марганец-кремнийли пўлатлар, яъни хромансиллар. Бу пўлатларга 30ХГС пўлати мисол бўла олади. Хромансиль хром-молибденли пўлатлар ўрнини боса олади. Таркибида углерод камроқ бўлган хромансиль яхши штампланади ва яхши пайвандланади.

Хром-марганец-титанли пўлатлар. Бундай пўлатлар ичида 18ХГТ маркали пўлатнинг яхши хусусиятларидан бири шуки, ундан ясалган деталлар цементитланиб, сўнгра тоблангандан кейин уларнинг механикавий хоссалари юқори бўлади, металл кесиш станокларида осон ишланади ва, шунинг учун, цементитланадиган мураккаб шаклли муҳим деталлар тайёрлаш учун ишлатилади.

18ХГТ пўлатидан металл кесиш станокларининг шестернялари, кулачокли муфталари, втулкалари, сирпаниш подшипнигида ишлайдиган шпинделлари, червяклари, оправкалари ва бошқа деталлари, автомобилларнинг эса узатмалар қутиси шестернялари, бирламчи вали ва бошқа деталлари тайёрланади. 18ХГТ пўлатининг шестернялар тайёрлаш учун кенг кўламда ишлатилишига сабаб шуки, шестерня тиши кесимининг қаттиқлик нормаси Роквелл бўйича 30—45 га тенг, бу нормани эса 18ХГТ пўлатининг тобланиш чуқурлиги бемалол таъминлайди. Бундан ташқари, бу пўлатнинг металл кесиш станокларида ишланган юзаси тоза чиқади.

Хром-ванадийли пўлатлардан 15ХФ пўлатида озроқ миқдор ванадий бўлганлигидан у ута қизишга унча сезгир эмас, шунинг учун бундай пўлатдан ясалган деталлар цементитлангандан кейин майда донали структурасини сақлаб қолади. 15ХФ пўлатининг яхши хусусиятларидан яна бири шуки, ундан ясалган деталлар сувда тобланганда дарзлар ҳосил бўлмайди.

Хром-никель-вольфрамли ва хром-никель-молибденли пўлатлар. Бу пўлатларнинг 18Х2Н4ВА, 30ХНВА, 40ХНВА, 25Х2Н4ВА, 18Х2Н4МА, 40ХНМА ва бошқа маркалари мавжуд. Булардан 18Х2Н4ВА пўлати билан 18Х2Н4МА пўлатини кўриб чиқамиз. 18Х2Н4ВА ва 18Х2Н4МА пўлатлари ўртача легирланган пўлатлар бўлиб, уларнинг пухталиги, қовушоқлиги ва толиқиш чегараси юқоридир, шунинг учун улардан машиналарнинг катта нагрузка ва зарб остида ишлайдиган деталлари, масалан, тишли ғилдираклар, тирсакли валлар, шатунлар ва бошқалар тайёрланади. Бу пўлатлар тоб-

ланиб, сўнгра паст температурада бўшатиладан кейин уларнинг механикавий хоссалари жуда юқори бўлиб қолади: мустақамлик чегараси 130—140 кГ/мм² (1300—1400 Мн/м²) га етади.

Хром-никель-вольфрам-ванадийли ва хром-никель-молибден-ванадийли пўлатлар. Бу пўлатлар ниҳоятда юқори физика-механикавий хоссаларга эга бўлганлигидан жуда мураккаб агрегат, машина, конструкция, турбина ва шу кабилар тайёрлашда ишлатилади. Уларнинг 30Х4НВФА, 30ХН2ВФА, 28ХН3ВФА, 38ХН3МФА ва бошқа маркалари мавжуд. Бу пўлатлар тегишли равишда термик ишлангандан (231-бетга қаранг) кейин қимматли хоссаларга эга бўлиб қолади.

Легирланган пўлатлар вазифасига кўра уч группага — конструкцион пўлатлар группаси, асбобсозлик пўлатлари группаси ва алоҳида хоссали пўлатлар группасига бўлинади. Легирланган конструкцион пўлатлар машина ва конструкцияларнинг муҳим деталлари тайёрлаш учун, легирланган асбобсозлик пўлатлари кесувчи асбоблар, зарб билан ишлайдиган асбоблар, турли хил штамплар, шунингдек, ўлчаш асбоблари тайёрлаш учун, алоҳида хоссали пўлатлар эса оловбардош, иссиқбардош, кўррозиябардош бўлиши талаб этиладиган деталлар, электротехникавий машиналарнинг баъзи деталлари ва айрим хоссаларга эга бўлиши талаб этиладиган бошқа деталлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Легирланган конструкцион пўлатлар. Бу пўлатлар ўз таркибидаги углерод миқдорига қараб, икки группага: кам (0,1—0,25%) углеродли, яъни цементитланувчи ва ўртача (0,3—0,45%) углеродли — яхшиланувчи пўлатларга бўлинади.

Легирланган цементитланувчи конструкцион пўлатлар. Деталлар цементитлангандан ва тобланиб, паст температурада бўшатиладан кейин уларнинг сиртқи қатлами қаттиқ, ички қатлами (ўзаги) эса қовушоқ бўлиши учун бундай деталлар кам углеродли легирланган конструкцион пўлатлардан тайёрланади. Бундай пўлатлар жумласига 15Г, 20Г, 15Х, 20Х, 15ХР, 20ХН, 20ХГР, 18ХГТ, 30ХГТ, 12Х2Н4А, 15ХФ пўлатлари ва бошқалар кирази.

Легирланган яхшиланувчи конструкцион пўлатлар. Бу пўлатлар цементитланмайди, балки термик ишлаш йўли билан уларнинг сифати яхшиланади. Яхшиланувчи пўлатлар жумласига 30Х, 35Х, 38ХА, 35ХРА, 40ХР, 30ХМ, 40ХГ, 40ХГР, 30ХГТ, 30ХГС, 40ХН, 40ХНМА, 30ХН3А, 30ХН2ФА пўлатлари ва бошқалар кирази.

35Х, 38ХА, 35ХРА, 40ХР пўлатлари кичикроқ ўлчамли деталлар: ҳар хил валиклар, ўқлар, бармоқлар, шестернялар, втулкалар ва бошқалар тайёрлаш учун ишлатилади.

30ХМ, 40ХГ, 40ХГР, 30ХГТ, 30ХГС пўлатлари диаметри ёки қалинлиги 20 дан 40 мм гача бўлган деталлар тайёрлаш учун ишлатилади. Бу пўлатлар молибден, марганец, кремний ва ти-

тан билан қўшимча легирланган. Бу элементларнинг ҳаммаси пўлатнинг товланиш чуқурлигини оширади ва, молибдендан бошқалари, қовушоқлик запасини камайтиради.

40ХН, 40ХНМА пўлатларидан диаметри ёки қалинлиги 40 ... 70 мм гача бўлган деталлар тайёрланади. Яхшиланган 40ХНМА пўлатининг пухталиги ва толиқиш чегараси юқори, қовушоқлиги эса яхши бўлиб, анча чуқур товланади, шунинг учун у ишораси ўзгариб, турадиган катта нагрузкалар остида ишлайдиган деталлар тайёрлаш учун кетади.

30ХН3А, 30ХН2ВФА пўлатларидан диаметри ёки қалинлиги 70 мм дан ортиқ деталлар тайёрланади.

Легирловчи элементларнинг никелдан бошқа ҳаммаси пўлатнинг қовушоқлик запасини пасайтиради. Шунинг учун яхшиланувчи пўлатларни камроқ легирлашга ҳаракат қилинади.

Кам легирланган конструкцион пўлатлар жумласига хром, никель, марганец, кремний, титан ва мис билан легирланган пўлатлар киради. Кам легирланган конструкцион пўлатлар граждандан ва саноат иншоотлари қуришда, кемасозликда, моторсозлик, вагонсозлик, экскаваторсозликда, газ трубаларни ишлаб чиқаришда ва бошқаларда ишлатилади.

Легирланган асбобсозлик пўлатлари. Бу пўлатлар, юқорида айтиб ўтилганидек, ўртача легирланган пўлатлар группасига киради. Улардаги энг муҳим легирловчи элементлар вольфрам, молибден, хром, марганец ва кремнийдир. Легирланган асбобсозлик пўлатларида углерод миқдори 0,35 дан 1,80% га етади. Штамплар ва прессқолиплар учун ишлатиладиган пўлатларда углерод миқдори камроқ, кесувчи асбоблар учун ишлатиладиган пўлатларда эса кўпроқ бўлади. Легирланган асбобсозлик пўлатлари углеродли асбобсозлик пўлатларига қараганда анча афзал туради. Масалан, углеродли асбобсозлик пўлатларидан ясалган узун ва ингичка (юпқа) асбоблар, чунончи, метчик, развертка ва бошқалар товланганда мўрт бўлиб қолади, иш вақтида, кўпинча, синиб кетади. Углеродли асбобсозлик пўлатларидан ясалган штамплар жуда қаттиқ ва пухта бўлади, аммо зарбий нагрузкага яхши чидамайди. Углеродли асбобсозлик пўлатларидан тайёрланган кескич, фреза, парма иш жараёнида 200°С гача қизиганда ўз қаттиқлигини ва, демак, кесиш хоссасини йўқотади ва ҳоказо. Легирланган асбобсозлик пўлатларида эса юқорида айтиб ўтилган камчиликлар бўлмайди.

Легирланган асбобсозлик пўлатларидан баъзиларининг нималарга ишлатилишини келтириб ўтамиз.

Х12М ва Х пўлатлари қизимайдиган штамплар тайёрлаш учун, 4ХНВ2 пўлати қизийдиган штамплар тайёрлаш учун ишлатилади. Кесувчи асбоблар ХВГ, ХВ5, В1, В2, 9ХС, 4ХС ва бошқа маркали пўлатлардан, ўлчаш асбоблари эса ХГ, Х12, Х12М ва бошқа пўлатлардан ясалади.

Легирланган асбобсозлик пўлатларига оид батафсил маълумотларни ГОСТ 5950—51, ГОСТ 5950—63 дан олиш мумкин.

Парма, фреза, кескич каби кесувчи асбоблар тайёрлаш учун тезкесар пўлатлар ишлатилади. Бу пўлатлар кун легирланган пўлатлар группасига киради ва жуда қаттиқ бўлади. Тезкесар пўлатлардан ясалган кесувчи асбобларни жараёнида (металларни жадал кесишда) 600°C гача қизиганда ҳам ўз қаттиқлигини ва, демак, кесиш хоссасини йўқотмайди.

Тезкесар пўлатлар таркибида бўладиган энг муҳим легирловчи элементлар вольфрам, ванадий ва хромдир. Бундан ташқари, тезкесар пўлатларда молибден, кобальт ва никель ҳам бўлиши мумкин. Бу элементлар пўлатнинг кесиш хоссаларини, турғунлигини ва бошқа хоссаларини анча оширади. Масалан, хром ҳамда вольфрам пўлатдаги углерод билан бирикиб, карбидлар ҳосил қилади; хром карбири пўлатнинг тобланиш чуқурлигини оширади; бу эса пўлат тобланганда қаттиқлигининг ортишига олиб келади; вольфрам карбири пўлатни жуда қаттиқ ва иссиқбардош қилади. Ванадий билан кобальт пўлатнинг оташбардошлигини, яъни қизаргунча қизиганда ҳам ўз қаттиқлигини сақлаб қолиш хусусиятини оширади.

Тезкесар пўлатлар ҳам стандартлаштирилган бўлиб, уларнинг Р18, Р12, Р9, Р6М3, Р14Ф4, Р18Ф2, Р9К5, Р9К10, Р10К5Ф5 ва Р18К5Ф2 маркалари мавжуд. Маркадаги Р ҳарфи пўлатнинг эски номи «Рapid» сўзининг бош ҳарфи бўлиб, тезкесар пўлат эканлигини билдиради, бу ҳарфдан кейинги рақам вольфрамнинг, Ф ҳарфидан кейинги рақам ванадийнинг, К ҳарфидан кейинги рақам эса кобальтнинг % билан ифодаланган ўртача миқдорини кўрсатади.

Тезкесар пўлатларда углерод миқдори 0,7 дан 1,5% гача, молибден миқдори 0,3 ... 0,5%, никель миқдори эса 0,4% бўлади. Молибден миқдори 0,5 дан ортиқ бўлса, пўлат маркасида М ҳарфи ва тегишли рақам ёзилади, масалан, Р6М3, Р18М ва Р9М; бунда 1% молибден 2% вольфрамга эквивалент эканлиги назарда тутилади.

Тезкесар пўлатларга оид батафсил маълумотларни ГОСТ 9373—60 дан қаранг.

Р18 маркали тезкесар пўлатни энг муҳим ҳолларда, масалан, резьба қирқиш асбоблари, черзьяк фрезалари тайёрлашда ишлатиш тавсия этилади.

Р9 маркали тезкесар пўлат пармалар ва ҳар хил фрезалар (резьба қирқиш фрезаларидан бошқалари) тайёрлаш учун ишлатилади.

Кобальтли тезкесар пўлатларнинг оташбардошлиги юқори бўлиб, улардан қаттиқ пўлатни кесиш учун ишлатиладиган асбоблар тайёрланади.

Р18Ф2 пўлатнинг ейилишга чидамлилиги юқори бўлиб, яхши жилвирланади ва юмшоқ ҳамда ўртача қаттиқликдаги металларни кесувчи асбоблар тайёрлаш учун ишлатилади.

P9Ф5, P14Ф4 пўлатларидан титан қотишмалари, иссиқбардош пўлатлар, пластмасса, эбонит ва шу каби материаллар кесиб ишланадиган асбоблар тайёрланади.

Легирланган алоҳида хоссали пўлатлар. Алоҳида хоссали пўлатлар, юқорида айтиб ўтилганидек, кўп легирланган пўлатлар группасига киради. Алоҳида физикавий ва химиявий хоссаларга эга пўлатлар ва қотишмалар ҳозирги замон техникасининг турли соҳаларида ва, айниқса, электротехника ва радиотехника саноатида, ракетасозлик ва турбинасозликда, авиация ва химия саноатида кўп ишлатилади.

Алоҳида хоссали пўлат ва қотишмалар жумласига коррозиябардош (зангламас), оловбардош (куюндибардош) ва иссиқбардош пўлатлар, электрик қаршилиги юқори қотишмалар, алоҳида термик хоссаларга эга қотишмалар, алоҳида эластиклик хоссаларига эга қотишмалар, магнитавий ва магнитавиймас қотишмалар киради.

Коррозиябардош пўлатлар хромли ва хром-никелли бўлиши мумкин.

Хромли коррозиябардош пўлатлар (0X13, 1X13, 2X13, 4X13, X14 маркали пўлатлар) турбина қанотлари, шток, вал, хирургия асбоблари ва бошқалар тайёрлаш учун ишлатилади.

Хром-никелли коррозиябардош пўлатлардан 0X18H9 пўлати химиявий машинасозликда, шунингдек, зангламас пўлатларни газ алангаси ва электр ёйи билан пайвандлашда чок сими сифатида ишлатилади. 00X18H10 маркали коррозиябардош пўлатдан нитрат ва органик кислоталар муҳитида ишлайдиган деталлар тайёрланади.

Коррозиябардош пўлатлар тўғрисидаги батафсил маълумотларни ГОСТ 5632—61 дан олиш мумкин.

Оловбардош пўлатлар юқори температура таъсирида ва юқори температурали газлар муҳитида бўладиган деталлар тайёрлаш учун ишлатилади. Пўлатни оловбардош қиладиган энг муҳим элементлар алюминий, хром ва кремнийдир. Демак, пўлатни оловбардош қилиш учун у ана шу элементлар билан легирланади. Пўлат таркибида бу элементлардан бирортасининг миқдори қанчалик кўп бўлса, пўлатнинг оловбардошлиги шунчалик юқори бўлади. Масалан, таркибида 10—15% хром бўлган пўлат 900—950°C гача, таркибида 15—20% хром бўлган пўлат 1000°C гача, таркибида 25—30% хром бўлган пўлат эса 1100°C гача температураларда оловбардош бўлади.

Иссиқбардошли пўлатлар юқори температурада нагрузкалар таъсирида бўладиган деталлар тайёрлаш учун ишлатилади. Иссиқбардош пўлатлар оловбардош бўлиши ҳам керак. Демак, иссиқбардошлик билан оловбардошлик хоссалари ўзаро боғлиқдир.

Иссиқбардош пўлатларнинг саноатда энг кўп ишлатиладиганлари 4X9C2, 1X2CЮ, 0X20H14C2, 4X14H14B2M, 1X25H25TP ва кўпгина бошқа маркали пўлатлардир. Иссиқбардош мате-

риал сифатида *нимониклар* деб аталадиган ХН70ВМТЮ ва бошқа маркали қотишмалардан ҳам фойдаланилади.

Оловбардош ва иссиқбардош пулатларга оид мукаммал маълумотларни ГОСТ 5632—61 дан қаранг.

Электрик қаршилиги юқори қотишмалар. Мавдумки, электрик печларнинг қиздириш элементлари, шунингдек, турли хил реостатлар электрик қаршилиги юқори қотишмалардан тайёрланади. Реостат қотишмаларининг оловбардош бўлиши шарт эмас, чунки реостат сими купни билан 500°С гача қизийди. Қиздириш элементлари юқори температураларгача қизиганлигидан, бундай элементлар тайёрланадиган қотишмаларнинг оловбардошлик хоссаси ҳам юқори бўлиши керак.

Реостат қотишмалари жумласига мис — никель қотишмаларидан *никелин* ва *константан*, мис — марганец қотишмаларидан эса *манганин* киради. Бу қотишмаларга оид мукаммал маълумотларни ГОСТ 492—52 дан олиш мумкин.

Қиздириш элементлари тайёрлаш учун асосий қисми никелдан иборат қотишмалар (*нихромлар*) ва асосий қисми темирдан иборат қотишмалар (*фехраль, хромаль, меганир, Корнилов қотишмалари*) ишлатилади. Қиздириш элементлари учун ишлатиладиган қотишмаларнинг қуйидаги маркалари мавжуд: Х13Ю4 (фехраль), 0Х23ЮБ, 0Х23ЮБА, 0Х25Ю7А, Х15Н60 (нихром), Х20Н80 (нихром), Х20Н80Т3 (нихром), 1Х17Ю5 (Корнилов қотишмаси) ва бошқалар.

Алоҳида термик хоссаларга эга қотишмалар. Ўлчаш асбоблари ишлаб чиқаришда чизигий кенгайиш коэффициентини нолга яқин қотишмалар зарур. Бундай қотишмалар жумласига Н36 маркали қотишма (*инвар*), Н48 маркали қотишма (*платинит*), Н31К6 маркали қотишма (*суперинвар*) киради.

Платинит 48% никель ва қолгани темирдан, инвар 36% никель ва қолгани темирдан, суперинвар эса 30—32% никель, 4—6% кобальт ва қолгани темирдан иборат қотишмалардир. Инвар билан суперинвар аниқ асбоблар, масалан, геодезик ва оптикавий асбоблар, платинит эса чўгланма лампалар тайёрлашда ишлатилади.

Алоҳида эластиклик хоссаларига эга қотишмалар. Камертонлар, соат пружиналари ва бошқа шу каби деталлар тайёрлаш учун температура узгарганда эластиклик модули узгармайдиган қотишмалар талаб этилади. Х8Н36 ва Н35ХМВ маркали қотишмалар ана шундай қотишмалардандир. Х8Н36 маркали қотишма *элинвар* деб аталади. Элинвар 0,4% гача С, 7,3—8,3% Сг, 35,5—37,5% Ni, 0,5% гача Si, 0,3—0,8% Mn, 0,03% гача S, 0,04% гача P ва қолгани темирдан, Н35ХМВ қотишмаси эса 1,14—1,26% С, 34,3—35,7% Ni, 8,5—9,5% Сг, 1,8—2,2% Мо, 2—4% W, 0,2—0,04% Si, 0,8—0,9% Mn, 0,03% гача S, 0,04% гача P ва қолгани темирдан иборат.

Магнитавий қотишмалар. Магнитавий қотишмалар

электротехникада кенг кўламда ишлатилади. Бу қотишмалар магнитавий қаттиқ ва магнитавий юмшоқ қотишмаларни ўз ичига олади.

Магнитавий қаттиқ қотишмалар жумласига легирланмаган (таркибида 1,2—1,5% С бўлган) пўлатлар, легирланган пўлатлар ва махсус қотишмалар киради. Магнитавий қаттиқ қотишмалар доимий магнитлар тайёрлаш учун ишлатилади. Легирланмаган пўлатларнинг тобланиш чуқурлиги кичик бўлганлиги учун улардан ўлчамлари кичикроқ (қалинлиги 4... 7 мм ли) магнитлар тайёрланади.

Муҳим асбоблар ва ўлчаш аппаратлари учун ишлатиладиган, шунингдек, катта магнитлар, одатда, хром, вольфрам, молибден, кобальт билан легирланган пўлатлардан, шунингдек, махсус қотишмалардан тайёрланади.

Магнитавий қаттиқ қотишмалар (пўлатлар) Е ҳарфи билан белгиланади, масалан: ЕХ, ЕХЗ, Е7В6 ва бошқалар.

Хромли (ЕХ ва ЕХЗ маркали) пўлатлар катта ўлчамли магнитлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Хром ва кобальтли (ЕХ5К5 ва ЕХ9К15 маркали) пўлатларнинг магнитавий хоссалари (корцитив кучи) бошқа пўлатларникига қараганда анча юқори бўлади. Аммо кобальт нодир элемент бўлганлигидан, кобальтли пўлатлар камдан-кам ҳолларда ишлатилади.

Доимий магнитлар темир — никель — алюминий қотишмаларидан (АН1, АН2, АНК, АНК01 ва бошқа маркали қотишмалардан) ҳам тайёрланади. Бу қотишмаларда магнитавий хоссалар ғоят даражада юқори бўлади. Шу сабабли улардан анча кичик ўлчамли, аммо қуввати жуда катта магнитлар тайёрланади.

Магнитавий юмшоқ қотишмаларнинг магнитавий киритувчанлиги жуда юқори бўлади. Шунинг учун улардан трансформатор, электромагнит ва электр ўлчаш асбобларининг ўзақлари тайёрланади.

Магнитавий юмшоқ пўлатлар (электротехника пўлатлари) Э ҳарфи ва рақамлар билан маркаланади, масалан, Э1, Э2, Э3, Э4. Э ҳарфидан кейинги рақам пўлат таркибидаги кремний миқдорини билдиради (0,8—1,8% Si 1 рақами билан, 1,8—2,8% Si 2 рақами, 2,8—3,8% Si 3 рақами, 3,8—4,8% Si эса 4 рақами билан кўрсатилади). Маркада Э ҳарфидан кейин иккинчи рақам ҳам бўлиши мумкин, масалан, Э11, Э12, Э21 ва ҳоказо. Бу рақам пўлатнинг электротехникавий хоссалари даражасини ифодалайди (рақам қанчалик катта бўлса, пўлатнинг электротехникавий хоссалари шунчалик юқори бўлади).

Магнитавий мас қотишмалар. Электр машинасозлиги учун магнитавиймас, аммо механикавий пухталиги юқори бўлган материаллар ҳам керак. Бронза, латунь ва бошқа рангдор қотишмалар ана шундай материаллар жумласига киради. Аммо рангдор металлларнинг қотишмалари анча қиммат туради. Ҳозирги вақтда рангдор қотишмалар ўрнига магнитавиймас

пўлат ва чуян ишлатилмоқда. Н23, 55Г9Н9, 55Г9Н9Х3, 45Г17Ю3 пўлатлари ана шундай қотишмалар жумласидандир. Магнитавиймас пўлат ферромагнитавий материаллар кўрсатиш аниқлигига таъсир этиши мумкин бўлган асбобларда ишлатилади.

С а в о л в а т о п ш и р и қ л а р

1. Темир — углерод қотишмалари нима? Бу қотишмаларнинг СССР халқ хужалигидаги аҳамиятини айтиб беринг.
2. Темир — углерод қотишмаларининг ҳолат диаграммасидан фойдаланиб, бу қотишмаларда бўладиган фазалар ва структуралар рўйхатини тузинг ва уларга таърифлар беринг.
3. Эвтектондавий процесс нима? Эвтектикавий процесс-чи?
4. Асосий темир рудаларини айтиб беринг. Руда суюқлантиришга қандай тайёрланади?
5. Металлургияда қандай ёқилғилар ва қандай утга чидамли материаллар ишлатилади?
6. Шихта нима? Шихта таркибига қандай материаллар киради? Флюсларнинг вазифасини айтиб беринг.
7. Домна печида қандай процесслар содир бўлади?
8. Домна печидан олинадиган маҳсулотларни ва уларнинг халқ хужалигида нималарга ишлатилишини айтиб беринг.
9. Домна печи ишининг техника-иқтисодий кўрсаткичларини айтиб беринг.
10. Чуянда қандай қўшимчалар бўлади ва улар чуянинг хоссаларига қандай таъсир этади?
11. Чуянинг қандай турлари бўлади ва улар бир-бирдан нималар билан фарқ қилади?
12. Пўлат олиш усулларини айтиб беринг.
13. Бессемер конверторида суюқ чуяндан пўлат олишда қандай процесслар содир бўлади? Томас конверторида-чи?
14. Мартен процесси неча турга бўлинади? Скрап-рудавий процесс нима?
15. Мартен печлари ишининг техника-иқтисодий кўрсаткичларини айтиб беринг.
16. Пўлатни қуйиш усулларини айтиб беринг.
17. Пўлат қуймаси қандай тузилган?
18. Углеродли пўлатлар химиявий таркиби ҳамда вазифасига кўра қандай классификацияланади?
19. Оддий сифат пўлатлар қандай группаларга бўлинади ва қандай маркаланади? Сифатли пўлатлар қандай маркаланади?
20. Легирланган пўлатлар нима? Пўлат хоссаларига легирловчи элементлар қандай таъсир этади?
21. Легирланган пўлатлар қандай маркаланади? Мисоллар келтиринг.
22. Легирланган пўлатлар вазифасига кўра қандай классификацияланади?
23. Тезкесар пўлатлар нималарга ишлатилади?

IV БОБ

РАНГЛИ МЕТАЛЛАР ВА УЛАРНИНГ ҚОТИШМАЛАРИ

1-§. Умумий маълумот

СССР халқ хужалигида рангли металлларнинг ва улар қотишмаларининг аҳамияти катта. Халқ хужалигининг баъзи соҳаларида, масалан, авиация саноати, ракета-созлик, электро-

техника ва радиотехникада рангли металллар ва уларнинг қотишмалари асосий конструкцион материал ҳисобланади.

Рангли металлларга, дарсликнинг бош қисмида (10-бетда) айтиб ўтилганидек, олтин, кумуш, платина, мис, алюминий, рух, магний, қўрғошин, қалай, титан, никель ва бошқалар киради.

Улуғ Октябрь социалистик революциясига қадар Россияда фақат мис, қўрғошин ва жуда оз миқдорда рух ишлаб чиқарилар, купгина рангли металллар, масалан, алюминий, никель, хром, вольфрам, қалай ва бошқалар эса чет эллардан келтириллар эди. Улуғ Октябрь социалистик революциясидан кейин Коммунистик партия ва Совет ҳукумати рангли металллар ишлаб чиқаришни ривожлантиришга алоҳида эътибор бердилар, натижада, рангли металллар ишлаб чиқарадиган янгидан-янги корхоналар барпо этилди ва ривожлантирилди. Революциядан олдин Ўзбекистон территориясида рангли металл ишлаб чиқарадиган бирорта ҳам корхона бўлмаган эди, ҳозир эса республикамиз рангли металллар ишлаб чиқарувчи кўплаб корхоналарга ва, ҳатто, олтин саноатига ҳам эга.

Рангли металллар тегишли рудалардан олинади. Мамлакатимиз эса бундай рудалар запасига жуда бой. Масалан, мис рудалари запаси жиҳатидан Совет Иттифоқи дунёда биринчи ўринлардан бирида туради.

Бу бобда рудалардан баъзи рангли металлларнинг олиниши, уларнинг қотишмалари, шунингдек, антифрикцион қотишмалар ва босмахона қотишмалари билан танишиб чиқилади.

2-§. Алюминий металлургияси

Алюминий табиатда энг кўп тарқалган металл бўлиб, ер пўстлогининг тахминан 7,5 процентини ташкил этади. У жуда актив бўлганлигидан соф ҳолда учрамайди ва қарийб барча тоғ жинсларида Al_2O_3 ва $A(OH)_3$ таркибли бирикмалар ҳолида бўлади.

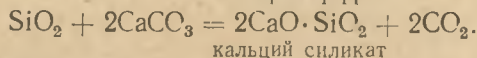
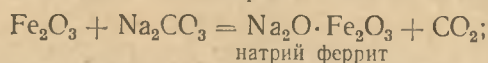
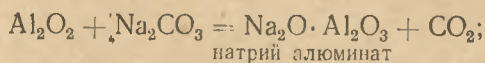
Таркибидаги алюминийни ажратиб олиш иқтисодий жиҳатдан мақбул бўлган жинслар *алюминий рудалари* деб аталади. Алюминий рудалари жумласига, асосан, боксит, каолин, алунит, нефелин минераллари киради. Алюминий ана шу рудалардан олинади.

Рудалардан алюминий икки босқичда олинади. Биринчи босқичда рудадан соф алюминий оксид (гилтупроқ), иккинчи босқичда эса алюминий оксиддан соф алюминий ажратиб олинади.

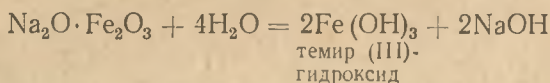
Биринчи босқич. Рудалардан соф алюминий оксид ишқорий, кислотавий ёки электротермик усулда ажратиб олинади. Энг кўп қўлланиладигани ишқорий усул бўлганлиги учун ана шу усулни кўриб чиқамиз.

Алюминий рудасидан, масалан, бокситдан (боксит таркибида 30—57% Al_2O_3 , 17—35% Fe_2O_3 , 3—13% SiO_2 , 2—4% TiO_2 , 3% гача CaO ва 10—18% H_2O бўлади) ишқорий усулда алюминий

оксид олиш учун боксит 1000°C температурагача қиздирилиб, ундаги гигроскопик сув чиқариб юборилади, сунгра қуруқ боксит шаравий тегирмонда янчилиб, кукунга айлантирилади. Боксит кукунига маълум миқдор оҳак (CaCO₃) ва сода (NaCO₃) кукунни қўшилади. Ҳосил қилинган аралашма айланувчи барабанли печда 1100°C гача қиздириш йўли билан қовуштирилади. Қовуштириш вақтида қуйидаги реакциялар содир бўлади.

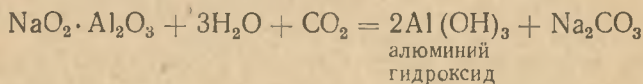


Қовуштириш натижасида ҳосил бўлган масса шаравий тегирмонда янчилиб, майин кукунга айлантирилади ва металл бакларда 60°C чамаси температурали сув билан ишланади. Бунда натрий алюминат ва натрий феррит сувда эрийди, кальций силикат ва бошқа қўшимчалар эса эритма остига чўкади. Эритма гидролиз қилиниб, натрий феррит темир (III)-гидроксид тарзида чуқтирилади:



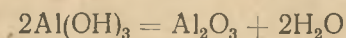
Энди, эритмада натрий алюминатнинг ўзи қолади.

Бу эритмага карбонат ангидрид (CO₂) юборилади, натижада қуйидаги реакция содир бўлади:

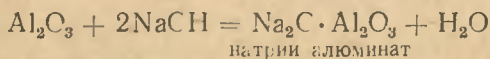


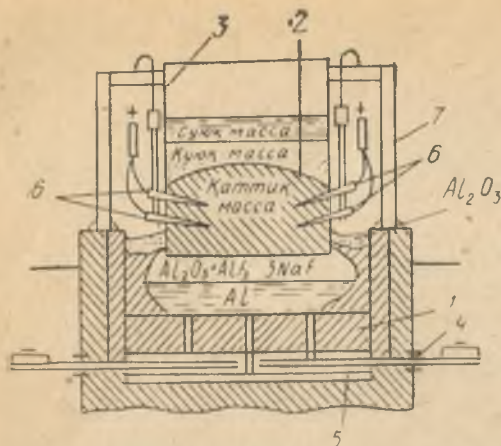
Реакция натижасида алюминий гидроксид ивиқ масса тарзида чўкади, сода (натрий карбонат) эса эритмада қолади.

Эритмадан чўкма фирьтрлаб олинади, яхшилаб ювилади ва қиздирилиб, тоза гилтупроқ (алюминий оксид) олинади:



Таркибида камроқ қумтупроқ бўлган рудадан (бокситдан) гилтупроқ олиш учун, 1000°C да қиздирилиб, гигроскопик суви чиқариб юборилган боксит шаравий тегирмонда янчилади ва ҳосил бўлган кукунга автоклавда босим остида ишқор (натрий гидроксид)нинг сувдаги концентрланган эритмаси таъсир эттирилади, натижада қуйидаги реакция содир бўлади:





83- расм. Алюминий оксидни электролиз қилиб, тоза алюминий олиш схемаси.

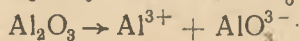
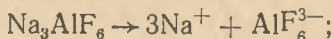
га ўрнатилган. Катод вазифасини прессланган кўмир блоклар 1, анод вазифасини эса кўмир массаси 2 ўтайди. Анод массаси тош-кўмир чиркидан иборат бўлиб, алюминийдан ясалган филоф 3 га қуйиб турилади. Анод массасининг юқориги қатлами 100—140°C да суюқ ҳолатда бўлади ва пастга тушган сари 350—400°C температураларда қуйилади, 400—950°C температураларда эса қовушиб, қаттиқ массага айланади.

Катодга электр токи пўлат стерженлар 4 ёрдамида берилади. Кўмир блоклар билан пўлат стерженлар орасида контакт ҳосил қилиш учун буш ораллиқлар 5 га чўян қуйилади, кўмир блоклар ораллиғи эса кўмир массаси билан тўлдирилади. Ваннанинг ички ён деворларига кўмир плиталар қопланади.

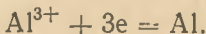
Анодга электр токи пўлат штирлар 6 орқали берилади. Анод вертикал йўналишда рама 7 га ўрнатилган махсус механизмлар ёрдамида кўтариб-туширилади.

Электролит суюқлантирилган криолит $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ да эритилган гилтупроқ Al_2O_3 дан иборат; криолитнинг химиявий формуласи Na_3AlF_6 тарзида ҳам ёзилади.

Гилтупроқни электролиз қилишда кучланиши 4—4,5 В ва кучи 50000—155000 А бўлган ўзгармас токдан фойдаланилади. Электролитдан ток ўтказилганда криолит ҳам, гилтупроқ ҳам ионларга ажралади (диссоциацияланади):



Al^{3+} иони катодга бориб, у ерда зарядсизланади:



Ҳосил бўлган алюминий метали ваннанинг тубига чўкади.

AlO_3^{2-} иони анодга бориб, унда зарядсизланади-да, алюминий оксидга айланади ва кислород ажратиб чиқаради. Ажралиб чиққан кислород аноднинг углероди билан реакцияга киришиб, углерод (II)- оксид ва карбонат ангидрид ҳосил қилади, бу газлар эса атмосферага чиқариб юборилади.

Ванна тубига тупланган суяқ алюминий ҳар 3—4 суткада бир марта чиқариб турилади.

Ваннадан олинган алюминийга криолит, гилтупроқ, газлар ва бошқа қўшимчалар аралашган бўлади, шунинг учун у, одатда, хлорлаш усули билан тозаланади. Хлорлаш усулининг мўҳияти шундан иборатки, 1200—1300 кг сўғимли ковшга солинган суяқ алюминий орқали 750—770°C температурада 10—15 мин давомида хлор ўтказилади. Хлор ўтказиш вақтида қўшимчалар алюминийдан ажралиб чиқади ва алюминий тозаланади. Мабодо жуда тоза алюминий олиш эзрур бўлса, тозалашнинг электрблитик усулидан фойдаланилади. Бу усулда анод сифатида тозамас алюминий, катод сифатида тоза алюминий, электролит сифатида эса бирор хлорид ёки фториднинг сувдаги эритмаси ишлатилади. Электролиз вақтида анод (тозамас алюминий) эрийди, ундан ажралиб чиққан соф алюминий катодга бориб ўтиради, қўшимчалар эса ванна тубига чуқади. Бу усулда тозалик даражаси 99,85...99,90% бўлган алюминий олинади, 1 т алюминий олиш учун 1,92 ... 1,98 т гилтупроқ 0,08—0,09 т криолит ва 1650 ... 18000 квт-соат электр энергияси сарф бўлади. Бир суткада битта электролизердан 350 кг алюминий олинади. Электролизер 2—3 йил тўхтовсиз ишлайди.

ГОСТ 1169—64 га кўра ун уч марка алюминий ишлаб чиқарилади. Алюминийнинг бу маркалари, тозалик даражасига қараб, уч гурпуага бўлинади. Биринчи гурпуага таркибида 0,0001% қўшимчалар бўлган ниҳоятда тоза алюминий киради ва у А-999 билан маркаланади, иккинчи гурпуага жуда тоза алюминийнинг А-995, А-99, А-97, А-95 маркалари, учинчи гурпуага эса техникавий жиҳатдан тоза алюминийнинг А-85, А-8, А-7, А-6, А-5, А-0, АЕ ва А маркалари киради. А маркали алюминий таркибида қўшимчалар миқдори 1% га етади.

Соф алюминийдан электротехникада, химиявий аппаратлар, алюминий қоғоз (зар), электр симлари, кабель буюмлари, идиш-товоқ ва бошқалар ишлаб чиқаришда фойдаланилади. Алюминийнинг кўпгина миқдори қотишмалар тайёрлаш учун кетади.

Алюминий қотишмалар

Алюминий қотишмалари енгил, пухта, коррозиябардош бўлади ва металл кесиш станокларида осон ишланади. Ана шу хоссалари туфайли алюминий қотишмалари ҳозирги замон саноатининг хилма-хил соҳаларида, айниқса, авиация саноатида кенг кўламда ишлатилади. Алюминий қотишмалари икки гурпуага: деформациябоп қотишмалар гурпуаси билан қуймабоп қотишмалар гурпуасига бўлинади.

Алюминийнинг деформациябоп қотишмалари. Алюминийнинг босим билан ишлаш учун мўлжалланган қотишмалари *деформациябоп қотишмалар* дейилади. Бу қотишмалар ҳам, ўз навбатида, икки турга — термик ишлаш йўли билан пухталаб бўлмайдиган ва термик ишлаш йўли билан пухталанадиган қотишмаларга бўлинади.

Термик ишлаш йўли билан пухталаб бўлмайдиган қотишмалар алюминийнинг узидан сал пухтароқ, анча пластик, коррозиябардош ва яхши пайвандланадиган бўлади. Алюминий қотишмаларининг бу тури чуқур штамплаш йўли билан буюмлар тайёрлаш учун ишлатилади. Зарур бўлган тақдирда уларни пластик деформациялаш орқали пухталаш мумкин.

Термик ишлаш йўли билан пухталаб бўлмайдиган қотишмалар жумласига Al—Mn ва Al—Mg системасидаги қотишмалар киради. Al—Mn системасидаги қотишмалар AMc ҳарфлари, Al—Mg ситемасидаги қотишмалар эса AMg ҳарфлари ва рақамлар билан маркаланади, масалан, AMc, AMg, AMg3 ва ҳоказо. Маркадаги рақам магнийнинг % билан ифодаланган ўртача миқдорини билдиради.

Алюминийнинг термик ишлаш йўли билан пухталаб бўлмайдиган қотишмаларига оид батафсил маълумотни ГОСТ 4784—49 дан олиш мумкин.

Термик ишлаш йўли билан пухталанадиган қотишмалар жуда пухта бўлади, уларнинг чўзилишдаги мустаҳкамлик чегараси 70 кг/мм^2 (700 Мн/м^2) га етади ва шунинг учун, машинасозликда, айниқса, самолётсозликда кенг қўламда ишлатилади.

Алюминийнинг термик ишлаш йўли билан пухталанадиган қотишмаларидан энг кўп ишлатиладигани дуралюминийдир*. Дуралюминийлар таркибида мис билан магний бўлганлиги учун улар Al—Cu—Mg системасидаги қотишмалар жумласига киради. Дуралюминий D ҳарфи ва ундан кейин ёзиладиган рақам билан маркаланади, масалан, D1, D6, D16. D ҳарфи қотишманинг номини (дуралюминий эканлигини), рақам эса қотишманинг шартли тартиб номерини билдиради. D1 маркали дуралюминий 3,8—4,8% Cu, 0,4—0,8% Mg, 0,4—0,8% Mn, 0,7% гача Si, 0,7% гача Fe, 0,3% гача Zn, 0,1% гача Ni, 0,1% гача бошқа қўшимчалар ва қолгани алюминийдан иборат бўлиб, *нормал дуралюминий* деб аталади. D6 ва D16 маркали қотишмалар *супердуралюминий* дейилади.

Дуралюминийларга оид мукамал маълумотни ГОСТ 4784—49 дан олиш мумкин.

Агар алюминий қотишмасига мис билан магнийдан ташқари, кўпроқ миқдорда рух ҳам қўшилса, қотишманинг тобланиб,

* *Дуралюминий* сўзи латинча *durus* — қаттиқ сўзи билан *алюминий* сўзидан тузилган бўлиб, қаттиқ алюминий деган маънони билдиради.

сўнгра чиниқтирилгандан кейинги пухталиги янада ошади. Бундай қотишма $Al-Cu-Mg-Zn$ системасидаги қотишмалар жумласига киради. Бу қотишма дуралюминий эмас, чунки дуралюминий $Al-Cu-Mg$ системасига онддир.

$Al-Cu-Mg-Zn$ системасидаги қотишмалардан саноатда энг кўп ишлатиладигани В95 маркали қотишма бўлиб, у 1,4—2,5% Cu , 0,2—0,6% Mn , 1,8—2,8% Mg , 5,0—7,0% Zn , 0,10—0,25% Cr , кўпи билан 0,5% Fe , кўпи билан 0,5% Si ва қолгани Al ҳамда оз миқдорда бошқа қўшимчалардан иборат.

Алюминийнинг деформациябоп қотишмалари жумласига унинг болғалаш, штамплаш, прокатлаш йўли билан ишланадиган қотишмалари ҳам киради. Бу қотишмалар АК ҳарфлари ва рақамлар билан маркаланади, масалан, АК4, АК5, АК6 ва ҳоказо (марканинг охиридаги рақам қотишманинг номерини билдиради). АК6 маркали қотишманинг химиявий таркибини келтириб утамиз: 1,8—2,6% Cu , 0,4—0,8% Mg , 0,4—0,8% Mn , 0,6—1,2% Si кўпи билан 0,6% Fe ва қолгани Al ҳамда жуда оз миқдорда бошқа қўшимчалар. АК типидagi қотишмаларнинг қовушоқлиги ва пухталигини ошириш учун уларга оз миқдорда никель ҳам қўшилади. Уларнинг узилишдаги мустаҳкамлик чегараси $\sigma_t = 34-38$ кГ/мм² (340—380 Мн/м²) ва нисбий узайиши $\delta = 4-8$.

АК типидagi қотишмалар тўғрисидаги мукамал маълумотларни ГОСТ 4784—49 дан қараш мумкин.

АК қотишмалари авиация двигателларининг поршенлари, самолёт винтларининг қанотлари ва бошқа кўпгина деталлар тайёрлаш учун ишлатилади. Бу қотишмалардан тайёрланган буюмларни, зарур бўлган тақдирда, тоблаб, сўнгра чиниқтириш йўли билан уларнинг пухталигини ошириш мумкин.

Алюминийнинг қуймабоп қотишмалари. Бу қотишмалар ичида энг кўп тарқалгани $Al-Si$ системасидаги қотишмалар бўлиб, улар *силуминлар* деб аталади. Силуминларнинг баъзи маркалари таркибида маълум миқдорда Cu , Mg , Mn , Zn ва жуда оз миқдорда бошқа қўшимчалар ҳам бўлади. Алюминийнинг қуймабоп қотишмалари сифатида $Al-Cu$, $Al-Mg$, $Al-Si-Zn$ ва бошқа системаларга кирувчи қотишмалардан ҳам фойдаланилади.

Алюминийнинг қуймабоп қотишмалари АЛ ҳарфлари ва рақамлар билан маркаланади, масалан, АЛ1, АЛ2, АЛ3, ..., АЛ18, АЛ19В. Алюминийнинг қуймабоп қотишмаларининг химиявий таркиби ва механикавий хоссалари ГОСТ 2685—53 да берилган.

АЛ2 маркали қотишма *нормал силумин* бўлиб, фақат модификациялаш йўли билан пухталанади. АЛ4 маркали қотишмада кремний миқдори камроқ, аммо озроқ миқдор марганец ва магний бўлади, АЛ9 маркали қотишмада ҳам кремний миқдори камроқ бўлади, лекин унга озроқ миқдор магний қўшилган. Магний ва марганец бу қотишмаларнинг механикавий хоссала-

рини яхшилайти. АЛЗ, АЛ5 ва АЛ6 маркали қотишмалар кам кремнийли, аммо мис, магний ва марганец билан қўшимча легирланган силуминлар бўлиб, бу қотишмаларнинг қўйилиш хоссалари нормал силуминларникига қараганда пастроқ, аммо механикавий хоссалари юқоридир. Бу қотишмалар модификациялаш ва сўнгра термик ишлаш йўли билан пухталанади.

АЛ8 маркали қотишма Al—Mg системасидаги қотишма бўлиб, *магналий** деб аталади. Бу қотишма пухталиги юқори, бошқа қотишмаларга қараганда енгил, коррозиябардошлик хоссаси юқори, аммо қўйилиш хоссалари пастроқ қотишмадир. Al—Mg системасидаги қотишмалардан тайёрланган буюмлар тобланиб, сўнгра чиниқтирилгандан кейингина ишлатилади.

АЛ7 маркали қотишма Al—Cu системасидаги қотишма бўлиб, таркиби жиҳатидан дуралюминийга яқин келади. Бу қотишманинг механикавий хоссалари юқори; қўйилиш хоссалари эса пастдир; унинг пухталиги термик ишлангандан кейин анча ортади.

АЛ12 маркали қотишма ҳам Al—Cu системасидаги қотишмалар жумласига киради. Бу қотишманинг қўйилиш хоссалари юқори, аммо у қаттиқ ва мўрт. АЛ12 қотишмасидан қўйилган деталлар термик ишланмайди.

АЛ11 маркали қотишма Al—Si—Zn системасидаги қотишмалардан бўлиб, унинг қўйилиш хоссалари, яъни суюқ ҳолатда оқувчанлиги юқори, уни модификациялаш йўли билан пухталаш мумкин. Бу қотишмадан мураккаб шаклли деталлар қўйилади.

Алюминий қотишмаларини термик ишлаш

Компонентлари бир-бирида маълум чегарагача эрий оладиган ва эрувчанлиги температуранинг пасайиши билан камаядиган қотишмаларнигина термик ишлаш йўли билан пухталаш мумкин. Масалан, нормал температурада алюминийда 0,5% чамаси мис эрийди, агар температура оширилса, миснинг алюминийда эрувчанлиги ошади. Демак, алюминий қотишмаларни, масалан, дуралюминийни қиздириб, миснинг алюминийдаги ўта тўйинган қаттиқ эритмасини ҳосил қилиш мумкин. Аммо ўта тўйинган бундай қаттиқ эритма барқарор бўлмайди, яъни вақт ўтиши билан ундаги миснинг ортиқчаси $CuAl_2$ таркибли бирикма тарзида ажралиб чиқади ва қаттиқ эритмада 0,5% мис қолади. Бунинг натижасида қотишма (дуралюминий) пухталанади. Ўта тўйинган қаттиқ эритмада бўладиган бундай ўзгариш процесси қотишманинг *чиниқиши* деб аталади. Чиниқиш процесси нормал температурада борса, *табиий чиниқиш* деб, қотишмани қиздириш йўли билан амалга оширилганда эса *сўнғий чиниқтириш* деб аталади. Бинобарин, алюминий қотишмаларини термик ишлаш процесси икки босқичдан: ўта тўйинган эритма ҳосил бў-

* *Магналий* сўзи *магний* билан *алюминий* сўзларидан ясалган.

лиш температурасигача қиздириб, сўнгра тез совитиш (тоблаш) ва чиниқтириш босқичларидан иборат.

Тобланган қотишмада (дуралюминийда) чиниқишнинг бошланғич даврида ўта тўйинган қаттиқ эритмада мис атомлари кристалл панжаранинг муайян жойларига тўпланади, натижада кристалл панжара ичида миснинг концентрацияси юқори бўлган зона вужудга келади. Бу процесс нормал ёки 100°C дан паст температурада содир бўлади ва чиниқишнинг *биринчи даври* деб аталади. Тобланган қотишма $100\text{--}200^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилганда мис концентрацияси юқори зонада CuAl_2 таркибли бирикма ҳосил бўлади. CuAl_2 нинг кристалл панжараси ўта тўйинган қаттиқ эритманинг кристалл панжарасидан ташқарига чиқиб, у билан боғланган ҳолда қолади, яъни дастлабки панжарадан узилиб кетмайди, бу процесс чиниқишнинг *иккинчи даврини* ташкил этади. Қотишма 200°C дан юқори температурагача қиздирилса, CuAl_2 нинг кристалл панжараси дастлабки панжарадан ажралади (чиниқишнинг *учинчи даври*).

Қотишманинг пухталиги чиниқишнинг биринчи ва иккинчи даврларида энг юқори бўлиб, учинчи даврида пасая боради. Демак, тобланган қотишмани чиниқтиришда уни 200°C дан юқори температурагача қиздириш ярамайди.

Қотишма тоблангандан кейин унинг чиниқиш процесси дастлабки вақтда (2—3 соат ичида) жуда секин боради. Бу давр *инкубация даври* деб аталади. Бу давр технология жиҳатидан муҳим аҳамиятга эга, чўнки бу даврда қотишмани пластик деформациялаш (босим билан ишлаш) мумкин. Инкубация даврини ўтган қотишмани пластик деформациялаб, масалан, парчинлаб, эгиб бўлмайди.

Алюминий қотишмаларининг тоблангандан кейин чиниқиш тезлиги температурага кўп даража боғлиқ. Нормал температурадан паст температураларда қотишманинг чиниқиши секинлашади.— 50°C температурада қотишма деярли чиниқмайди, яъни қотишманинг тобланган ҳолати қарийб сақланиб қолади. Бинобарин, тобланган парчин михларни ишлатиш (парчинлаш) вақти кечиктирилса, уларни — 50°C дан паст температурада сақлаб, исталган вақтда ишлатиш мумкин.

Табиий чиниққан қотишма 250°C чамаси температурада қисқа вақт тутиб турилса, бу қотишманинг пухталиги янги тобланган ҳолатдагисига қайтади; бу ҳодиса *қайтиш* деб аталади.

Демак, алюминий қотишмаларининг табиий чиниқиши барқарор бўлмас экан.

Юқорида биз пухталовчи фаза CuAl_2 таркибли бирикма бўлган ҳолни кўриб чиқдик. Алюминий қотишмалари таркибида қандай элементлар борлиги ва уларнинг миқдорига қараб, пухталовчи фаза Mg_2Al_3 , CuMgAl_2 ёки CuMg_5Al_5 таркибли бирикмалар бўлиши ҳам мумкин.

3- §. Мис металлургияси

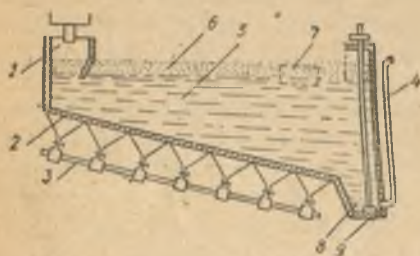
Мис табнатда соф (туғма) ҳолда жуда кам учрайди. У, асосан, мис сульфидлари, оксидлари, карбонатлари ва силикатлари тарзида тоғ жинслари таркибига киради. Бундай жинслар *мис рудалари* деб аталади. Мис рудалари таркибида, одатда, 1—5% мис бўлади. Миснинг сульфидли рудаларида мис халькопирит CuFeS_2 , борнит $5\text{Cu}_3\text{FeS} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$, ковенлин CuS ва халькозин Cu_2S , оксидли рудаларида куприт Cu_2O , карбонатли рудаларида малахит $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, азурит $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, силикатли рудаларида эса хризоккола $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ минераллари таркибига кирган ҳолда бўлади.

Мамлакатимизда миснинг 80% га яқини, асосан, сульфидли рудалардан олинади. Мис рудаларида, мисдан ташқари, одатда, олтин, кумуш, рух, қўрғошин, никель, молибден ва бошқа металллар ҳам бўлади. Шу сабабдан таркибида мис миқдори кам бўлган рудалар ҳам қайта ишланади, чунки металлургияда мис олиш билан бирга, рудалар таркибидаги асл металллар ҳам ажратиб олинади. Демак, таркибида 0,5—1,0% мис бўлган рудалардан мис олиш иқтисодий жиҳатдан фойдалидир.

СССРда мис конлари Уралда, Қозоғистон, Кавказ, Ўзбекистон, Тожикистон ва бошқа жойлардадир.

Кондан қазиб олинadиган рудаларда кўп миқдор бекорчи жинслар бўлади. Масалан, Олмалиқ мис рудасининг таркибида кварц, дала шпати, ангидрит, пирит, молибденит, магнетит ва бошқа қўшимчалар бор. Таркибида 3% ва ундан ортиқ мис бўлган рудалар *бой рудалар* деб аталади ва уларни тўғридан-тўғри суюқлантириш йўли билан хомаки мис олинади, таркибида 3% дан кам мис бўлган рудалар *камбағал рудалар* жумласига киради ва улар суюқлантиришдан олдин албатта бойитилади.

Мис рудаларини бойитиш. Бу процесс, асосан, рудадаги мисли зарралар ва бекорчи жинс зарраларининг солиштирма оғирлиги орасидаги фарққа ёки мис зарралари ва бекорчи жинс зарраларининг турлича даражада ҳўлланишига асосланган. Рудаларни бойитишнинг биринчи усулида мис рудалари турли конструкцияли машиналарда майдаланади, сўнгра мис бирикмалари ва бекорчи жинслар чўктириш машиналарида сув оқими ёрдамида бир-бирдан ажратилади. Рудаларни бойитишнинг иккинчи усулида флотация машиналаридан фойдаланилади.

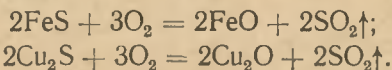


84- расм. Флотация машинасининг схемаси:

- 1 — майдаланган руда соличадиган камера;
 2 — қалин туқимадан қилинган труба; 3 — ҳано;
 ҳайдаш труба-и; 4 — сув қуйиш трубаси;
 5 — мой аралаш сув; 6 — кўпик (пульпа);
 7 — кўпик чиқариш тешиги; 8 — бекорчи
 жинс; 9 — бекорчи жинс чиқариш тешиги.

Флотация машинанинг схемаси 84-расмда тасвирланган. У қия тубли ванна бўлиб унга мой (масалан, нефтни қайта ишлашда чиқадиган мой) қўшилган сув тулдирилади. Сўнгра камера 1 га 0,5 мм гача майдаланган руда солинади. Шундан кейин труба 3 дан туб 2 орқали маълум босимда ҳаво ҳайдалади. Ҳайдалган ҳаво руда зарраларини суюқлик билан аралаштиради ва уларнинг намланишига ёрдам беради. Мисли зарралар яхши ҳўлланмаганлигидан мой заррачаларига уралиб, кўпик тарзида юқорига қалқиб чиқади ва у ердан тешик 7 орқали йиғиб олинади. Бекорчи жинслар 8 сувда яхши ҳўлланганлиги учун машинанинг тубига йиғилади ва у ердан тешик 9 орқали ташқарига чиқарилади. Флотация усулида бойитилган руда таркибида 15 дан 30% гача ва ундан ортиқ мис бўлади. Бойитилган бундай руда *концентрат* деб аталади.

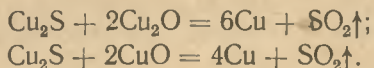
Концентратни пишириш. Ҳосил қилинган концентрат, сувини қочириш ва таркибидаги олтингугуртнинг бир қисмини оксидлантириш мақсадида, кўп тубли шахта печларида юқори температурагача қиздирилади, яъни пиширилади. Бунда қуйидаги реакциялар содир бўлади:



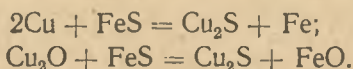
Печдан чиқувчи ёниш маҳсулотларида 7% гача SO_2 бўлганлигидан бу газлар йиғиб олинади ва улардаги SO_2 дан сульфат кислота ишлаб чиқаришда фойдаланилади.

Пиширилган концентратдан штейн олиш. Пиширилган концентрат шахта печларида ёки алангали печларда суюқлантирилади-да, *штейн* деб аталадиган маҳсулот ҳосил қилинади. Штейн олишда, асосан, алангали печлардан фойдаланилади. Ҳозирги замон алангалн печларининг бўйи 40 м, эни эса 6—8 м га етади. Улардан ҳар бирида 100 т гача концентрат ёки руда суюқлантирилиши мумкин.

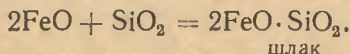
Алангали печда 900°C чамаси температурада қуйидаги реакциялар бўлади:

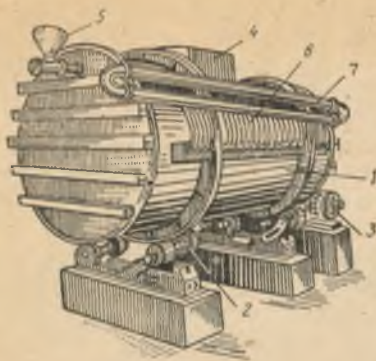


Ҳосил бўлган соф мис ҳам, реакцияга киришмай қолган Cu_2O ҳам темир (II)-сульфид билан ўзаро таъсир этади:



Темир (II)-оксид қумтупроқ билан бирикиб, шлак ҳосил қилади:



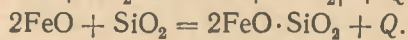


85- расм. Штейнни бессемерлаш учун ишлатиладиган конвертор.

Конверторнинг кожухи 1 қалинлиги 25 мм чамаси пўлат листлардан пайвандлаш йўли билан тайёрланган. Кожухнинг ички томони магнезит гишти билан қопланган. Конверторни горизонтал ўқ атрофида буриш (айлантириш) мумкин бўлиши учун у роликлар 2 га ўрнатилган. Конвертор горизонтал ўқ атрофида махсус юритма 3 воситасида айлантирилади. Суюқ штейн конверторнинг оғзи 4 дан қуйилади, флюс (қумтупроқ) эса махсус мослама 5 дан киритилади. Конверторга фурмалар 6 орқали 1,25 ат гача босим остида ҳаво ҳайдалади. Фурмалар ҳаво тақсимлаш трубаси 7 билан туташтирилган. Фурмалар со-ни 50 тага етади.

Конверторни ишга солиш учун у горизонтал ўқ атрофида маълум бурчакка айлантирилади-да, конверторга суюқ штейн қуйилади, штейн устига эса флюс (қумтупроқ) киритилади, шундан кейин ҳаво ҳайдалади ва конвертор асли вазиятига келтирилади. Штейндан хомаки мис олиш процесси икки босқичда боради.

Биринчи босқич. Бу босқичда темир (II)-сульфид оксидланади ва ҳосил бўлган темир (II)-оксид қумтупроқ билан бирикиб, шлак ҳосил қилади:



шлак

Бу реакциялар натижасида суюқ ҳолатдаги штейн (Cu_2S билан FeS аралашмаси) ва темирли шлак ҳосил бўлади. Штейн печнинг тубига, шлак эса штейн устига йиғилади.

Штейн таркибида 20...50% Cu , 20...40% Fe , 22...25% S бўлади; кислород ва қушимчалар (Al , Ag , Pb , Zn ва бошқалар) эса 8% га яқинни ташкил этади.

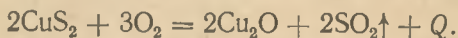
Штейндан хомаки мис олиш. Ҳосил қилинган суюқ штейн сифими 120 т га етадиган горизонтал конверторларда бессемерлашиб, хомаки мис олинади.

Штейндан хомаки мис олиш учун ишлатиладиган конверторнинг ташқи кўриниши 85- расмда тасвирланган.

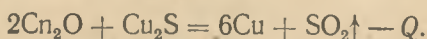
Бу реакциялар вақтида иссиқлик ажралиб чиққанлиги учун конвертордаги суюқланманинг температураси пасаймай, балки кўтарилади.

Шундан кейин конвертор айлантрилиб, шлак чиқариладида, урнига янги штейн қуйилиб, ҳаво ҳайдаш давом эттирилади. Темир (II)-сульфид оксидланиб, шлакка ўтиши ва шлакнинг конвертордан чиқарилиши натижасида конверторда деярли тоза Cu_2S қолади ва шу билан биринчи босқич тугайди.

Иккинчи босқич. Бу босқичда конверторга ҳаво ҳайдалиб, Cu_2S оксидлантирилади:



Мис (I)-оксид, ўз навбатида, мис (I)-сульфид билан реакцияга киришади:



Шу билан иккинчи босқич тугайди.

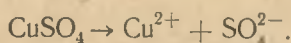
Бессемерлаш процесси 15—20 соат давом этади. Штейнни бессемерлашда ҳосил бўлган шлак таркибида 5,0% гача мис бўлганлиги учун ундан штейнни бессемерлашнинг биринчи босқичида фойдаланилади.

Штейнни бессемерлаш натижасида ҳосил қилинган мис таркибида 98,5—99,5% Cu, 0,03—0,8% S, 0,03—0,1% Fe, 0,3—0,5% Ni, оз миқдорда Au ва Ag, 0,1% гача O_2 ва бошқа қўшимчалар бўлади. Олинган хомаки мис қолипларга қуйилади, қолиплардан олингач, рафинлаш (тозалаш) учун юборилади.

Хомаки мисни тозалаш. Хомаки мис термик усулда ёки электролиз йўли билан тозаланади.

Термик усулда тозалаш процесси сифими 250 т гача бўлган акс эттирувчи печларда олиб борилади. Бу процесс хомаки мисдаги барча қўшимчаларни ҳаво кислороди билан оксидлашга асосланган. Бунинг учун печда суюқлантирилган хомаки мисга 25—30 мм диаметри трубалар орқали 2 ат ($0,2\text{MN}/\text{m}^2$) босим остида ҳаво юборилади. Бунда қўшимчалар ҳаво кислороди ҳисобига оксидланади. Ҳосил бўлган оксидларнинг баъзилари тутун билан бирга чиқиб кетади, баъзилари шлакка ўтади, оксидланмаган металллар (Au ва Ag) эса мисда эриган ҳолатда қолади. Мис оксидлари шлакда ва металлда эрий олади, шунинг учун шлак сўриб олинади ва қайта ишлаш учун конверторга юборилади. Металл оксидланмаслиги учун унинг сиртига писта кўмир кукуни сепилади. Металлда эриган газларни чиқариб юбориш учун суюқ металлга ҳўл таёқчалар солинади, бунда сув буғи ва қуруқ ҳайдалиш маҳсулотлари (газлар) ажралиб чиқади, шундан кейин, мис оксидларидан мисни қайтариш мақсадида суюқ металлга қуруқ таёқчалар ташланади. Шу тариқа ҳосил қилинган суюқ мис қолипларга қуйиб чиқилади. Қолипдан олинган қуйма мис прокатлаш учун юборилади. Агар янада тоза мис ҳосил қилиш ва олтин, кумуш ҳамда бошқа нодир қўшимчаларни ажратиш олиш лозим бўлса, термик усулда тозаланган суюқ мисдан анод пластинкалар қуйилади ва улар электролиз қилинади.

Хомаки мисни электролиз йўли билан тозалаш учун ундан 250 кг гача оғирликдаги плиталар қўйилади. Электролиз вақтида бу плиталардан анод сифатида фойдаланилади, катод сифатида эса 0,5—0,7 мм қалинликдаги жуда тоза мис ишлатилади. Хомаки мисни электролиз қилиш учун электролитик ванналардан фойдаланилади, бундай ванналар ёғочдан ёки бетондан ясалиб, ички томонига 2—4 мм қалинликдаги қўрғошин тунука қопланади. Электролиз олдидан ваннага электролит (мис купораси $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ нинг сувдаги 12—16% ли эритмаси билан 12—16% ли сульфат кислота H_2SO_4 аралашмаси) қўйилади-да, ваннага анод ва катодлар туширилади. Анодлар сони, ваннанинг катта-кичиклигига қараб, 20 дан 40 тага етади, катодлар сони эса битта ортиқ бўлади. Шундан кейин анодлар ток манбаининг мусбат қутбига, катодлар эса манфий қутбига уланади. Электролит орқали кучланиши 0,3—0,35 В, кучи эса 10000... 15000 А бўлган ток ўтказилади. Электролитдан ток ўтказилганда мис сульфат ионларга ажралади (диссоциацияланади):



Мис ионлари катодга бориб ўтиради ва, айна вақтда, анод мис эритмага ўтади. Демак, электролиз вақтида анод эриб, катод тоза мис билан қоплана боради. Аноднинг ҳаммаси эриб бўлгач, унинг ўрнига бошқаси қўйилади. 10—12 кун ичида ҳар бир катодга 100 кг чамаси тоза мис ўтиради. Аноддаги қўшимчаларнинг бир қисми мисда эрийди, бир қисми эса ваннанинг тубига шлам (балчиқ) тарзида йиғилади. Бу шлам таркибда 18% Cu, 0,6% чамаси Au, 3,5% чамаси Mg, 0,7% чамаси Pb, 1,0% чамаси Fe ва бошқа металллар бўлади. Шлам ваннадан чиқарилади ва ундан асл металллар ажратиб олинади.

Хомаки мисни электролиз қилиб 1 т тоза мис олиш учун 250—350 квт. соат электр энергияси сарф бўлади.

Электролитик мисда 0,01 дан 1% гача қўшимчалар: кислород, висмут, сурьма, мишьяк, темир, никель, қўрғошин, қалай ва бошқалар бўлади. Бу қўшимчалар ичида айниқса зарарлилари висмут билан кислороддир, чунки висмут мисни қизаргунча қиздирилганда синувчан қилиб қўяди, кислород эса мисда «водород касаллиги» деб аталадиган нуқсонни келтириб чиқаради, яъни кислород мис қўймасида дарзлар ҳосил қилади.

ГОСТ 859—66 га кўра, электролитик миснинг қуйидаги маркалари мавжуд: М00, М0, М1, М2, М3, М4. М00 да 99,99%, М0 да 99,95%, М1 да 99,90%, М2 да 99,70%, М3 да 39,5%, М4 да эса 99,0% Cu бўлади.

Жуда тоза мис навларининг электр ўтказувчанлиги юқори бўлганлиги учун улардан электротехника, радиотехника ва электроникада кенг қўламда фойдаланилади, қолганлари эса, асосан, мис қотишмалари тайёрлаш учун ишлатилади.

Мис қотишмалари

Мис қотишмалари икки группага: латунлар группаси билан бронзалар группасига бўлинади.

Латунлар. Асосан мис билан рухдан иборат қотишмалар *латунлар (жезлар)* деб аталади. Техникавий латунлар таркибида рух миқдори 45% га етади.

Мис билан рух қотишмалари қаттиқ ҳолатда α , β , γ ва бошқа фазалар ҳосил қилади. α -фаза — рухнинг мисдаги қаттиқ эритмаси. Нормал температурада мисда 39% гача рух эрий олади. Демак, таркибида 39% гача рух бўлган қотишманинг структураси бир фазали, яъни рухнинг мисдаги қаттиқ эритмасидир. Бу қотишма α -латунъ деб аталади. Таркибида 40 дан 45% гача рух бўлган қотишмаларда β -фаза, яъни рухнинг CuZn таркибли бирикмадаги қаттиқ эритмаси ҳам ҳосил бўлади. Бинобарин, таркибида 45% гача рух бўлган қотишмалар икки фазали — иккита қаттиқ эритмадан иборат қотишмалардир. Бундай қотишмалар ($\alpha + \beta$)-латунъ деб аталади. Таркибидаги рух миқдори 45 дан 50% гача бўлган қотишмалар фақат β -фазадан, таркибида 50% дан ортиқ рух бўлган қотишмалар эса β -фаза билан γ -фазадан иборат. γ -фаза рухнинг Cu_5Zn_8 таркибли бирикмадаги қаттиқ эритмаси бўлиб, ниҳоятда мўртдир.

Техникада α -латунлар билан ($\alpha + \beta$)-латунларгина ишлатилади.

Таркибида 32% рух бўлган латуннинг пластиклиги энг юқори ($\delta = 55\%$), таркибида 45% рух бўлган латуннинг эса мустаҳкамлиги энг юқори ($\sigma_b = 35 \text{ кГ/мм}^2 \approx 350 \text{ МН/м}^2$) бўлади. Агар латунъ совуқлайин пластик деформацияланса, унинг пухталиги ошиб, пластиклиги пасаяди. Баъзи марка латунларда коррозиябардошлик хоссалари, баъзи марка латунларда эса ишқаланишга чидамлилиқ хоссалари юқори бўлади. Шу сабабли хилма-хил химиявий таркибли латунлар амалда кенг кўламда ишлатилади.

Шуни ҳам айтиш керакки, латунъ атмосфера шаронтидагина коррозиябардош бўлади, аммо аммиакли, баъзи туз ва кислоталар аралаш муҳитда тез коррозияланади. Латунъ таркибида рух миқдори ошиб, унинг структурасида β -фазанинг пайдо бўлиши коррозияни кучайтиради.

Латунлар Л ҳарфи ва рақамлар билан маркаланади, масалан, Л62, Л68 ва ҳоказо. Л ҳарфи қотишманинг номини (латунъ эканлигини), рақамлар эса қотишма таркибидаги мис миқдорини билдиради. Махсус (мураккаб), яъни таркибида мис билан рухдан бошқа элементлар ҳам бўладиган латунлар Л ҳарфи, қўшилган (легирловчи) элемент ёки элементларни билдирувчи ҳарфлар ва тегишли рақамлар билан маркаланади, масалан, ЛС74-3, ЛО70-1, ЛАН59-3-2, ЛМц58-2 ва ҳоказо. Маркадаги биринчи сон миснинг, ундан кейинги сонлар эса тегишли элементларнинг % ҳисобилаги ўртача миқдорини кўрсатади. Махсус

латунлар таркибидаги легирловчи элементлар қуйидагича: алюминий А билан, қўрғошин — С, қалай — О, темир — Ж, никель — Н, марганец — Мц, кремний эса К билан белгиланади. Масалан, ЛМц58-2 маркадаги Мц ҳарфи марганецни, 58 сони мис миқдорини, 2 сони эса марганец миқдорини билдиради, қолган 40 проценти рух бўлади. Латуњ маркасининг охирида Л ҳарфи бўлса, унинг қуймабоп латуњ эканлигини билдиради, масалан, ЛК80-3Л, ЛАЖ60-1-1Л ва ҳоказо. Маркасининг охирида Л ҳарфи бўлмаган латуњлар деформациябоп латуњлардир.

Қуймабоп латуњлар нам атмосферада коррозиябардош бўлади ва кесувчи асбоблар билан осон ишланади. Бу латуњлардан подшипник втулкалари, турли арматуралар, кема арматураси деталлари, коррозиябардош деталлар ва бошқалар қуйилади.

Деформациябоп латуњлардан радиатор найлари, гофрланган трубалар, туғри труба, сим ва бошқалар тайёрланади.

Таркибида мис миқдори кўп (Л96, Л90, Л85 маркали) латуњлар олтин ранг бўлади ва улардан заргарлик буюмлари тайёрланади. Бундай латуњлар *томпақ* деб аталади.

Бронзалар. Миснинг қалай, алюминий, қўрғошин, бериллий ва бошқа элементлар билан ҳосил қилган қотишмалари *бронза* деб аталади. Мис билан нуқул қалайдан иборат қотишма жуда қадимдан маълум; бу қотишма *қалайли бронза* дейилади. Таркибида қалай бўлмаган қотишмалар ҳам бор, бундай қотишмалар *махсус бронзалар* деб аталади.

Бронзалар Бр ҳарфлари, таркибидаги элементларни билдирувчи ҳарфлар ва шу элементларнинг % ҳисобидаги ўртача миқдорини кўрсатувчи рақамлар билан маркаланади. Масалан, БрОНС11-4-3 марка бронзанинг ўрта ҳисобда 11% қалай, 4% никель, 3% қўрғошин ва қолгани мисдан иборат эканлигини билдиради.

Қалайли бронзалар. Бу бронзалар Cu—Sn система-сидаги қотишмалардир. Нормал температурада бу қотишмаларда α , β , γ , δ ва бошқа фазалар бўлади. α -фаза қалайнинг мисдаги қаттиқ эритмаси, β -фаза қалайнинг Cu_5Sn таркибли бирикмадаги қаттиқ эритмаси, γ -фаза қалайнинг $Cu_{31}Sn_8$ таркибли бирикмадаги қаттиқ эритмаси, δ -фаза эса $Cu_{31}Sn_8$ таркибли бирикмадир. δ -фаза анча мўрт бўлади.

Cu—Sn системасида қалай миқдори ортиб борган сари қотишманинг мўртлиги ҳам ошиб боради. Таркибида 5—6% дан ортиқ қалай бўлган қотишмаларни босим билан ишлаб бўлмайди, чунки уларда δ -фаза ҳам мавжуд бўлиб, қотишмани мўрт қилиб қўяди. Демак, таркибида 5—6% гача қалай бўлган қотишмаларнигина босим билан ишлаш мумкин. Бундай қотишмалар деформациябоп бронзалар бўлиб, таркибида 5—6% дан ортиқ қалай бўлган қотишмалар қуймабоп бронзалардир.

Деформациябоп бронзалар жумласига БрОФ6,5-0,15; БрОФ4-0,25; БрОЦ4-3 ва бошқа маркали бронзалар киради. Деформациябоп бронзалар лист, сим, лента, чивик, труба ва

бошқа буюмлар тайёрлаш учун ишлатилади. Масалан, БрОФ6,5-0,15 маркали бронзадан чивиклар, ленталар, подшипник деталлари, пружиналар учун симлар ва бошқалар, БрОЦС 4-4-2,5 маркали бронзадан подшипник қистирмалари учун ленталар ва бошқалар тайёрланади.

Деформациябop бронзалар туғрисидаги батафсил маълумотларни ГОСТ 5017—49 дан қараш мумкин.

Қуймабop бронзалар жумласига БрО10, БрОЦСНЗ-7-5-1, БрОЦСЗ-12-5, БрОФ10-1, БрОЦ10-2 ва бошқа маркали бронзалар киради. Қуймабop бронзалардан машиналарнинг юқори-роқ босимли буғда ва шўр сувда ишлайдиган деталлари ва бошқа деталлар қуйилади. Масалан, БрО10 маркали бронза мураккаб шаклли деталлар, БрОЦСНЗ-7-5-1 маркали бронза 25 кг/см^2 ($2,5 \text{ МН/м}^2$) гача босимли буғда ва денгиз сувида ишлайдиган арматура, БрОФ10-1 маркали бронза ишқаланувчи деталлар, БрОЦ10-2 маркали бронза коррозиябардош деталлар қуйиш учун ишлатилади. Таркибида 22% дан ортиқ қалай бўлган бронзалар ишлатилмайди, чунки улар ниҳоятда мурт бўлади.

Қалайли бронзаларнинг юқорида келтирилган маркаларидан кўриниб турибдики, уларнинг кўпчилиги таркибида мис билан қалайдан ташқари, бошқа элементлар ҳам бор. Бу элементлар қалайли бронзаларнинг хоссаларини яхшилайди. Масалан, қўрғошун бронзанинг ишқаланишига чидамлик ва кесиб ишланиш хоссаларини оширади, рух — қуйилиш хоссаларини, фосфор — қуйилиш, механикавий ва ишқаланишга чидамлик хоссаларини яхшилайди.

Қалай қиммат турадиган металл бўлганлиги учун қалайли бронзалар зарур ҳоллардагина ишлатилади. Кўпинча, қалайли бронзалар ўрнига махсус бронзалардан фойдаланилади.

Махсус бронзалар. Бу бронзалар таркибида қалай бўлмайди ва, шунинг учун, қалайли бронзаларга қараганда арзон туради. Аммо уларнинг механикавий, технологик ва коррозиябардошлик хоссалари қалайли бронзаларникидан қолишмайди. Махсус бронзалар жумласига алюминийли, кремнийли, марганецли; бериллийли, қўрғошинли ва бошқа бронзалар киради.

Алюминийли бронзалар. Cu—Al системасидаги қотишмалар бўлиб, механикавий хоссалари, химиявий таъсирларга бардош бериш хусусияти, суюқ ҳолатда оқувчанлик ва баъзи бошқа хоссалари жиҳатидан қалайли бронзалардан устун туради. Алюминийли бронзалар таркибида, мис билан алюминийдан ташқари, никель, марганец, темир, қўрғошин ҳам бўлади. Бу элементлар бронзанинг хоссаларини яхшилайди. Масалан, никель бронзанинг пухталигини, коррозиябардошлигини оширади, темир бронзанинг структурасини майда донали қилиб, механикавий хоссаларини яхшилайди, марганец эса бронзанинг иссиқбардошлик хоссаларини оширади ва ҳоказо.

Алюминийли бронзалар БрА ҳарфлари, легирловчи элемент-

ларни билдирувчи ҳарфлар, алюминий ва легирловчи элементлар миқдорини кўрсатувчи рақамлар билан маркаланади. Алюминийли бронзаларнинг БрА7; БрАМц9-2; БрАЖС7-1,5-1,5; БрАЖН10-4-4; БрАЖ9-4 ва бошқа маркалари мавжуд.

Алюминийли бронзаларнинг механикавий хоссаларини ошириш учун улар термик ишланади. Масалан, БрАЖ 9-4 маркали бронза 650°C гача қиздирилиб, сўнгра сувда совитилса (тобланса), унинг пластиклиги ортади; БрАЖН10-4-4 маркали бронза 950°C гача қиздирилиб, сўнгра сувда совитилгандан (тоблангандан) кейин 650°C гача қиздириш йўли билан бўшатиб, унинг узилишдаги мустаҳкамлик чегараси 70 кГ/мм^2 (700 МН/м^2) га, Бринель бўйича қаттиқлиги эса 200—250 га етади.

Алюминийли бронзалар қуйиш йўли билан ҳам, деформациялаш йўли билан ҳам хилма-хил буюмлар: втулкалар, шестернялар, йуналтирувчилар ва бошқа муҳим деталлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Кремнийли бронзалар Cu—Si системасидаги қотишмалар жумласига киради. Кремнийли бронзалар БрК ҳарфлари, легирловчи элементларни билдирувчи ҳарфлар, кремнийнинг ва легирловчи элементларнинг миқдорини кўрсатувчи рақамлар билан маркаланади, масалан, БрК3, БрКЦ3-9, БрКС3-6, БрКЦС3-15-6 ва ҳоказо.

Таркибида 3—4% Si бўлган бронзанинг механикавий хоссалари қалайли бронзаларникидан юқори туради. Кремнийли бронзалар қуйилиш хоссалари (қолипга қуйилганда киришиш даражаси) жиҳатидан қалайли бронзалардан кейинда туради. Унинг қуйилиш ва кесиб ишланиш хоссаларини яхшилаш учун унга рух ёки қўроғошин қўшилади. Таркибида никель ҳам бўлган бронзаларни термик ишлаш йўли билан уларнинг механикавий хоссаларини ошириш мумкин. Масалан, бундай бронзалар 875°C гача қиздирилиб, сўнгра тоблангандан кейин 450°C гача қиздириш йўли билан бўшатиб, уларнинг узилишдаги мустаҳкамлик чегараси 50 кГ/мм^2 (500 МН/м^2) га, нисбий узайиш эса 15% га етади. Кремнийли бронзаларнинг коррозиябардошлигини ошириш учун улар марганец билан легирланади.

Марганецли бронзалар Cu—Mn системасидаги қотишмалар жумласига киради. Бу қотишмалар БрМц ҳарфлари ва рақамлар билан маркаланади. Уларнинг механикавий хоссалари унча юқори эмас, аммо анча пластик ва оловбардош қотишмалардир. Масалан, БрМц5 маркали бронза ўзининг механикавий хоссаларини $400—450^{\circ}\text{C}$ да ҳам сақлаб қолади.

Бериллийли бронза Cu—Be системасига оид қотишмалардандир. ГОСТ да бериллийли бронзанинг БрБ2 маркаси кўзда тутилган. Бу бронза 98% мис ва 2% бериллийдан иборат. БрБ2 маркали бронза 800°C гача қиздирилиб, сувда совитилса (тобланса), у пухталиги пастроқ ($\sigma_b = 50 \text{ кГ/мм}^2 \approx 500 \text{ МН/мм}^2$), нисбатан юмшоқ ($\text{HB} = 100$) ва пластик ($\delta = 30\%$) бўлади, аммо

тоблангандан кейин 300—350°C гача қиздирилиб, шу температурада 3 соатгача тутиб туриш йўли билан бушатиб, яъни сунъий чинқирилса, унинг мустақамлик чегараси (σ_b) 130 кГ/мм² (1300 МН/м²) га ва қаттиқлиги (НВ) 370 га етади, пластиклиги эса бир оз пасаяди.

Бериллийли бронза пухта, эластик, яхши пайвандланувчан, кесиб ишланиш хоссаси юқори ва коррозиябардош бўлганлиги учун ундан пружиналар, мембраналар, зарб билан ишлайдиган асбоблар * ва бошқалар тайёрланади. Аммо бериллийнинг қиммат туриши бундай бронзадан кенг кўламда фойдаланишга имкон бермайди.

Қўрғошинли бронза Cu—Pb системасидаги қотишмалардан д-р. Машинасозликда ишқаланишга чидамли (антифрикцион) материал сифатида БрС30 маркали бронза кенг кўламда ишлатилади. Бу бронза 70% Cu билан 30% Pb дан иборат. Қўрғошинли бронзанинг ишқаланишга чидамлилиги хоссалари юқори бўлганлигидан у катта нагрузка остида бўладиган подшипниклар учун ишлатилади.

Миснинг юқорида кўриб чиқилган қотишмаларидан (латунь ва бронзалардан) ташқари, никель билан ҳосил қилган қотишмалари ҳам бор. Бундай қотишмалар МН ҳарфлари, легирловчи элементларни билдирувчи ҳарфлар ва никелнинг ҳамда легирловчи элементларнинг % ҳисобидаги ўртача миқдорини кўрсатувчи рақамлар билан маркаланади, масалан, МНМц 3-12 ва ҳоказо.

МНЖМц 68-2,5-1,5 маркали қотишма *монель* деб, МНМц 3-12— *манганин*, МНХ86-9-5— *хромель*, МНМцАК— *алюмель*, МНМц15-20— *нейзильбер*, МН19 маркали қотишма эса *мельхиор* деб аталади. Монель жуда аниқ ва коррозиябардош буюмлар тайёрлаш учун, хромель ва алюмель— термопаралар, нейзильбер— коррозиябардош буюмлар, мельхиор— уй-рўзғор анжомлари ва коррозиябардош буюмлар, манганин эса реостатлар тайёрлаш учун ишлатилади.

4-§. Магний металлургияси

Табиятда магний ҳар хил бирикмалар таркибига кирган ҳолда учрайди. Бу бирикмалар эса турли минераллар тарзида бўлади. Магний ажратиб олиш учун яроқли бундай минераллар *магний рудалари* деб аталади. Магний рудалари жумласига магнезит, доломит, карналлит, бишофит минераллари киради.

* **Магнезит.** Бу минерал магний карбонат MgCO₃ дан иборат бўлиб, унинг таркибида 28,6% магний бор. Табиий магнезитда,

* Бериллийли бронза металлга ёки тошга урилганда учқун чиқмайди, бу эса портлаш хавфи бўлган тоғ ишларида, портловчи моддалар ишлаб чиқаришда катта аҳамиятга эгадир.

магний карбонатдан ташқари, алюминий ва кальций оксидлари ҳам бўлади. СССРда магнезит конлари, асосан, Уралдадир.

Доломит. Бу минерал $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ таркибли қуш карбонатдан иборат бўлиб, унда 13,0% магний бор. Табиий доломитга кварц, кальцит, гипс ва бошқа қўшимчалар ҳам аралашган бўлади. Доломитнинг энг катта конлари Москва областида, Уралда ва Украинададир.

Карналлит. Бу минерал магний ва калийнинг сувли хлоридлари $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ дан иборат бўлиб, унинг таркибида 8,7% магний бор. Табиий карналлитга ҳам турли бекорчи жинслар аралашган бўлади. Карналлитнинг йирик конлари Уралдадир.

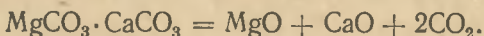
Бишофит. Бу минерал магнийнинг сувли хлориди $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ бўлиб, табиатда жуда оз миқдорда денгиз ва шўр кўллари суви таркибида бўлади. Бишофит таркибидаги магний миқдори 11,8% ни ташкил этади. Мамлакатимизнинг баъзи кўлларида, масалан, Перекоп кўлларида ёз фасли охирига келиб, бишофит миқдори 15% га етади. Бишофит табиий карналлитни қайта ишлаш вақтида ҳам чиқади.

Соф магний юқорида айтиб ўтилган минераллардан икки усул: электролиз усули ва термик усул билан ажратиш олинади.

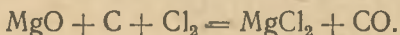
Электролиз усули. Магний рудаларидан электролиз усулида магний олиш учун рудалар электролизга тайёрланади. Руда магнезит ёки доломитдан иборат бўлса, улар махсус печларда 700—800°C гача қиздирилади:



ёки



Ҳосил бўлган магний оксиддан ички томонига шамот ғишти терилган шахта печида 800—900°C температурада углерод иштирокида хлор ўтказиш йўли билан магний хлорид олинади:



Олинган $MgCl_2$ дан электролиз учун фойдаланилади.

Карналлитдан магний хлорид ажратиш олиш учун у махсус печларда 450°C гача температурада сувсизлантирилади. Сувсизлантирилган карналлит электр печларида 750—800°C да суюқлантирилади. Суюқланган карналлитдан MgO печь тубига чўкади, қолган суюқланма 50% гача $MgCl_2$, 0,7% гача MgO , 49,3% чамаси KCl ва $NaCl$ дан иборат бўлади. Ана шу суюқланма электролиз учун ишлатилади.

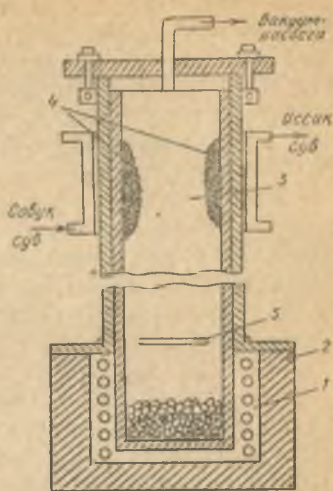
Электролиз усулида $MgCl_2$ дан магний олиш учун махсус ванналардан (электролизерлардан) фойдаланилади. Ваннага анод сифатида графит плиталар, катод сифатида эса пулат пластиналар туширилади. Электролит вазифасини магний, калий, натрий ва кальций хлоридларининг суюқланмаси ўтайди. Анод-

лар ток манбаининг мусбат қутбига, катодлар эса манфий қутбига уланади. Электролитдан ток ўтказилганда у $700\text{--}750^\circ\text{C}$ гача қизийди, натижада магний хлорид парчаланиб, (диссоциацияланиб), катод атрофига магний, анод атрофига эса хлор йиғилади. Магний электролитдан енгил бўлганлиги учун, унинг бетига қалқиб чиқади ва у ердан насос ёрдамида ковшларга қуйилади. Йиғилган хлор ваннадан махсус труба орқали сўриб олинади. Электролиз вақтида ҳосил бўлган магний оксид ва темир ванна тубига чўкади ва у ердан вақт-вақти билан чиқариб турилади.

Электролиз усулида олинган магний тоза бўлмайди — унга оз миқдорда Na, K, Fe, MgO, CaCl₂, MgCl₂ ва бошқа қўшимчалар аралашган бўлади. Бу қўшимчалар магнийнинг механикавий хоссаларига салбий таъсир этади. Шунинг учун у қайта суюқлантириш ёки сублиматлаш йўли билан тозаланади (рафинланади).

Магнийни қайта суюқлантириш йўли билан тозалашда қаршилик электрик печларидан ёки аланга билан қиздириладиган тигеллардан фойдаланилади. Флюс сифатида хлоридлар ёки фторидлар (MgCl₂, KCl, CaF₂ ва бошқалар) ишлатилади. Бунда магний суюқлантирилиб, $700\text{--}750^\circ\text{C}$ гача қиздирилади-да, флюс билан аралаштирилади. Натижада қўшимчалар шлакка ўтади, шлак остидаги тоза магний печдан чиқарилиб, қолипларга қуйилади. Бу усул магнийни металлмас қўшимчалардангина тозалашга имкон беради. Бу усулда олинган магний таркибида 0,1 дан 0,15% гача қўшимчалар бўлади.

Янада тоза магний сублиматлаш усули билан олинади. Сублиматлаш усули магний буғи эластиклигининг қўшимчалар (Fe, Na, K ва бошқалар) буғи эластиклигидан катта эканлигига асосланган. Магнийни бу усулда тозалаш учун герметик беркиладиган печлардан фойдаланилади (86-расм). 600°C чамаси температурада ва 0,1—0,2 мм симоб устуни босимида магний буғланади ва конденсатланиш зонасида $450\text{--}500^\circ\text{C}$ температурада конденсатланиб, печь деворига ўтиради. Печь деворига ўтирган магний кристаллари ажратиб олинади, сўнгра суюқлантирилиб, қолипларга қуйилади.



86-расм. Магнийни тозалашда ишлатиладиган герметик беркиладиган печнинг схемаси:

- 1 — қиздиргич; 2 — иссиқлик ўтказмайдиган қатлам; 3 — конденсатланиш зонаси; 4 — конденсатланган магний кристаллари; 5 — экран.

Сублиматлаш усули билан тозаланган магнийда атиги 0,01% қўшимчалар бўлади.

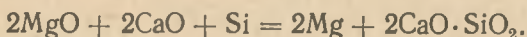
–Термик усул. Рудалардан магний олишнинг термик усули магний оксиддан магнийни қайтаришга асосланган. Магний оксид эса магнезит ёки доломитнинг қиздирилишидан (пиширилишидан) ҳосил бўлади. Термик усул уч хил: карбидий, кремнийвий, углеродий бўлиши мумкин.

Карбидий термик усулда дастлабки материал сифатида магнезит билан кальций карбиддан фойдаланилади. CaC_2 қайтарувчи вазифасини ўтади. MgO билан CaC_2 аралашмаси зангламас пулатдан ясалган ретортада 0,1 ат га яқин вакуумда 1100—1200°C гача қиздирилади. Бунда қуйидаги реакциялар бўлади:



Қайтарилган магний буғланиб, реторта билан туташтирилган кристаллизаторга ўтади ва у ерда конденсатланиб, кристаллизатор деворларига ялтироқ кристаллар тарзида ўтиради, углерод (II)-оксид ретортадан чиқарилади, кальций оксид эса қаттиқ масса ҳолида реторта тубида қолади.

Кремнийвий термик усулда қайтарувчи сифатида кремнийдан фойдаланилади. Хом ашё (шихта) сифатида доломит билан ферросилиций ишлатилади. Шихта вакуумли ретортада 1100—1200°C гача қиздирилади, натижада қуйидаги реакция бўлади:



Қайтарилган магний буғланиб, кристаллизаторга ўтади ва у ерда конденсатланиб, кристаллизатор деворларига ўтиради.

Углеродий термик усулда магний олиш учун магнезит кукуни билан коксдан иборат аралашма брикетланади. Брикетлар уч фазали электрик ёй печига солинади. Печнинг тепасидаги махсус тешиклардан ҳар бирининг диаметри 500 мм бўлган учта графит электрод киритилади. Магний оксиддан магний водород атмосферасида қайтарилади, шунинг учун печь герметик равишда беркитилади. Электродларга ток берилганда электр ёйи ҳосил бўлиб, печнинг иш бўшлиғида температура 2000°C дан ошади. Ана шу температурада магний оксиддан магний углерод воситасида қайтарилади:



Қайтарилган магний буғланиб, печь билан туташтирилган ва сув билан совитиб туриладиган кристаллизаторга ўтади ва у ерда конденсатланиб, кристаллизатор деворларига ялтироқ кристаллар тарзида ўтиради.

Термик усулнинг барча турларида ҳосил қилинган магний кристаллари кристаллизатор деворидан ажратиб олинади ва

суюқлантирилиб, қолипларга қуйилади. Қуйма магний таркибида 0,1% гача қўшимчалар бўлади.

Соф магнийдан фотографияда, пиротехникада равшан ёруғлик ҳосил қилиш учун фойдаланилади, чунки у ёнганда кўзни қамаштирарли даражада ёрқин аланга ҳосил бўлади. Магний машинасозликда конструкцион материал сифатида мутлақо ишлатилмайди. Магнийнинг жуда кўп миқдори қотишмалар тайёрлаш учун кетади.

Магний қотишмалари

Саноатда магнийнинг алюминий, марганец, рух ва бошқа элементлар билан ҳосил қилган қотишмаларидан фойдаланилади. Магнийда алюминий, марганец ва рух қиздирилганда маълум чегарагача эрий олади. Температура пасайган сари бу элементларнинг магнийда эрувчанлиги камаяди. Бу ҳол Mg—Al, Mg—Mn ва Mg—Zn қотишмаларини термик ишлашга, яъни тоблаб, сўнгра чиниқтиришга имкон беради.

Магний қотишмалари енгил ва, шу билан бирга, нисбатан пухта бўлади ва металл кесиш станокларида осон ишланади.

Шунин ҳам айтиб ўтиш керакки, магний қотишмалари осон оксидланади ва суюқлантириш ҳамда қолипларга қуйиш вақтида ўз-ўзидан алангаланувчан бўлади, шунинг учун улар флюс остида ёки вакуумда суюқлантирилади ва қуйилади.

Магнийнинг баъзи қотишмаларига процентнинг юздан бир улушлари миқдорида цирконий, кальций ва бериллий ҳам қўшилади. Цирконий билан кальций қўшишдан мақсад қотишманинг доналарини майдалаш бўлса, бериллий қўшишдан мақсад қотишманинг суюқлантириш ва қуйиш вақтида ўз-ўзидан алангаланишга мойиллигини пасайтиришдир.

Магний қотишмалари ҳам, юқорида кўриб ўтилган рангдор қотишмалар каби, деформациябоп ва қуймабоп қотишмаларга бўлинади.

Магнийнинг деформациябоп қотишмалари МА ҳарфлари ва қотишманинг шартли номерини билдирувчи рақамлар билан маркаланади, масалан, МА1, МА2, МА3, МА4 ва ҳоказо. Деформациябоп қотишмалардан саноатда энг кўп ишлатиладиганлари МА2, МА3, МА5, МА8, МА9 маркали қотишмалардир. Деформациябоп қотишмалар термик ишланса, уларнинг пухталиги маълум даража ошади. Масалан, 7,8—9,2% Al, 0,15—0,5% Mn, 0,2—0,8% Zn ва қолгани магнийдан иборат МА5 маркали қотишма 415°C гача қиздирилиб, сўнгра тоблангандан кейин 175°C гача қиздириш йўли билан чиниқтирилса, унинг узилишдаги мустаҳкамлик чегараси 32 кГ/мм² (320 МН/м²) га, қаттиқлиги Бринель бўйича 55 га, нисбий узайиши эса 14% га тенг бўлади. Магнийнинг деформациябоп қотишмалари қиздириб туриб болғалаш ва штамплаш йўли билан деталлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Магнийнинг қуймабоп қотишмалари МЛ ҳарфлари

ва қотишманинг шартли номерини кўрсатувчи рақамлар билан маркаланади, масалан, МЛ1, МЛ2, МЛ3 ва ҳоказо. Магнийнинг қуймабоп қотишмалари, қуйилиш хоссалари жиҳатидан олганда, алюминийнинг қуймабоп қотишмаларидан пастроқ туради. Магнийнинг қуймабоп қотишмалари ичида энг яхшилари МЛ4, МЛ5, МЛ6 маркали қотишмалардир. Бу қотишмалар механикавий хоссалари жиҳатидан ҳам, қуйилиш хоссалари жиҳатидан ҳам магнийнинг бошқа қотишмаларидан устун туради. Улар асбоб корпуслари, самолёт деталлари ва бошқалар тайёрлаш учун ишлатилади. МЛ4, МЛ5, МЛ6 қотишмаларининг механикавий хоссаларини ошириш учун улар термик ишланади. Масалан, 7,5—9,0% Al, 0,15—0,5% Mn, 0,2—0,8% Zn ва қолгани магнийдан иборат МЛ5 маркали қотишма 415°C гача қиздирилиб, сўнгра ҳавода совитилгандан кейин 180°C гача қиздириш ва шу температурада 16 соатгача тутиб туриш йўли билан чиниқтирилади.

Магнийнинг МЛ11 маркали яна бир қотишмаси борки, бу қотишма иссиқбардош бўлиб, ундан 250—300°C да ишлайдиган деталлар қуйилади. МЛ11 маркали қотишма таркибида 0,2—0,7% Mn, 0,2—0,8 Zn, 2,5—4,0% бошқа сийрак-ер элементлари бўлади. Бу қотишманинг термик ишланмаган ҳолатдаги механикавий хоссалари: $\sigma_b = 13 \text{ кГ/мм}^2$ (130 МН/м²), $HV = 60$, $\delta = 3\%$, 415°C гача қиздирилиб, сўнгра тобланган ҳолатдаги механикавий хоссалари: $\sigma_b = 25 \text{ кГ/мм}^2$ (250 МН/м²), $HV = 65$, $\delta = 2\%$.

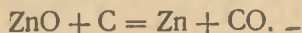
Магний қотишмаларидан тайёрланган деталларни коррозиябардош қилиш учун улар оксидлантирилади, яъни тифиз парда билан қопланади.

Магний қотишмалари, асосан, авиасозлик ва асбобсозликда ишлатилади.

5-§. Рух металлургияси

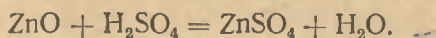
Рух, кўпинча, унинг комплекс (полиметалл) рудаларидан олинади. Бунинг учун руда бойитилиб, концентрат ҳосил қилинади. Концентрат таркибида 40 дан 60% гача рух бўлади. Концентратдан рух икки усул билан: пирометаллургия ва гидрометаллургия усуллари билан олинади.

Пирометаллургия усулида концентрат қаттиқ қиздирилиб (пиширилиб), унинг таркибидаги олтингугурт имкони борича тўла чиқариб юборилади. Олтингугуртдан тозаланган концентратга кокс аралаштирилади ва ички девори ўтга чидамли фиштдан терилган ҳамда герметик беркитиладиган реторталарда 1200°C гача қиздирилади. Бунда қуйидаги реакция содир бўлади:



Қайтарилган рух буғ ҳолатида бўлади. Рух буғи реторта билан туташтирилган конденсаторга ўтиб, у ерда конденсатланади, яъни суюқ ҳолатга айланади. Суюқ рух конденсатордан олиниб, қолипларга қуйилади.

Гидрометаллургия усулида ҳам даставвал концентрат пиширилади. Ҳосил бўлган маҳсулотга сульфат кислота билан ишлов берилади. Бунда қуйидаги реакция содир бўлади:



Олинган эритма қушимчалардан тозаланиб, электролиз қилинади-да, соф рух олинади. Жуда тоза рух олиш лозим бўлса, юқоридаги усуллар билан олинган рух қушимча рафинланади (тозаланади).

Рухнинг маркалари: ЦВ, Ц0, Ц1, Ц2, Ц3, Ц4. ЦВ маркали рух таркибида 0,01%, Ц0 таркибида 0,04%. Ц1 таркибида 0,06%, Ц2 таркибида 0,10%, Ц3 таркибида 1,30%, Ц4 таркибида эса 2,50% қушимчалар бўлади. Рухда энг кўп учрайдиган қушимчалар Pb, Cd, S, As, Sn ва Fe дир. Рухни тозалаш (рафинлаш) усуллари таркибида атиги 0,01% қушимчалар бўладиган рух олишга имкон беради. Рухда оз миқдор қушимчаларнинг бўлиши ҳам унинг механикавий ва технологик хоссаларига, айниқса эса босим билан ишланиш хоссаларига салбий таъсир этади. Рух учун энг зарарли қушимча қалайдир. Қалай рухда жуда оз эриганлигидан процентнинг ҳатто юздан бир улушларига тенг миқдордаги қалай ҳам 199°C да суюқланадиган эвтектика ҳосил қилиб, рухнинг қиздирилганда мўртлашувига олиб келади. Рух таркибида қалай билан бирга жуда оз миқдорда қўрғошиннинг ҳам бўлиши 150°C да суюқланадиган учлама эвтектика ҳосил бўлишига олиб келади. Бинобарин, рухнинг қиздириб туриб босим билан ишланадиган ЦВ, Ц0 маркаларида 0,001% дан ортиқ миқдорда қалай бўлмаслиги керак. Қалай бўлмаганда, қўрғошин рухнинг механикавий хоссаларига ва босим билан ишланувчанлигига унча таъсир этмайди.

Рух, асосан, коррозияланадиган металлларнинг сиртини рухлаш учун ишлатилади. Рухдан босим остида ишлаш йўли билан тайёрланадиган чивик, труба, лента, сим ва бошқалардан кенг кўламда фойдаланилади.

Прокатланган рух осон штампланади, шунинг учун рух прокатларидан архитектура буюмлари, гальваник элементлар, автомобиль арматуралари тайёрлаш, полиграфия саноатида эса клишелар тайёрлаш учун фойдаланилади. Рух рангли металллар саноатида қўрғошиндан кумуш, цианид эритмаларидан олтин ажратиб олишда ҳам ишлатилади.

Рух билан бошқа элементларнинг қотишмалари саноат учун янада катта аҳамиятга эга.

Рух қотишмалари

Рух қотишмаларидан Zn—Al, Zn—Cu ва Zn—Al—Cu системаларидаги қотишмалар билан қисқача танишиб ўтамиз. Рух билан алюминий қотишмаларида алюминий миқдори 3,5 дан

16% гача бўлади. Zn—Al системасида икки хил қаттиқ эритма: β- қаттиқ эритма билан α- қаттиқ эритма ҳосил бўлиши мумкин. β- қаттиқ эритма жуда оз миқдордаги алюминийнинг рухдаги қаттиқ эритмаси, яъни деярли тоза рух бўлиб, α- қаттиқ эритма рухнинг алюминийдаги қаттиқ эритмасидир. Алюминий 83% гача рухни эрита олади, бинобарин α- қаттиқ эритма таркибида 83% гача Zn бўлиши мумкин, аммо Al миқдори 17% дан ошмайди.

Рух билан мис қотишмаларининг механикавий хоссалари Zn—Al қотишмалариникига қараганда пастроқ бўлади.

Рух билан алюминий ва мис қотишмалари рухнинг энг пухта қотишмаларидир. Бундай қотишмаларнинг структураси алюминий миқдори билан мис миқдорига ва бу миқдорлар орасидаги нисбатга боғлиқ.

Рух қотишмаларига қўрғошин, қалай ва кадмий зарарли таъсир этади, яъни улар нормал температурада α- қаттиқ эритманинг парчаланиши ва, демак, қуйма ўлчамларининг ўзгаришини кучайтиради, магний α- қаттиқ эритманинг парчаланишини тормозлайди. Баъзи ҳолларда қалай билан кадмий қўшимчалари фойдали бўлиши ҳам мумкин. Масалан, мутлақо тоза рух клише тайёрлаш учун ярамайди, чунки у яхши хурушланмайди (кислота таъсирида яхши ейилмайди) ва рекристалланишга мойил бўлади. Агар рухга кадмий аралаштирилса, унинг рекристалланишга мойиллиги пасаяди, қўрғошин аралаштирилганда эса унинг хурушланиш хусусияти яхшиланади. Шу сабабли, клише тайёрлаш учун рухнинг 0,75% гача кадмий ва 0,81% гача қўрғошинли қотишмаси ишлатилади.

Рух қотишмалари осон суюқланидиган ва суюқ ҳолатда яхши оқувчан бўлганлигидан улар босим остида деталлар қуйиш учун айниқса яроқлидир.

Рух қотишмаларининг иссиқбардошлиги ва оқувчанлик чегараси пастроқ бўлиб, коррозияга унча бардош бера олмайди. Рухнинг баъзи қотишмалари паст температураларда мурт бўлади. Аммо таркибида 12—20% Al бўлган қотишмаларнинг қовушоқлиги паст температураларда ҳам унча ўзгармайди.

Рухнинг сановатда ишлатиланидиган баъзи қотишмалари ЦА4, ЦАМ4-1, ЦАМ4-3, ЦМ1, ЦАМ4-0,2, ЦАМ10-1 ва ЦА15 маркали қотишмалардир. Бу маркалардаги Ц ҳарфи рух қотишмаси эканлигини, А ҳарфи алюминийни, М ҳарфи мисни билдиради, рақамлар эса алюминий ва миснинг % ҳисобидаги ўртача миқдорини кўрсатади. Масалан, ЦА4 маркали қотишмада ўрта ҳисоб билан 4% Al, ЦАМ4-3 маркали қотишмада ўрта ҳисобда 4% Al ва 3% Cu бор.

ЦА4, ЦАМ4-1, ЦАМ4-3 маркали қотишмалар босим остида деталлар қуйиш учун, ЦМ1, ЦАМ4-0,2, ЦАМ10-1, ЦА15 маркали қотишмалар эса прокатлаш ва пресслаш йўли билан листлар ҳамда турли профиллар тайёрлаш учун ишлатилади.

6-§. Титан металлургияси

— Титан 1791 йилда кашф этилганига қарамай, у техникада нисбатан янги металллар қаторига киритилади, чунки бирмунча тоза титан 1910 йилда ажратиб олинди, саноатда титан ишлаб чиқариш усули эса 1940 йилдагина топилди. Титаннинг ва титан қотишмаларининг хоссалари юқори бўлганлигидан титан тобора кўп ишлатилмоқда. Масалан, АҚШ да 1948 йилда 3 т, 1951 йилда 500 т, 1953 йилда 2300 т, 1955 йилда 8500 т, 1957 йилда эса 27000 т титан ишлаб чиқарилди.

Титаннинг ер пўстлоғидаги запаси жиҳатидан олганда бу металл санолт аҳамиятига эга бўлган металллар ичида алюминий, темир ва магнийдан кейинги тўртинчи ўринда туради. Титаннинг запаси ер пўстлоғининг 0,61% га яқинини ташкил этади. Титан табиатда соф ҳолда эмас, балки кўпгина минераллар таркибига кирган ҳолда учрайди. Бундай минераллар жумласига рутил, ильменит, титан-магнетит ва бошқалар киради.

— **Рутил** қизил тусли минерал бўлиб, асосан, TiO_2 дан иборат. Рутил таркибида 60% гача Ti бўлади. Рутил конлари СССР да, асосан, Уралдадир.

— **Ильменит** қорамтир тусли ялтироқ минерал бўлиб, асосан, $FeO \cdot TiO_2$ дан иборат. $FeO \cdot TiO_2$ бирикма $FeTiO_3$ тарзида ҳам ёзилади. Ильменит таркибида 53% гача TiO_2 (32% гача Ti) бўлади. Ильменит, кўпинча, титан-магнетитавий рудалар таркибига учрайди ва уларда TiO_2 миқдори 29% га етади.

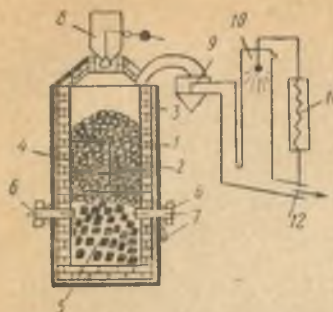
— **Титан-магнетит** соф ҳолда $FeTiO_3 \cdot FeO_4$ таркибли минерал бўлиб, унда 21% гача TiO_2 (12,6% гача Ti) бўлади. Титан-магнетит рудаси комплекс рудалар жумласига киради, чунки унда темир ва титандан ташқари, ванадий ҳам бўлади. Титан-магнетитнинг асосий конлари Қусинск ва Первоуральскдадир.

— **Сфен (титанит)** тоза ҳолатда $CaO \cdot SiO_2 \cdot TiO_2$ таркибли бирикмадан иборат. Сфеннинг ранги турлича — сариқдан тортиб, қорагача бўлади. Тоза сфенда 42% гача TiO_2 (25,3% гача Ti) бўлади. Сфен конлари Урал ва Хибиндадир.

— **Перовскит** — тоза ҳолда $CaO \cdot TiO_2$ таркибли минерал. У ҳам турлича рангда бўлади. Тоза перовскит таркибида 59% гача TiO_2 (35,5% гача Ti) бўлади. Конлари Уралда ва Кола ярим оролидадир.

— Асосан титанли минераллардан иборат тоғ жинслари *титан рудалари* деб аталади. Титан ана шундай рудалардан ажратиб олинади.

Рудадан титан ажратиб олиш учун аввало руда флотация ёки магнетавий сепарация усулида бойитилиб, концентрат ҳосил қилинади. Концентрат графит деворли электрик ёй печларида суюқлантирилади. Бунда концентрат таркибидаги темир оксидлари қайтарилиб, печь тубига йиғилади, TiO_2 эса шлакка ўтади. Шлак таркибида 65—85% TiO_2 бўлади. Бу шлак совитилса, уваланиб, кукунга айланади. Кукун ҳолидаги шлакка углеродли



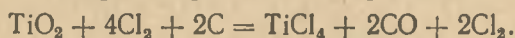
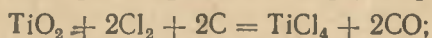
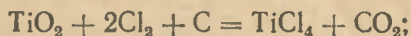
87-расм. Брикетларни хлорлаш қурилмасининг схемаси.

ва боғловчи моддалар қўшиб қориштирилади-да, ҳосил қилинган масса махсус қолипларда прессланади, сўнгра қаттиқ қиздириш йўли билан қоуштирилади. Бунинг натижасида брикетлар ҳосил бўлади. Бу брикетлар хлорланиб, титан тетрахлорид $TiCl_4$ ҳосил қилинади, титан тетрахлориддан эса титан ажратиб олинади.

Брикетларни хлорлаш учун махсус қурилмалар (печлар) ишлатилади. Бундай қурилмалардан бирининг схемаси 87-расмда тасвирланган.

Печь пўлатдан цилиндр шаклида қилиб ясалган кожух 1 дан иборат бўлиб, унинг ички томониغا динас ғишти терилган, динас ғиштидан терилган девор 2 билан кожух 1 оралиғидаги бўшлиқ шамот билан тўлдирилган. Шамот қатлами 3 иссиқлик изоляцияси вазифасини ўтайди.

Печь пастки қисмига насадкалар (катаклар) тарзида қилиб жойланган қаршилиқ элементлари 5 воситасида қиздирилади. Брикетлар 4 печга махсус бункер 8 орқали вақт-вақти билан тушириб турилади. Хлор печнинг остки қисмидаги махсус труба 7 орқали киритилади. Электродлар 6 орқали ток берилганда қаршилиқ элементлари (бу элементлар графитдан тайёрланади) воситасида печь температураси $800\text{--}850^\circ\text{C}$ га чиқади ва қуйидаги реакциялар натижасида титан тетрахлорид ҳосил бўлади:



Титан тетрахлориднинг суюқланиш температураси 23°C га, қайнаш температураси эса 136°C га тенг. Печда температура 850°C гача бўлганлиги учун $TiCl_4$ буғ ҳолатида ажралиб чиқади. Қайнаш температуралари паст бўлган бошқа элементлар ҳам хлорланиб, буғ ҳолатига ўтади.

Буғ ҳолатидаги маҳсулотлар дастлаб чанг туткич 9 да чангдан тозаланади. Чанг туткичда температура $TiCl_4$ нинг қайнаш температурасидан юқори ($150\text{--}200^\circ\text{C}$) қилиб турилади. Чангдан тозаланган хлоридлар конденсатор 10 га ўтиб, у ерда конденсатланади, яъни суюқликка айланади. Конденсатор совиткич 11 дан келадиган сув билан совитиб турилади. Суюқ ҳолатдаги $TiCl_4$ махсус канал 12 орқали чиқарилади ва тиндириш, филтрлаш ҳамда ректификациялаш йўли билан қўшимчалардан тозаланади.

Тоза $TiCl_4$ дан титан реакцион аппарат деб аталадиган махсус печда магний воситасида қайтарилади. Бунинг учун печнинг темирдан ясалган реакцион идишига жуда тоза магний қуймаларидан зарур миқдорда солиниб, реакторнинг қопқоғи зич беркитилади ва реактор ичидаги ҳаво сўриб олинади-да, тоза аргон билан тўлдирилади. Шундан кейин аппаратга махсус труба орқали суюқ $TiCl_4$ киритилади. Титаннинг магний билан қайтарилиш реакцияси вақтида маълум миқдор иссиқлик чиқишига қарамай, аралашма қиздирилмаса, реакция жуда секин боради. Шунинг учун магний $800^\circ C$ чамаси температурагача қиздириб олинади. Бунда реакция шиддат билан боради ва ажралиб чиққан иссиқлик ҳисобига давом этаверади. $TiCl_4$ дан титаннинг қайтарилиш реакцияси қуйиндагича бўлади:



Қайтарилган титан реакцион идишнинг тубига ва деворларига паға-паға дендритлар тарзида ўтира бориб, идишни тўлдиради. Паға-паға дендритлар қовушиб, ғовак массага айланади. Реакцион идиш тўлгач, у печдан олиниб, ҳавода ёки сув билан совитилади. Титан совигандан кейин идишдан олиниб, вакуумли махсус печларда $900-950^\circ C$ температураларда дистиллаш йўли билан тозаланади (рафинланади). Дистиллаш вақтида титандаги қўшимчалар (магний хлорид ва магний метали) суюқланади, сўнгра эса буғланиб кетади, натижада титан метали тозаланади.

Жуда тоза техникавий титан таркибида кўпи билан $0,1\%$ қўшимчалар (Fe, Mn, Al, C, Si, Ni) бўлади; унинг пластиклиги юқори, пухталиги эса пастроқ (тоза темирники каби) дир. Умуман олганда, техникавий титан таркибидаги қўшимчалар миқдори $0,5\%$ га етади. Титан углерод билан бирикиб, жуда қаттиқ бирикма — титан карбид ҳосил қилади.

Титан металл кесиш станокларида яхши ишланади. У яхши болғаланади ва прокатланади. Титанни прокатлаб, тунукалар, листлар, ленталар ва, ҳатто, зарлар (титан қоғозлари) олиш мумкин.

Титаннинг коррозиябардошлиги юқори, бу жиҳатдан олганда у зангламас пўлатдан ҳам устун туради. Титан ҳавода $400-600^\circ C$ гача қиздирилганда унинг сирти зич ва юпқа оксид парда билан қопланиб қолади, бу парда эса титанни янада оксидланишдан сақлайди.

Титаннинг денгиз сувида коррозияланмаслик хоссаси титандан кемаларнинг сиртини қоплашда фойдаланишига имкон беради. Титан кўпгина химиявий реагентлар таъсирига бардош берганлигидан, у химия машинасозлигида ҳам ишлатилади.

Титан алюминийдан озроқ оғир, аммо унинг пухталиги алюминийникига қараганда уч барабар ортиқ. Бу ҳол титанни самолётсозлик ва автомобилсозлик саноати учун ниҳоятда қимматли конструкцион материал қилиб қўйди.

Титанда юқорида айтиб ўтилган афзалликлар билан бир қаторда, баъзи камчиликлар ҳам бор. Масалан, титаннинг нормал эластиклик модули пўлатникидан қарийб икки барабар кичик. Бундан ташқари, титанда юқори температуралардагина эмас, балки нормал температурада ҳам ёйилувчанлик (ўз-ўзидан чўзилувчанлик) хоссаси намоён бўлади.

Ватанимизда ишлаб чиқариладиган техникавий титан тозалик даражасига қараб, қуйидагича маркаланади: ТГ00, ТГ0, ТГ1, ТГ2. Титан таркибида қушимчалар миқдори ортиб борган сари унинг қаттиқлиги ортиб, пластиклиги пасаяди. Масалан, ТГ00 маркали титаннинг механикавий хоссалари: $\sigma_b = 38 \text{ кГ/мм}^2$ (380 МН/м^2), $\delta = 36\%$, $НВ = 115$; ТГ2 маркали титанники: $\sigma_b = 60 \text{ кГ/мм}^2$ (600 МН/м^2), $\delta = 20\%$, $НВ = 185$.

Техникавий титан конструкцион материал сифатида кам ишлатилади, чунки унинг механикавий хоссалари айтарли даражада юқори эмас. Конструкцион материал сифатида, асосан, легирловчи элементлар қўшилган титан, яъни титан қотишмалари ишлатилади.

Титан қотишмалари

Легирловчи элементлар сифатида, титан билан бирикиб, титанидалар ёки титанда эриб, қаттиқ эритмалар ҳосил қиладиган элементлардан фойдаланилади. Бундай элементлар жумласига алюминий, хром, темир, ванадий, молибден, марганец, тантал, ниобий, вольфрам, углерод, қалай кирди. Титаннинг энг кўп ишлатиладиган қотишмалари титаннинг алюминий, хром, ванадий ва углерод билан ҳосил қилган қотишмаларидир.

Титаннинг ВТ, ОТ, ИРМ типдаги қотишмалари маълум. Масалан, 5,0% Al, 2,5% Cr ва қолгани титандан иборат ВТ3; 5,0% Al, 2,5% Cr, 1,5% Mo ва қолгани титандан иборат ВТ3-1; 3,0% Al, 1,5% Mn ва қолгани титандан иборат ОТ4; 4,0% Al, 4,0% Nb ва қолгани титандан иборат ИРМ1 ва бошқалар.

Титан қотишмаларининг механикавий хоссалари юқори бўлади. Масалан, ВТ8 маркали қотишманинг механикавий хоссалари: $\sigma = 111 \text{ кГ/мм}^2$ (1110 МН/м^2), $\delta = 12\%$; ИРМ6 маркали қотишманники: $\sigma_b = 117 \text{ кГ/мм}^2$ (1170 МН/м^2), $\delta = 14\%$; ОТ4 маркали қотишманники: $\sigma_b = 77 \text{ кГ/мм}^2$ (770 МН/м^2), $\delta = 27\%$ ва ҳоказо.

Титан қотишмаларининг механикавий хоссалари термик ишлаш, химиявий-термик ишлаш ва пластик деформациялаш йўли билан янада яхшилланиши мумкин.

Титан қотишмаларининг коррозиябардошлик ва иссиқбардошлик хоссалари ҳам юқори бўлади. Масалан, ВТ3 маркали қотишма 400—500°C температураларда ҳам ўз механикавий хоссаларини сақлаб қолади.

Титан қотишмалари авиация саноатида, кемасозликда ва ҳозирги замон техникасининг бошқа соҳаларида тобора кенг қўламда ишлатилмоқда.

7-§. Подшипникбоп (антифрикцион) қотишмалар

Машина ва механизмларда икки хил подшипник — думалаш подшипниклари ва сирпаниш подшипниклари ишлатилади. Сирпаниш подшипникларининг вал ёки ўқ бўйига тегиб турадиган юзасидаги ишқаланиш думалаш подшипниклариникига қараганда анча юқори бўлади. Сирпаниш подшипникларининг ана шундай қисмлари (вкладишлар ва бошқалар) тайёрлаш учун ишлатиладиган қотишмалар *подшипникбоп ёки антифрикцион қотишмалар* деб аталади. —

Подшипникбоп қотишмалар етарли даражада юқори механикавий хоссаларга эга, ишқаланишни камайтириш учун ишлатиладиган сурков мойини тутиб тура оладиган, кислотавий мойларда коррозиябардош, иссиқликни яхши ўтказадиган, катта босимга бардош бера оладиган бўлиши керак. Бинобарин, подшипникбоп қотишмалар етарли даражада пухта, нисбатан пластик ва қовушоқ асосдан ҳамда таянч вазифасини ўтайдиган қаттиқ қўшилмалардан ёки қаттиқ асос ва пластик қўшилмалардан (масалан, антифрикцион чўянлардан) иборат бўлиши лозим. Бундай қотишма қуйилган вкладишли подшипникка ўрнатилган валнинг айланиш жараёнида ишқаланиш процесси вкладиш ҳамда вал бўйинининг бутун сирти бўйича бормайди, мой эса пластик асоснинг ейилган жойларида тутилиб туради.

Вкладиш билан валнинг ишлаш шароитини акс эттирувчи схема 88-расмда тасвирланган.

Шунинг ҳам айтиб ўтиш керакки, қотишманинг асоси ҳаддан ташқари юмшоқ бўлмаслиги керак, акс ҳолда подшипникка кўрсатиладиган босим таъсири остида вкладиш қотишмаси сиқиб чиқарилади ва асос қаттиқ қўшилмаларни тутиб тура олмайди. Қаттиқ қўшилмалар миқдори ҳам етарли даражадан ортиқ бўлмаслиги лозим, чунки валнинг босими таъсири остида ортиқча қўшилмалар уваланиб, майда зарралар ҳосил қиладики, бу зарралар жилвир зарраларни каби таъсир кўрсатиб, вал бўйинини тирнаб юборади.

Юқорида баён этилганлардан равшанки, вкладишлар учун бир фазали эмас, балки камида икки фазали қотишмалар ишлатилиши керак.

Антифрикцион қотишмаларни ўрганиш соҳасида рус олими А. А. Бочварнинг қилган ишлари хилма-хил шароитда ишлайдиган подшипниклар учун илмий асосда қотишмалар танлаб олишга имкон беради. А. А. Бочвар антифрикцион қотишмаларнинг янги маркаларини ҳам топди. Унинг ишларини давом эттириб, олим-



88-расм. Вкладиш билан вал бўйинининг ишлаш шароитини акс эттирувчи схема.

ларимиздан Зайцев, Сельвинский ва бошқалар қора ҳамда рангли металллар асосида янги антифрикцион қотишмалар яратдилар.

Ҳозирги замон машинасозлигида, валнинг айланиш тезлиги ва солиштирма босимга қараб, подшипникбоп қотишмалар сифатида чўян, бронза, осон суюқланувчи (оқ) қотишмалар ва антифрикцион кукун қотишмалари ишлатилади.

Энг арзон тушадиган ва каттагина босимга бардош берадиган қотишма антифрикцион кул ранг чўяндир. Подшипниклар учун бу чўянинг АСЧ1, АСЧ2 ва бошқа маркаларидан фойдаланилади. Антифрикцион чўянлар тўғрисидаги мукамал маълумотларни ГОСТ 1585—57 дан олиш мумкин. Шунинг ҳам айтиб ўтиш керакки, пўлат — чўян жуфтида ишқаланиш коэффициентини анча катта бўлганлиги учун чўян вкладишлар тезорар машиналарда ишлатилмайди.

Машинасозликда подшипникбоп қотишмалар сифатида бронзалардан ҳам кенг кўламда фойдаланилади. Пўлат — бронза жуфтининг ишқаланиш коэффициенти пўлат — чўян жуфтиникига қараганда анча кичик бўлади. Маълумки, бронзанинг структураси бир жинсли бўлмайди, бинобарин, бронзадан ясалган вкладиш юзасида мой яхши тутилиб туради. Бундан ташқари, бронзанинг пухталиги ҳам юқори бўлади. Бу айтилганларнинг ҳаммаси бронза вкладишлар оғир шаронгда ишлайдиган подшипниклар учун ишлатилиши керак, деган хулосага олиб келади.

Подшипникбоп бронзалар сифатида қалайли ва қўрғошинли бронзалардан фойдаланилади. Қалайли бронзалардан энг кўп ишлатиладигани БрОСЦ4-4-4 ва БрОФ6,5-1,5 маркали, қўрғошинли бронзалардан энг кўп ишлатиладигани эса БрС30 маркали бронзалардир.

Баъзи ҳолларда вал ёки ўқ бўйинининг имкони борича кам ейилиши талаб этилади. Бундай ҳолларда осон суюқланувчи (оқ) антифрикцион қотишмалар — баббитлар* ишлатилади. Баббитлардан подшипник вкладишларининг ички сиртига қуйиш учун фойдаланилади. Пўлат — баббит жуфтининг ишқаланиш коэффициенти пўлат — бронза жуфтиникидан ҳам кичик, бундан ташқари, ички сиртига баббит қуйилган вкладишлар мойни жуда яхши тутиб туради.

Оқ антифрикцион қотишмалар сифатида Pb—Sn—Sb; Sn—Sb; Pb—Sb, системаларидаги қотишмалар, асоси рухдан иборат бўлиб, оз миқдорда мис ва алюминий қўшилган қотишмалар (рух баббитлари), асоси алюминийдан иборат бўлиб, оз миқдорда мис, сурьма, никель ва бошқа элементлар қўшилган қотишмалар (алюминий баббитлари) ишлатилади.

ГОСТ 1209—59 га кўра Pb—Sn—Sb системасидаги баббит-

* Бу қотишмалар америкалик ихтирочи И. Б. Баббит шарафига шундай деб аталган.

ларнинг БН, БТ, Б16, Б6 маркалари, Sn—Sb системасидаги баббитларнинг Б89, Б83 маркалари, Pb—Сb системасидаги баббитларнинг БС, БК ва бошқа маркалари, рух баббитларининг ЦАМ10-5 ва бошқа маркалари, алюминий баббитларининг АСМ, АН2,5 ва бошқа маркалари мавжуд. Бу маркаларнинг биринчи ҳарфлари қотишманинг номини (Б ҳарфи баббитни, Ц ҳарфи рух баббитини, А ҳарфи эса алюминий баббитини) билдиради; марканинг ичидаги ҳарфлар тегишли элементларни (Н ҳарфи никелни, Т — теллур, К — кальций, С — қўрғошин, А — алюминий, М ҳарфи эса мисни) кўрсатади; Б ҳарфидан кейинги рақамлар баббит таркибидаги қалайнинг % ҳисобидаги ўртача миқдорини, бошқа рақамлар эса тегишли элементларнинг % ҳисобидаги миқдорини билдиради. Масалан, Б83 да ўрта ҳисоб билан 83% қалай, ЦАМ10-5 да 10% алюминий ва 5% мнс, АН2,5 да 2,5% никель бор ва ҳоказо.

БН маркали баббит ўртача нагрузка таъсир этадиган подшипникларнинг, масалан, автомобиль ва трактор двигателлари, қуввати 1200 от кучигача бўлган буғ турбиналари ва бошқаларнинг подшипниклари учун, БТ маркали баббит — автомобиль ва трактор двигателлари туб ва шатун подшипниклари учун, Б16 маркали баббит — компрессор, локомобиль, электр двигателлари, кўтариш машиналари ва бошқаларнинг подшипниклари учун, Б6 маркали баббит — нефть билан юрадиган двигателлар, металл кесиш станоклари, насослар, шаравий тегирмонлар ва бошқаларнинг подшипниклари учун, БК маркали баббит — кичикроқ солиштирма босим таъсир этадиган подшипниклар, масалан, вагонларнинг подшипниклари учун, Б83 маркали баббит — айниқса катта нагрузка таъсир этадиган подшипниклар, масалан, буғ турбиналари, гурбокомпрессорлар ва шу кабиларнинг подшипниклари учун ишлатилади.

Подшипникбоп қотишмалар сифатида антифрикцион кукун, қотишмалари (ғовак антифрикцион қотишмалар) ҳам ишлатилади. Бундай қотишмалар қора металлларнинг кукунларидан ҳам, рангли металлларнинг кукунларидан ҳам тайёрланиши мумкин. Бундай қотишмалар тайёрлаш учун дастлаб металлларнинг майин кукунлари ҳосил қилинади, бу кукунлар тегишли нисбатда бир-бири билан қориштирилади, қоришма штампларга солиниб, прессланади-да, суюқланиш температурасидан бир оз паст температурада қовуштирилади. Бу усулни биринчи бўлиб, рус инженерларидан П. Г. Соболевский, В. В. Любарский, Англияда эса В о л а с т о н топган эдилар.

Антифрикцион кукун қотишмаларидан автомобиль двигателларининг поршень ҳалқалари, ўз-ўзидан мойланувчи подшипниклар ва машиналарнинг ишқаланувчи бошқа деталлари тайёрланади. Говак антифрикцион қотишмалардан ясалган подшипник ёки вклатиш говакларига мой сингдирилади. Подшипник ишлаётганда температура кўтарилиб, сингдирилган мой говаклардан чиқади-да, ишқаланишни камайтиради. Подшипник ишлашдан

тўхтагач, у совийди, мой эса яна говакларга шимилади. Шундай қилиб, говак подшипниклар узоқ вақт ишлаши мумкин. Бинобарин, бундай подшипникларни ўз-ўзидан мойланувчи подшипниклар деб атасак бўлади.

Ишқаланувчи юзаларнинг бир-бирида сирпанишни яхшилаш учун металл кукунларидан иборат антифрикцион материалга графит кукуни ҳам қўшилади.

Темир кукунларидан тайёрланган антифрикцион қотишмаларнинг говаклиги 10 дан 30% гача етади; темир-графит, бронза-графит кукунларидан тайёрланган антифрикцион қотишмаларнинг говаклиги 20—30% бўлади. Бундан ташқари, темир-мис, темир-мис-графит, алюминий-темир-графит, алюминий-мис-графит говак қотишмалари ҳам тайёрланади.

Темир кукунларидан ва темир-графит кукунларидан тайёрланган говак подшипникларда ишқаланиш коэффициенти баъзи баббитларникидан 2—3 марта кичик бўлиб, ейилиш даражаси қарийб 10 баравар камдир.

Говак антифрикцион қотишмаларнинг камчилиги шуки, уларнинг пухталиги нисбатан паст бўлади, шунинг учун уларни катта нагрузка тушадиган жойларда ишлатиб бўлмайди.

8-§. Босмахона қотишмалари

Босмахонада қўл билан ёки машинада териладиган ҳарфлар, рақамлар ва хилма-хил белгилар тайёрлаш, сатр ва шрифт қуюв машиналарида (линотип ва монотипларда) текст ва шрифт қуйиш, стереотип тайёрлаш учун ишлатиладиган қотишмалар *босмахона қотишмалари* дейилади. —

Босмахона қотишмалари етарли даражада қаттиқ, осон суюқланувчан, суюқ ҳолатда оқувчан ва қайта суюқлантирилганда мумкин қадар кам куюнди ҳосил қиладиган бўлиши керак. Бундай қотишмалар сифатида Pb—Sb—Sn системасидаги қотишмалар ишлатилади. Босмахона қотишмалари компонентларининг миқдорий нисбати қотишманинг вазифасига боғлиқ. Масалан, шрифт тайёрлаш учун 73—77% Pb, 20—23% Sb ва 2—4% Sn дан иборат қотишма ишлатилади. Бу қотишманинг қаттиқлиги Бринель бўйича 23 дан 27 га етади. Машинада текст ва шрифт қуйиш учун ишлатиладиган қотишма, асосан, 76—84% Pb, 11,5—16,5% Sb ва 2—7% Sn дан, стереотип тайёрлаш учун ишлатиладиган қотишма эса 77—81% Pb, 14—16% Sb ва 5—7% Sn дан иборат. Бу қотишмаларнинг қаттиқлиги унча бўлмаганлигидан бронза-графит кукунларидан тайёрланган антифрикцион қосишгагина ярайди. Бундан ташқари, юқорида айтиб ўтилган қотишмалар киши соғлиги учун маълум даражада зарарли ва уларнинг айрим компонентлари, масалан, қалай анча қиммат туради. Шу сабабли СССР да босмахона қотишмалари сифатида рух қотишмаларидан кўпроқ фойдаланилади. Бу қотишмаларнинг механикавий хоссалари анча юқори ($HВ=90-140$)

булиш билан бирга, киши соғлиғи учун унча зарарли эмас, чунки уларнинг таркибида қўрғошин бўлмайди, Босмахона қотишмаси сифатида ишлатиладиган бундай қотишмалар 89—96% Zn, 4—7% Al, 0—4% Cu ва 0—2,5% Mg дан иборат. Шуниси борки, рух қотишмаларининг суюқланиш температураси юқорироқ (340—380°C) бўлиб, улар қайта суюқлантирилганда кўпроқ куюнди чиқади.

Босмахона қотишмаларининг МШ1, МШ2, МШ3, МЛ1, ЛН1, ЦШ1 ва бошқа маркалари мавжуд. МШ1 маркали қотишма 13,5—15,0% Sb, 3,5—4,5% As ва қолгани қўрғошиндан, ЛН1 маркали қотишма 11—12% Sb, 4,2—4,8% Sn ва қолгани қўрғошиндан, ЦШ1 маркали қотишма 3,5—4,5% Al, 0,06% Cu, 0,02—0,06% Mg ва қолгани рухдан иборат.

Босмахона қотишмалари туғрисидаги мукамал маълумотларни тегишли справочниклардан олиш мумкин.

Савол ва топшириқлар

1. Алюминий рудаларини айтиб беринг.
2. Алюминий рудаларидан алюминий оксид, алюминий оксиддан эса соф алюминий қандай олинади?
3. Алюминийнинг деформациябоп ва қуймабоп қотишмаларини айтиб беринг ва уларнинг маркаларидан мисоллар келтиринг.
4. Алюминий қотишмаларини термик ишлаш қандай босқичлардан иборат?
5. Мис рудаларини айтиб беринг. Мис рудалари қандай бойитилади ва бойитилган руда нима деб аталади?
6. Штейн нима ва у қандай қилиб олинади? Штейнни бессемерлаб хомаки мис олшни айтиб беринг.
7. Хомаки мис қандай усуллар билан тозаланеди?
8. Миснинг қандай қотишмалари бронза ва қандайлари латушь дейилади, улар қандай маркаланади? Мис қотишмаларининг маркаларидан мисоллар келтиринг.
9. Магний қандай рудалардан ва қандай қилиб олинади?
10. Магнийнинг қандай қотишмаларини биласиз, улар қандай маркаланади?
11. Магнийнинг қуймабоп қотишмалари нималарга ишлатилади?
12. Рух рудалардан қандай олинади? Рухнинг қандай қотишмалари бўлади?
13. Титан рудаларини айтиб беринг. Рудалардан титан қандай олинади?
14. Титан қотишмалари таркибига қандай элементлар киради? Титан қотишмалари нималарга ишлатилади?
15. Подшипникбоп (антифрикцион) қотишмаларини айтиб беринг.
16. Босмахона қотишмалари қандай элементлардан иборат? Босмахона қотишмалари нималарга ишлатилади?

V БОБ

ПУЛАТ ВА ЧУЯННИ ТЕРМИҚ ИШЛАШ

1-§. Умумий маълумот

Қотишмани, масалан, пулатни маълум температурагача қиздириш, шу температурада маълум вақт тутиб туриш, сўнгра эса маълум тезлик билан совитиш йўли билан унинг тузилишини

(структурасини) ва, демак, хоссаларини ўзгартириш процесси *термик ишлаш* деб аталади.

Термик ишлашнинг илмий асосларини XIX асрнинг ўртала-рида машҳур рус олими Д. К. Чернов яратган эди. У қаттиқ қиздирилган пўлат заготовкаларни кузатар экан, қиздиришнинг ва совитишнинг маълум температураларида (нуқталарида) пўлатда ички ўзгаришлар содир бўлишини пайқади. Д. К. Чернов бу нуқталарни (температураларни) критик нуқталар деб атади ва уларни *a* ҳамда *b* ҳарфлари билан белгилади. Ҳозирги вақт-да бу нуқталар A_1 ва A_3 билан белгиланади (65- расмда тасвир-ланган диаграммадаги *GS* чизиғи A_3 нуқталарнинг, *PSK* чизи-ғи эса A_1 нуқталарнинг геометрик ўрнидир). Шунинг ҳам айтиб ўтиш керакки, пўлат қиздирилган вақтдаги критик нуқта Ac^* (Ac_1 ва Ac_3) билан, совитилган вақтдаги критик нуқта эса Ar^{**} (Ar_3 ва Ar_1) билан белгиланади.

Д. К. Чернов пўлат Ac_1 нуқтадан паст температурагача қиз-дирилиб, ҳар қандай тезлик билан совитилганда ҳам унинг структурасини ва, демак, механикавий хоссалари ўзгармаслиғи-ни, Ac_1 нуқтадан юқори температурагача қиздириб, тез совитил-ганда эса кескин даражада ўзгаришини жаҳонда биринчи бўлиб аниқлади. Демак, Д. К. Чернов пўлатни критик нуқтадан юқори температурагача қиздириб, сўнгра совитиш йўли билан унинг структурасини (ички тузилишини) ва хоссаларини ўзгартириш мумкинлигини жаҳонда биринчи бўлиб кашф этди. Унинг бу кашфиёти жаҳон аҳамиятига эга бўлди.

Термик ишлаш тўғрисидаги фанни ривожлантиришда Вата-нимиз олимларининг хизмати айниқса катта. XX асрнинг бошла-рида қилинган ишлар натижасида термик ишлаш назарияси анчагина ривожланди. Ватанимиз олимларидан А. А. Бочвар, Н. А. Миикевич, С. С. Штейнберг, Н. Я. Селяков, Н. Т. Гудцов, Г. В. Курдюмов, А. П. Гуляев ва бош-қаларнинг, чет эл олимларидан Р. Мел, Э. Бейн, Г. Ганне-ман, Ф. Вефер, Г. Эссер ва бошқаларнинг ишлари ана шундай ишлар жумласидандир. Бинобарин, Д. К. Чернов ғоя-ларини давом эттирган кўпгина олимларнинг меҳнати туфайли ҳозир биз термик ишлашга онд маълум даражада мукамал на-зарияга ва темир — углерод қотишмалари ҳолатининг 65- расм-да тасвирланган аниқ диаграммасига эгамиз.

Термик ишлашнинг аҳамияти ғоят катта, чунки термик иш-лаш йўли билан қотишмаларнинг механикавий хоссаларини кенг чегарада ўзгартириш мумкин.

Машина деталларини термик ишлаш йўли билан уларнинг механикавий хоссаларини яхшилаш шу деталлар учун йўл қўйи-ладиган нагрузкани оширишга, деталларнинг ўлчамлари ва

* *c* ҳарфи французча *chauffer* — қиздирмоқ сўзининг бош ҳарфи.

** *r* ҳарфи французча *refroidir* — совитмоқ сўзининг бош ҳарфи.

оғирликларини камайтиришга, шунингдек, ишлаш муддатини оширишга имкон беради.

Термик ишлаш ҳозирги замон техникасида энг муҳим технологик процесслардан бири бўлиб, саноатнинг металл қотишмаларини ишлаш билан шуғулланувчи барча соҳаларида қўлланилади.

Қотишмаларни термик ишлаш уларни қиздириш ва совитиш билан боғлиқ бўлганлигидан, термик ишлашнинг асосий факторлари температура билан вақтдир. Термик ишлаш операцияларининг шу операциялар давом этадиган вақт ва температуралар оралиғи кўрсатилган тартиби *термик ишлаш режими* деб аталади.

Термик ишлаш операциялари юмшатиш, нормаллаш, тоблаш ва бушатишдан иборат. Бундан ташқари, химиявий-термик ишлаш ва термомеханикавий ишлаш усулларида ҳам фойдаланилади. Термик ишлаш фақат бир операциядан, масалан, юмшатишдан ёки бир неча операциядан, масалан, тоблаш билан бушатишдан иборат бўлиши мумкин.

2-§. Пўлатни термик ишлаш

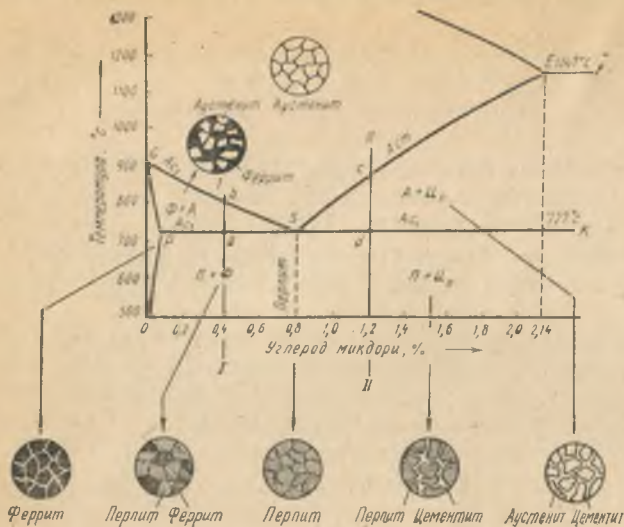
Пўлатни термик ишлаш асослари

Пўлатни термик ишлашда $Fe-Fe_3C$ системасининг ҳолат диаграммасига (65-расмга қаранг) асосланилади. Шунинг учун бу диаграмманинг пўлатларга оид қисмини келтириб ўтамиз (89-расм).

89-расмда тасвирланган диаграммадан кўришиб турибдики, A_{c1} нуқтадан ($727^{\circ}C$ температурадан) пастда эвтектоиддан олдинги пўлатлар перлит доналари билан феррит доналаридан, эвтектоидавий пўлат перлит доналаридан, эвтектоиддан кейинги пўлатлар эса перлит доналари билан цементитдан иборат. Термик ишлашда пўлатни қиздиришдан мақсад унда аустенитли структура ҳосил қилишдир.

Энди пўлат қиздирила борганда унда қандай ўзгаришлар содир бўлиши билан танишиб чиқайлик.

Пўлат қиздирилганда унда содир бўладиган ўзгаришлар. Эвтектоиддан олдинги, масалан, таркибида 0,4% углерод бўлган пўлат (89-расм, $I-I'$) қиздирилганда a (A_{c1}) нуқтада перлит аустенитга айлана бошлайди, феррит эса ўзгармайди. a нуқтадан b нуқтага томон феррит аустенитда эрий боради, температура b (A_{c3}) нуқтага етгач, ферритнинг жуда кўп қисми аустенитда эриган бўлади, b нуқтадан юқорида эса пўлат нуқул аустенитдан иборат бўлади. Ферритнинг ҳаммасини аустенитда эритиш ва аустенит структурасини бир жинсли қилиш учун пўлатни критик нуқтадан юқорироқ температурага қиздириш ва шу температурада маълум вақт тутиб туриш керак. Пўлат критик нуқтадан қанчалик юқори температурага қиздирилса,



89 -расм. Fe — Fe₃C системаси ҳолат диаграммасининг пўлатларга оид пастки чап қисми.

шу температурада тутиб туриш вақти шунчалик қисқа бўлади. Аммо температура кўтарилаверса, аустенит доналари йириклаша боради ва пўлат совитилганда ҳам доналар йириклигича қолади. Пўлатни термик ишлашда эса ҳамма вақт пўлат доналарини майдалашга ҳаракат қилинади, чунки майда донали пўлатнинг механикавий хоссалари йирик донали пўлатникидан анча яхши бўлади.

Энди, эвтектондан кейинги пўлатлар қиздирилганда уларда бўладиган ўзгаришларни кўриб чиқайлик.

Мисол тариқасида таркибида 1,2% углерод бўлган пўлатни оламиз (89- расм, II—II). Бу пўлат қиздирилганда *d* (*Ac*₁) нуқтада перлит аустенитга айлана бошлайди, цементит эса ўзгармайди. *d* нуқтадан *c* нуқтагача цементит аустенитда эрий боради, температура *c* (*Ac*₃) нуқтага етгач цементитнинг жуда кўп миқдори аустенитда эриган бўлади, *c* нуқтадан юқорида эса пўлатнинг структураси нуқул аустенитдан иборат бўлиб қолади. Демак, эвтектондан кейинги пўлатларнинг структурасини нуқул аустенитдан иборат қилиш учун улар *Ac*₃ критик нуқтадан юқорироқ температурагача қиздирилиши ва шу температурада маълум вақт тутиб турилиши лозим, аммо температуранинг керагидан ошириб юбориш ярамайди, акс ҳолда пўлат доналари йириклашиб кетади.

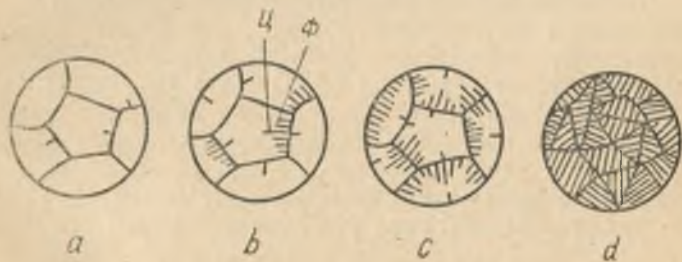
Пўлатга легирловчи элементлардан хром, вольфрам, ванадий, молибден ва титан қўшилса, пўлат қиздирилганда аустенит доналарининг ўсиши сусаяди. Аустенит доналарининг ўсишини сусайтирувчи элементлар қиздириш температуралари оралиғини кенгайтириб, пўлатни қиздириш шароитини энгиллаштиради.

ак, бу жиҳатдан олганда, легирланган пулатлар углеродли тлардан афзал туради.

аустенит соҳасигача қиздирилган пулат совитилганда унда р бўладиган ўзгаришлар. Аустенит GS ва ES чизиқларидан, Ac_3 ва Acm критик нуқталардан юқори температураларна барқарор бўлади (89-расмга қаранг). Пулат Ar ва нуқталардан паст температурагача жуда секин совитилган-эвтектоиддан олдинги пулатлардан феррит, эвтектоиддан нги пулатлардан эса цементит ажралиб чиқа бошлайди. Бу эс температура Ar_1 критик нуқтага тушгунча давом эта-температура Ar_1 нуқтага тушганда эвтектоиддан олдинги тларда аустенитдаги ортиқча углероднинг ҳаммаси феррит да, эвтектоиддан кейинги пулатларда аустенит таркибида-ртиқча углероднинг ҳаммаси цементит тарзида ажралиб ан бўлади.

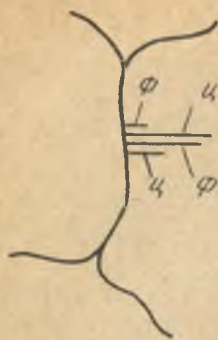
емпература Ar_1 критик нуқтадан пасайиши билан аустенит аланади, яъни у перлитга айланади. Аустенит парчаланган-утлақо янги фазаларнинг: феррит билан цементитнинг ма-механикавий аралашмаси ҳосил бўлади. Маълумки, феррит бдида углерод миқдори ниҳоятда кам, цементитда эса 6,67% од бор. Бинобарин, аустенитнинг перлитга айланишида од диффузия йўли билан қайта тақсимланади.

аустенитдан перлит ҳосил бўлиш процесси перлит кристал-марказларининг ҳосил бўлиши ва уларнинг ўсишидан (89-90-расм). Демак, аустенитнинг перлитга айланиш процес-ристалланиш ва углероднинг диффузияланиши билан диган процессдир. Аустенитнинг перлитга айланиш процесси дагича боради: даставвал аустенит доналари чегарасида титнинг кристалланиш марказлари (цементит муртакла-ҳосил бўлади (90-расм, *a*). Цементит муртаклари аусте-н углероднинг диффузияланиши ҳисобига ўсади. Натижа-ҳосил бўлган цементит кристаллари (пластинкалари)



90-расм. Аустенитдан перлит ҳосил бўлиш процессининг схемаси:

— цементит муртакларининг (марказларининг) ҳосил бўлиши; *b*, *c* — цементит ва феррит пластинкаларининг (кристалларининг) ўсиши; *d* — перлит доналари.



91- расм. Цементит ва феррит пластинкалари (схема).

атрофидаги аустенит таркибида углерод камая боради ва аустенитнинг ферритга айланиши учун шароит туғилади, натижада цементит кристаллари ёнида феррит кристаллари (пластинкалари) ҳосил бўлади (91- расм). Цементит кристаллари ҳам, феррит кристаллари ҳам бир вақтда ўса боради. Усиш процесси бошқа кристаллар билан тўқнашгунча давом этади. Бундай процесс такрорланавериши натижасида перлит доналари ҳосил бўлади (90- расм, d).

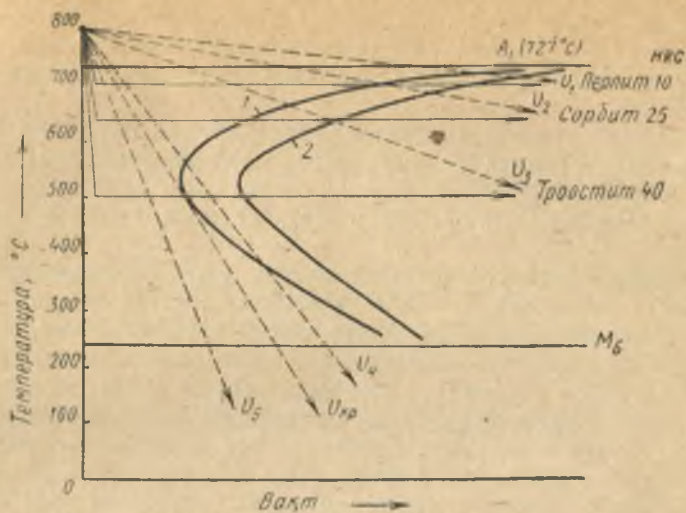
Аустенитнинг парчаланиши пўлат узлуксиз совитилганда ҳам, A_{r1} критик нуқтадан пастроқ температурагача тез совитилиб (ўта совитилиб), шу температурада тутиб турилганда ҳам содир бўлади. Аустенит A_{r1} нуқтадан пастроқ температурагача ўта совитилиб, шу температурада тутиб турилганда унинг парчаланиши *аустенитнинг изотермик парчаланиши* деб аталади.

Пўлат A_{r1} критик температурадан пастроқ температурагача тез совитилиб (ўта совитилиб), шу температурада тутиб турилганда перлитнинг кристаллиниш марказлари ҳосил бўлади ва улардан кристаллар ўса бошлаб, оқибатда перлит доналари ҳосил бўлади. Бу процесснинг бориш тезлиги ва ҳосил бўладиган перлитнинг майда-йириклиги (цементит пластинкалари билан феррит пластинкаларининг ўлчамлари) ўта совиш даражасига (пўлатнинг A_{r1} критик нуқтадан қанчалик паст температурагача тез совитилганлигига) боғлиқ. Ўта совиш даражаси қанча юқори бўлса, яъни аустенит A_{r1} критик нуқтадан қанча паст температурагача совитилган бўлса, феррит-цементит аралашмаси (перлит) шунча майда бўлади.

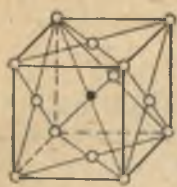
Ўта совитилган аустенитнинг изотермик (ўзгармас температурада) парчаланишини диаграмма тарзида ифодалаш мумкин (92- расм). Бундай диаграмма *аустенитнинг изотермик парчаланиш диаграммаси* деб аталади.

92- расмдаги диаграммадан кўриниб турибдики, 800°C гача қиздирилган аустенит тахминан 700°C гача тез совитилиб, шу температурада тутиб турилса, у перлитга айланади, яъни феррит билан цементитнинг механикавий аралашмасига ажралади. Аустенит 800°C дан узлуксиз, аммо жуда секин (v_1 тезлик билан, 92- расм) совитилганда ҳам аустенит перлитга айланади. Аустенит тахминан 630°C гача ўта совитилиб, шу температурада тутиб турилганда ҳам аустенитдан перлит ҳосил бўлади, аммо бу перлитнинг доналари (цементит ва феррит пластинкалари) 700°C да ҳосил бўлган перлитникидан майда, қаттиқлиги эса анча юқори бўлади. Бундай перлит *сорбит** деб аталади. Аус-

* Инглиз табиатшуноси Г. В. Сорби шарафига шундай деб аталган.

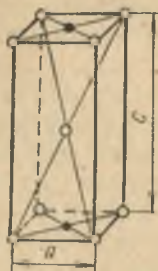


Аустенит



○ — темир атомлари
● — углерод атомлари

Мартенсит



92- рasm. Аустенитнинг изотермик парчаланиш диаграммаси:

1 — аустенитнинг парчалана бошлаш эгри чизиги; 2 — аустенитнинг парчаланиб бўлиш эгри чизиги; M_0 — мартенсит ҳосил бўла бошлаш чизиги

Диаграмманинг $T_{\text{фунг}}$ томонида аустенитнинг парчаланиш маҳсулотлари ва уларнинг Роквелл бўйича қаттиқлиги кўрсатилган.

тенит узлуксиз, аммо тезроқ (v_2 тезлик билан), масалан, ҳавода совитилганда ҳам сорбит ҳосил бўлади. Аустенит тахминан 500°C гача ўта совитилиб, шу температурада тутиб турилса, доналари сорбитниқидан ҳам майда перлит ҳосил бўлади. Бу перлит троостит* дейилади. Троостит аустенитни v_3 тезлик билан узлуксиз, масалан, мойда совитиш йўли билан ҳам ҳосил қилиниши мумкин. Троостит сорбитдан ҳам қаттиқ бўлади.

Аустенит v_5 тезлик билан (92-рasmга қаранг), масалан, сувда совитилса, парчаланишга улгурмайди. Температура тахминан 240°C га тушганда аустенит мартенсит** деб аталадиган структурага айлана бошлайди. Ана шу температура (92-рasmдаги M_6 чизиқ) аустенитнинг мартенситга айлана бошлаш тем-

* Француз химиги Л. Трост (Л. Троост L. Troost) шарафига қўйилган.

** Немис металлшуноси А. Мартенс шарафига қўйилган.

ператураси деб аталади. Мартенсит кўндаланг кесими ниналарга ўхшаб кўринадиган жуда ҳам юпқа пластинкалардан иборат структура бўлиб, Роквелл бўйича қаттиқлиги 65 га етади ($HRC \approx 65$).

Таркибида углерод миқдори кўпроқ бўлган пулатлар тез совитилганда аустенитнинг бир қисми мартенситга айланмай қолади. Бундай аустенит қолдиқ аустенит деб аталади.

Энди, мартенситнинг ўзи нима, деган саволга жавоб берайлик.

Юқорида айтиб ўтилганидек, аустенит тез совитилганда парчаланишга улгурмайди, яъни таркибида қанча углерод бўлса, ҳаммаси сақланиб қолади. Аммо темир атомлари ҳам, углерод атомлари ҳам қайта тақсимланади. Натижада темирнинг кристалл панжараси ўзгаради, углерод атомлари кристалл панжаранинг темир атомларидан бушаган жойларига ўтади (диффузияланади). Бизга маълумки, аустенит углероднинг γ -темирдаги сингиш қаттиқ эритмаси. Ааустенитнинг мартенситга айланишида γ -темир α -темирга айланади ва γ -темирдаги углероднинг ҳаммаси α -темирда сақланиб қолади.

Юқорида келтирилган схемадан мартенситнинг кристалл панжараси тетрагонал эканлиги кўриниб турибди. Маълумки, α -темирнинг кристалл панжараси ҳамми марказлашган куб ва унда кўпи билан 0,02% углерод эрийди. Агар α -темирда 0,02% дан ортиқ, масалан, γ -темирда эриганча миқдорда углерод бўлса, у ҳолда, α -темир углеродга ўта тўйинади ва ҳосил бўлган қаттиқ эритманинг (ферритнинг) кристалл панжараси ортиқча углерод атомлари ҳисобига чўзилиб, тетрагонал шаклини олади. Демак, мартенсит углеродга ўта тўйинган феррит экан. Ўта тўйинган бундай қаттиқ эритма барқарор бўлмайди: қиздирилганда 700°C га яқин температурада ундаги ортиқча углероднинг ҳаммаси кристалл панжарадан цементит тарзида ажралиб чиқиши ва тетрагонал панжара куб панжарага айланиши, яъни мартенситдан феррит билан цементит аралашмаси ҳосил бўлиши мумкин.

Тетрагонал панжара катта параметрининг (c нинг) кичик параметрига (a га) нисбати панжаранинг тетрагоналлик даражаси деб аталади ва n билан белгиланади:

$$n = \frac{c}{a}.$$

Мартенсит таркибида углерод миқдори қанча кўп бўлса, унинг тетрагоналлик даражаси шунча катта бўлади. Мартенситдан ортиқча углерод ажралиб чиққан сари мартенсит панжарасининг тетрагоналлик даражаси кичрая боради. Ундаги ортиқча углероднинг ҳаммаси цементит тарзида ажралиб чиққанда $n=1$ бўлиб қолди ва мартенсит феррит билан цементит аралашмасига айланади.

Мартенситда магнитавий хоссалар бўлади ва қолдиқ магнетизмни сақлаб қола олади. Шунинг учун доимий магнитлар

тайёрлашда қотишма тобланиб, мартенситавий структурали қилинади.

Легирланган пулатларда мартенсит ҳосил қилиш учун уларни кичикроқ тезликлар билан, масалан, мойда ёки ҳавода совитиш ҳам мумкин. Демак, мартенситавий структура ҳосил қилиш учун ҳар хил пулатлар турлича тезлик билан совитилади. Шу муносабат билан совитишнинг критик тезлиги деган тушунчага тўхталиб ўтамиз. Пулатда мартенсит ҳосил қилишга имкон берадиган энг кичик совитиш тезлиги *совитишнинг критик тезлиги* ёки *тобланишнинг критик тезлиги* деб аталади ва $v_{кр}$ билан белгиланади (92-расмга қаранг). Совитишнинг критик тезлиги аустенитнинг парчаланан бошлаш эгри чизигига уринма бўлиб ўтган. Демак, $v_{кр}$ дан катта ҳар қандай тезликда аустенит парчаланмай, мартенситга айланади, $v_{кр}$ дан кичик ҳар қандай тезликда эса аустенитнинг ҳаммаси ёки бир қисми цементит билан ферритга парчаланadi. Масалан, аустенит критик тезликдан кичик v_4 тезлик билан совитилди дейлик (92-расмга қаранг). Бунда v_4 тезлик чизиги аустенитнинг парчаланан бошлаш эгри чизигини кесиб ўтади, ammo аустенитнинг парчаланиб бўлиш чизигини кесмайди. Бундай тезлик билан совитилган аустенитнинг бир қисми парчаланиб, бир қисми мартенситга айланади.

Легирланган пулатларда совитиш критик тезлигининг кичик бўлишига сабаб шуки, уларда аустенитнинг изометрик парчаланаш диаграммаси ўнгроққа силжиган бўлади.

Пулатни термик ишлаш турлари

Пулатни термик ишлаш турлари жумласига юмшатиш, нормаллаш, тоблаш ва бўшатиш киради.

Пулатни юмшатиш. Пулатни маълум температурагача қиздириб, шу температурада зарур вақт тутиб турилгандан кейин секин совитиш процесси *юмшатиш* деб аталади. Пулатни юмшатишдан мақсад пулатдаги ички кучланишларни йўқотиш, пулат структурасини бир жинсли ва барқарор қилиш, пулатнинг доналарини майдалаштириш, қаттиқлигини пасайтириб, кесиб ишланувчанлигини яхшилаш, пулатни навбатдаги термик ишлашга тайёрлашдан иборат.

Пулатни юмшатишдан кўзда тутиладиган мақсадга кўра, юмшатиш иккига: биринчи тур юмшатиш билан иккинчи тур юмшатишга бўлинади. Биринчи тур юмшатишда пулат фазалар ўзгариши температурасидан ($A_{с1}$ критик нуқтадан) паст температурагача, иккинчи тур юмшатишда эса фазалар ўзгариши температурасидан ($A_{с1}$ ёки $A_{с3}$ критик нуқтадан) юқори температурагача қиздирилади.

Биринчи тур юмшатишдан кўзда тутиладиган мақсад совуқлайин босим билан ишланган пулатда ҳосил бўлган ички кучланишларни йўқотиш, пулатнинг қаттиқлигини пасайтириб, плас-

тиклиги ва қовушоқлигини ошириш, яъни пўлатни босим билан ишланишдан олдинги ҳолатига қайтаришдан иборат. Биринчи тур юмшатишда пўлат рекристалланиш температурасидан юқорироқ температурагача (600—700°C гача) қиздирилади (93-расм). Шу температурада рекристалланиш процесси тугагунча тутиб турилади ва секин совитилади. Қиздириш температураси қанча юқори бўлса, пўлат шунча оз вақт тутиб турилади. Биринчи тур юмшатиш *рекристаллизация юмшатиш* деб аталади.

Иккинчи тур юмшатишдан кўзда тутилдиган мақсад пўлат доналарини майдалаштириш, барқарор ва анча юмшоқ структура ҳосил қилиш, пўлат структурасини бир жинсли қилиш ва бошқалардан иборат. Иккинчи тур юмшатишга тўла юмшатиш, чала юмшатиш, сфероидловчи юмшатиш, диффузион юмшатиш ва изотермик юмшатиш киради.

Тўла юмшатиш. Одатда, эвтектоиддан олдинги ва эвтектоидвий пўлатларгина тўла юмшатилади. Тўла юмшатишда пўлат As_3 критик нуқтадан 20—30°C юқори температурагача қиздирилиб (93-расм), шу температурада маълум вақт (қиздириш вақтининг $\frac{1}{4}$ улушича) тутиб турилгандан кейин, 600—400°C гача жуда секин (печь билан бирга)—углеродли пўлатлар соатига 100—150°C, легирланган пўлатлар эса соатига 30—50°C тезлик билан совитилади. Пўлат тўла юмшатишда унинг структураси майда донали бўлади, пўлатдаги ички кучланишлар йўқолади, пўлат юмшоқ ва қовушоқ бўлиб қолади. Тўла юмшатиш усулидан қиздириб туриб босим билан ишланган пўлатларни ва, баъзан, пўлат қуймаларни қайта кристаллаш учун фойдаланилади. Тўла юмшатиш натижасида феррит билан перлит бир текис тақсимланади.

Тўла юмшатилиши керак бўлган пўлат буюмлар металл яшиқларга труба ёки реторталарга жойланиб, бу идишлар қум, чўян қипиғи ёки кўмир кукуни билан тўлдирлади-да, сўнгра қиздирилади. Бундай қилинганда пўлат сирти углеродсизланмайди ва оксидланмайди. Юмшатиш вақтида пўлат сиртқи қатламини углеродсизланиш ва оксидланишдан сақлашнинг энг яхши усули ҳимояловчи муҳитда юмшатишдир. Бунинг учун печларнинг камераларида нейтрал атмосфера ҳосил қилинади. Бундай печлар *ҳимояловчи атмосферали печлар* деб аталади.

Чала юмшатиш. Чала юмшатишда эвтектоиддан олдинги пўлатлар As_1 критик нуқтадан юқори, аммо As_3 критик нуқтадан паст (одатда, 780—800°C гача), эвтектоиддан кейинги пўлатлар эса As_1 дан юқори, аммо As_m дан паст температурагача (одатда, 750—770°C гача) қиздирилиб (93-расм), шу температурада маълум вақт тутиб турилгандан кейин секин совитилади. Чала юмшатишда фақат перлит қайта кристалланади, феррит (эвтектоиддан олдинги пўлатларда) ва цементит (эвтектоиддан кейинги пўлатларда) ўзгармай қолади. Чала юмшатиш усулидан, асосан, эвтектоиддан кейинги пўлатлар учун фойдаланилади. Эвтектоиддан олдинги пўлатлар эса камдан-кам ҳол-

ларда чала юмшатилади. Эвтектоиддан олдинги пўлатлардан прокатланган ва боғланган буюмларгина чала юмшатилади. Бундай буюмларни чала юмшатишдан мақсад перлитни қайта кристаллаш ва ички кучланишларни йўқотишдан иборат.

Эвтектоиддан кейинги пўлатни чала юмшатишда у жуда секин совитилса ёки $680\text{--}750^\circ\text{C}$ температураларда узоқ вақт тутиб турилса, пўлатда йирик пластинкалардан иборат перлит ҳосил бўлади, бунинг натижасида эса пўлатни кесиб ишлаш осонлашади. Эвтектоиддан олдинги пўлатлар чала юмшатилма-са ҳам улар етарли даражада яхши кесиб ишланади; эвтектоиддан олдинги пўлатларнинг камдан-кам ҳоллардагина чала юмшатилишига сабаб ана шу.

Сфероидловчи юмшатиш (донадор перлит ҳосил қилиш). Эвтектоиддан кейинги пўлатлар учун энг яхши структура донадор перлит, чунки у пластинкасимон перлитдан юмшоқроқ ва қовушоқроқ бўлиб, кесиб ишланиш хусусияти юқоридир. Эвтектоиддан олдинги пўлатлар феррит билан пластинкасимон перлитдан тузилган тақдирдагина уларни кесиб ишлаш энг осон бўлади. Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, эвтектоиддан олдинги пўлатларда донадор перлит ҳосил қилиш ниҳоятда қийин. Шу сабабли сфероидловчи юмшатиш усули эвтектоидавий, эвтектоиддан кейинги ва легирланган, масалан, хромли пўлатларга татбиқ қилинади.

Бу хил юмшатишнинг сфероидловчи юмшатиш деб аталишига сабаб шуки, пўлатни юмшатиш жараёнида пластинкасимон перлит (цементит) сфероид шаклига киради.

Сфероидловчи юмшатиш учун эвтектоидавий ва эвтектоиддан кейинги пўлатлар A_{c1} критик нуқтадан сал ($20\text{--}30^\circ\text{C}$) юқори температурагача қиздирилади, шу температурада 3—5 соат тутиб турилгандан кейин $650\text{--}600^\circ\text{C}$ гача секин (соатига $30\text{--}50^\circ\text{C}$ тезлик билан) совитилади, сўнгра ҳавода совитса ҳам бўлади. Бунда пластинкасимон перлитнинг донадор перлитга айланишининг сабаби шуки, пўлат A_{c1} дан сал юқори температурагача қиздирилганда перлит аустенитга айланади, ортиқча (иккиламча) цементит эса ўзгармай қолади, яъни гетероген структура ҳосил бўлади. Гетероген структуранинг ўзгариши натижасида ҳамма вақт донадор перлит ҳосил бўлади, чунки эримай қолган (ортиқча) цементит заррачалари (кристалланиш марказлари) донадор цементит ҳосил бўлишига олиб келади. Донадор перлит ҳосил қилиш учун пўлат A_{c1} дан сал юқори температурагача қиздирилиши керак, чунки температура ундан кўтарилиб кетса, ортиқча цементит заррачалари аустенитда ундан кўтарилиб кетса, ортиқча цементит заррачалари аустенитда эриб, бир жинсли структура ҳосил қилади, бир жинсли аустенитдан эса ҳамма вақт пластинкасимон перлит ҳосил бўлади.

Баъзи пўлатларда донадор перлитнинг ҳосил бўлиши жуда қийин, шунинг учун, сфероидловчи юмшатишнинг одатдаги ре-

жимида пластинкасимон перлитнинг фақат бир қисмигина дондор перлитга айланади. Пластинкасимон перлитнинг дондор перлитга айланишини осонлаштиришнинг йўли такрор (циклик) юмшатиш деб аталадиган усулдан фойдаланишдир. Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, бунда одатдаги сферидловчи юмшатиш бир неча марта такрорланади. Бундай такрор юмшатишда ҳар қайси олдинги циклда ҳосил бўлган цементит заррачалари кристалланишнинг қўшимча марказлари бўлади, бунинг натижасида эса дондор перлит ҳосил бўлиши осонлашади.

Пулат Ac_1 дан сал паст температурагача қиздирилганда ҳам дондор перлит ҳосил бўлиши мумкин, ammo бунда пулатни узоқроқ вақт тутиб туриш, баъзан эса печь билан бирга совитиш керак бўлади, шунинг учун бу усулдан амалда кам фойдаланилади. Бу усулнинг ўрнига изотермик юмшатиш усулидан фойдаланган маъқул.

Диффузион юмшатиш (гомогенлаш). Қуйма пулатнинг таркиби, одатда, бир жинсли бўлмайди — пулатда дендритавий (кристаллар ичра) ва зонал ликвациялар бўлади. Бундай пулатнинг бутун ҳажми бўйича химиявий таркибини диффузия йўли билан бараварлаш, яъни уни бир жинсли қилиш (гомогенлаш) учун у Ac_3 критик нуқтадан $180\text{—}300^\circ\text{C}$ юқори температурагача қиздирилиб, шу температурада $12\text{—}15$ соат тутиб турилгандан кейин $600\text{—}550^\circ\text{C}$ гача секин совитилади. Юмшатишнинг бу тури *гомогенлаш* деб ҳам аталади.

Пулат юқори ($1000\text{—}1100^\circ\text{C}$) температурагача қиздирилиб, шу температурада узоқ вақт тутиб турилганда унинг доналари анча йириклашади ва, шунинг учун, диффузион юмшатилган пулат структураси йирик донали бўлади. Бундай пулатни майда донали қилиш учун у одатдаги усул билан қайта юмшатилади. Гомогенланган пулатнинг механикавий хоссалари, айниқса, зарбий қовушоқлиги анча яхши бўлади. Агар прокатландиган ёки болғаландиган қуймалар диффузион юмшатилган бўлса, уларни қўшимча юмшатишга ҳожат қолмайди, чунки йирик доналар пластик деформация вақтида майдаланади.

Изотермик юмшатиш. Изотермик юмшатишда эвтектоиддан олдинги пулат Ac_3 нуқтадан, эвтектоиддан кейинги пулат эса Ac_1 нуқтадан $20\text{—}30^\circ\text{C}$ юқори температурагача қиздирилиб, шу температурада перлит батамом аустенитга айлангунча тутиб турилади, сунгра Ar_1 нуқтадан $50\text{—}100^\circ\text{C}$ паст температурагача тез совитилиб, аустенит феррит билан цементитга батамом парчалангунча тутиб турилади. Изотермик юмшатишнинг одатдаги юмшатишдан фарқи шуки, бунда вақт кам кетади ва гомогенлик даражаси анча юқори структура ҳосил бўлади.

Таркибида кўп миқдор хром, никель ва бошқа элементлар бўлган пулатларда аустенит анча барқарор бўлади, бундай пулатлардаги аустенитни феррит билан цементит аралашмасига

айлантириб, пўлатнинг кесиб ишланувчанлигини яхшилашнинг бирдан-бир усули изотермик юмшатишдир.

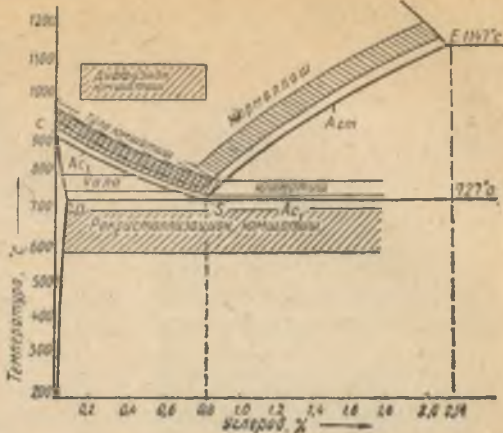
Пўлатни изотермик юмшатиш процесси, одатда, икки печда ёки температура зоналари ҳар хил бўлган битта печда ўтказилади: бу печларнинг бирида ёки печнинг бир зонасида пўлат A_{c3} (A_{c1}) нуқтадан юқори температурагача қиздирилиб, сўнгра температураси A_{c1} дан пастроқ бўлган иккинчи печга ёки печнинг иккинчи зонасига ўтказилади ва у ерда пўлат зарур вақт тутиб турилгандан кейин ҳавода совитилади.

Пўлатни нормаллаш. Эвтектоиддан олдинги пўлатларни A_{c3} нуқтадан ва эвтектоиддан кейинги пўлатларни A_{cm} нуқтадан $30-50^{\circ}\text{C}$ юқори температурагача қиздириб (93- расмга қаранг), шу температурада пўлат структураси нуқул аустенитдан иборат бўлгунча тутиб турилгандан кейин ҳавода совитиш процесси *нормаллаш* деб аталади.

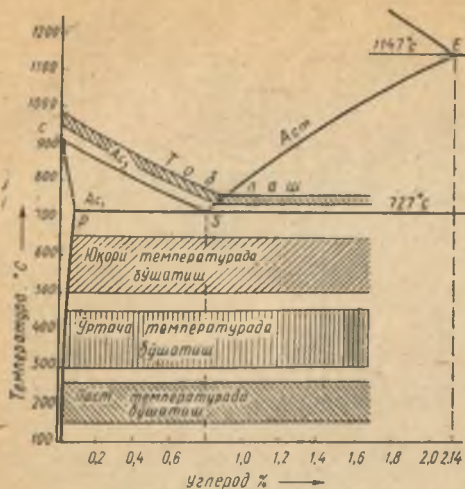
Нормаллашдан мақсад эвтектоиддан олдинги пўлатларда майда донали структура ҳосил қилиш, эвтектоиддан кейинги пўлатларда эса ички кучланишларни, наклёпни ва иккиламчи цементит тўрини йўқотишдан иборат. Пўлатни узил-кесил термик ишлашдан, совуқлайн штамплашдан ёки кесиб ишлашдан олдин унда гомоген (бир жинсли) структура ҳосил қилиш учун у нормалланади.

Пўлат таркибидаги углерод миқдорига қараб, нормаллангандан кейин унинг структураси ва, демак, механикавий хоссалари ҳам ҳар хил бўлади. Таркибида углерод миқдори кам ($0,2-0,3\%$) бўлган пўлатлар нормалланганда уларнинг структураси, худди пўлат юмшатишгандаги каби, феррит билан перлитдан иборат, аммо юмшатишгандагига қараганда майдароқ донали бўлади. Шунинг учун ҳам нормалланган пўлатнинг пухталиги юмшатишган худди шундай таркибли пўлатникига қараганда юқорироқ, пластиклиги эса пастроқ бўлади.

Нормаллашда зарур температурагача қиздирилган пўлат юмшатишдагига қараганда анча тез совитилади. Демак, нормаллаш юмшатишга қараганда анча тежамлидир. Шунинг учун ҳам углеродли пўлатлар юмшатишмай, балки фақат нормалланади.



93- расм. Юмшатиш ва нормаллашда қиздириш температуралари оралиқлари.



94-расм. Тоблаш ва бўшатишда қиздириш температуралари ораликлари.

Пўлат тобланганда аустенит мартенситга айланади ва, шунинг учун, пўлатнинг қаттиқлиги анча ошади. Пўлатни тўғри тоблаш учун, тоблаш режимларини: қиздириш температурасини, шу температурада тутиб туриш вақтини ва совитиш шариоитини тўғри танлай билиш керак.

Қиздириш температурасини танлаш. Қиздириш температураси, асосан пўлатнинг химиявий таркибига боғлиқ. Углеродли пўлатларни тоблашда уларни қиздириш температураси пўлат таркибидаги углерод миқдорига қараб танланади. Масалан, эвтектоиддан олдинги пўлатлар Ac_3 критик чизиқдан, эвтектоиддан кейинги пўлатлар эса Ac_1 критик чизиқдан $30—50^{\circ}C$ юқори температурагача қиздирилади (94-расм). Эвтектоиддан олдинги пўлат Ac_3 нуқтадан $30—50^{\circ}C$ юқори температурагача қиздирилиб, шу температурада пўлат структураси нуқул аустенитдан иборат бўлгунча тутиб турилгандан кейин критик ёки ундан катта тезлик билан совитилса, пўлат тўла тобланади, яъни аустенитнинг жуда кўп қисми мартенситга айланади. Бинобарин, тўла тобланган пўлатнинг структураси мартенсит билан қолдиқ аустенитдан иборат бўлади. Агар эвтектоиддан олдинги пўлат Ac_1 дан юқори, аммо Ac_3 дан паст температурагача қиздирилиб, шу температурада маълум вақт тутиб турилса, перлит аустенитга айланади, феррит эса ўзгармай қолади; пўлат шу температурадан тез совитилганда у чала тобланади, яъни аустенитнинг жуда кўп қисми мартенситга айланади, феррит эса сақланиб қолади. Бинобарин, чала тобланган пўлатнинг структураси мартенсит, қолдиқ аустенит ва ферритдан иборат бўлади. Чала тобланган пў-

лат таркибида феррит бўлганлигидан унинг қаттиқлиги тула тобланган пўлатникидан пастроқ бўлади. Бундан ташқари, феррит тобланган пўлатнинг бушатиладан кейинги механикавий хоссаларини пасайтиради. Шу сабабли чала тоблаш усулидан фойдаланмаслик тавсия этилади.

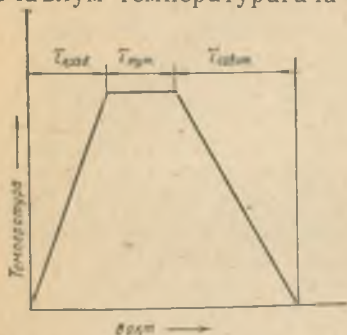
Эвтектоиддан кейинги пўлатни тоблашда уни A_{cm} критик нуқтадан паст, аммо A_{c1} нуқтадан юқори температурагача қиздириш яхши натижа беради, чунки бунда таркибидаги перлит аустенитга айланиб, цементит ўзгармайди. Зарур температурагача қиздирилган пўлат тез совитилганда аустенитнинг жуда кўп қисми мартенситга айланади, цементит эса сақланиб қолади. Бинобарин, тобланган пўлатнинг структураси мартенсит, қолдиқ аустенит ва цементитдан иборат бўлади. Цементит кўп жиҳатдан фойдалидир. Масалан, ортиқча (иккиламчи) цементит пўлатнинг қаттиқлигини ва ейилишга чидамлилигини оширади (цементитнинг қаттиқлиги $HRC \approx 80$). Эвтектоиддан кейинги пўлатни тоблашда уни A_{cm} нуқтадан юқори температурагача қиздириш ярамайди, чунки бунда пўлатнинг қаттиқлиги A_{c1} билан A_{cm} орасидаги температурагача қиздирилгандагига қараганда юқори бўлмайди, балки ортиқча цементитнинг аустенитда эриши ва қолдиқ аустенит миқдорининг ортиши оқибатида пасаяди. Бундан ташқари, аустенит доналари йириклашиб, ички кучланишлар ҳосил бўлиш эҳтимоли кучаяди, пўлатнинг сиртқи қатлами эса углеродсизланади. Бинобарин, эвтектоиддан олдинги пўлатни тоблашда уни қиздиришнинг нормал температураси A_{c3} дан $30-50^\circ\text{C}$ юқори температура бўлса, эвтектоиддан кейинги пўлатни тоблашда A_{c1} $30-50^\circ\text{C}$, баъзан эса $20-30^\circ\text{C}$ юқори температурадир.

Пўлатни тоблашда қиздириш тезлиги ва тутиб туриш вақти. Пўлатни тоблашда уни маълум температурагача секин-аста ва бир текис қиздириш керак, акс ҳолда ички кучланишлар ҳосил бўлади. Пўлатни, айниқса, 650°C гача бўлган температуралар оралиғида тез қиздириш ярамайди. Аммо ҳаддан ташқари секин қиздириш ҳам тўғри эмас, чунки бунда печининг иш унуми пасаяди, бундан ташқари, пўлатнинг сиртқи қатлами углеродсизланиши ва оксидланиши мумкин.

Пўлат зарур температурагача қиздирилгандан кейин уни шу температурада тутиб туриш вақти ҳам катта аҳамиятга эга, Тутиб туриш вақти пўлатда структуравий ўзгаришлар тугалланиши, пўлатнинг ҳолати ва температураси унинг ҳамма жойида бир текис бўлиши учун кифоя қилиши керак. Бунинг учун пўлат, айниқса массив пўлат айти температурада узоқ вақт тутиб турилиши лозим. Пўлатни маълум температурада тутиб туриш вақти пўлатнинг ўлчамларига (массасига), печда қандай жойлашганлигига, қисман эса температурага боғлиқдир. Температура қанчалик юқори ва пўлат буюм қанчалик юпқа (ингичка) бўлса, тутиб туриш вақти шунчалик қисқа бўлади. Заводларнинг термик цехларида пўлатни тоблашда уни

қиздириш тезлиги ва тутиб туриш вақтининг тайёр нормаларидан фойдаланилади, бу нормалар эса деталларни қиздириш ва аини температурада тутиб туриш вақтини бевосита ўлчаш йўли билан тузилади.

Пўлатни тоблашда уни совитиш тезлиги. Маълум температурагача қиздирилиб, шу температурада тутиб



95- расм. Тоблаш режимларининг графикавий ифодаси:

$\tau_{қизд}$ — қиздириш вақти; $\tau_{тут}$ — тутиб туриш вақти; $\tau_{совит}$ — совитиш вақти.

турилган пўлатни талаб этилган тезлик билан совитишнинг ҳам аҳамияти ғоят катта. Аустенитнинг мартенситга айланиши учун пўлатни тез совитиш керак. Аммо қиздирилган пўлатни уй температурасигача бир хил тезлик билан совитиш ярамайди. Маълумки, 650—400°C температуралар оралиғида аустенитнинг барқарорлиги энг паст бўлиб, феррит билан цементит аралашмасига энг осон парчаланadi. Бинобарин, тоблаш учун қиздирилган пўлат 650°C гача секинроқ совитилиши мумкин, аммо жуда секин совитиб юбориш ҳам ярамайди, чунки бунда аустенитнинг перлитга айланиши мумкин. 650 дан 450°C гача пўлат

тез совитилиши керак, шундай қилинганда аустенит парчаланishга улгура олмайди. 400°C дан пастда пўлатни яна секинроқ совитса бўлади, чунки 400°C дан пастда аустенит бирмунча барқарор бўлади. Ниҳоят, 250°C дан бошлаб, пўлатни секинроқ совитиш зарур, чунки пўлат тез совитилса, структуравий кучланишларга термик кучланишлар ҳам қўшилиши мумкин.

Пўлатни тоблаш ва, умуман, пўлатни термик ишлаш режимларини график тарзда ифодаласа ҳам бўлади. Бунинг учун температура — вақт координаталар системасидан фойдаланилади. Энг оддий бундай график намунаси 95- расмда тасвирланган.

Совитиш воситалари сув, ўювчи натрийнинг ёки ош тузининг сувдаги 10% ли эритмаси ва минерал мойлардир. Совитиш воситаси сифатида углеродли пўлатларни тоблашда 18—20°C ли сув, кўпчилик легирланган пўлатларни тоблашда эса минерал мойлар (машина мойи ва трансформатор мойи) тавсия қилинади.

Пўлатнинг тобланувчанлиги ва тобланиш чуқурлиги. Тоблаш натижасида пўлатнинг ўз қаттиқлигини ошира олиш хусусияти тобланувчанлик ёки тобланувчанлик даражаси деб аталади ва η билан белгиланади:

$$\eta = \frac{H_T - H_{Ю}}{H_{Ю}}$$

бу ерда H_T — тобланган пўлатнинг қаттиқлиги; $H_{ю}$ — юмшатиш пўлатнинг қаттиқлиги.

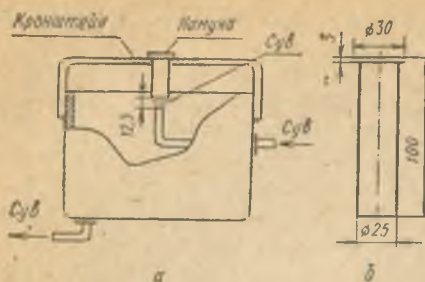
Пўлатнинг тобланувчанлиги, асосан, пўлат таркибидаги углерод миқдориغا боғлиқ. Пўлат таркибида углерод миқдори қанча кўп бўлса, унинг тоблангандан кейинги қаттиқлиги ва, демак, тобланувчанлиги шунча юқори бўлади. Маълумки, тобланган пўлат структураси, асосан, мартенситдан иборат. Мартенсит кристалл панжарасининг тетрагоналлик даражаси қанча катта бўлса, у шунча қаттиқ бўлади, мартенсит кристалл панжарасининг тетрагоналлик даражаси эса пўлатда углерод миқдори камайган сари пасайиб боради. Таркибида 0,3% дан кам углерод бўлган пўлатнинг тобланувчанлиги жуда паст, шунинг учун бундай пўлатларни тоблашнинг ҳожати йўқ.

Пўлатни тоблашдан мақсад унинг механикавий хоссаларини, асосан эса унинг қаттиқлигини ошириш, яъни унда мартенсит ҳосил қилишдир. Мартенсит ҳосил қилиш учун эса маълум даражагача қиздирилган пўлат критик ёки ундан юқори тезликда совитилиши керак. Аммо пўлат бундай тезлик билан совитилганда унинг ички қатламлари сиртқи қатламларига қараганда секинроқ, яъни критик тезликдан паст тезлик билан совийди, бинобарин, пўлатнинг ички қатламларида мартенсит эмас, балки, совиш тезлигига қараб, тростит ё сорбит ёки перлит ҳосил бўлади. Пўлатнинг мартенсит ҳосил бўлиш зонаси, яъни тобланиш қалинлиги *тобланиш чуқурлиги* деб аталади.

Пўлатнинг тобланиш чуқурлиги совитиш (тоблаш) критик тезлигига боғлиқ: совитишнинг критик тезлиги қанчалик паст бўлса, пўлатнинг тобланиш чуқурлиги шунчалик катта бўлади. Маълумки, совитишнинг критик тезлиги аустенитнинг изотермик парчаланиш диаграммаси вазиятига боғлиқ: бу диаграмма қанчалик ўнгроқда бўлса, критик тезлик шунчалик кичик ва, демак, пўлатнинг тобланиш чуқурлиги шунчалик катта бўлади. Масалан, йирик донали пўлатнинг тобланиш чуқурлиги майда донали пўлатникига қараганда катта, чунки унинг тобланиш критик тезлиги майда донали пўлатникидан кичикдир. Шу сабабли, чуқур ёки бутун ҳажми тобланиши керак бўлган деталлар йирик донали пўлатдан, сиртқи қатламлари тобланиши (қаттиқ бўлиши) талаб этиладиган деталлар эса майда донали пўлатдан ясалади.

Ҳозирги вақтда пўлат сиртидан 50% мартенсит ва 50% троститдан иборат (ярим мартенситли) структурагача бўлган оралиқ тобланган зона деб ҳисобланади ва ана шу зонанинг қалинлиги тобланиш чуқурлиги деб қабул қилинади. Энди, тобланиш чуқурлигининг қандай усуллар билан аниқланишини кўриб чиқайлик.

Тобланиш чуқурлиги тобланган пўлатнинг синмасига, микроструктурасига ва қаттиқлигига қараб аниқланади. Ҳозирги вақтда тобланиш чуқурлигини аниқлашнинг энг кўп қўлланиладиган усули тобланган пўлатнинг қаттиқлигини ўлчашдан



96-расм: а — тобланиш чуқурлигини аниқлаш қурилмасининг схемаси; б — пўлатдан тайёрланган намуна.

иборат. Бунинг учун, биринчи бўлиб Н. Т. Гудцов таклиф этган усулдан — пўлат намуна-нинг учини (торецини) тоблаш усулидан фойдаланилади.

Пўлат намунанинг учини тоблашда унинг қандай сови-тилиши 96-расмда кўрсатил-ган. Диаметри 25 мм ва узун-лиги 100 мм бўлган намуна (96-расм, б) ҳимояловчи ат-мосферали печда тоблаш тем-пературасигача қиздирилган-дан кейин кронштейнга илиб

қўйилади, сўнгра унинг пастки учига намуна батамом совигунча сув пуркалади. Бунда намунанинг пастки учи (тореци) макси-мал тезлик билан совийди, намунанинг совииш тезлиги учидан каллагига томон пасайиб боради. Намуна тобланиб бўлгач, унинг қарама-қарши икки ёни 0,3—0,4 мм чуқурликкача яхши-лаб жилвирланади, сўнгра унинг қаттиқлиги учидан каллагига томон ҳар 1,5 мм оралиқда ўлчаб чиқилади. Намунанинг учи-дан то ярим мартенсит структурали жойигача бўлган оралиқ шу намуна пўлатининг тобланиш чуқурлигини кўрсатади.

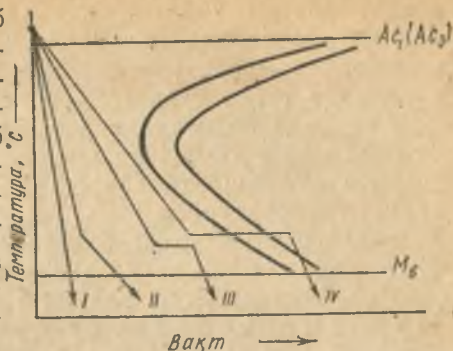
Пўлатни тоблаш усуллари. Пўлатни тоблаш усулини танлаш пўлатнинг химиявий таркибига, пўлатдан тайёрланган деталнинг шакли ва ўлчамларига, шунингдек, тобланган пўлатда қандай хоссалар бўлиши кераклигига боғлиқ. Пўлатни тоблашнинг бир неча усули мавжуд. Ана шу усуллارни кўриб чиқамиз.

Бир совитувчида тоблаш. Бу усул пўлатни тоб-лашнинг энг оддий усулидир (97-расм, I). Унинг моҳияти шун-дан иборатки, тоблаш температурасигача қиздирилган пўлат буюм совитувчи суюқликка (сув ёки мойга) туширилади* ва буюм ана шу суюқликда нормал температурагача совийди. Бу усулдан углеродли ва кам легирланган пўлатлардан тайёрланган оддий шакли буюмларни тоблашда фойдаланилади.

Бу усулнинг камчилиги шундаки, тобланган буюмларда кат-та ички кучланишлар ҳосил бўлади, бунинг натижасида эса буюмлар тоб ташлаши, баъзан эса дарз кетиши мумкин. Пўлат-да углерод миқдори қанча кўп бўлса, пўлатнинг ҳажмий ўзга-ришлари ва структуравий кучланишлари шунча катта ва, демак, дарз кетиш хавфи шунча юқори бўлади. Ички кучланишларни камайтириш учун пўлат буюмлар совитувчи суюқликка дарҳол

* Ўлчамлари 2—5 мм дан ортиқ деталлар сувга, ўлчамлари ундан кичик деталлар ва баъзи легирланган пўлатлардан тайёрланган деталлар эса мойга солинади.

туширилмайди, балки бир-мунча вақт ҳавода совитиб олчанади ва шундан кейингина совитувчи суюқликка солинади. Тоблашнинг бу усули *шамоллатиб тоблаш* деб аталади. Шамоллатиб тоблаш усулидан фойдаланишда эвтектоиддан олдинги пўлатлар температураси A_{r3} критик нуқтадан, эвтектоиддан кейинги пўлатлар температураси эса A_{r1} критик нуқтадан пасайиб кетмаслиги керак.



97-расм. Тоблашнинг ҳар хил усулларида совитиш тезликлари (схема).

Икки совитувчида тоблаш. Бу усулдан

пўлат буюмда ҳосил бўладиган ички кучланишларни камайтириш учун фойдаланилади (97-расм, II). Буюм олдин тез совитувчи муҳитда (сувда) $400-300^{\circ}\text{C}$ гача совитилгандан кейин, секин совитувчи муҳитга (мойга) ўтказилади ёки ҳавода совитилади. Бу усулдан фойдаланилганда аустенитнинг мартенситга айланиш процесси секин совиш жараёнида борганлигидан ички кучланишлар камаяди.

Икки совитувчида тоблаш усули кўп углеродли пўлатдан тайёрланган асбоблар (фреза, плашка, метчик ва шу кабилар) учун энг кўп қўлланилади.

Бу усулнинг камчилиги шундаки, деталнинг биринчи совитувчида тутиб туриш вақтини белгилаш жуда қийин, чунки бу вақт бир неча секундгина давом этади. Агар вақт ўтказиб юборилса, аустенит парчаланиши мумкин. Детални биринчи совитувчида тутиб туриш вақтини аниқ белгилаш учун, тоблашнинг босқичли усулидан фойдаланилади.

Босқичли тоблаш (97-расм, III). Бу усул тоблаш температурасигача қиздирилган пўлат буюмни температураси M_6 нуқтадан юқори бўлган муҳитга (суюқлантирилган тузга) тушириб, деталнинг ҳамма жойида температура шу муҳит температурасига бараварлашгунча тутиб туриш, сўнгра эса мойда ёки ҳавода совитишдан иборат. Детални икки босқичда совитиш ички кучланишларни, тоб ташлаш ва дарз кетиш хавфини камайтиради. Бу усул углеродли пўлатдан тайёрланган майда (диаметри ёки қалинлиги 10 мм гача бўлган) буюмларни тоблашдагина қўлланилади.

Легирланган пўлатларнинг тобланиш критик тезлиги катта бўлмаганлиги учун улардан тайёрланган каттароқ (30 мм гача) кесимли деталларни ҳам босқичли усул билан тоблаш мумкин.

Ҳозирги вақтда асбобсозлик заводларининг баъзиларида поғонали тоблашнинг о қ а р т м а т о б л а ш деб аталадиган янги

усулидан кенг кўламда фойдаланилмоқда. Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, тобланиши керак бўлган асбоб суюқлантирилган натрий хлорид (NaCl)дан иборат ваннада As_1 дан $30\text{—}50^\circ\text{C}$ юқори температурагача қиздирилиб, шу температурада маълум вақт тутиб турилгандан кейин 180°C чамаси температурали ваннада совитилади (совитувчи муҳит сифатида 75% KOH билан 25% NaOH ва шу ишқорлар оғирлигининг $6\text{—}8\%$ миқдорича сув ишлатилади). Ишқорлар аралашмасининг суюқланиш температураси 145°C га яқин, бу аралашмага сув ҳам қушилганлиги учун, унинг тоблаш хусусияти юқори бўлади.

Бу усулда тобланган деталларнинг сирти жуда тоза бўлиб чиқади ва, шунинг учун, уларни тозалашга зарурат қолмайди.

Пуркама тоблаш. Бу усул тоблаш температурасигача қиздирилиб, шу температурада зарур вақт тутиб турилган деталга сув пуркашдан иборат. Деталнинг бир қисмини тоблаш варур бўлгандагина ана шу усулдан фойдаланилади.

Бўшатиш билан бўладиган тоблаш. Бу усулдан деталларнинг маълум бир қисмини, масалан, асбобларнинг иш қисмини тоблашда фойдаланилади. Маълумки, темирчилик асбоблари ва бошқа асбобларнинг иш қисми қаттиқ бўлиши, иш қисмидан қуйруғига томон қаттиқлиги пасайиб бориши керак. Бунинг учун, тоблаш температурасигача қиздирилган асбобнинг фақат иш қисмигина совитувчи муҳитга ботирилади-да, ундан олиниб, қолган қисмидаги иссиқлик ҳисобига иш қисмининг маълум температурагача қизиши учун кутиб турилади, сўнгра эса совитилади. Ана шу процесда асбобнинг иш қисми ҳам тобланади, ҳам бўшайди. Бўшатиш билан бўладиган тоблаш тўғрисидаги мукамалроқ маълумотни пўлатни бўшатиш темасидан (233 ва 234-бетлар) қаранг.

Изотермик тоблаш. Бунда ҳам худди босқичли тоблаш усулидаги каби, зарур температурагача қиздирилган пўлат совитувчи муҳитга (суюқлантирилган туз ёки суюқлантирилган ишқор ваннасига) солинади. Изотермик тоблашнинг босқичли тоблашдан фарқи шуки, изотермик тоблашда пўлат ваннада (ўзгармас температурада) аустенитнинг изотермик парчаланиши батамом тугагунча тутиб турилади, сўнгра эса ҳавода совитилади (97-рasm, IV). Ваннанинг температураси $M\text{B}$ нуқтадан юқорироқ, масалан, $250\text{—}350^\circ\text{C}$ гача бўлиши керак. Изотермик тобланган пўлатнинг структураси нинасимон троостит (бейнит)дан иборат бўлиб, қаттиқлиги бошқа усулда тобланган пўлатникидан пастроқ ($HRC=45\text{—}55$), аммо қовушоқлиги (пластиклиги) юқорироқ бўлади. Пўлатни ўзгармас температурали муҳитда (ваннада) тутиб туриш вақти айни пўлат учун аустенитнинг изотермик парчаланиш диаграммасидан топилади.

Совитувчи муҳит сифатида NaNO_3 (суюқланиш температураси 310°C), 50% NaNO_3 билан 50% KNO_3 аралашмаси (суюқланиш температураси 220°C), 50% NaNO_2 билан 50% KNO_2 аралашмаси (суюқланиш температураси 150°C), 20% NaOH билан

80% КОН аралашмаси (суюқланиш температураси 140°C) ёки бошқа туз ва ишқорлар аралашмаси ишла-тилади.

Изотермик тоблашда пўлат унча тоб ташламайди ва дарз кетмайди. Изотермик тоблаш пўлат буюмларда нинасимон троостит (бей-нит) структура ҳосил қилишнинг бирдан-бир усулидир.

Тоблашда совитиш қоидалари. Пўлат буюмларнинг бенуқсон тобланиши уларнинг совитувчи суюқликка

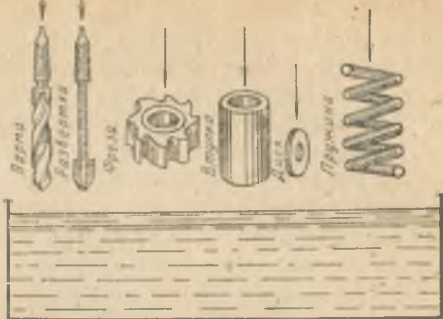
қандай вазиятда туширилишига ҳам кўп даража боғлиқдир. Шунинг учун деталь ва асбобларни тоблашда қуйидаги асосий қоидаларга риоя қилиш тавсия этилади.

Узун деталь ва асбоблар, масалан, бармоқ, втулка, парма, метчик, развёртка ва шу кабилар совитувчи суюқликка тик, йўғон ва ингичка қисмлари бўлган деталлар йўғон томони билан, дисклар қирраси билан туширилиши керак ва ҳоказо (98-расм).

Тоблашда вужудга келадиган нуқсонлар. Пўлат тўғри тобланмаса, унда ҳар хил нуқсонлар ҳосил бўлиши мумкин. Бу нуқсонлар жумласига, масалан, тобланган пўлат қаттиқлигининг етарли даражада бўлмаслиги, мўрт бўлиб қолиши, деталда тобланмай қолган жойлар бўлиши, деталь сиртининг углеродсизланиши ва оксидланиши, деталнинг тоб ташлаши, дарз кетиши ва бошқалар киратади.

Тобланган деталь қаттиқлигининг етарли даражада бўлмаслиги. Бу нуқсон температуранинг зарур даражадан пастроқ бўлганлиги, деталнинг тоблаш температурасида етарли вақт тутиб турилмаганлиги ёки етарли даражада тез совитилмаганлиги натижасида келиб чиқади. Температура пастроқ бўлса ёки тоблаш температурасида деталь етарли вақт тутиб турилмаса, аустенит углеродга кам тўйинади, бунинг оқибатида мартенситнинг қаттиқлиги пасаяди. Деталь етарли даражада тез совитилмаса, аустенит мартенситга айланиш даражасигача ўта совимай, бунинг оқибатида пўлат структураси ё қисман ёки батамом троостит ёхуд сорбитдан иборат бўлиб қолади. Бу нуқсонни йўқотиш учун деталь юмшатилиб, сўнгра қайта тобланади.

Тобланган деталнинг мўрт бўлиб қолиши. Бу нуқсон детални керагидан юқори температурагача қиздириб юборишдан (ўта қиздиришдан) келиб чиқади. Пўлат ўта қиздириб юборилса, аустенит доналари йириклашиб кетади ва



98-расм. Тоблашда асбоб ва деталларни совитувчи суюқликка тушириш усуллари.

пўлат тобланганда унинг мўртлиги ошади. Бу нуқсонни йўқотиш учун пўлат юмшатилиб, такрор тобланади.

Деталь жуда юқори — пўлатнинг суюқланиш температура-сига яқин температурагача қиздириб юборилса, кислород пўлат ичига кириб, доналар чегарасида оксидлар ҳосил қилади ва пўлат тобланганда жуда мўрт бўлиб қолади. Бундай нуқсон *куйиш* деб аталади ва уни тузатиб бўлмайди.

Деталь сиртининг углеродсизланиши ва оксидланиши. Бу нуқсон пўлат сиртида куйинди (оксид) ҳосил бўлиши ва пўлатнинг сиртқи қатламидаги углероднинг куйиб кетишидан иборат. Пўлат ҳимоя атмосфераси бўлмаган печларда қиздирилганда унинг сирти углеродсизланади ва оксидланади. Бу нуқсонни термик ишлаш йўли билан тузатиб бўлмайди. Агар деталь бундай печларда қиздириладиган бўлса, тоблангандан кейин уни жилвирлаб, углеродсизланган ёки оксидланган қатламини йўқотиш учун деталда қўйим қолдирилади, бу эса термик ишланадиган деталь тайёрлаш технологиясини мураккаблаштиради ва детални қимматга туширади. Бу нуқсоннинг олдини олиш учун деталлар ҳимояловчи атмосферали печларда қиздирилиши керак. Тобланадиган детални суюқлантирилган тузларда, шунингдек, вакуумда қиздириш йўли билан ҳам бундай нуқсонларнинг олди олинади.

Деталда тобланмаган жойларнинг қолиши. Бу нуқсон деталларнинг нотекис совитилиши, совитиш процес-сида деталларнинг бир-бирига тегиб туриши, деталлар сиртининг ифлосланганлиги, пўлат структурасининг бир жинсли бўлмаслигидан келиб чиқади. Бундай нуқсоннинг олдини олиш учун юқоридаги сабаблар йўқотилиши керак.

Деталнинг тоб ташлаши ва дарз кетиши. Бу нуқсонларнинг сабаби ички кучланишлардир. Ички кучланишлар пўлатни қиздириш ва совитиш вақтида вужудга келади. Улар температурага ва структуравий ўзгаришларга боғлиқ. Масалан, аустенитнинг мартенситга айланишида пўлат ҳажми 3% гача ортади. Деталнинг ҳар хил ўлчамли қисмлари бўлса, тоблаш вақтида бу қисмларнинг совиш тезлиги турлича бўлади ва улардаги структуравий ўзгаришлар ҳажм жиҳатидан бир-биридан фарқ қилиб қолади, оқибатда ички кучланишлар зўрайиб, деталнинг тоб ташлаши ва баъзан дарз кетишига сабаб бўлади.

Тобланаётган деталь аустенитнинг мартенситга айланиш соҳасида (250°C дан пастда) секин совитилса, яъни босқичли ёки изотермик тобланса ёхуд икки муҳитда совитилса, ички кучланишлар камайиб, бундай нуқсонларнинг олди олинган бўлади. Майда, шунингдек, шакли оддий деталлар тоб ташлашга камроқ мойил бўлади. Шакли мураккаб деталлар кўпроқ тоб ташлайди, шунинг учун уларни углеродли пўлатлардан эмас, балки легирланган пўлатлардан тайёрлаш маъқулроқ, чунки углеродли пўлатлар сувда, легирланган пўлатлар эса мойда ёки ҳавода

тобланади. Дарзлар тузатиб бўлмайдиган нуқсонлардир, тоб ташлаган деталларни эса тўғрилаш йўли билан тузатиш мумкин.

Пўлатни бўшатиш. Тобланган пўлатни As_1 критик нуқтадан паст температурагача қиздириб (94-расмга қаранг), шу температурада маълум вақт тутиб турилгандан кейин секин ёки тез совитиш процесси *бўшатиш* деб аталади. Тобланган пўлатни бўшатиш термик ишлашнинг энг охири тури бўлиб, бунда беқарор структура барқарор ҳолатга келади, ички кучланишлар камаяди, пўлатнинг қовушоқлиги ортади.

Тобланган пўлатнинг хоссалари бўшатишнинг қанчалик тўғри ўтказилганлигига кўп даража боғлиқдир. Пўлатни бўшатишдаги асосий факторлар қиздириш температураси ва шу температурада тутиб туриш вақтидир. Асосий эътибор қиздириш температурасини танлашга ва бўшатиш процесси вақтида шу температурани сақлаб туришга қаратилиши керак. Кўпинча, паст температурада бўшатиладиган деталлар суюқлантирилган туз ванналарида қиздирилади. Детални паст ва ўртача температурагача қиздириб, сўнгра бўшатишда ҳаволи (оксидловчи атмосферали) печлардан фойдаланиладиган бўлса, пирометр бўлмаган тақдирда, температура режими деталь сиртининг рангига қараб назорат қилиб турилади. Ана шу ранг *товланиш ранги (оксидлар ранги)* деб аталади (*II* рангли жадвалга қаранг). Пўлат қиздирилганда оксидлана бошлайди ва пўлатнинг тоза (жилвирланган) сиртида оксидларнинг юпқа тиниқ пардалари ҳосил бўлади. Шу пардаларнинг қалинлигига қараб, улар турлича тусга киради. Бундай ранглarning пайдо бўлиши оксиднинг ҳар хил қалинликдаги пардаларида оқ рангнинг интерференцияланиши билан боғлиқдир. Пўлатни бўшатиш процесси қандай факторларга боғлиқ бўлса, парданинг қалинлиги ҳам худди шу факторларга, яъни қиздириш температурасига ва шу температурада тутиб туриш вақтига боғлиқдир. Шу сабабли оксидлар ранги пўлатнинг қай даражада бўшатилаётганлигини тахминан билишга имкон беради.

Пўлат оксидлар рангига қараб икки усулда бўшатилади.

1. Зарб билан ишлайдиган кесувчи асбобни тоблашда сувда унинг фақат иш қисмигина совитилади ва сувдан олингач, унинг сувга тегмаган қисми несиқлиги ҳисобига маълум температурагача қизиши (оксидлар рангига қараб) кутиб турилади. Бу ҳодиса бўшатиш билан бўладиган тоблашдир.

2. Асбобнинг ҳамма ёғи тобланади, шундан кейин суюқлантирилган туз ёки қўрғошин ваннасида юқорироқ температурада асбобнинг иш қисмидан бошқа қисмлари бўшатилади ва пўлатнинг иссиқ ўтказувчанлигидан фойдаланиб, иш қисми қиздирилади. Бунда ҳам қизиш даражаси оксидлар рангига қараб аниқланади. Асбобнинг иш қисми бўшатиш температурасигача қизгандан кейин бутун асбоб дарҳол совитилади.

• Таркибидаги углерод миқдори бир хил бўлган пўлатдан тайёрланган асбоб иш қисмининг қаттиқлиги бўшатиш температу-

расига боғлиқ бўлади. Асбобнинг иш қисми кук тусда (оксидлар ранги кук бўлганда) бўшатишса, унинг қаттиқлиги энг паст, сарик тусда бўшатишганда эса энг юқори бўлади.

Пўлат паст температурада, ўртача температурада ва юқори температурада бўшатилиши мумкин.

Паст температурада бўшатиш. Бунда пўлат 200°C чамаси температурагача қиздирилиб (94-расмга қаранг), сўнгра шу температурада тутиб турилгандан кейин совитилади. Паст температурада бўшатишган пўлатнинг структураси, асосан, бўшатишган мартенситдан иборат бўлади, чунки пўлат юқорида кўрсатилган температурада тутиб турилганда тобланиш натижасида ҳосил бўлган беқарор мартенсит барқарор мартенситга — бўшатиш мартенситига айланади. Бунда ички кучланишлар камаяди ва қолдиқ аустенитнинг кўп қисми бўшатиш мартенситига айланади.

Паст температурада бўшатиш усулидан кесувчи асбоблар, ўлчаш асбоблари ва қаттиқ бўлиши талаб этиладиган бошқа буюмлар учун фойдаланилади, чунки бунда тобланган пўлатнинг қаттиқлиги сақланиб қолади.

Ўртача температурада бўшатиш. Бунинг учун пўлат 250—450°C гача қиздирилиб (94-расмга қаранг), шу температурада маълум вақт тутиб турилгандан кейин совитилади, натижада мартенсит бўшатиш трооститига айланади. Бунда пўлатнинг қаттиқлиги сезиларли даражада пасаяди, қовушоқлиги эса ортади. Бўшатишнинг бу туридан пружина ва рессорлар, шунингдек, қаттиқлиги ўртача, аммо анча пухта ва эластик бўлиши талаб этиладиган асбоблар учун фойдаланилади.

Юқори температурада бўшатиш. Бунинг учун, тобланган пўлат 450 дан 700°C гача қиздирилиб (94-расмга қаранг), шу температурада зарур вақт тутиб турилгандан кейин совитилади. Натижада мартенсит бўшатиш сорбитига айланади. Бўшатишнинг бу тури юқори кучланишлар, айниқса эса зарблар таъсирида бўладиган деталлар учун қўлланилади. Юқори температурада бўшатишган пўлатнинг қаттиқлиги анча пасаяди, аммо қовушоқлиги анча ортади, мустаҳкамлик чегараси ва эластиклиги эса ўртача бўлади.

Пўлатга нолдан паст температурада ишлов бериш. Тобланган пўлатда ҳамма вақт қолдиқ аустенит бўлиши бизга маълум. Ана шу қолдиқ аустенитнинг кўп қисмини мартенситга айлантириб, пўлатнинг қаттиқлигини янада ошириш учун пўлатга *нолдан паст температурада ишлов бериш*, бошқача айтганда, пўлатни *совуқ билан ишлаш* деб аталадиган усулдан фойдаланилади. Бу усулни совет олимларидан А. П. Гуляев, С. С. Штейнберг ва бошқалар топган.

Совуқ билан ишлаш усулидан таркибида углерод миқдори 0,6 дан ортиқ бўлган пўлатлар, шунингдек, легирилган пўлатлар учун фойдаланилади, чунки бундай пўлатлар тобланганда кўп миқдор аустенит мартенситга айланмай қолади (тобланган

кўп углеродли ва легирланган пўлатларда нормал температурада 12% гача, тезкесар пўлатда эса ҳатто 35% гача қолдиқ аустенит бўлади).

Совуқ билан ишлашнинг моҳияти шундан иборатки, тобланган, аммо бўшатилмаган деталлар нолдан анча паст температурага совитилади. Бунда қолдиқ аустенитнинг жуда кўп қисми мартенситга айланади, натижада пўлат таркибида мартенсит миқдори ортади. Мартенсит миқдори ортганда эса, биринчидан, пўлатнинг қаттиқлиги ошади, иккинчидан, пўлатнинг ҳажми кенгайди ва барқарор бўлиб қолади. Пўлатнинг қаттиқлашуви кесувчи асбоблар учун ниҳоятда муҳим бўлса, пўлатнинг барқарорлашуви ўлчаш асбоблари учун катта аҳамиятга эгадир. Пўлат ҳажмининг барқарорлашувига сабаб шуки, тобланган пўлат совуқ билан ишланганда қолдиқ аустенитнинг миқдори камаяди ва, демак, аустенитнинг нормал температурада парчаланишига барҳам берилган бўлади.

Пўлатга нолдан паст температурада ишлов беришда энг кўп қўлланиладиган совитувчи воситалар суюқ кислород (унинг температураси — 183°C), суюқ азот (температураси — 196°C), қуруқ муз (қаттиқ CO₂) билан спирт аралашмасидир (бу аралашманинг суюқланиш температураси — 78,5°C га тенг). Тобланган деталь ва асбобларни совуқ билан ишлаш учун махсус совиткич машиналардан ҳам фойдаланилади.

Легирланган пўлатларни термик ишлаш

Легирланган пўлатларни термик ишлашнинг ўзига хос хусусиятлари бўлади, бу хусусиятлар легирланган пўлатлар таркибида легирловчи элементлар борлигидан келиб чиқади. Легирловчи элементлар пўлатнинг иссиқлик ўтказувчанлигини пасайтиради ва критик нуқталар вазиятини ўзгартиради. Шу сабабли, легирланган пўлатларни термик ишлаш қиздириш температураси, қиздириш тезлиги, тутиб туриш вақти, совитиш тезлиги ва совитиш усуллари жиҳатидан углеродли пўлатларни термик ишлашдан фарқ қилади.

Легирланган пўлатларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги углеродли пўлатларникига қараганда паст бўлади, шу сабабли, термик ишлашда улар секинроқ қиздирилади, зарур температурада узоқроқ тутиб турилади ва секинроқ совитилади.

Легирловчи элементларнинг баъзилари критик нуқталарни кўтарса, баъзилари пасайтиради. Термик ишлашда қиздириш температураси, маълумки, критик нуқталарга боғлиқ, яъни критик нуқталар қанчалик юқори бўлса, қиздириш температураси ҳам шунчалик юқори бўлади. Шунинг учун легирланган пўлатларни термик ишлашда қиздириш температурасини таълаш улар таркибидаги легирловчи элементларга боғлиқ. Критик нуқталарни кўтарувчи элементлар жумласига V, W, Mo, Ti, Cu, Al, Si ва бошқалар, критик нуқталарни пасайтирувчи элементлар жумласига эса Mn, Ni, Co, Zn ва бошқалар киради.

Термик ишлашда қиздириш температурасини танлашда аустенит доналарининг йириклашувга (усишга) қанчалик мойил эканлиги ҳам катта аҳамиятга эга, чунки температура маълум чегарадан ортиб кетса, аустенит доналари йириклаша боради, натижада пўлатнинг механикавий хоссалари пасаяди.

Легирловчи элементларнинг марганецдан бошқа ҳаммаси аустенит доналарининг усишига қаршилик қилади. Аустенит доналарининг усишига карбид ҳосил қилувчи элементлар, масалан, Сг, V, W, Мо, Ti, Nb ва бошқалар айниқса кучли қаршилик кўрсатади. Бунинг сабаби шуки, бу элементларнинг карбидлари аустенит доналари чегарасида жойлашади ва доналарнинг усишини қийинлаштиради. Бинобарин, марганецдан бошқа элементлар билан легирланган пўлатларни термик ишлашда улар углеродли пўлатларни термик ишлашдагига қараганда анча юқори температурагача қиздирилганда ҳам аустенит доналари айтарли даражада йириклашмайди.

Легирланган пўлатлар зарур температурагача қиздирилгандан кейин шу температурада кўпроқ вақт тутиб турилади, чунки уларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги паст бўлганлигидан, пўлатнинг бутун ҳажми бўйича қизиши, шунингдек, карбидларнинг аустенитда батамом эриши учун кўпроқ вақт керак бўлади; легирловчи элементларнинг карбидлари аустенитда батамом эриганда эса пўлатнинг механикавий хоссалари яхшиланади ва оташбардошлиги ошади.

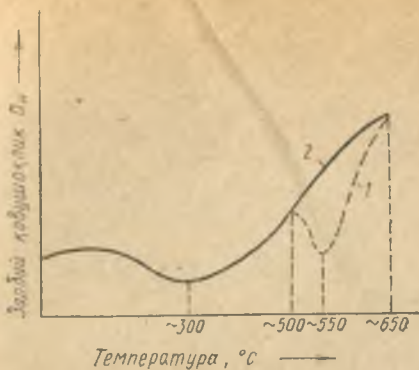
Легирланган пўлатлар тоблаш температурасигача қиздирилиб, шу температурада зарур вақт тутиб турилгандан кейин секинроқ, яъни мойда ёки ҳавода совитилади, чунки уларнинг тобланиш критик тезлиги углеродли пўлатларникидан паст.

Легирловчи элементлар пўлатнинг тобланиш чуқурлигини оширади. Легирланган пўлатларнинг тобланиш чуқурлиги уларнинг легирланганлик даражасига боғлиқ: пўлат қанчалик кўп легирланган бўлса, шунчалик чуқур тобланади.

Легирловчи элементлар мартенситнинг турғунлигига ҳам таъсир этади. Масалан, карбид ҳосил қилувчи элементлардан вольфрам, ванадий ва бошқалар мартенситни турғун қилиб, уни оташбардош ҳолатга келтиради. Шу сабабли, бу элементлар билан легирланган пўлатнинг, масалан, тезкесар пўлатнинг қаттиқлиги ва, демак, кесиш хоссалари 600°C температурада ҳам сақланиб қолади.

Легирланган пўлатларни термик ишлашда уларда *бушатиш мўртлиги* (*бушатишда вужудга келадиган мўртлик*) деб аталувчи ҳодиса рўй беради, яъни тобланган пўлатни бушатишда қаттиқлигининг камайишига қарамай, унинг зарбий қовушоқлиги кескин равишда пасаяди. Бушатиш мўртлигига легирланган пўлат доналари чегарасида мўрт фазалар ажралиб чиқиши сабаб бўлади, бундай фазаларнинг ажралиб чиқиши эса бушатиш температураси ва совитиш тезлиги билан боғлиқдир.

Маълумки, углеродли пўлатларнинг зарбий қовушоқлиги бў-



99- расм. Легирланган пулатнинг зарбий қовушоқлигига бушатиш температурасининг ва совитиш тезлигининг таъсири:

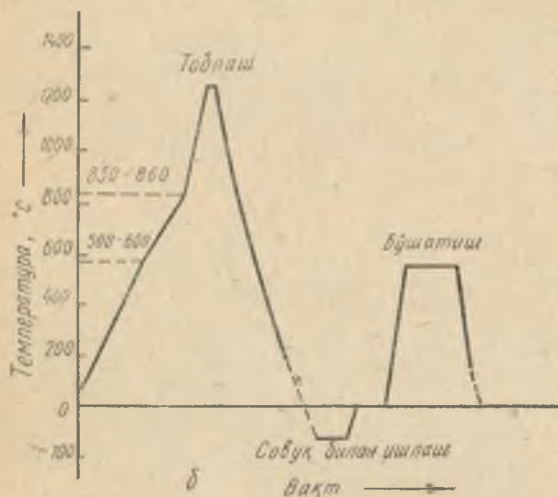
1 — секин совитиш; 2 — тез совитиш.

шатиш температурасининг кутарилиши билан ошиб боради, баъзи легирланган пулатларнинг, масалан, хромли, хром-никелли ва бошқа пулатларнинг зарбий қовушоқлиги эса бушатиш температурасининг кутарилиши билан фақат маълум температурагача ортади-да, сунгра пасайиб, яна ортади (99- расм).

Легирланган пулат бушатиш температурасигача қиздирилиб, сунгра секин совитилганда, зарбий қовушоқликнинг узгаришини кўрсатувчи эгри чизиқда (99- расм, 1) иккита минимум ҳосил бўлади, булардан бири тахминан 300°C да, иккинчиси эса тахминан 550°C дадир. Демак, легирланган пулат тоблангандан кейин бушатиш температурасигача қиздирилиб, секин совитилганда $\sim 550^{\circ}\text{C}$ билан $\sim 300^{\circ}\text{C}$ температураларда мўртлашади. Пулатнинг $\sim 300^{\circ}\text{C}$ да мўртлашуви *биринчи тур мўртлик* деб $\sim 550^{\circ}\text{C}$ температурада мўртлашуви эса *иккинчи тур мўртлик* деб аталади. Пулатда биринчи тур мўртлик ҳосил бўлмаслиги учун бушатиш температураси 300°C дан юқори бўлиши керак. Иккинчи тур мўртлик пулатни секин совитиш натижасида ҳосил бўлади, пулат тез совитилганда эса унинг зарбий қовушоқлиги пасаймай, балки бушатиш температурасининг кутарилиши билан ортиб боради (99- расм, 2). Иккинчи тур мўртликка ҳар хил легирловчи элементлар турлича таъсир этади: пулатнинг иккинчи тур мўртликка мойиллигини Mn билан Cr оширади, W билан Mo эса анча пасайтиради. Демак, W ва Mo дан бошқа элементлар билан легирланган, масалан, хромли, хром-никелли ва бошқа пулатларнинг бушатишда ҳосил бўладиган иккинчи тур мўртлигини йўқотиш учун улар бушатиш температурасигача қиздирилгандан кейин тез совитилиши ёки уларга 0,8% гача W ва 0,3% чамаси Mo қўшилган бўлиши керак.

Энди тезкесар пулатларни термик ишлаш билан танишиб чиқамиз.

Тезкесар пулатлар кесувчи асбоблар тайёрлашда энг кўп ишлатилади. Тезкесар пулатдан тайёрланган кесувчи асбобларни термик ишлаш режимларининг схемаси 100-расмда тасвирланган.



100- расм. Тезкесар пўлатдан тайёрланган кесувчи асбобларни термик ишлаш режимлари схемаси:

а — совуқ билан ишланмаганда; *б* — совуқ билан ишланганда.

Тезкесар пўлатнинг иссиқлик ўтказувчанлиги катта эмас, шунинг учун ундан тайёрланган асбобларни тоблашда бирданга печга қўйиб, узил-кесил қиздириш ярамайди, чунки улар дарз кетиши мумкин. Бундай асбобларни олдиндан қиздириб олиш тавсия этилади. Олдиндан қиздириб олишнинг энг кўп қўлланиладиган усули дастлаб 500—600°C гача, сўнгра 830—860°C гача қиздириб олиш усулидир (100-расмга қаранг).

Кесувчи асбоб тоблаш температурасигача қиздирилгандан кейин карбидлар аустенитда батамом эригунча тутиб турилади.

Тезкесар пўлатлардан тайёрланган асбобларни тоблаш учун қиздириш температуралари 18-жадвалда берилган.

Кесувчи асбоб тоблаш температурасигача қиздирилиб, шу температурада зарур вақт тутиб турилгандан кейин мойда совилади. Тобланган асбоб секин, масалан ҳавода совитилса, юқори температураларда аустенитдан карбидлар ажралиб чиқиши, натижада кесувчи асбобнинг кесиш хоссалари пасайиши мумкин.

Тобланган тезкесар пўлатда 35% гача аустенит мартенситга айланмай қолади. Қолдиқ аустенитнинг имкони борича кўп қисмини мартенситга айлантириб, пўлатнинг қаттиқлигини, ейлишга чидамлилигини ошириш ва мартенситни барқарор ҳолатга келтириш учун асбоб бўшатилади. Тобланган кесувчи асбобни бўшатишнинг икки хил режими мавжуд. Бу режимларнинг бири шундан иборатки, тобланган асбоб 560°C да (P 18 ва P18Ф2 пўлатлари учун) ёки 580°C да (P9 пўлати учун) уч марта бўшатилади (100-расм, а). Асбоб бўшатиш температурасида ҳар гал 1 соатдан тутиб турилади. Биринчи гал бўшатишганда қолдиқ аустенитнинг миқдори тахминан 15% га, иккинчи гал бўшатишганда 3—5% га, учинчи гал бўшатишганда эса 1—2% га тушади. Бунинг натижасида пўлатнинг қаттиқлиги ошади. Пўлатнинг бўшатишдан кейинги қаттиқлиги *иккиламчи қаттиқлик* деб аталади. Тобланган асбобни бўшатиш вақтида аустенит 150°C билан нормал температура оралиғида (100-расмдаги штрих чизиқлар) мартенситга айланади.

18-жадвал

Тезкесар пўлатлардан тайёрланган асбобларни тоблаш учун қиздириш температуралари

Асбоблар тури	Қиздириш температураси, °С	
	P18, P18Ф2	P9
Кескичлар ва диаметри 15 мм дан ортиқ пармалар	1280—1300	1240—1250
Диаметри 10—70 мм ли фреза, протяжка ва бошқалар, шунингдек, диаметри 5—15 мм ли пармалар	1270—1290	1220—1240
Диаметри 5—10 мм ли фреза, протяжка ва бошқалар	1260—1280	1210—1230
Диаметри 5 мм дан кичик асбоблар	1250—1270	1200—1220

Бўшатиш режимларининг иккинчиси тобланган кесувчи асбобни уша заҳотиёқ, нолдан паст (—80°C) температурагача совишдан (совуқ билан ишлашдан) ва бир марта бўшатишдан иборат (100-расм, б). Тобланган пўлат совуқ билан ишланганда қолдиқ аустенит миқдори 10—15% га, бўшатишдан кейин эса 2—3% га тушади.

Маълумки, тезкесар пўлатлар таркибида легирловчи элементлар сифатида хром, вольфрам ҳамда ванадий бўлади. Хром пўлатнинг тобланиш критик тезлигини пасайтиради. Вольфрам пўлатнинг оташбардошлигини оширади. Ванадий нухта карбидлар ҳосил қилиб, пўлат қизиганда аустенит доналарининг ўсишини қийинлаштиради. Ванадий таъсири остида пўлатнинг оташбардошлиги ошади. Ванадий карбидлари пўлатнинг ейлишга чидамлилигини ошириб, кесш хоссаларини яхшилайди.

Тезкесар пўлатдан тайёрланган асбонни тобладан олдин у яхшилаб юмшатилади. Одатда, изотермик юмшатиш усулидан фойдаланилади, яъни 860—900°C гача қиздирилиб, шу температурада зарур вақт тутиб турилгандан кейин 700—750°C гача совитилади-да, бу температурада аустенит батамом парчалангунча тутиб турилади. Шу тарзда юмшатиш пўлатнинг структураси сорбит билан карбидлардан иборат бўлади.

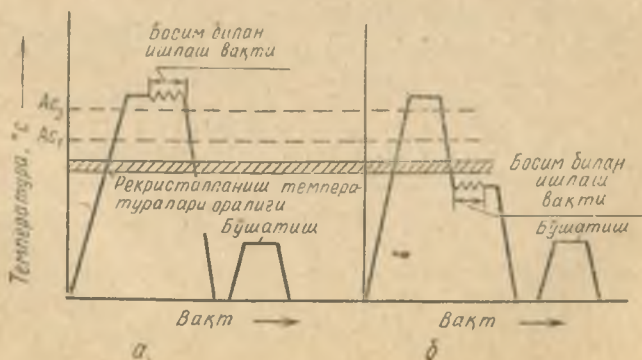
3-§. Пўлатни термомеханикавий ишлаш

Пўлатни A_{c3} критик нуқтадан юқорироқ температурагача қиздириб, зарур вақт тутиб тургандан кейин ё шу температуранинг ўзида ёки рекристалланиш температурасидан пастроқ температурагача совитгач босим билан ишлаб, сўнгра тоблаш ва тоблангандан кейин паст температурада бўшатиш процесси *термомеханикавий ишлаш* деб аталади. Бинобарин, деформациялаш температурасига кўра, термомеханикавий ишлаш юқори температурали ва паст температурали бўлади.

Юқори температурали термомеханикавий ишлаш (ЮТТМИ) процесси A_{c3} критик нуқтадан юқори температурагача қиздириш, шу температурада зарур вақт тутиб туриб, пўлат структурасини аустенитга айлантириш, сўнгра босим билан ишлангандан кейин тез совитишдан (тобладан), яъни аустенитни мартенситга айлантиришдан иборат (101-расм, а).

101-расм. Пўлатни термомеханикавий ишлаш схемаси:

а — юқори температурада термомеханикавий ишлаш;
б — паст температурада термомеханикавий ишлаш.



Паст температурали термомеханикавий ишлаш (ПТТМИ) да пўлат As_3 критик нуқтадан юқорироқ температурагача қиздирилиб, унинг структураси аустенитга айлантирилади. Шундан кейин пўлат рекристалланиш температурасидан паст ($400—500^{\circ}C$) температурагача тез совитилади ва шу температурада босим билан ишланади (101-расм, б). Босим билан ишланган пўлатни дарҳол эмас, балки маълум вақт ўтгандан кейин совитиб, аустенит мартенситга айлантирилади. ЮТТМИ да ҳам, ПТТМИ да ҳам тобланган пўлат паст температурада бушатилади (101-расм).

ЮТТМИ да пўлатнинг пухталиги анча юқори [$\sigma_b = 220—300$ кГ/мм² ($2200—3000$ МН/м²)] бўлади, бунинг сабаби шуки, пўлат босим билан ишланганда аустенит доналари майдаланади ва ундан мартенситнинг анча майда пластинкалари ҳосил бўлади.

ЮТТМИ анча осон, ПТТМИ эса мураккаброқдир, чунки бунда ишлов бериладиган пўлатни ҳар хил температурали печларга олиб ўтиш ва ўзгармас температурада тутиб туриш керак.

Паст температурада термомеханикавий ишланган пўлатнинг пухталиги юқори температурада ишланган пўлатникидан ҳам юқори бўлади. Масалан, легирланган конструкцион пўлатлар ПТТМИ дан кейин уларнинг чўзилишдаги мустаҳкамлик чегараси $\sigma_b = 270—320$ кГ/мм² ($2700—3200$ МН/м²) бўлиб қолади. Бунинг сабаби шуки, ПТТМИда босим билан ишлаш температурасида пўлатда рекристалланиш процесси содир бўлмайди. ЮТТМИ да эса рекристалланиш процессининг дастлабки босқичлари содир бўлиши мумкин, чунки бунда пўлат рекристалланиш температурасидан юқорида босим билан ишланади.

Термомеханикавий ишлашнинг афзаллиги шундаки, бунда пўлат тоблаш учун қайта қиздирилмайди, бинобарин, вақт ҳам, энергия ҳам тежалади. Бундан ташқари, қиздириш печларига бўлган эҳтиёж камаяди, пўлатнинг механикавий хоссалари анча ошади. Демак, термомеханикавий ишлаш прогрессив усулдир.

4-§. Чўянни термик ишлаш - 2

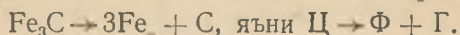
Чўянларни термик ишлашдан мақсад уларнинг структура-сини, хоссаларини ва кучланганлик (зўриққанлик) ҳолатини ўзгартиришдан иборат. Чўянларни термик ишлашнинг ўзига хос хусусиятлари шундан иборатки, биринчидан, цементитни парчалаб, унинг таркибидаги углерод эркин ҳолатга — графит ҳолатига ўтказилади, иккинчидан, бирикма таркибига кирган углерод миқдорини (перлит миқдорини) ошириш учун эркин углерод (графит) темирда эритилади.

Кул ранг чўянни термик ишлаш. Кул ранг чўянни термик ишлаш турлари юмшатиш, нормаллаш, тоблаш ва бушатишдан иборат.

Паст температурада юмшатиш. Кул ранг чўяндан қуйилган мураккаб шаклли қуймалардаги ички кучланиш-

ларни (қуйиш жараёнида ҳосил бўлган кучланишларни) пуқотиш учун бундай қуймалар 500—550°C гача секин — соатига 75—100°C тезлик билан қиздирилади ва шу температурада 2—8 соат тутиб турилади, шундан кейин эса печь билан биргалликда соатига 30—50°C тезликда 200—150°C гача совитилади-да, печдан олиниб, нормал температурага гача ҳавода совитилади. Бундай юмшатиш, баъзан *сунъий юмшатиш* деб ҳам аталади. Қуйма цехда ёки омборда 12—18 ойгача асраб қуйишганда ҳам қуймада юмшаш процесси содир бўлади, аммо бундай кчки кучланишларнинг бир қисми сақланиб қолади. Бундай процесс *табиий юмшаш* деб аталади.

Графитловчи юмшатиш. Кул ранг чўян қолидларга, айниқса, нам қолидларга қуйилганда қуйманинг сиртин қатламлари ва, баъзан, бутун ҳажми оқариб қолиши, яъни оқ чўянга айланиши мумкин. Маълумки, оқ чўян жуда каттиқ булади ва қуймани кесиб ишлаш мумкин бўлмайди. Шунинг учун бундай қуймалар юқори температурада юмшатилиб, уларнинг оқ чўянга айланган қатламлари яна кул ранг чўянга айлантирилади. Бунинг учун қуймалар 900—950°C гача қиздирилади ва шу температурада зарур вақт тутиб турилгандан кейин 300°C гача печь билан бирга, сўнгра эса печдан олиниб, ҳавода совитилади. Юмшатиш температурасида тутиб туриш вақти чўян таркибидаги кремний миқдорига боғлиқ бўлиб, 1 дан 4 соатгача етади (кремний миқдори қанча кўп бўлса, шунча кам вақт тутиб турилади). Юмшатиш вақтида чўянинг оқарган жойларидаги цементит α -темир* билан углеродга (юмшаш углеродига), яъни феррит билан графитга ажралади:

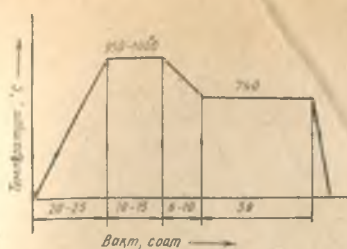


Бунинг натижасида оқ ёки оралиқ чўян кулранг чўянга айланади.

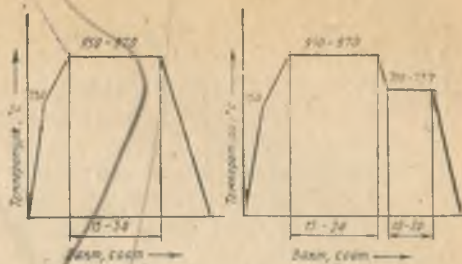
Нормаллаш. Термик ишлашнинг бу тури кичикроқ улчамли оддий шаклдаги қуймалар учун қўлланилади. Нормаллашдан мақсад эркин ҳолдаги графитни (углеродни) γ -темирда эритиб, чўянинг қаттиқлигини оширишдан иборат. Нормалланиши керак бўлган қуйма (деталь) 850—900°C гача қиздирилиб, шу температурада 1 дан 3 соатгача тутиб турилгандан кейин ҳавода совитилади. Нормаллаш натижасида чўянда перлит миқдори ортади, перлит заррачалари майдаланади ва, ҳатто, сорбитга айланади.

Тоблаш. Кул ранг чўян қуймаларини (деталларни) тоблашдан мақсад уларнинг пухталигини оширишдир. Бунинг учун деталь 850—900°C гача қиздирилиб, углеродга тўйинган аустенит ҳосил бўлгунча тутиб турилади, сўнгра сувда (оддий шаклли деталлар), мойда ёки ҳавода (мураккаб шаклли деталлар)

* α -темир деганда жуда оз миқдор углеродни эритган α -темир кўзда тутилади.



102- расм. Тула графитловчи юмшатиш графигининг схемаси.



103- расм. Чала графитловчи юмшатиш графигларининг схемаси:

а — перлитли болғаланувчан чўян ҳосил қилиш; б — феррит-перлитли болғаланувчан чўян ҳосил қилиш.

совитилади. Деталларни тоблаш температурасида тутиб туриш вақти уларнинг қалинлиги (диаметри)га ва чўянинг қиздиришдан олдинги структурасига боғлиқ. Чўянинг қиздиришдан олдинги структурасида феррит қанчалик кўп бўлса, эркин углеродни γ -темирда эритиб, углеродга тўйинган аустенит ҳосил қилиш учун уни шунча узоқ вақт (3 соатгача) тутиб туриш керак бўлади. Агар чўянинг қиздиришдан олдинги структураси перлит билан графитдан иборат бўлса, чўянинг ички қатламлари температураси $850-900^{\circ}\text{C}$ га етгунча тутиб туришнинг ўзи кифоя. Тобланган чўянинг структурасида мартенсит, қолдиқ аустенит ва графит бўлади ва унинг қаттиқлиги Брннель бўйича $450-500$ га етади.

Бўш а т и ш. Тобланган чўяни бўшатишдан мақсад тоблаш вақтида ҳосил бўлган ички кучланишларни йўқотишдан иборат. Бўшатиш режими деталнинг талаб этиладиган қаттиқлигига боғлиқ. Қаттиқлиги дастроқ бўлиши талаб этиладиган деталлар $450-600^{\circ}\text{C}$ температураларда, қаттиқлиги юқорироқ бўлиши талаб этиладиган деталлар эса $200-250^{\circ}\text{C}$ температураларда бўшатилади. Юқори температурада бўшатишган чўянинг структураси троостит ва графитдан, паст температурада бўшатишган чўяники эса бўшатишган мартенсит ва графитдан иборат бўлади.

Оқ чўяни термик ишлаш. Оқ чўян жуда қаттиқ ва мўрт бўлганлиги учун деталлар тайёрлашда ундан фойдаланилмайди, ammo оқ чўян термик ишланиб, болғаланувчан чўянга айлантирилади. Оқ чўяни термик ишлаш уни ҳар хил усуллар билан юмшатишдан иборат.

Тула графитловчи юмшатиш. Болғаланувчан чўян ҳосил қилиш учун эвтектикадан олдинги чўяндан қуймалар олинади. Оқ чўяндан қуймалар олишда эркин углерод (графит) ажралиб чиқишига қаршилик кўрсатувчи элементлар, масалан, марганец миқдорини ҳаддан ташқари ошириш ярамайди, акс

қолда болгаланувчан чуян олиш процесси қийинлашади. Болгаланувчан чуянга айлантириладиган оқ чуянинг таркибида 2,2—3,2% С, 0,8—1,5% Si, 0,3—0,4% Mn, 0,1—0,2% P, 0,06—0,1 S бўлиши керак. Маълумки, эвтектикадан олдинги оқ чуян нормал температурада перлит, иккиламчи цементит ва ледебуритдан иборат. Бинобарин, унинг структурасида перлит цементити, иккиламчи цементит ва ледебурит цементити бўлади. Тула графитловчи юмшатишдан мақсад цементитни парчалаб, феррит ва графит ҳосил қилишдир. Бунинг учун оқ чуяндан олинган қуймалар (деталлар) 20—25 соат давомида 950—1000°C гача қиздирилиб, перлит аустенитга айлантирилади ва шу температурада 10—16 соат тутиб турилади, натижада ортиқча цементит (аустенитда эримай қолган цементит) ва ледебурит цементити аустенит билан графитга парчаланеди (*графитланишнинг биринчи босқичи*). Шундан кейин деталлар критик температурадан (A_1 дан*) паст, масалан, 40°C температурагача тезроқ (6—10 соат давомида) совитилади, бунда критик нуқтага етгунча аустенитдан углероднинг ортиқчаси графит тарзида ажралиб чиқади, температура критик нуқтадан пасайганда аустенит перлитга айланади. Температура 740°C га тушгач, деталлар шу температурада 30 соат чамаси тутиб турилади, натижада перлит цементити феррит билан графитга парчаланеди (*графитланишнинг иккинчи босқичи*). Графитланиш процесси тугагач, деталлар печдан олиниб, ҳавода совитилади. Тула графитловчи юмшатиш натижасида ферритли болгаланувчан чуян ҳосил бўлади. Тула графитловчи юмшатиш графигининг схемаси 102-расмда тасвирланган.

Ч а л а г р а ф и т л о в ч и ю м ш а т и ш. Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, оқ чуян қуймалари 750°C гача тез, сунгра 950—970°C гача секинроқ қиздирилади ва шу температурада 15—30 соат тутиб турилгандан кейин ҳавода совитилади ёки 730—710°C гача тез совитилади ва шу температурада 10—20 соат тутиб турилгандан кейин ҳавода совитилади. Биринчи усулда чала юмшатишган чуянинг структураси перлит билан графитдан, иккинчи усулда чала юмшатишган чуянинг структураси эса феррит, перлит ва графитдан иборат бўлади. Чала графитловчи юмшатиш графикларининг схемаси 103-расм, *а* ва *б* да тасвирланган.

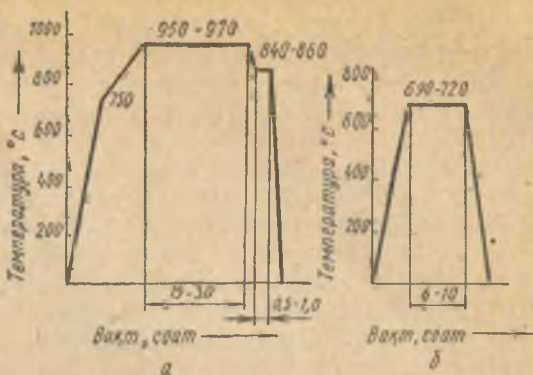
Перлитли ва феррит-перлитли болгаланувчан чуяндан антифрикцион материал сифатида фойдаланилади.

Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, болгаланувчан чуянинг металл асоси феррит ёки перлит бўлиши мумкин. Болгаланувчан чуянинг металл асоси феррит бўлса, у *ферритли* деб, агар перлит бўлса, *перлитли* деб аталади. Ферритли болгаланувчан чуянинг синмаси қорамтир, перлитли болгаланувчан чуянинг

* Таркибида 0,8 — 1,5% Si бўлган чуялар учун критик температура тахминан 760 — 770°C га тенг.

104-расм. Чала графитловчи ва сфероидловчи юмшатиш графикларининг схемаси:

а — чала графитловчи юмшатиш; б — сфероидловчи юмшатиш.



синмаси эса оқимтир кўринади, шу сабабли ферритли болғаланувчан чўян қорамтир ўзакли чўян деб, перлитли болғаланувчан чўян эса оқиш ўзакли чўян деб ҳам аталади. Бундан ташқари, металл асосининг кўпи феррит ва озроғи перлитдан ёки кўпи перлит, озроғи эса ферритдан иборат болғаланувчан чўянлар ҳам бўлади, бундай чўянлар тегишлича феррит-перлитли ёки перлит-ферритли болғаланувчан чўян деб аталади.

Сфероидловчи юмшатиш. Пухталиги, пластиклиги ва қовушоқлиги юқори бўлган болғаланувчан чўян донатор перлит билан графитдан иборат бўлиши керак. Бунинг учун оқ чўян чала юмшатилиб, пластинкасимон перлитли болғаланувчан чўян ҳосил қилинади, сўнгра бу чўян пастроқ температурада юмшатилиб, пластинкасимон перлит донатор (сфероид шаклидаги) перлитга айлантиради. Донатор перлитли чўян ҳосил қилиш учун одатда, таркибида 0,9—1,1% Mn бўлган оқ чўян ишлатилади, чунки марганец графитланишнинг биринчи босқичини сал чўзади-ю, аммо иккинчи босқичида цементитнинг парчаланишини кучли даражада сусайтиради, бу эса чўянни қайта юмшатишда маълум температурада пластинкасимон перлитнинг донатор перлитга айланиши учун етарли вақт тутиб туришга имкон беради. Оқ чўяндан донатор перлитли болғаланувчан чўян ҳосил қилиш учун уни юмшатиш графиклари схемаси 104-расмда келтирилган.

104-расм, а даги графикдан кўриниб турибдики, оқ чўянни чала юмшатиб, пластинкасимон перлит ҳосил қилиш учун у тахминан 750°C гача тез, 950...970°C гача эса секинроқ қиздирилади, 840...860°C гача тез совитилиб, шу температурада 1 соатча тутиб турилгандан кейин ҳавода совитилади. Пластинкасимон перлитни донатор перлитга айлантириш учун чўян такрор юмшатилади. Бунинг учун у 690...720°C гача тезроқ қиздирилиб, шу температурада 6—10 соат тутиб турилади. Бунда пластинкасимон перлит донатор перлитга айланади. Шундан кейин чўян печдан олиниб, ҳавода совитилади. Ана шу юмшатиш сфероидловчи юмшатиш бўлади.

Чўянни термик ишлашнинг юқорида келтирилган турлари нейтрал атмосферали печларда олиб борилади.

Углеродсизлантирувчи юмшатиш. Бу усулнинг моҳияти шундаки, оқ чўяндан олинган қўймалар (деталлар) оксидловчи муҳитли яшиқларга жойланиб, сўнгра ана шу яшиқларда юмшатилади. Оксидловчи муҳит сифатида темир рудаси, куюнди ва бошқалар ишлатилади. Яшиқларга қўймалар жойлангандан кейин яшиқларнинг қопқоғи ёпилиб, тирқишлари ўтга чидамли гил билан яхшилаб шувалади-да, олдин 950°C гача секин (36 соат давомида), сўнгра эса $1000\text{--}1050^{\circ}\text{C}$ гача жуда секин (12 соат давомида) қиздирилади ва шу температурада 40 соат чамаси тутиб турилиб, 48 соат давомида печь билан бирга совитилади. Бундай юмшатиш давомида чўяндаги углерод руда ёки куюндидаги оксидлар билан ўзаро таъсир этади, бунинг натижасида углероднинг маълум қисми куйиб кетади, қўймаларнинг $1,5\text{--}2,0$ мм қалинликдаги сиртқи қатлами эса батамом углеродсизланади. Оқ чўянни бундай юмшатишда қўймалар, одатда, критик нуқтадан паст температурада тутиб турилмаган лигидан, қўймаларнинг ўзаги перлит билан графитдан иборат бўлиб қолади — оқиш ўзакли болғаланувчан чўян ҳосил бўлади. Агар қорамтир ўзакли чўян ҳосил қилиш керак бўлса, қўймалар критик температурадан пастроқ температурада тутиб турилиши лозим. Углеродсизлантирувчи юмшатиш усулидан камдан-кам ҳоллардагина фойдаланилади, чунки бунда жуда кўп (5—6 сутка) вақт кетади.

Юқорида баён этилганлардан равшанки, оқ чўянни одатдаги усулларда юмшатиб, болғаланувчан чўян ҳосил қилишда жуда кўп вақт кетади. Оқ чўянни юмшатиш процессини тезлатиш учун уни олдин тоблаб олиш усулидан фойдаланилади. Бу усул совет металлургларидан С. А. Сальтиков, Г. Н. Троицкий, А. Д. Ассонов ва В. И. Прядилов тадқиқотлари натижасида топилди. Улар тадқиқотларининг кўрсатишича, оқ чўян $900\text{--}950^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилиб, сўнгра сувда, мойда ёки ҳавода тобланса, цементитнинг парчаланиш тезлиги ортади. Бунинг сабаби шуки, оқ чўян тоблангандан кейин цементитнинг парчаланиш (графитнинг кристалланиш) марказлари сонинча анча ортади, натижада графитланиш процесси тезлашади.

Болғаланувчан чўянни термик ишлаш. Болғаланувчан чўяндан металл асосининг структураси перлит билан графитдан иборат антифрикцион чўян, перлит билан сорбит ёки троостит-мартенситдан иборат жуда пухта чўян ҳосил қилиш лозим бўлса, графитланишнинг иккала босқичидан ўтган, яъни структураси феррит билан графитдан иборат болғаланувчан чўян термик ишланади — нормалланади ёки тобланиб, сўнгра бушатилади. Болғаланувчан чўянни нормаллаш учун у $850\text{--}900^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилади ва углеродга тўйинган аустенит ҳосил бўлгунча (1...2 соат) шу температурада тутиб турилади, сўнгра печдан олиниб, ҳавода совитилади. Агар чўянинг қаттиқлигини бир оз

пасайтириш лозим бўлса, у юқори (650... 680°C) температурада бўшатилади. Нормалланиб, сўнгра бўшатишдан болғаланувчан чуяннинг структураси перлит, феррит ва графитдан иборат бўлади.

Болғаланувчан чуяннинг пухталиги ва ейилишга чидамлилигини анча ошириш лозим бўлса, бундай чуяндан тайёрланган деталлар тобланиб, сўнгра бўшатилади. Бунинг учун деталлар 840...860°C гача қиздирилиб, шу температурада 0,5...1,0 соат тутиб турилади-да, мойда совитилади (тобланади). Тобланган деталь юқори температурада бўшатилади, яъни 650...680°C гача қиздирилади ва шу температурада 1,0...1,5 соат тутиб турилгандан кейин печдан олиниб, ҳавода совитилади. Тобланиб, сўнгра бўшатишдан чуяннинг структураси перлит, троостит ва графитдан иборат бўлади.

Ферритли болғаланувчан чуяндан тайёрланган деталларни юза тоблаш усули ҳам мавжуд. Бу тўғрида қотишмаларнинг сиртки қатламини пухталашга бағишланган бобда сузланади (260- бетга қаранг).

5-§. Термик ишлаш цехларининг жиҳозлари

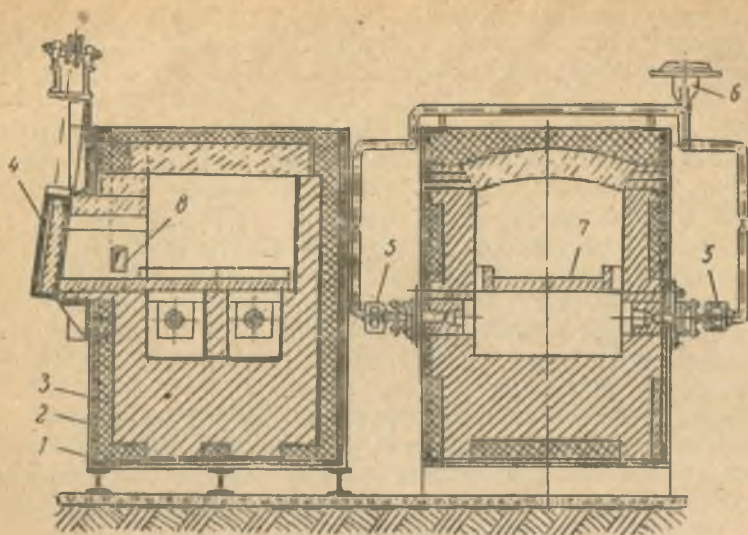
Машинасозлик корхоналарининг термик ишлаш цехлари, қиздириш печлари, тоблаш (совитиш) қурилмалари, температуравий режимларни контрол қилиш асбоблари ва бошқалар билан жиҳозланган бўлади.

Қиздириш печлари. Қиздириш печлари конструкцияси жиҳатидан камерали (даврий ишлайдиган), методик (узлуксиз ишлайдиган) печларга, иссиқлик ҳосил қилиш жиҳатидан нефть ёқиладиган печлар, газавий печлар ва электрик печларга, вази-фаси жиҳатидан эса юмшатиш, тоблаш, бўшатиш, цементитлаш, цианлаш печлари ва бошқа печларга бўлинади.

Қиздириладиган деталларга иссиқликнинг узатилиши жиҳатидан олганда, қиздириш печлари иссиқлик бевосита узатиладиган печлар, иссиқлик билвосита узатиладиган печлар ҳамда ванна-печларга бўлинади.

Иссиқлик бевосита узатиладиган печларга камерали ва методик печлар кирди. Иссиқлик билвосита узатиладиган печларга муфелли печлар мисол бўла олади. Ванна-печлар махсус тигеллардан иборат бўлиб, бу тигелларда суюқлантирилган туз, суюқлантирилган металл (қурғошин) ва шу кабилар бўлади. Деталлар муйаян температурали ана шу суюқликларга бо-тириш йули билан қиздирилади.

Камерали печларда махсус камералар бўлиб, қиздириладиган деталлар ана шу камераларга жойланади ва ёқил-ги ёки электр энергияси иссиқлиги ҳисобига қиздирилади. Ка-мерадаги деталларга иссиқлик алангадан ва қизиган газлардан бевосита ёки электр билан қиздириш элементларидан нурланиш орқали ўтади.



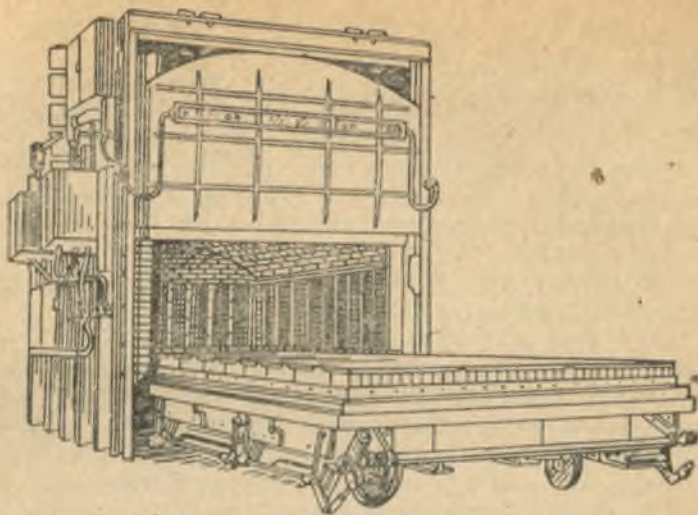
105- расм. Туби қўзғалмас камерали универсал газавий печнинг схемаси:

1 — печнинг кожухи; 2 — асбест; 3 — утга чидамли ғишт; 4 — қопқоқ; 5 — горелка; 6 — мембранали клапан; 7 — печь туби; 8 — мўби.

Даврий равишда ишлайдиган печлар ичида, туби қўзғалмас камерали печлардан (105-расм), айниқса, яккалаб ва майда сериялаб ишлаб чиқаришда деталларни термик ва химиявий-термик ишлашда кенг қўламда фойдаланилади. Йирик деталларни термик ишлашда (юмшатиш ва нормаллашда) туби сурилма камерали печлар (106-расм) ишлатилади. Туби қўзғалмас камерали печлар тубининг сатҳи 0,5 дан 6,0 м² гача, туби сурилма камерали печлар тубининг сатҳи эса 3 дан 20 м² гача етади.

Муфелли печларда деталлар қалпоқ (муфель) билан беркитилади, муфель эса аланга ва қизиган газлар ёки электр энергияси билан қиздирилади. Бинобарин, деталларга аланга ҳам, қизиган газлар ҳам тегмайди. Бундай печлар қиздирилатган деталларга аланга ёки қизиган газлар тегмаслиги керак бўлган ҳолларда, масалан, деталларни оқартма юмшатишда, газ муҳитида цементитлашда ва бошқаларда ишлатилади.

Нефть ёқиладиган печларда иссиқлик суюқ ёқилғи — мазутнинг ёниши ҳисобига ҳосил қилинади, мазут эса махсус мослама — форсунка орқали пуркаш йўли билан ёндирилади. Нефть ёқиладиган печлар конструкциясига кўра, туби қўзғалмас ва туби сурилма камерали печлар билан методик печларга бўлинади. Камерали печлар даврий, методик печлар эса узлуксиз равишда ишлайди. Методик печлар камерали печларга қараганда унумлироқ бўлади.



106- расм. Туби сурилма камерали электрик печь.

Газавий печларда иссиқлик ёнувчи газларнинг ёниши ҳисобига ҳосил қилинади. Газавий печлар конструкцияси жиҳатидан туби қўзғалмас ва сурилма камерали печларга, муфелли ва муфелсиз печлар ва бошқа печларга бўлинади. Газавий печлар нефть ёқиладиган печларга қараганда анча тежамли бўлади ва металлнинг яхши ҳамда бир текис қизишини таъминлайди.

Сўнгги йилларда кўпгина заводларнинг термик ишлаш цехларида радиацион (иссиқлик нури сочувчи) трубалар билан ускуналанган муфелсиз печлар ишлатиладиган бўлди. Бундай печларда газ иссиқбардош пўлатдан сиртқи диаметри 80—90 мм, деворининг қалинлиги эса 4—6 мм қилиб тайёрланган трубаларда ёндирилади, натижада трубаларнинг деворлари юқори температурагача қизиб, иссиқлик сочувчи манба бўлиб қолади.

Радиацион трубалар печнинг иш бўшлиғида горизонтал ёки вертикал вазиятда ўрнатилади. Трубада ёнадиган газ миқдори ўзгармас бўлади. Печдаги температура зарур даражага етгандан кейин, температурасини пасайтириш учун газ бериш камайтирилмасдан, балки горелкалар беркитиб (учириб) қўйилади, Температуранинг кутариш учун горелкалар яна ишга солинади.

Радиацион трубага ёнувчи газ билан ҳаво аралашмаси горелка 1 орқали берилади (107-расм). Трубага қўшимча равишда ҳайдаладиган ҳавонинг газлар аралашмаси билан аралашувини тезлатувчи уюрма маркалари ҳосил қилиш учун



107- расм. Радиацион трубанинг схемаси:

1 — горелка; 2 — Кавариқ жойлар.

трубанинг ички сирти ҳар-
жой-ҳар жойдан қавариқ
2 қилинади.

Электрик печ-
ларда иссиқлик электр
энергияси ҳисобига ҳосил
қилинади. Электрик печ-
лар ҳам, конструкциясига

қура камерали, шахтали, барабанли ва бошқа печларга бўли-
нади.

Ҳозирги вақтда термик ишлаш цехларида қиздириш эле-
менти металлдан ва металлмас (карборунд)дан қилинган электр
печлар кенг қўламда ишлатилади. Металл қиздиргичли
электрик печларда температура 1350°C га, металлмас қиздир-
гичли электрик печларда эса 1500°C га етади. Металл қиздир-
гичлар сифатида электр қаршилиги юқори қотишмалар, маса-
лан, никель билан хром қотишмалари (нихромлар), шунингдек,
асосан темир, хром ва алюминийдан иборат қотишмалар ишла-
тилади. Қиздириш элементлари сим ёки лента тарзида бўлади.
Металлмас қиздиргичлар сифатида, асосан, кремний карбиддан
тайёрланган стерженлардан фойдаланилади. Электрик печлар-
да иссиқликдан фойдаланиш алангали печлардагига қараганда
анча юқори бўлади. Бундан ташқари, электрик печларда тем-
пература осон ростланади.

Тоблаш (совитиш) қурилмалари. Тоблаш қурилмалари жум-
ласига тоблаш баклари ва ювиш машиналари киради.

Тоблаш баклари. Совитувчи воситалар — сув, тўз ва
ишқорларнинг сувдаги эритмалари, эмульсиялар, минерал мой-
лар ва бошқалар солинган идишлар *тоблаш баклари* деб ата-
лади. Тоблаш баклари механизациялаштирилмаган ва механи-
зациялаштирилган (конвейерли) бўлиши мумкин. Тоблаш
баклари қиздириш печларининг ёнига ўрнатилади. Бакдаги
суюқлик деталларни тоблашда исиб кетмайдиган миқдорда бў-
лиши лозим. Масалан, тобланадиган 1 кг пўлатга 5—6 л сув
ёки 10—12 л мой тўғри келиши керак. Механизациялаштирил-
маган бакларнинг сифими турлича бўлади — бир неча ўн куб
метрга етади. Баъзан қўшалоқ баклар ишлатилади, бундай бак-
ларнинг бирида сув, иккинчисид асосан мой бўлади.

Механизациялаштирилган (конвейерли) баклардан бири-
нинг схемаси 108- расмда тасвирланган. Қиздириш печида тоб-
лаш температурасигача қиздирилган деталлар бакнинг конвейер
лентаси 1 га туширилади, конвейер лентасини электрик двигат-
ель 2, редуктор 3 ва храповикли механизм 4 орқали ҳаракатга
келтиради. Конвейер лентаси тоблаш зонасида горизонтал ра-
вишда, ундан кейин эса қия (горизонтал чизиққа нисбатан
30—40° бурчак остида) ҳаракатланади; натижада деталлар се-
кин-аста совийди. Бакдаги мой совиткич трубалар 5 билан со-
витиб турилади, тоблаш зонасидаги мой паррак 6 билан ара-

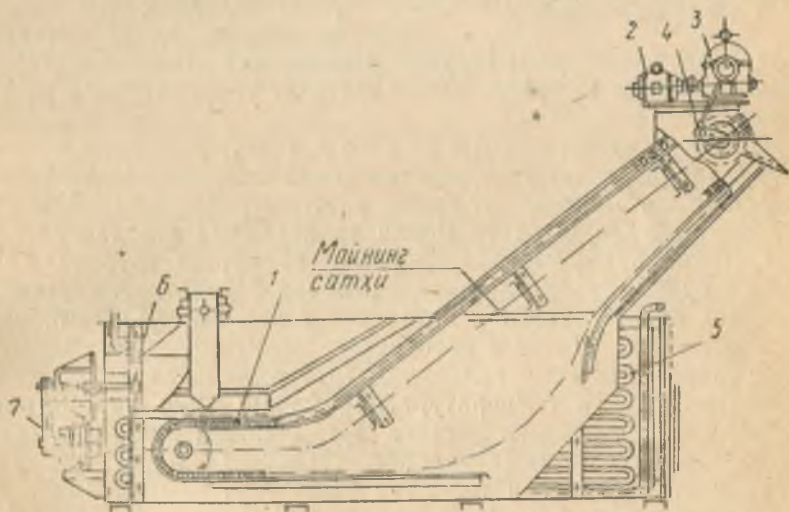
лаштирилади, парракни эса электик двигателъ 7 ҳаракатга келтиради. Бу бакнинг эни 1280 мм, бўйи 4960 мм, баландлиги 3020 мм бўлиб, сифими 5 м³ дир.

Ювиш машиналари. Тобланган деталларни қурумдан, тузлар ва мойдан тозалаш учун конвейерли ювиш машиналаридан фойдаланилади. Ювиш машиналари узлуксиз ишлаб туради. Ювиш учун ишқорнинг (каустик соданинг) сувдаги эритмаси ишлатилади, бу эритма ювиш машинасининг бакида бўлади; эритманинг температураси 80—90°С қилиб турилади. Тобланган деталлар машинанинг конвейер лентасига берилади ва лента билан бирга ҳаракатлана бориб, қайноқ эритманинг кучли оқими таъсирида тозаланadi.

Температуравий режимларни контрол қилиш асбоблари. Қиздириш печларининг температурасини ўлчаш учун термометрлар, термоэлектрик ва оптикавий пирометрлар ишлатилади.

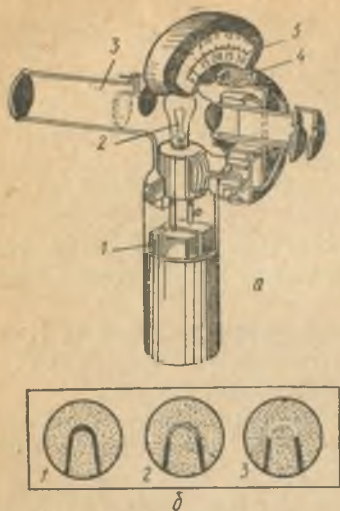
Термометрлар спиртли ва симобли бўлади. Улардан суюқ ва газ муҳитларнинг — 150 дан +600°С гача бўлган температураларини ўлчашда фойдаланилади.

Термоэлектрик пирометрлар температурани ўлчаш учун термик ишлашнинг қарийб барча турларида ишлатилади. Термоэлектрик пирометр термопара билан гальванометрдан иборат (11 ва 12-расмларга қаранг). Термоэлектрик пирометрнинг тузилиши ва ишлаш принципи 21-бетда баён этилган. Термопаранинг симлари (термоэлектродлари) ҳар хил метал-



108-расм. 3Б-900К конвейерли тоблаш бакнинг схемаси:

- 1 — конвейер лентаси; 2 — электик двигателъ; 3 — редуктор; 4 — храповикли механизм; 5 — совиткич трубалар; 6 — паррак; 7 — электик двигателъ.



109- рasm. Оптикавий пирометр:

a — тузилиши (1 — аккумуляторлар батареяси, 2 — электрик лампочка, 3 — кўриш трубаси, 4 — реостат ҳалқаси, 5 — шкала); *b* — лампочка чўғланиш толасининг окулярга кўриниши (1 — тола кучсиз қизйган, 2 — тола қиздирилган жисм температурасига мувофиқ равишда қизйган, 3 — тола кучли даражада қизйган).

лардан тайёрланади. Масалан, 600°C гача температураларни ўлчаш учун хромель ва копель симларидан, 1000°C гача температураларни ўлчаш учун эса платина ва платина-родий қотишмаси симларидан тайёрланган термопаралар ишлатилади.

Термик ишлаш цехларида қиздириш режимининг бошидан охиригача температурани узлуксиз равишда кўрсатиб турувчи ўзиёзар милливольтметрли термоэлектрик пирометрлардан ҳам фойдаланилади. Ўзиёзар милливольтметрлар соат механизидан ёки жуда кичик махсус двигателдан ишлайди. Ўзиёзар бундай асбобларда битта, учта ёки олтига термопара бўлади.

Температурани аниқ ўлчаш ва ростлаш учун потенциометр (терморостлагич) ишлатилади. Потенциометр термопарада ҳосил бўладиган термотокнинг жуда кичик ўзгаришларини ҳам ҳисобга олади ва печнинг қиздиргичларига

келадиган токни ўзгартирувчи механизмга (контакторга) тегишли импульс юборади, натижада печь температураси ростланади.

Оптикавий пирометрлар 600°C дан юқорини температураларни ўлчаш учун хизмат қилади. Бу асбобнинг ишлаш принципи металлнинг чўғланиш рангини асбоб лампочкаси толасининг чўғланиш ранги билан таққослашга асосланган.

Оптикавий пирометр (109-рasm, *a*) кўриш трубаси 3 дан иборат бўлиб, бу труба ичига лампочка 2 ўрнатилган. Лампочкага ток аккумуляторлар батареяси 1 дан келади. Лампочкага келадиган ток реостат 4 воситасида ўзгартирилади ва шкаласи градусларга бўлинган гальванометр 5 билан ўлчанади. Қиздирилаётган деталь температурасини ўлчаш учун пирометрнинг кўриш трубаси печдаги деталга тўғриланади, бунда трубанинг окулярида ёруғ фон (деталнинг чўғланиш ранги) кўринади. Лампочкага келадиган ток кучи оширилса, лампочканинг чўғланган толаси қизйган металлдан тушган фонга қараганда оқроқ кўринади (109-рasm, *b* даги 3 кўриниш), агар ток кучи камайтирилса, лампочка толаси фондан қорароқ кўринади (109-рasm, *b* даги 1 кўриниш). Лампочкага келадиган токни ростлаб, лампочка толасининг ранги фон рангида бўладиган қилинади (109-рasm, *b* даги 2 кўриниш). Шундан кейин, галь-

ванометр стрелкасининг огишига қараб, шкаладан металлнинг неча градус қизиганлиги аниқланади.

Ҳозирги вақтда термик ишлаш цехларида электроний терморегуляторлар ҳам ишлатилади.

Температурани аниқлашнинг юқорида айтиб утилган усулларидан ташқари, уни ҳеч қандай асбобсиз тақрибан аниқлаш усуллари ҳам бор. Бу усуллар юмшатиш, нормаллаш ёки тоблаш учун қиздирилган металлнинг чуғланиш рангига (*III* рангли расм), бушатиш учун қиздирилган металлнинг эса товланиш рангига (*II* рангли расм) қараб температурани аниқлаш усулларидир.

Савол ва топшириқлар

1. Қандай процесс термик ишлаш деб аталади?
2. Термик ишлаш режими нима?
3. Пулат A_{c1} , A_{c2} , A_{c3} критик чиқиқлардан юқори температурагача қиздирилганда унда қандай ўзгаришлар содир бўлади? Аустенит соҳасигача қиздирилган пулат совитилганда-чи?
4. Қандай диаграмма аустенитнинг изотермик парчаланиш диаграммаси деб аталади? Аустенитнинг изотермик парчаланиш диаграммасини чизинг ва қандай шароитда перлит, қандай шароитда сорбит ва қандай шароитда троостит ҳосил бўлишини кўрсатинг.
5. Пулатни юмшатишнинг қандай турлари бор?
6. Пулат қандай нормалланади?
7. Мартенсит нима ва у қандай шароитда ҳосил бўлади?
8. Совитишнинг (тоблашнинг) критик тезлиги нима?
9. Пулатнинг тобланувчанлиги билан товланиш чуқурлиги орасидаги фарқ нимада?
10. Пулатни тоблаш усулларини айтиб беринг.
11. Тоблашда қандай нуқсонлар вужудга келиши мумкин?
12. Тобланган пулат нима учун бушатилади? Бушатишнинг қандай турларини биласиз?
13. Тобланган пулатни совуқ билан ишлашдан кўзда тутилган мақсад нима?
14. Легирланган пулатларни термик ишлашнинг ўзига хос хусусиятларини айтиб беринг.
15. Пулатни термомеханикавий ишлаш нима?
16. Болғаланувчан чуян нима? Оқ чуянни юмшатиш турларини айтиб беринг.
17. Қиздириш печлари, тоблаш қурилмалари, температуравий режимларни контрол қилиш сабабларини айтиб беринг.

VI БОБ

ҚОТИШМАЛАРНИНГ СИРТҚИ ҚАТЛАМИНИ ПУХТАЛАШ

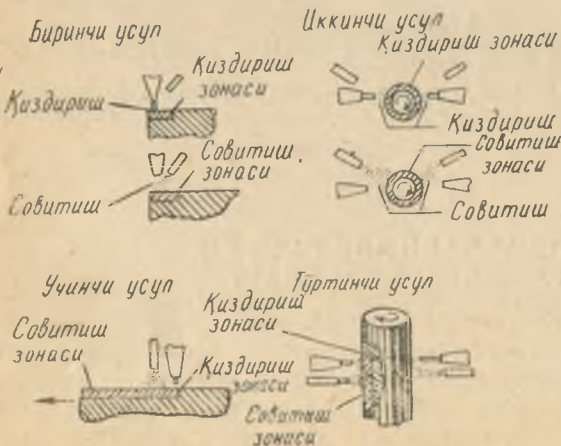
Ишқаланишга ишлайдиган ва зарбий нагрузкаларга чидамли бўлиши талаб этиладиган деталларнинг фақат сиртқи қатламигина қаттиқ ва ейилишга чидамли, ўзаги эса қовушоқ бўлиши керак. Деталларда ана шундай хоссалар уларни юза тоблаш, химиявий-термик ишлаш ёки пластик деформациялаш усуллари билан ҳосил қилинади.

Пулатни юза тоблаш. Пулатдан тайёрланган деталларнинг фақат сиртқи қатламинигина тоблаб, қолган қисмини қовушоқлигича қолдириш процесси *юза тоблаш* деб аталади. Юза тоблаш турлари хилма-хил, аммо уларнинг моҳияти бир, яъни юза тобланадиган деталларнинг фақат сиртқи қатламинигина тоблаш температурасигача қиздирилиб, сунгра тез совитилади. Бунда деталнинг ички қатламлари ўзининг тоблашдан олдинги хоссарини сақлаб қолади.

Деталларни юза тоблашда уларнинг сиртқи қатламини зарур температурагача қиздиришнинг қуйидагича усуллари бор: 1) газ алангаси билан қиздириш; 2) юқори частотали ток билан қиздириш; 3) контакт усули билан қиздириш; 4) электролитда қиздириш; 5) суюқлантирилган туз ёки суюқлантирилган металлда қиздириш.

Газ алангаси билан қиздириш. Бу усулда, асосан, ацелитен-кислород алангасидан фойдаланилади, чунки ацетилен-кислород алангаси энг юқори (3100—3200°C) температура ҳосил қилади. Ацетилендан бошқа газлар, масалан, ёритиш гази, метан ва бошқалар ҳам ишлатилиши мумкин.

Юза тобланадиган деталларни газ алангасида қиздиришнинг тўртта асосий усули бор. Бу усуллардан бирида юза тобланадиган деталь ҳам, тоблаш асбоби (горелка ва шу горелкага бириктирилган сув пуркаш мосламаси) ҳам қўзғатилмайди (маҳаллий тоблашда), иккинчисида деталь айлантиради, тоблаш асбоби эса қўзғатилмайди, учинчисида деталь ёки тоблаш асбоби илгарилама ҳаракатлантирилади, тўртинчисида эса деталь ҳам айлантиради, ҳам илгарилама ҳаракат қилдирилади ёки деталь айлантирилиб, тоблаш асбоби илгарилама ҳаракат қилдирилади (110-расм).



110-расм. Газ алангаси билан қиздириб юза тоблаш усулларининг схемалари.

Биринчи ва иккинчи усулда детални юза тоблаш икки операциядан иборат: дастлаб тобланадиган сиртнинг ҳаммаси қиздириб олинади, сўнгра қиздирилган сиртнинг ҳаммаси совитилади. Учинчи ва тўртинчи усулда деталнинг тобланадиган сирти қиздирилиб, кетидан совитиб борилади.

Деталнинг сиртқи қатлами ацетилен-кислород алангасида қиздирилганда температура юқори, қиздириш тезлиги эса катта бўлганлиги учун деталнинг сиртқи қатлами зарур температурагача тез қизийди, ичкариги қатламида эса температура A_1 критик нуқтадан паст бўлади. Бинобарин, деталь тез совитилганда сиртқи қатлами тобланади, ички қатламлари эса тобланмайди.

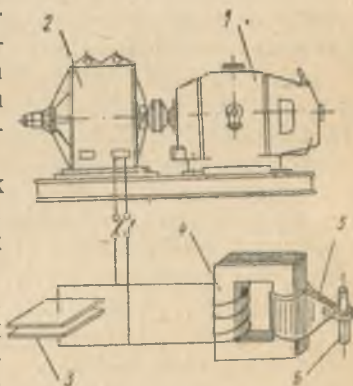
Детални юза тоблашда газ горелкасининг ёки деталнинг ҳаракатланиш тезлиги, асосан, тоблаш қалинлигига боғлиқ. Масалан, деталнинг 4...6 мм қалинликдаги сиртқи қатламини тоблашда ҳаракат тезлиги 50 дан 150 мм/мин га етади. Газ горелкаси ва тобланадиган юза оралиғи 3...6 мм, горелка билан совиткич оралиғи эса 5 дан 40 мм гача бўлади.

Газ алангаси билан қиздириш усули, асосан, йирик деталларни юза тоблашда қўлланилади.

Цилиндрик деталларни юза тоблашда одатдаги токарлик станогидан фойдаланиш ҳам мумкин. Бунинг учун деталь станокнинг марказларига, тоблаш асбоби эса суппортига маҳкамланади. Ўқ, тишли ғилдирак, тирсақли вал ва бошқа деталларни юза тоблаш учун мўлжалланган махсус станоклар ҳам бўлади.

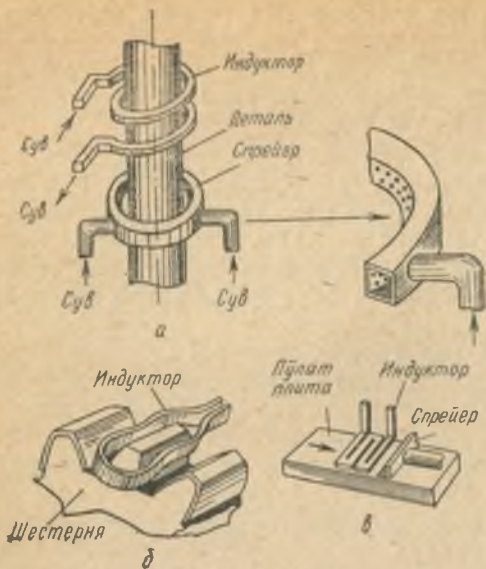
Газ алангаси билан қиздириб юза тоблаш усулининг афзалликлари ҳам, камчиликлари ҳам бор. Афзалликлари жумласига қурилманинг оддийлиги, арзон туриши ва бошқалар, камчиликларига эса қиздириш температурасини ва тобланиш қалинлигини ростлашнинг қийинлиги киради.

Юқори частотали ток (ю. ч. т.) билан қиздириш. Деталларни юқори частотали ток билан қиздириш усулини СССРда (биринчи бўлиб (1935 йилда) проф. В. П. Вологдин таклиф этган эди. Ю. ч. т. билан қиздириш усулининг бошқа усулларга қараганда катта афзалликлари бор. Чунончи, ю. ч. т. билан қиздиришда: а) деталнинг исталган қалинликдаги қатлами тобланади, б) иш унуми ошади, в) деталнинг механикавий хоссалари юқори бўлади, г) деталь



111-расм. Ю. ч. т. билан қиздириб юза тоблаш қурилмасининг схемаси (В. П. Вологдин):

1 — электрик двигатель; 2 — генератор; 3 — конденсатор; 4 — трансформатор; 5 — индуктор; 6 — юза тобланадиган деталь.



112-расм. Ю. ч. т. билан қиздириб тоблаш усуллари:

а — цилиндрик детални юза тоблаш
 б — шестерня тишларини юза тоблаш;
 в — плaтa плитани юза тоблаш.

сиртида куюнди ҳосил бўлмайди, д) деталь унча тоб ташламайди, е) тоблаш процессини батамом автоматлаштириш мумкин бўлади ва ҳоказо.

Детални ю. ч. т. билан қиздиришнинг моҳияти шундан иборатки, қиздириладиган деталь *индуктор* деб аталадиган ўтказгич ичига киритилади ёки остига қўйилади, сўнгра индуктордан юқори частотали ток ўтказилади. Бунда индуктор атрофида ўзгарувчан магнитавий майдон ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган бу майдон деталда юқори частотали уюрма тоқлар (Фуко тоқлари) ҳосил қилади (индуктивлайди). Детални ана шу тоқлар қиздиради. Ю. ч. т. билан қиздириб юза тоблаш қурилмасининг В. П. Вологдин таклиф этган схемаси 111-расмда тасвирланган.

Индуктор қизиб кетмаслиги учун у мис найдан қилинади ва най ичидан сув ўтказиб турилади. Индукторлар тобланадиган деталларнинг шаклига кўра, спираль, рамка ва бошқа шаклларда қилиб тайёрланади (112-расм).

Детални қиздириш учун зарур бўлган ю. ч. т. машинавий ёки лампавий генераторлардан олинади. Машинавий генераторлар 500 дан 15 000 *гц* гача, лампавий генераторлар эса 10 000 000 *гц* гача частотали ток ҳосил қила олади. Индукцион ток деталь кесими бўйлаб нотекис тақсимланади: токнинг зичлиги деталнинг сиртидан марказига томон камайиб боради. Токнинг деталь сиртидан марказига томон қандай оралиққа кириши мумкинлигини қуйидаги формуладан топса бўлади:

$$h = 50300 \sqrt{\frac{\rho}{\mu}} \text{ мм.}$$

бу ерда h — токнинг кириш чуқурлиги, мм; ρ — солиштирма қаршилик, ом. см (ом. м); μ — магнитавий киритувчанлик, гс/э; f — токнинг частотаси, гц.

Юқоридаги формуладан кўриниб турибдики, частота қанча катта бўлса, токнинг кириш чуқурлиги шунча кичик бўлади. Шу сабабли, деталь сиртқи қатламини қанчалик юққа тоблаш зарур бўлса, ток частотаси шунчалик катта олинishi керак. Бинобарин, деталларнинг сиртқи юққа қатламини тоблашда лампавий генератордан, қалинроқ (2—3 мм дан қалин) қатламини тоблашда эса машинавий генератордан фойдаланиш зарур.

Таркибидаги углерод миқдори кам ва ўртача бўлган пулатлар учун 768°C дан паст температураларда токнинг кириш чуқурлиги амалда қуйидаги тақрибий формуладан топилади:

$$h = \frac{17}{\sqrt{f}} \text{ мм.}$$

Маълумки, 768°C дан юқори температураларда пулатнинг магнитавий хоссалари йўқолади, шунинг учун магнитавий киритувчанлик μ тез пасайиб, солиштирма қаршидик ρ ортади, натижада токнинг кириш чуқурлиги ошади. Бундай ҳолда, яъни 768°C дан юқорида токнинг кириш чуқурлигини қуйидаги тақрибий формуладан топиш мумкин:

$$h = \frac{600}{\sqrt{T}} \text{ мм.}$$

Юза тобланадиган деталларни қиздириш тезлиги қиздирилаётган деталь сирти билан индуктор орасидаги тирқишга ҳам боғлиқ: тирқиш қанчалик кичик бўлса, деталь шунчалик тез қизийди. Бу тирқиш, одатда, 2 дан 5 мм гача бўлади.

Ю. ч. т. билан қиздириб тоблашда совитувчи суюқлик сифатида сув ёки эмульсия ишлатилади. Совитувчи суюқлик қиздирилган сиртга *спрейер* деб аталадиган мосламадан пуркалади (112-расмга қаранг).

Тошкент қишлоқ хўжалик машиналари заводи (Ташсельмаш)да пахта териш машиналарининг баъзи деталларини, масалан, шпинделни, шпindel бармоғи ва бошқа деталларини юза тоблашда ю. ч. т. билан қиздириш усулидан фойдаланилади. Ана шу деталлардан баъзиларининг қандай тобланишини кўриб чиқайлик.

Ш п и н д е л ь. Шпинделнинг материали 45 маркали пулат, юза тобланиш зонасининг узунлиги 510 мм. Юза тоблаш учун ЛГЗ-60 ёки ЛЗ-107 қурилмасидан фойдаланилади. Шпинделнинг тобланадиган юза қатлами ю. ч. т. воситасида 930—960°C гача қиздирилиб, камида 30°C ли сув билан совитилади (тобланади). Тобланиш чуқурлиги 0,3—1,0 мм га етади (113-расм).

Шпинделнинг тобланадиган зонасининг бошидан охиригача индуктор 15 сек да ўтади. Юза тобланган шпindel ТО-45 типидagi электик печда 195—205°C гача қиздирилиб, шу температурада 36 мин тутиб турилгандан кейин ҳавода совитилади (бўшатилади). Юза тобланиб, сўнгра бўшатилган шпindel сиртқи қатламининг қаттиқлиги Роквелл бўйича 42—52 га етади.

Ш п и н д е л ь б а р м оғи (114-расм). Бармоқ 40X ёки 45 маркали пулатдан тайёрланган. Уни юза тоблаш учун ЛГЗ-60 қурилмасидан фойдаланила-



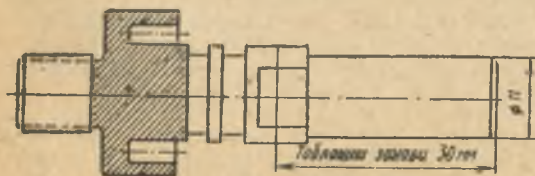
113- расм. Шпинделнинг кундаланг кесими.

ди. Бармоқнинг тобланадиган юза қатлами 3 сек давомида 930—960°C гача қиздирилади, сўнгра камида 30°C ли сув билан совитилади (тобланади). Тоблаш чуқурлиги 1,5—2,0 мм бўлади. Юза тобланган бармоқ ТО-45 электрик печда 195—205°C гача қиздирилиб, шу температурада 36 мин тутиб турилгандан кейин ҳавода совитилади (бушатилади). Юза тобланиб, сўнгра бушатилаган бармоқ сиртқи қатламининг қаттиқлиги Роквелл бўйича 35—45 га етади.

Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, ҳар бир деталь учун унинг шакли ва ўлчамларига мувофиқ келадиган алоҳида индуктор тайёрланади. Бинобарин ю. ч. т. билан қиздириб тоблаш сериялаб ва кўплаб ишлаб чиқариш шароитидагина юқори унумли ва иқтисодий жиҳатдан фойдали бўлади. Яккалаб ишлаб чиқаришда ю. ч. т. билан қиздириб тоблаш усули иқтисодий жиҳатдан фойда келтирмайди, чунки бунда ҳар бир деталь учун алоҳида индуктор тайёрлашга тўғри келади.

Контакт усули билан қиздириш. Деталнинг тобланадиган сиртқи қатламини контакт усули билан қиздиришда қаршилик сифатида деталнинг ўзидан фойдаланилади. Бу усул айланиш жисмлари шаклидаги деталлари (вал, ўқ, шпindelъ ва шу кабилари) юза тоблашда қўлланилади.

Контакт усулида қиздиришни СССРда биринчи бўлиб проф. Н. В. Гевелинг таклиф қилган эди. Контакт усули билан қиздириб, юза тоблашнинг моҳияти шундан иборатки, масалан, юза тобланадиган вал махсус станокнинг ёки токарлик станокнинг марказларига маҳкамланади. Станокнинг суппортига қуввати 25 дан 2000 квт гача бўлган пайвандлаш трансформатори билан таъминланган тобловчи қурилма ўрнатилади, бу қурилманинг мисдан тайёрланган иккита ролиги ва роликлар кетидан борувчи суюқлик (кўпинча сув) пуркаш мосламаси бўлади. Роликларнинг диаметри 200—220 мм, эни эса 8—12 мм қилинади, деталларнинг бутун энини қиздириш учун эни 75—100 мм бўлган кенг роликлар ишлатилади. Трансформатор орқали ана шу роликларга 2—6 В кучланишли ток берилади;



114- расм. Шпindelъ бармоғи.

токнинг зичлиги ролик энининг 1 мм узунликдаги қисмига 350—550 А бўлади. Шундан кейин роликлар энининг бир миллиметри юза тобланувчи деталга 10—15 кг (100—150Н) куч билан сиқади. Деталнинг тоблаш температурасигача қизиган сиртқи қатлами эса суюқлик пуркаш йўли билан совитиб (тоблаб) борилади.

Детални контакт усули билан қиздиришда унинг 0,05—0,10 мм қалинликдаги сиртқи қатлами унча қизимайди ва, шунинг учун, совитилганда тобланмай қолади. Бунинг сабаби шуки, деталь сиртининг иссиқлигини роликлар четга ўтказиб юборади. Тоблаш температурасигача қизимай қолган қатлам деталда дарзлар ҳосил бўлишидан сақлайди, чунки совитувчи суюқлик ана шу қатлам туфайли, тоблаш температурасигача қизиган қатламига бевосита тегмайди.

Бу усулнинг камчилиги шундан иборатки, деталнинг бутун энини қиздиришдан бошқа ҳолларда, роликлар деталь сирти бўйлаб навбатдаги спираль йўлни ўтишида илгари тобланган спираль йўл ҳам қизийди ва бушайди, оқибатда унинг қаттиқлиги маълум даража пасаяди. Бундан ташқари, мураккаб шаклли купгина деталларни бу усулда тоблаб бўлмайди.

Электролитда қиздириш. Совет инженери И. З. Ясногородский таклиф этган бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, юза тобланиши керак бўлган деталь электролит эритмасига, масалан, натрий карбонат Na_2CO_3 нинг сувдаги 5—10% ли эритмасига туширилади, эритма орқали ўзгармас ток ўтказилади. Бунда деталь катод вазифасини, электролит эритмаси солинган идиш (ванна) эса анод вазифасини ўтайди. Ток ўтказилганда деталнинг сирти электролитдан ажралиб чиққан водород билан қопланади. Ана шу водород қаршилик ролини ўйнайди. Электр токи водород қаватидан ўтишида уни ва, демак, деталнинг сиртқи қатламини ҳам тоблаш температурасигача қиздиради. Тоблаш температурасигача қизиган деталь ё совитувчи суюқлик солинган бошқа бакда ёки шу электролит эритмасининг ўзида совитилади. Деталь электролит эритмасининг ўзида совитиладиган бўлса, электролитга ток бериш тўхтатиб қўйилади.

Электролит сифатида, натрий карбонатдан ташқари, ишқорий металлларнинг бошқа тузлари, кислоталар ва ишқорлар ҳам ишлатилиши мумкин. Электролит эритмасининг температураси 50—70°C, токнинг кучланиши 220—380 В, токнинг зичлиги эса 4—6 А/см² бўлади.

Электролитда юза тоблашнинг афзалликлари: қурилманинг тузилиши жуда оддий, процессни автоматлаштиришга имкон беради, деталларнинг исталган жойини ва учини қиздириш имконияти туғилади, деталь тоб ташламайди, тобланган юза тоза чиқади ва иш унуми анча юқори бўлади. Бу усулнинг камчилиги шундан иборатки, йирик деталларни тоблаб бўлмайди.

Суюқлантирилган туз ёки суюқлантирилган мет аллда қиздириш. Деталларнинг сиртқи қатламини тоблаш температурасигача қиздиришнинг бу усулида суюқлантирилган туз ёки суюқлантирилган қурғошин ванна­сидан фойдаланилади. 19- жадвалда деталларни юза тоблашда ишлатилиши мумкин бўлган тузларнинг таркиби ва суюқланиш температура­си кўрсатилган.

19- ж а д в а л

Деталларни қиздиришда ишлатиладиган тузларнинг таркиби
ва суюқланиш температураси

Тузларнинг номи ва таркиби	Суюқланиш тем­ператураси, °С
Барий хлорид $BaCl_2$	960
78% барий хлорид $BaCl_2$ +22% натрий хлорид $NaCl$	640
50% натрий хлорид $NaCl$ +50% калий хлорид KCl	670
20% калий хлорид KCl +60% натрий хлорид $NaCl$ +20% натрий карбонат Na_2CO_2	700

Чўянни юза тоблаш. Кул ранг чўяндан тайёрланган баъзи деталлар, масалан, металл кесиш станоклари станиналарининг йўналтирувчилари ва бошқалар юза тобланади. Бунинг учун деталнинг юза тобланадиган жойи газ алангаси ёки юқори частотали ток билан зарур температурагача қиздирилиб, сунгра тез совитилади.

«Красный пролетарий» станоксозлик заводида токарлик-винт қирқиш станоклари станиналарининг кул ранг чўяндан тайёрланган йўналтирувчилари юқори частотали ток билан қиздирилиб, юза тобланади. Бунинг учун 100 квт қувватли лампавий генератордан ва махсус тоблаш установа­сидан фойдаланилади. Профили станок станина­сининг йўналтирувчиси профилидек бўлган иккита индуктор қўзғалмайдиган қилиб маҳкамланади-да, станина 120 мм/мин тезлик билан ҳаракатлантирилади. Бунда станина йўналтирувчисининг 2,5—3,5 мм қалинликдаги сиртқи қатлами қизийди. Тоблаш температурасигача қизиган қатлам индукторлар кетига маҳкамланган спрейер воситасида совитиб борилади, натижада бу қатлам тобланади ва унинг қаттиқлиги Роквелл буйича 52—54 га етади ($HRC=52-54$). Станиналарнинг йўналтирувчилари юза тоб­лангач, ейилишга жуда чидамли бўлиб қолади ва станокнинг узоқ вақт анқ ишла­шини таъминлайди.

2-§. Химиявий-термик ишлаш

Деталь сиртқи қатламининг химиявий таркиби, структураси ва хоссаларини ўзгартириш мақсадида унга ишлов бериш процесси *химиявий-термик ишлаш* деб аталади. Деталь сиртқи қатламининг химиявий таркиби ташқи химиявий актив муҳит билан деталь материали орасида борадиган химиявий реакция ҳисобига ўзгартирилади. Бунинг учун деталь химиявий актив муҳитда маълум температурагача қиздирилади, натижада му-

ҳит атомлари деталнинг сиртқи қатламига, аниқроғи, сиртқи қатламндаги кристалл панжара ичига диффузияланади. Масалан, кам углеродли пўлатдан тайёрланган деталь углерод (II)-оксид CO да As_3 критик нуқтадан юқориқоқ температурагача қиздирилса, деталнинг сиртқи қатлами углеродга тўйинади; натижада деталнинг маълум қалинликдаги сиртқи қатлами кўп углеродли пўлат бўлиб қолади ва унинг механикавий хоссалари, чунинчи, қаттиқлиги ва ейилишга чидамлилиги кучаяди.

Ҳозирги вақтда химиявий актив муҳит сифатида углерод, азот, хром, кремний, алюминий ва бошқа элементлар ишлатилади. Деталь сиртқи қатламининг қандай элемент ёки элементлар билан тўйинтирилишига қараб, химиявий-термик ишлаш бир неча турга бўлинади. Химиявий-термик ишлаш турларига цементитлаш, азотлаш, цианлаш ва бошқалар киради.

Цементитлаш. Пўлат деталларнинг сиртқи қатламини углеродга тўйинтириш процесси *цементитлаш*, бошқача қилиб айтганда, *углеродлаш* деб аталади. Цементитлаш процесси қадимдан маълум. XIX асрнинг ўрталаригача пўлат темирга углеродни диффузиялаш йўли билан олиниб келар эди.

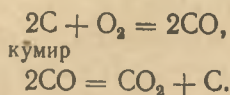
Қам (0,08 дан 0,35% гача) углеродли пўлатдан ясалган деталларгина цементитланади. Бундай деталнинг сиртқи қатлами углеродга тўйинтирилганидан унинг шу қатлами тоблангандан кейин қаттиқ ва ейилишга чидамли бўлади, ички қисми эса қовушоқлигича қолади.

Пўлатни цементитлаш учун углеродга бой муҳитдан фойдаланилади. Бундай муҳит *карбюризатор* деб аталади. Қандай ҳолатдаги карбюризатор ишлатилишига қараб, цементитлашнинг уч хил усули: қаттиқ, суюқ ва газсимон карбюризаторларда цементитлаш усуллари мавжуд.

Қаттиқ карбюраторда цементитлаш. Бу усулда карбюризатор сифатида писта кўмир билан карбонатлардан иборат кукун ҳолидаги аралашма ишлатилади. Одатда, карбюризатор 70% чамаси писта кўмир, қолгани эса карбонатлардан, масалан, 20—25% барий карбонат $BaCO_3$ ва 10—15% кальций карбонат $CaCO_3$ дан иборат бўлади. $CaCO_3$ ўрнига Na_2CO_3 ёки K_2CO_3 олиш ҳам мумкин. Карбонатлар карбюризаторнинг активлигини ошириш учун қўшилади.

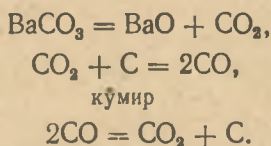
Деталларни цементитлаш учун, герметик беркиладиган пўлат яшик олинади-да, унга бир қават карбюризатор солиниб, унинг устига цементитланадиган деталлар ораси очиқроқ қилиб терилади, сўнгра уларнинг устидан яна карбюризатор солинади, унинг устига яна деталлар терилади ва ҳоказо. Яшик ана шу тарзда тўлдириб чиқилгандан кейин қопқоғи яхшилаб беркитилади, қопқоғидаги тешиклар орқали шу деталлар пўлатидан тайёрланган контрол намуналар, (стерженлар) киритилиб яшикнинг барча тирқишлари ўтга чидамли гил билан шувалади. Шундан кейин яшик печда 920—950°C гача қиздирилади ва шу

температурада маълум вақт тутиб турилади (тутиб туриш вақти, цементитланиши керак бўлган қават қалинлиги ва пўлат марказига қараб, 5 дан 15 соатгача ва ундан ортиқ бўлади; деталлар сиртқи қатламнинг қанча қалинликкача цементитланганлиги контрол намуналардан олиб синдириш йўли билан аниқланади). Бунда яшиқдаги карбюризатор ғоваклариди ҳаво бўлганлиги учун унинг таркибиди ки слор од кўми р (углерод) билан реакцияга киришиб, CO ҳосил қилади. 920—950°C да CO темир га текканда парчаланиб, атом ҳолидаги углеродни ажрати б чиқаради:



Ажралиб чиққан C пўлатнинг сиртқи қатламига диффузияланади.

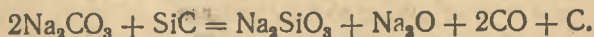
Юқорида айтиб ўтилганидек, карбонатлар карбюризаторнинг активлигини оширади, чунки улар парчаланиши натижасида CO₂ ҳосил бўлиб, кўми р билан реакцияга киришади ва CO ҳосил қилади, бу CO ҳам парчаланиб, атом ҳолидаги углеродни ажрати б чиқаради:



Бу реакциялар натижасида ажралиб чиққан C ҳам пўлатнинг сиртқи қатламига диффузияланади.

Қаттиқ карбюризаторда цементитлаш процесси анча узоқ чўзилади, чунки қаттиқ карбюризатор иссиқликни яхши ўтказмайди, натижада унинг ички қатламларига иссиқликнинг ўтиши анча қийинлашади. Цементитлаш процессини тезлатиш учун суюқ ёки газсимон карбюризатордан фойдаланилади.

Суюқ карбюризаторда цементитлаш. Бу усулда майда деталлар цементитланади. Бунинг учун карбюризатор сифатида 75—85% натрий карбонат NaCO₃, 15—10% натрий хлорид NaCl ва 10—15% кремний карбид SiC дан иборат аралашма ишлатилади. Бу аралашма ваннада суюқлантирилиб, температураси 820—850°C га етказилади-да, сўнгра унга цементитланадиган деталлар солинади. Аралашмада SiC ва Na₂CO₃ бўлганлигидан ваннада қуйидаги реакция боради:

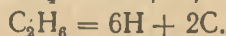
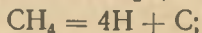
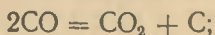


Бу реакция натижасида ажралиб чиққан атом ҳолидаги углерод деталларнинг сиртқи қатламига диффузияланади. Деталлар ваннада 2 соатгача тутиб турилганда уларнинг 0,5 мм гача қалинликдаги сиртқи қатлами цементитланади.

Бу усулнинг афзалликлари шундан иборатки, биринчидан, ишлатиладиган тузлар заҳарли бўлмайди ва процесс тез ўтади, иккинчидан, деталларнинг сирти тоза чиқади.

Газсимон карбюризаторда цементитлаш. Бу усулда карбюризатор сифатида кўп углеродли газлардан, масалан, углерод (II)-оксид CO , тўйинган углеводородлар $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ва тўйинмаган углеводородлар C_nH_{2n} дан фойдаланилади. CO да цементитлаш усулини биринчи бўлиб машҳур рус металлурги П. П. Аносов татбиқ этган эди.

Газсимон карбюризаторда цементитлаш учун деталлар печнинг герметик беркиладиган камерасига жойланади ва $920\text{—}950^\circ\text{C}$ гача қиздирилиб, уларнинг устидан атом ҳолидаги углерод ажратиб чиқарадиган газ, масалан, CO , CH_4 ёки C_2H_6 ўтказилади. Юқори температурада газ парчланади, натижада атом ҳолидаги углерод ажралиб чиқади:



Ажралиб чиққан атом ҳолидаги углерод деталларнинг сиртқи қатламга диффузияланади.

Деталларни цементитлашда энг кўп ишлатиладиган газлар табиий ва сунъий газлар бўлиб, улар асосан CH_4 дан иборат.

Газсимон карбюризаторда цементитлашда процесс 6—9 соат давом эттирилса, деталларнинг 1,2—1,6 мм қалинликдаги сиртқи қатлами углеродга тўйинади.

Бу усулнинг қаттиқ карбюризаторда цементитлашга қараганда кўпгина афзалликлари бор: а) деталлар тез қизийди, натижада, уларни тутиб туриш вақти анча қисқаради; б) печь камерасига киритиладиган газ миқдорини ва таркибини тартибга солиш қулай ва осон бўлади; в) катта асбоб-ускуналар, чунончи, кўмир майдалагич, қориштиргич, цементитлаш яшиқларига эҳтиёж бўлмаганлигидан, ишлаб чиқариш майдони қисқаради; г) процессни тўла механизациялаштириш имконияти туғилади; д) ишчи кучи анча қисқаради; е) цементитланган деталларни печдан олиб, тўғридан-тўғри тоблаш мумкин бўлади; ж) цементитлаш арзон тушади ва ҳоказо.

Цементитланган деталларни термик ишлаш. Цементитлашдан кўзланган мақсад деталларнинг сиртқи қатламини қаттиқ ва ейилишга чидамли қилишдан иборат. Аммо цементитлашнинг ўзи билангина деталнинг сиртқи қатламини зарур даражагача қаттиқ ва ейилишга чидамли қилиб бўлмайди, деталь цементитланганда унинг сиртқи қатлами углеродга тўйинади, холос. Шунинг учун цементитланган деталь албатта термик ишланиши, яъни товланиши ва паст температурада бўшатилиши керак.

Цементитланган деталнинг вазифасига кўра, термик ишлашнинг қуйидаги усулларида бири қўлланилади: бир йўла тоб-

лаб, сўнгра паст температурада бушатиш; икки йула тоблаб, сўнгра паст температурада бушатиш; цементитлангандан кейиноқ тоблаб, сўнгра паст температурада бушатиш.

Биринчи усул шундан иборатки, цементитланиб, сўнгра нормал температурагача совитилган деталлар, пулат маркасига қараб, 850—900°C гача қиздирилади, шу температурада маълум вақт тутиб турилгандан кейин тез совитилади (тобланади). Тобланган деталдаги ички кучланишларни йўқотиш учун паст (150—170°C) температурада бушатилади.

Иккинчи усул цементитланган деталнинг механикавий хоссалари айниқса юқори бўлиши талаб этилган ҳолларда қўлланилади. Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, цементитланган деталь 850—900°C гача қиздирилиб, шу температурада маълум вақт тутиб турилгандан кейин мойда совитилади (*биринчи тоблаш*). Биринчи тоблашдан мақсад деталнинг сиртқи қатламидаги цементит тўрини йўқотиш ва ички қатлами доналарини майдалаштиришдан иборат. Деталнинг сиртқи қатламида майда нинасимон мартенсит ҳосил қилиш ва қолдиқ аустенит миқдорини камайтириш учун деталь 760—800°C гача қиздирилиб, шу температурада зарур вақт тутиб турилгандан кейин тез совитилади (*иккинчи тоблаш*). Иккинчи марта тобланган деталь паст (150—170°C) температурада бушатилади.

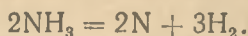
Учинчи усул. Шундай деталлар борки, уларнинг фақат сиртқи қатламигина қаттиқ бўлиши талаб этилади ва бошқа механикавий хоссаларининг аҳамияти катта бўлмайди. Бундай деталлар цементитлангандан кейиноқ, яъни цементитланиш температурасининг (925—950°C) нинг ўзиданоқ совитилиб (тобланиб), сўнгра паст (150—180°C) температурада бушатилади. Цементитлаш вақтида йириклашган аустенит доналари деталь совитилганда унинг сиртқи қатламида йирик мартенсит, ички қатламида эса йирик донали феррит ва перлит ҳосил қилади. Бу усулнинг афзаллиги шундаки, биринчидан, деталь тобланганда кам деформацияланади ва, иккинчидан, процесс арзонга тушади.

Азотлаш. Пулатнинг сиртқи қатламини азотга тўйинтириш процесси *азотлаш* деб аталади. Деталнинг азотга тўйинтирилган сиртқи қатлами жуда қаттиқ, ейилишга жуда чидамли ва коррозиябардош бўлиб қолади, чунки азотланган қатламда нитридлар ҳосил бўлади.

Азотлаш процессини биринчи бўлиб (1913 йилда) рус олими Н. П. Чижевский текширди ва амалда жорий қилди.

Деталнинг азотланган қатлами жуда қаттиқ бўлганлиги ва ўлчамларининг жуда оз ўзгарганлиги учун деталлар узил-кесил термик ишлангандан, яъни 960°C гача қиздириб, сўнгра мойда ёки сувда совитилгач (тоблангач), 600°C да бушатилгандан кейин ва жилвирланиб, зарур ўлчамга келтирилгандан кейингина азотланади. Азотловчи муҳит сифатида аммиак NH_3 ишлатилади. Азотланадиган деталлар кам углеродли пулатдан олғзи зич беркиладиган қилиб тайёрланган муфелга жойланиб, 500—600°C

гача қиздирилади-да, муфелга маълум тезликда NH_3 юборилади, бунда аммиак парчаланиши натижасида атом ҳолидаги азот ажралиб чиқади:



Ажралиб чиққан атом ҳолидаги азот деталларнинг сиртқи қатламига диффузияланади.

Амалда легирланган пўлатдан тайёрланган деталлар азотланади, чулки легирловчи элементлар азот билан бирикиб, жуда қаттиқ нитридлар, масалан, CrN , MoN , AlN ва бошқалар ҳосил қилади. Азотланадиган деталлар, асосан, 35ХМЮА, 35ХЮА, 38ХМЮА ёки 38ХВФЮА маркали легирланган пўлатдан тайёрланади.

Азотлаш процесси 500—520°С температурада, азотланиши керак бўлган қатламнинг қалинлигига қараб, кўпинча, 24...60 соат давом этади (ҳар 10 соатда 0,1 мм қалинликдаги қатлам азотланади). Азотлаш вақтини қисқартириш учун азотлашнинг босқичли усулидан фойдаланилади. Икки босқичли процессдан фойдаланилганда энг яхши натижаларга эришилади. Бунда деталь 500...520°С гача қиздирилиб, шу температурада 12...15 соат тутиб турилади, сўнгра температура 600—620°С га етказилади ва шу температурада 15...20 соат тутиб турилади. Биринчи босқичда азотланган қатламнинг қаттиқлиги юқори даражага етади, иккинчи босқичда эса азот деталь сиртқи қатламнинг талаб этилган чуқурлигига диффузияланади. Босқичли азотлаш процесс вақтини 2,0...2,5 баравар қисқартиришга имкон беради.

Азотлаш натижасида деталь сиртқи қатламининг қаттиқлиги Виккерс бўйича 1100 дан ортади.

Коррозияга қарши (декоратив) азотлаш процесси, одатда, 600...700°С да ўтказилади ва бу процесс 10 минутдан 6 соатгача давом этади.

Цианлаш. Пўлатдан тайёрланган деталь ёки асбобларнинг сиртқи қатламини бир вақтнинг ўзида ҳам углерод, ҳам азот билан тўйинтириш процесси *цианлаш* деб аталади. Цианлашдан кўзланадиган мақсад деталь ва асбобларнинг сиртқи қатлами қаттиқлигини ошириш, уларни ейилишга чидамли ва коррозиябардош қилишдан иборат. Углеродли ва легирланган пўлатлардан тайёрланган деталлар, шунингдек, тезкесар пўлатдан тайёрланган кесувчи асбоблар цианланади. Деталь ва асбобларнинг сиртқи қатлами суюқ муҳитда, газсимон муҳитда ва қаттиқ муҳитда цианланиши мумкин.

Сиртқи қатлами суюқ муҳитда цианланадиган деталлар ёки асбоблар суюқлантирилган тузлар ваннасида қиздирилади. Бундай тузлар сифатида натрий цианид NaCN , калий цианид KCN , кальций цианид $\text{Ca}(\text{CN})_2$ дан фойдаланилади. Цианидларнинг суюқланиш температураси паст (550—650°С) бўлганлигидан уларга суюқланиш температурасини ошириб, буғланишини камайтирадиган нейтрал тузлар, масалан, натрий

хлорид NaCl , барий хлорид BaCl_2 , натрий карбонат Na_2CO_3 ва бошқалар қўшилади. Бу усулда цианлаш процессининг моҳияти шундан иборатки, цианидлар қиздирилганда парчаланиб, улардан углерод билан азот атомлари ажралиб чиқади ва деталь ёки асбобнинг сиртқи қатламига диффузияланади.

Газсимон муҳитда цианлаш усулида деталлар ёки кесувчи асбоблар цементитловчи газ билан азотловчи газ, масалан, ёритиш гази билан аммиак аралашмасида қиздирилади. Газсимон муҳит сифатида CO билан NH_3 аралашмасидан фойдаланиш ҳам мумкин. Газсимон муҳитда цианлаш икки процессни, яъни газсимон муҳитда цементитлаш процесси билан газсимон муҳитда азотлаш процессини ўз ичига олади ва *нитроцементитлаш* деб ҳам аталади. Нитроцементитлаш процессини 1934 йилда проф. Н. А. Минкевич ва проф. В. И. Просвирин текширган эдилар.

Газсимон муҳитда цианлашнинг суюқ муҳитда цианлашга қараганда катта афзалликлари бор, масалан, газ билан цианлаш хавфсиздир, чунки бунда заҳарли цианидлар иштирок этмайди; нитроцементитлашда цементитловчи газ билан азотловчи газ миқдорларини ўзгартириш йўли билан цианлаш процессини тартибга солиш мумкин, бу усулда цианлаш процесси арзонга тушади, чунки цементитловчи газ билан азотловчи газ (аммиак) нархи цианидлар нархидан паст туради.

Қаттиқ муҳитда цианлаш усулида деталлар ёки асбоблар 30—40% сариқ қон тузи (калий ферроцианид), 10% сода (натрий карбонат), қолгани писта кўмирдан иборат кукун ҳолидаги аралашмада қиздирилади. Бу усулнинг иш унуми суюқ ва газсимон муҳитда цианлаш усулиникига қараганда анча паст бўлганлиги учун ундан камдан-кам ҳолларда фойдаланилади.

Цианлашнинг икки хил усули: юқори температурада цианлаш билан паст температурада цианлаш усуллари мавжуд.

Юқори температурада цианлаш. Бу усул таркибида 0,3—0,4% углерод бўлган оддий ва легирланган пўлатлардан тайёрланган деталлар учун қўлланилади. Цианлаш процесси 800—950°C температурада олиб борилади. Бу температурада деталларнинг сиртқи қатлами азотдан кўра углеродга кўпроқ тўйинади. Юқори температурада цианланган деталлар термик ишланади, яъни тобланиб, паст (150—170°C) температурада бушатилади, натижада деталларнинг сиртқи қатлами қаттиқ ($HRC=63-65$) ва ейилишга чидамли бўлади, ички қатламлари эса қовушоқлигича қолади.

Паст температурада цианлаш. Цианлашнинг бу тури асбобсозлик пўлатидан (тезкесар пўлат ва хромли пўлатдан) тайёрланган асбоблар учун қўлланилади. Бунда термик ишланган, яъни тобланиб, сўнгра паст температурада бушатиладиган асбоблар 500—600°C да цианланади, натижада асбобларнинг сиртқи юпқа (0,02—0,04 мм ли) қавати азотга углерод-

дан кўра кўпроқ тўйинади. Асбобларнинг сиртқи қаватига диффузияланган азот нитридлар ҳосил қилади, натижада асбобларнинг кесил хоссалари яхшиланади ва турғунлиги ортади.

Диффузион легирлаш*. Пулат ёки чуяндан ясалган деталларнинг сиртқи қаватини ҳар хил металл ва металлмасларга, масалан, хром, алюминий, молибден, вольфрам, кремний, олтингурт ва бошқаларга тўйинтириш процесси диффузион легирлаш деб аталади.

Диффузион хромлаш. Бундан кўзланадиган мақсад деталлар сиртқи қатламининг қаттиқлигини ва ейилишга чидамлилигини, коррозиябардошлик, оловбардошлик ва иссиқбардошлигини оширишдан иборат. Диффузион хромланган деталларнинг иссиқбардошлиги 800—850°C га етади. Деталлар уч хил муҳитда — қаттиқ, суюқ ёки газсимон муҳитда диффузион хромланиши мумкин.

Деталларни қаттиқ муҳитда диффузион хромлаш учун 60...65% феррохром**, 35...30% гилтупроқ ва 5% хлорид кислота ёки аммоний хлориддан иборат аралашма ишлатилади. Қаттиқ муҳитда диффузион хромланадиган деталлар мой, ифлослик ва зангдан тозаланиб, аралашма солинган темир яшикка жойланади. Яшикнинг қопқоғи маҳкам беркитилиб, атрофи гил билан шувалгандан кейин температураси 1050...1150°C ли печга қўйилади, бу печда 12...15 соат тутиб турилгандан кейин 700...600°C гача печь билан бирга совитилиб, шундан кейин эса ҳавога чиқариб қўйилади. Қаттиқ муҳитда диффузион хромланган қатламининг қалинлиги 0,25... 0,30 мм га етади.

Суюқ муҳитда диффузион хромлашда 20% хром хлорид CrCl_2 ва 80% барий хлорид BaCl_2 дан иборат аралашма ишлатилади. Деталлар суюқлантирилган ана шу аралашма ваннасида 950—1100°C да 4 соат чамаси тутиб турилади, бунда CrCl_2 нинг парчаланишидан ажралиб чиққан атом ҳолидаги хром деталларнинг 0,04...0,10 мм қалинликдаги сиртқи қаватига диффузияланади. Деталлар диффузион хромлангандан кейиноқ, температураси 70°C дан паст бўлмаган сувда ёки мойда тобланади.

Газсимон муҳитда диффузион хромлашнинг моҳияти шундан иборатки, ичига хром ёки феррохром ва диффузион хромланувчи деталлар солиниб, 950...1050°C гача қиздирилган реторталардан HCl ўтказилади. HCl хромга ёки феррохромга таъсир этганда CrCl_2 ҳосил бўлади. CrCl_2 деталларнинг сиртига текканда ундан атом ҳолидаги хром ажралиб чиқади-да, деталларнинг сиртқи қатламга диффузияланади.

Диффузион хромлаш усулидан парма, развёртка, клапан ва шу кабилар учун фойдаланилади.

* Кўпгина адабиётда диффузион металлеш дейилади, ammo бу ибора унча тўғри эмас, чунки деталларнинг сиртқи қатламини кремнийга, олтингуртга тўйинтириш ҳам ана шу усулга киради, ҳолбуки кремний ва олтингурт металл бўлмай, металлмаслардир.

** Темир билан хром қотишмаси.

Диффузион алюминийлаш. Диффузион алюминийлашдан кўзланадиган мақсад пўлат ёки чуъндан тайёрланган деталларнинг сиртқи қатламини оловбардош қилишдан иборат. Деталларнинг сиртқи қатлами қаттиқ, суюқ ёки газсимон муҳитда диффузион алюминийланиши мумкин. Қаттиқ муҳитда диффузион алюминийлаш усули энг кўп қўлланилади.

Қаттиқ муҳитда диффузион алюминийлашнинг моҳияти шундан иборатки, деталлар алюминийловчи аралашма солинган яшик ёки реторталарга жойланиб, маълум температурагача қиздирилади. Алюминийловчи аралашма сифатида алюминий ёки ферроалюминий* кукуни билан аммоний хлорид NH_4Cl аралашмаси ишлатилади. Алюминий ёки ферроалюминий қиздирилганда қовушиб қолмаслиги учун, баъзан, бу аралашмага алюминий оксид Al_2O_3 ёки каолин $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{AH}_2\text{O}$ кукуни кўшилади. Диффузион алюминийланиши керак бўлган деталлар кам углеродли пўлат ёки нихром яшикларга солинган аралашма ичига жойланади. Деталларни жойлаш тартиби қаттиқ карбюризаторда цементитлашдаги каби, аммо бунда газларнинг чиқиб кетиши учун яшик қопқоғига кичикроқ бир тешик ўйилади. Аралашмага жойланган деталлар печда $950\text{...}1050^\circ\text{C}$ гача қиздирилиб, шу температурада $4\text{...}12$ соат тутиб турилади. Бунда деталнинг $0,1$ дан $1,0$ мм гача қалинликдаги сиртқи қатлами алюминийланиб қолади.

Деталь диффузион алюминийлангандан кейин унинг сиртқи зонасида алюминий миқдори $40\text{...}50\%$ га етади, деталь оловбардош бўлиши учун унинг сиртқи қатламидаги алюминий миқдорининг $10\text{...}15\%$ бўлиши кифоя. Алюминий миқдорининг кўп бўлиши эса алюминийланган қатламни мўрт қилиб қўяди. Деталнинг сиртқи қаватидаги алюминий миқдорини камайтириш ва демак, мўртликни йўқотиш учун, алюминийланган деталлар 950°C да $5\text{...}6$ соат давомида ёки 1000°C да $3\text{...}4$ соат давомида диффузион юмшатилади.

Суюқ муҳитда диффузион алюминийлаш процесси деталларни суюқлантирилган алюминийли пўлат тигелда $750\text{...}800^\circ\text{C}$ гача қиздириб, шу температурада 1 соат чамаси тутиб туришдан иборат, бунда деталнинг $0,3$ мм қалинликдаги сиртқи қатлами алюминийга тўйинади. Суюқлантирилган алюминийли тигелга $6\text{...}8\%$ темир қириндиси ҳам қўшилади. Деталлар суюқ муҳитда диффузион алюминийлангандан кейин $900\text{...}1000^\circ\text{C}$ да диффузион юмшатилади.

Суюқ муҳитда алюминийлашнинг камчилиги шундаки, суюқ алюминий тигель материални емиради.

* Темир билан алюминий қотишмаси. Бу қотишмада алюминий миқдори кўпроқ бўлади.

Газсимон муҳитда алюминийланадиган деталлар ретортага жойланиб, ферроалюминий қипиғи билан кўмилади, шундан кейин ретортадан хлор ёки водород хлорид ўтказилади. Деталлар 980°C да 2 соат тутиб турилса, уларнинг 0,40...0,45 мм қалинликдаги сиртқи қатлами алюминийга тўйинади.

Диффузион алюминийланган деталларнинг оловбардош бўлишига сабаб шуки, уларнинг алюминийланган қатлами сиртида юқори температурага чидамли Al_2O_3 пардаси ҳосил бўлади.

Диффузион алюминийланадиган деталлар жумласига, масалан, цементитлаш яшиклари, суюқлантирилган туз тигеллари, термopара ғилофлари, электр билан қиздириш асбобларининг спираллари, печь арматураси, форсункалар, чўян оловдонлар, буғ қозони трубалари ва бошқалар киради.

Диффузион кремнийлаш (силицийлаш). Кремнийлашдан кузланадиган мақсад пулат ва чўян деталлар сиртқи қатламининг коррозиябардошлик, ейилишга қаршилиқ кўрсатиш, оловбардошлик хоссаларини оширишдан иборат. Деталлар қаттиқ, суюқ ёки газсимон муҳитда кремнийланади.

Қаттиқ муҳитда кремнийлашда кремнийловчи муҳит сифатида 75% ферросилиций ва 25% шамотдан иборат аралашма ишлатилади. Диффузия процессини тезлатиш учун юқоридаги аралашмага аммоний хлорид қўшилади. Қаттиқ муҳитда кремнийлаш ҳам, худди қаттиқ карбюризаторда цементитлаш каби, ичига кремнийловчи аралашма солинган яшикларда олиб борилади, яъни аралашмали яшикка деталлар жойланиб, 1100...1200°C да узоқ вақт қиздирилади. Деталлар 1100°C да 4 соат сақланса, уларнинг атиги 0,1 мм қалинликдаги сиртқи қатлами кремнийланади.

Суюқ муҳитда кремнийлаш учун ферросилиций қўшилган хлоридлардан фойдаланилади ва процесс 950...1000°C да олиб борилади.

Газсимон муҳитда кремнийланадиган деталлар герметик беркиладиган реторталарга жойланиб, ферросилиций ёки карборунд SiC кукуни билан ёхуд уларнинг аралашмаси билан кўмилади. Реторта 950...1050°C гача қиздирилгандан кейин ретортадан хлор ўтказилади, бунда хлор ферросилиций ёки карборунд билан реакцияга киришиб, кремний (IV)-хлорид $SiCl_4$ ҳосил қилади. $SiCl_4$ деталь сиртига текканда ундан атом ҳолидаги кремний ажралиб чиқиб, деталларнинг сиртқи қатламига диффузияланади. Деталларнинг сиртқи қатлами зарур қалинликкача кремнийланиб бўлгандан кейин улар реторта билан биргаликда 500...400°C гача совитилади, сўнгра реторта ичидагилар тўрға ағдарилиб, бу ерда нормал температурагача совитилади.

Газсимон муҳитда кремнийлаш анча тез боради. Масалан, деталлар 1050°C чамаси температурада 2 соат тутиб турилса, уларнинг 1 мм қалинликдаги сиртқи қатлами кремнийланиб қолади.

Деталларнинг кремнийланган қатламга хос хусусият унинг ғоваклигидир. Кремнийланган қатламнинг қаттиқлиги унча бўлмайди (Бринель бўйича 250...300 ни ташкил этади), аммо шунга қарамай, уни кесувчи асбоблар билан ишлаш анча қийин. Кремнийланган қатлам ейилишга жуда чидамли бўлади. Унинг бу хоссаси деталь мойда 150...200°C да қайнатилгандан кейин анча ошади, чунки бунда кремнийланган қатламнинг ғовакларига мой кириб, бу қатламнинг ейилишга чидамлилигини оширади.

Д и ф ф у з и о н с у л ь ф и д л а ш (о л т и н г у г у р т л а ш). Сульфидлаш диффузион легирулашнинг нисбатан янги усули бўлиб, унинг моҳияти машина деталлари ва кесувчи асбоблар ишқаланувчи қисмларининг сиртқи қатламини олтингугуртга тўйинтиришдан иборат. Деталь ва асбобларнинг олтингугуртга тўйинтирилган юзаларининг ишқаланиш коэффициенти камайиб, ейилишга чидамлилиги ошади.

Деталларнинг сульфидланган сиртқи қатламининг қаттиқлиги ортмайди, аммо ейилишга чидамлилиги юқори бўлади. Диффузион сульфидлашнинг ижобий томонларидан яна бири шуки, бу усулни пулат деталларга ҳам, чуян деталларга ҳам ва, умуман, таркибида темир бўлган ҳар қандай қотишмага ҳам татбиқ этиш мумкин.

Деталь ва асбобларнинг сиртқи қатламини диффузион сульфидлаш тартиби қуйидагича: деталлар металл кесиш асбобларида ишлангандан кейин 450°C гача қиздирилади, қиздирилган деталлар суюқлантирилган ва температураси 550...580°C га етказилган тузлар, масалан, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, KHS_3 ва бошқалар ваннага солинади: ваннада сиртқи қатламининг сульфидланиши керак бўлган қалинлигига қараб, 3 соатгача тутиб турилади, бунда деталларнинг 0,3 мм гача қалинликдаги сиртқи қатлами сульфидланади (0,5% гача S ва 1,0% гача N билан тўйинади); деталнинг сиртқи қатлами зарур қалинликкача сульфидланиб бўлгандан кейин улар ваннадан олиниб, қуруқ қумда совитилади; совиган деталлар температураси 80°C чамаси бўлган сувда яхшилаб ювилади; деталларнинг сирти юмшоқ металл симдан ясалган чўтка билан тозаланади ва, ниҳоят, механикавий ишланади: жилвирланади, хонингланади, притирланади, кесувчи асбоблар эса чархланади ва ҳоказо.

С у л ь ф о ц и а н л а ш. Сульфоцианлаш ҳам диффузион легирулашнинг янги усули бўлиб, унинг моҳияти деталлар сиртқи қатламини бир вақтнинг ўзида олтингугурт, углерод ва азот билан тўйинтиришдан иборат. Сульфоцианлаш процесси олтингугуртли ва цианли тузлар, масалан, натрий сульфит Na_2SO_3 , сариқ қон тузи $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, роданидлар NaNCS , KNCS ва бошқалар ваннасида 550...600°C температурада олиб борилади. Сульфоцианланган қатламнинг ейилишга чидамлилиги анча юқори бўлади.

3-§. Қотишмаларнинг сиртқи қатламини пластик деформациялаш йўли билан пухталаш

Деталларнинг сиртқи қатламини пластик деформациялаб пухталаш усули юза пухталашнинг янги, прогрессив усули бўлиб, унинг моҳияти қуйидагилардан иборат.

Металл совуқлайин пластик деформацияланганда унинг қаттиқлиги ва мустаҳкамлик чегараси ортиб, пластиклиги ва қовушоқлиги пасаяди. Деталларнинг сиртқи қатламини пластик деформациялаб, пухталигини ошириш ана шунга асосланган. Деталларнинг сиртқи қатламини турли усуллар билан деформацияланиши (пухталаниши) мумкин. Бу усуллар жумласига питра ёғдириш (пуркаш), ролик бостириш, зарблаш ва бошқалар киради.

Питра ёғдириш. Бу усул машинасозликда кўп қўлланилади. Деталларга махсус асбоблар — питра ёғдиргичлар ёрдамида питра катта куч билан ёғдирилса, уларнинг сиртқи қатламида наклёп ҳосил бўлади, натижада сиртқи қатламнинг қаттиқлиги ва мустаҳкамлиги ошади. Маълумки, тобланган деталларда қолдиқ аустенит бўлади, бундай деталларга питра ёғдирилганда уларнинг сиртқи қатламидаги қолдиқ аустенит мартенситга айланади, бу эса деталь сиртқи қатламининг қаттиқлигини янада оширади. Бундан ташқари, деталга питра ёғдирилганда унинг сиртқи қатламида қолдиқ сиқилиш кучланиши ҳосил бўлади, бунинг натижасида эса толиқиш чегараси ва, демак, деталнинг хизмат қилиш муддати ортади. Питра ёғдириш деталларнинг коррозиябардошлигини ҳам оширади.

Деталлар кесиб ва термик ишлангандан кейингина (зарур бўлган ҳолларда) уларга питра ёғдириш усули билан ишлов берилади.

Питра ёғдириш процессининг технологияси шундан иборатки, ишлов бериладиган деталларнинг сиртига пўлатдан ёки оқ чўяндан диаметри 0,5—1,5 мм қилиб тайёрланган питралар (шарчалар) катта (секундига 70 м чамаси) тезлик билан ёғдирилади. Бунда питра деталь сиртига кучли зарб билан урилиб, деталнинг сиртқи қатламини пластик деформациялайди. Пўлат питралар пружинабоя пўлат симларидан ясалади, чўяи питралар эса суюқ оқ чўяндан сачратиш йўли билан тайёрланади. Деталь сиртқи қатламининг наклёплиниш (пухталаниш) даражаси питранинг диаметрига, келиб урилиш тезлигига ва бошқа факторларга боғлиқ.

Питра ёғдириш усулидан пўлат буюмлар, масалан, рессора листлари, тишли филдирак, штамп, парма, метчик, плашка ва бошқалар, шунингдек, алюминий қотишмалари ва бошқа қотишмалардан тайёрланган деталларга ишлов беришда фойдаланилади.

Питра ёғдириш усули билан ишлов берилган деталларнинг сирти ғадир-будурроқ чиқади ва, шунинг учун, ейилишга чидам-



115-расм. Ролик бос-тириш.

лилигини ошириш лозим бўлган деталларга бу усулда ишлов бериш тавсия этилмайди. Бундай деталларнинг сиртқи қатламига гидроабразив усулида ёки бошқа усулда ишлов берилadi.

Гидроабразив усули. Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, деталнинг сиртқи абразив доналари аралаш суюқлик оқими босим остида йўналтирилади. Бунинг натижасида деталнинг сиртқи қатлами пухталанади ва сиртқи жилоланади.

Ролик бостириш. Бу усулдан цилиндрик деталларнинг сиртқи қатламини ва цилиндрик тешикларнинг юза қатламини пухталаш ва текислашда фойдаланилади. Унинг моҳияти шундан иборатки, У10А ёки У12А маркали пулатдан тайёрланиб, термик ишлаш йўли билан жуда қаттиқ қилинган (қаттиқлиги Роквелл бўйича 60...65 га етказилган) ва иш юзаси яхшилаб жилвирланган ролик ёки роликлар ишлов бериладиган деталнинг, масалан, ўқнинг сиртқи катта куч билан сиқилади (115-расм). Сиқиш кучи роликнинг ўлчами ва шаклига боғлиқ бўлади. Бостириладиган роликлар сони биттадан тўрттагача бўлиши мумкин. Ишлов бериладиган деталь бир томонга айланади, ролик эса қарама-қарши томонга айланиши билан бирга, деталь бўйлаб сурилиб ҳам туради. Пухталаниш (наклёпланиш) даражаси босим кучига, роликнинг ўлчамларига, роликнинг деталь бўйлаб неча марта ўтишига ва бошқа факторларга боғлиқ.

Цилиндр шаклидаги деталларнинг сиртқи ролик бостирилганда деталнинг диаметри кичраяди, тешикка ролик бостирилганда эса тешик диаметри катталашади. Ролик бостиришда ана шу факторлар ҳам ҳисобга олинishi лозим.

Цилиндрик деталлар сиртқи ролик бостиришда токарлик станогидан, тешикка ролик бостиришда эса пармалаш станогидан фойдаланиш мумкин.

Зарблaш. Бу усул юмшоқ пулатдан, алюминий қотишмалари ва мис қотишмаларидан тайёрланган ясси деталларнинг сиртқи қатламини пухталаш ҳамда уларнинг ўлчамларини жуда аниқ қилиш учун қўлланилади. Зарблaшнинг моҳияти штампланган деталларни махсус прeссларда совуқлайин сиқишдан иборат.

Савол в а то п ш и р и қ л а р

1. Деталларни юза тоблашдан кўзланган мақсад нима? Юза тобланадиган деталларни газ алангаси билан қиздириш усуларини бирма-бир айтиб беринг.

2. Юқори частотали ток билан қиздириб, юза тоблашнинг афзалликларини айтиб беринг. Юза тобланадиган деталларни юқори частотали ток билан қиздиришда қандай генераторлардан фойдаланилади?

3. Юза тобланадиган деталларни контакт усули билан қиздиришнинг моҳиятини айтиб беринг.

4. Юза тобланадиган деталларни электролитда қиздиришнинг моҳияти нимадан иборат? Суюқланттирилган туз ёки суюқланттирилган металлда қиздиришнинг моҳияти-чи?

5. Чўяндан тайёрланган қандай деталлар юза тобланади?

6. Деталларни химиявий-термик ишлашдан кўзда тутиладиган мақсад нима?

7. Цементитлаш турларини айтиб беринг. Цементитланган деталлар нима учун термик ишланади?

8. Азотлашдан кўзда тутиладиган мақсад нима?

9. Цианлаш нима? Цианлаш турларини айтиб беринг. Қандай процесс нитроцементитлаш деб аталади?

10. Диффузион легирлашнинг қандай турлари мавжуд?

11. Деталларнинг сиртки қатламини пластик деформациялаш йўли билан пухталашнинг моҳияти нимадан иборат ва унинг қандай усуллари бор.

VII БОБ

ҚАТТИҚ ҚОТИШМАЛАР

Қаттиқ қотишмалар ниҳоятда қаттиқ, иссиқбардош, оташбардош, ейилмишга чидамли материаллар бўлиб, хилма-хил мақсадларда ишлатилади. Кесувчи асбобларнинг қаттиқ қотишмалардан тайёрланган тиглари ўз қаттиқлигини ва, демак, кесиш хоссаларини температура 1000°C га чиққанда ҳам сақлаб қолади. Бу эса ҳозирги замон машинасозлигида металлларни катта тезликлар билан кесиб ишлашда айниқса муҳимдир. Қаттиқ қотишмалар рез ейилувчи деталларнинг, масалан, токарлик станоклари марказларининг иш сиртларига, плуг тишларига ва бошқаларга қоплаш, сим қирялаш (чўзиш) асбоблари, бурғи тишлари ва бошқалар тайёрлаш учун ҳам ишлатилади. Ҳозирги вақтда мамлакатимизда саноатнинг қаттиқ қотишмалар ишлаб чиқарувчи каттагина тармоғи мавжуд.

Қаттиқ қотишмалар уч группага: металлокерамик, минералокерамик ва қўйма қаттиқ қотишма группаларига бўлинади.

1-§. Металлокерамик қаттиқ қотишмалар

Металлокерамик қаттиқ қотишмалар асбобсозлик материаллари жумласига киради, улардан металл ва қотишмаларни кесиб ишлашда, шунингдек, босим билан ишлашда (сим қирялаш, штамплаш, калибрлаш ва бошқаларда) фойдаланилади. Металлокерамик қаттиқ қотишмалар хилма-хил керамика материалларини ишлашда, бурғилаш ишларида ва техниканинг бир қатор бошқа соҳаларида ҳам кенг қўламда ишлатилади.

Металлокерамик қаттиқ қотишмаларнинг асосий таркибий қисмини бир ёки ундан ортиқ карбид ташкил этади. Қаттиқ қотишмалар тайёрлашда ишлатиладиган карбидлар қийин суюқланувчи металллар — вольфрам, титан ва танталнинг углерод билан ҳосил қилган химиявий бирикмалари бўлиб, ниҳоятда қаттиқ, нормал температурада кислота ва ишқорлар таъсирига жуда чидамли моддалардир.

Вольфрам карбиди олиш учун вольфрамнинг майин кукуни ҳосил қилинади, бу кукунга қурум қўшиб аралаштирилади-да, аралашма электр печида H_2 ёки CO муҳитида $1350\text{--}1400^\circ\text{C}$ гача қиздирилади, натижада вольфрам карбиди ҳосил бўлади.

Вольфрамли қаттиқ қотишма тайёрлаш учун вольфрам карбиди кукуни билан кобальт кукуни шаравий тегирмонда бир сутка чамаси аралаштирилади ва ҳосил бўлган аралашма синтетик каучукнинг бензиндаги эритмасига қорилади. Қоришма қуригандан кейин тегишли шаклдаги прессқолипда $10\text{--}40\text{ кг/мм}^2$ ($100\text{--}400\text{ МН/м}^2$) босим остида прессланади. Пресслаш натижасида ҳосил бўлган масса 1400°C чамаси температурада 2 соат давомида қиздириш йўли билан қовуштирилади (пиширилади). Қиздириш натижасида қотишма 25% гача киришиб, ниҳоятда қаттиқ бўлиб қолади. Бундай қаттиқ қотишманинг структураси кобальт воситасида мустаҳкам боғланган вольфрам карбидидан иборат бўлади, бинобарин, кобальт вольфрам карбиди доналарини бир-бирига боғловчи материал ва-зифасини ўтайди.

Титан-вольфрамли қаттиқ қотишма ҳам худди юқоридаги каби тартибда тайёрланади, аммо фарқ фақат шундан иборат бўладики, титан-вольфрамли қотишма пресслангандан кейин 1500°C да 1...3 соат давомида қиздириш йўли билан қовуштирилади (пиширилади). Титан-вольфрамли қаттиқ қотишма тайёрлашда тантал карбиди ҳам қўшилса, қотишманинг оксидланмаслик хоссаси, пухталиги, ейилишга чидамлилиги ва бошқа хоссалари ортади.

Металлокерамик қаттиқ қотишмаларни кесувчи асбоблар билан ишлаб бўлмайди, шунинг учун улар ҳар хил ўлчамли ва ҳар хил профилли, шунингдек, кўп қирради (кўп ёқли), олдинги юзаси ясси ва қиринди чиқарувчи ариқчали пластинкалар тарзида тайёрланиб, бу пластинкалар кесувчи асбобларнинг каллагига механикавий усулда ёки кавшарлаш йўли билан маҳкамланади. Механикавий усулда маҳкамланадиган пластинкаларда махсус тешиклар бўлади. Қаллакка маҳкамланган бу пластинка асбобнинг кесувчи қисми (тиғи) бўлади.

Металлокерамик қаттиқ қотишмалар уч гуруппага: бир карбидли (вольфрамли), икки карбидли (вольфрам-титанли), уч карбидли (вольфрам-титан-танталли) қаттиқ қотишма гуруппаларига бўлинади. Биринчи гуруппани вольфрам карбиди билан кобальтдан, иккинчи гуруппани титан карбиди, вольфрам карбиди билан кобальтдан, учинчи гуруппани эса титан карбиди, тантал карбиди, вольфрам карбиди ва кобальтдан иборат қотишмалар ташкил этади. Биринчи гуруппа металлокерамик қаттиқ қотишмалари ВК билан, иккинчи гуруппа — ТК, учинчи гуруппа эса ТТК билан белгиланади.

20-жадвалда металлокерамик қаттиқ қотишмаларнинг химиявий таркиби ва асосий хоссалари, 21-жадвалда эса улардан баъзиларининг ишлатилиши келтирилган.

Металлокерамик қаттиқ қотишмаларнинг химиявий таркиби ва асосий хоссалари

Группаси	Маркаси	Химиявий таркиби				Асосий хоссалари			
		WC	TiC	TaC	Co	Зичлиги d , г/см ³ (ўртача)	Эгилиш-даги мустақамлик чегараси $\sigma_{ЭГ}$, кг/мм ²	Зарбий қовушоқ-лиги a_H , кг/м ²	Қаттиқлиги HRC (камида)
Бир карбидли	ВК2	98	—	—	2	15,2	100	0,28	90,0
	ВК3	97	—	—	3	15,1	100	0,34	89,0
	ВК4	96	—	—	4	15,0	130	—	30,5
	ВК6	94	—	—	6	14,8	135	0,67	88,0
	ВК8	92	—	—	8	14,7	140	0,74	87,5
	ВК10	90	—	—	10	14,4	150	0,85	87,5
	ВК11	89	—	—	11	14,2	150	0,96	86,0
	ВК15	85	—	—	15	14,0	165	1,05	86,0
Икки карбидли	T5K10	85	5	—	10	12,5	115	0,63	88,5
	T14K8	78	14	—	8	11,6	115	0,60	89,5
	T15K6	79	15	—	6	11,3	110	0,58	90,0
	T30K4	66	30	—	4	9,7	90	0,69	91,0
	T60K6	34	60	—	6	6,7	75	0,43	90,0
Уч карбидли	ТТ7К12	—	—	7	12	13,2	155	—	87,0
	ТТ7К15	—	—	7	15	—	—	—	87,0

Ҳозирги вақтда металлокерамик қаттиқ қотишмаларнинг янгидан-янги маркалари ишлаб чиқарилмоқда ва саноатда кенг кўламда қўлланилмоқда. Бу қотишмалардан баъзиларининг асосий хоссаларини келтириб ўтамиз (22-жадвал).

Майда донали ВК6М маркали қотишма жуда қаттиқ ва зич бўлганлигидан, кесувчи асбобнинг турғунлигини 2—3 баравар оширишга имкон беради ва чўянни ҳамда баъзи зангламас пўлатларни йўнишда ишлатилади. Т5К12В маркали қотишма қаттиқ пўлатларни ва бошқа қотишмаларни рандалаш ва хомаки йўнишда, пайванд чокларга ишлов беришда ва, умуман, Т5К10, ВК8 каби жуда пухта қотишмаларни ишлатиб бўлмайдиган бошқа ҳолларда қўлланилади. Кўп кобальтли жуда пухта ва қовушоқ ВК20, ВК25, ВК30 қотишмалари ва тажрибавий ВК15В, ВК20В, ВК25В қотишмалари ишлаб чиқаришнинг ўзлаштирилганлиги катта зарбий нагрузкалар остида ишлайдиган штамплар тайёрлашда қаттиқ қотишмалардан кенг кўламда фойдаланишга имкон беради, қаттиқ қотишмали штамплар эса одатдаги штампларга қараганда анча чидамли бўлади ва катта иқтисодий самара келтиради.

2-§. Минералокерамик қаттиқ қотишмалар

Сунгги йилларда асбобсозлик материалларининг янги тури — минералокерамик қаттиқ қотишмалар ишлаб чиқариш саноат миқёсида ўзлаштирилди. Минералокерамик қаттиқ қо-

Металлокерамик қаттиқ қотишмаларнинг ишлатилиши

Қотишманинг маркаси	Ишлатилиши
ВК2	Чўян, рангли металллар, металлмас материаллар ва бошқаларни тозалаб йўнишда ишлатиладиган кескич ва развёрткалар учун
ВК6	Тозалаб ва хомаки йўнишда ишлатиладиган кескичлар, чўян, рангли металллар ва металлмас материалларни тозароқ ва тозалаб ишлашда қўлланиладиган фреза, развёртка ва зенкерлар учун
ВК8	Чўяни, рангли металллар ва металлмас материалларни хомаки йўниш, рандаяш, фрезалаш ва пармалашда ишлатиладиган кесувчи асбоблар учун; йўнилиши қийин бўлган пўлатларни йўнишда ишлагиладиган кескичлар учун
ВК10	Сим кирялаш, чўктириш, тешик очиш асбоблари ва енгил шароитда ишлайдиган штамп асбоблари учун
ВК15	Пўлатдан чивик ва трубалар кирялашга мўлжалланган асбоблар учун
Т5К10	Углеродли ва легирланган пўлатларни хомаки ва тозалаб рандалашда, хомаки ва шаклдор қилиб йўнишда ишлатиладиган кесувчи асбоблар учун
Т14К8	Углеродли ва легирланган пўлатларни хомаки йўниш, фрезалаш, тешикни кенгайтириш ва хомаки зенкерлашда ишлатиладиган кесувчи асбоблар учун
Т15К6	Пўлатларни юқори тезликлар билан хомаки ва тозалаб йўнишда ишлатиладиган кескичлар учун
Т30К4	Пўлатларни суриш ва кесиш чуқурлигиди кичик олиб, катта тезликлар билан ишлашда қўлланиладиган кесувчи асбоблар учун
Тт7К12	Қаттиқ пўлатларни хомаки йўниш ва рандалашда, пайванд чокларга ишлов беришда қўлланиладиган кесувчи асбоблар учун

22-жадвал.

Янги металлокерамик қотишмаларнинг маркалари
ва асосий хоссалари

Маркаси	Асосий хоссалари		
	зичлиги $d, \text{г/см}^3$	эгилишдаги мустақамлик чегараси $\delta_{\text{эг}}$, кГ/мм^2	Уртача қаттиқлиги HRA
ВК3М	15,1	110	92,0
ВК4В	15,0	135	88,0
ВК6М	14,9	130	89,0
ВК6В	14,8	140	88,0
ВК8В	14,5	155	86,5
ВК20	13,6	190	85,0
ВК25	13,0	200	84,5
ВК30	12,6	200	82,5
Т5К12В	13,1	150	87,0

тишмалар турли ўлчам ва шаклдаги пластинкалар тарзида тайёрланади ва, худди металлокерамик қаттиқ қотишмалар каби, кесувчи асбобларнинг тиги сифатида ишлатилади.

Минералокерамик пластинкалар ўз таркибида алюминий оксид Al_2O_3 бўлган минерал материални пресслаш ва $1750^\circ C$ чамаси температурада қовуштириш йўли билан тайёрланади. Бундай пластинкаларнинг қаттиқлиги Роквелл бўйича 91—93 га етади ($HRA=91-93$). Минералокерамик пластинкалар ейилишга чидамли бўлади, $1200^\circ C$ гача қиздирилганда ҳам кесиш хоссаларини йўқотмайди ва оксидланмайди, шунингдек, бошқа қотишмаларга қараганда кўп марта арзон туради, шу сабабли улар пулат ва чуян заготовкларни кичик кесимли қиринди олиб, катта (400—500 м/мин) тезлик билан тозалаб кесишда кенг қўламда ишлатилади. Аммо улар анча мурт, иссиқлик ўтказувчанлиги паст ва эгилишдаги мустаҳкамлик чегараси металлокерамик қотишмаларникидан 4—5 барабар, тезкесар пулатларникидан эса 10—12 барабар кичик бўлади. Минералокерамик қотишмаларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги паст булганлигидан, улар тез ва нотекис қиздирилса, дарз кетиши мумкин. Ана шу камчиликлари туфайли минералокерамик пластинкаларнинг ишлатилиши чекланган.

Минералокерамик қаттиқ қотишмаларнинг ЦВ-13, Ц-14, Ц-18 маркалилари мавжуд. Москва қаттиқ қотишмалар комбинатида ишлаб чиқариладиган ЦМ-332 маркали минералокерамик пластинкалар айниқса кенг қўламда ишлатилади.

Ҳозирги вақтда кўп — уч, беш ва олти қиррали (ёқли) минералокерамик пластинкалар ишлаб чиқарилмоқда. Бундай пластинкаларнинг бир қирраси ўтмасланса, чархлаб ўтирилмай, иккинчи қирраси билан кесадиган қилиб ўрнатилади ва ҳоказо.

Минералокерамик пластинкалар икки вариантда: олдинги юзаси ясси ва қиринди чиқарувчи ариқчали қилиб тайёрланади. Пластинкалар кескич каллагига ё кавшарлаш йўли билан ёки механикавий усулда маҳкамланади. Механикавий усулда маҳкамланадиган пластинкаларда кескич каллагигаги штирь учун махсус тешиклар бўлади.

3-§. Қўйма қаттиқ қотишмалар

Қўйма қаттиқ қотишмалар асбоб ва деталларнинг тез ейиладиган иш юзаларининг ейилишга чидамлилигини ошириш мақсадида уларга газ алангаси ёки электр ёйи ёрдамида суяқлантириб қоплаш учун ишлатилади. Қўйма қаттиқ қотишмаларнинг энг кўп ишлатиладиганлари сормайт № 1, сормайт № 2 ва стеллитдир. Бу қотишмаларнинг химиявий таркиби 23-жадвалда келтирилган.

Қаттиқ қотишма деталь ва асбобларнинг сиртига, одатда, икки қатлам қилиб қопланади ва қопламнинг сирти жилвирлаб ташланади. Стеллит қопламининг қаттиқлиги Роквелл бўйича

Қўйма қаттиқ қотишмаларнинг химиявий таркиби

Қотишманинг маркаси	Химиявий таркиби, % ҳисобида								
	Cr	Ni	C	Si	Mn	Co	W	Fe	
Стеллит {	ВК 2	27—33	2,0—3,0	1,8—2,5	1,0—1,2	1,0—1,5	47—53	13—17	2
	В 3 К	28—32	2,0—3,0	1,0—1,5	2,5—2,8	—	58—62	4—5	2
Сормайт № 1		25—31	3,0—5,0	2,5—3,3	2,8—4,2	1,5	—	—	қол- гани «
Сормайт № 2		13,0— —17,5	1,3—2,2	1,5—2,0	1,5—2,2	1,0	—	—	

60—64 га, сормайт № 1 қопламиниқи —45—50 га, сормайт № 2 қопламиниқи эса 40—45 га етади. Деталь ва асбобларнинг қаттиқ қотишма суюқлантириб қопланган сиртининг ейилишга чидамлилиги ўрта ҳисоб билан 2—4 баравар ортади.

Стеллит юқори температурада коррозияловчи муҳитда ишлайдиган деталларнинг, масалан, клапанлар эгари, газ турбиналари кураклари, химиявий аппаратлар сиртини қоплаш учун ишлатилади.

Сормайт № 1 механикавий куч таъсири остида ишлайдиган, сирти силлиқ ва аниқ бўлиши талаб этиладиган тез ейилувчи деталлар учун, сормайт № 2 эса штамплаш асбоблари учун ишлатилади.

Деталь ва асбобларнинг тез ейилувчи юзасига қоплаш учун порошок ҳолидаги (донадор) қотишмалар ва махсус электродлар ҳам ишлатилади. Порошок ҳолидаги қотишмаларнинг бир неча тури мавжуд. Уларнинг асосийлари сталинит ва борид-хлоридли аралашма, боридли аралашма ва бошқалардир.

Махсус электродлар кам углеродли пулат симлар бўлиб, уларнинг сиртига, асосан, турли ферроқотишмалардан (феррохром, ферромарганец ва бошқалардан) иборат аралашма қопланади. Электрод қоплами таркибига легирловчи, шлак ҳосил қилувчи, боғловчи ва стабилловчи (электр ёйини барқарор қилувчи) компонентлар киради. Қопламнинг асосий таркибий қисми легирловчи компонент, яъни ферроқотишмалардир.

Сталинит феррохром, ферромарганец, чўян қипиғи ва коксдан тайёрланади. Бунинг учун ҳар қайси компонент янчилиб, кукунга айлантиради ва кукунлар 30% чамаси феррохром, 18% чамаси ферромарганец, 45% чамаси чўян ва 7% чамаси кокс бўладиган нисбатда аралаштиради. Аралашма 500°C га яқин температурада 3...4 соат давомида қиздирилади. Қиздириш натижасида ҳосил бўлган масса совигач, янчилиб, майда доналардан иборат порошокка айлантиради. Ана шу порошок донадор қотишма — сталинитдир.

Сталинит деталларнинг ейилувчи ёки ейилган юзаларига кўмир ёки графит электрод воситасида ҳосил қилинадиган

электр ёйида, яъни Бенардос усулида суюқлантириб қопланади. Бунда ўзгарувчан токдан ҳам, ўзгармас токдан ҳам фойдаланиш мумкин, ammo ўзгармас токдан фойдаланилса, қопламнинг сифати анча юқори бўлади, чунки ўзгармас ток турғун ёй ҳосил қилади.

Борид-хлоридли аралашма, асосан, хром, бор, кремний, углерод ва темирдан, боридли аралашма эса хром, бор, углерод ва темирдан иборат бўлиб, бинокорлик, йўл қуриш ва кон қазниш машиналарининг ёйилган деталларини тиклаш, шунингдек, янги деталларига суюқлантириб қоплаш учун ишлатилади.

Станитининг қаттиқлиги Роквелл бўйича тахминан 75 га, борид-хлоридли қотишманики 78 га, боридли қотишманики эса 80 га етади. Бу қотишмалар қопланган деталь ва асбобларнинг чидамлилиги 8—12 баравар ортади.

Савол ва топшириқлар

1. Қаттиқ қотишмалар нима ва улар неча турга бўлинади?
2. Металлокерамик қаттиқ қотишмалар таркибидаги карбидлар сонига кўра қайси гуруппаларга бўлинади ва қандай маркалаёнади?
3. Металлокерамик қаттиқ қотишма пластинкаларининг қандай шаклларда қилиб тайёрланиши ва уларнинг кесувчи асбобга қандай қилиб маҳкамланишини айтиб беринг.
4. Минералокерамик қотишмаларнинг асосий таркибий қисмини қандай бирикма ташкил этади?
5. Минералокерамик қотишмаларнинг металлокерамик қотишмаларга қараганда қандай афзалликлари бор? Минералокерамик қотишмаларнинг камчилиги нимада?
6. Қуйма қаттиқ қотишмаларнинг нималарга ишлатилишини айтиб беринг.
7. Махсус электродлар қандай тайёрланади ва нималарга ишлатилади?

VIII БОБ

МЕТАЛЛАР КОРРОЗИЯСИ ВА УНИНГ ОЛДИНИ ОЛИШ ЧОРАЛАРИ

1-§. Металлар коррозияси тўғрисида умумий тушунчалар

Металлар ҳозир энг муҳим конструкцион материаллар бўлиб, турли шароитда (ҳавода, сувда, ер остида) ишлайди. Металларнинг ишлаш шароитида уларни емирувчи кўпгина моддалар бўлади. Бундай шароитда металлар қисман ёки бутунлай емирлиши, яъни коррозияланиши мумкин. Металларнинг коррозия оқибатида бўладиган исрофгарчилиги йилига бир неча млн. т ни ташкил этади. Бинобарин, металлар коррозияси халқ хўжалигига катта зарар етказди. Шунинг учун, металларни коррозияланишдан сақлаш давлат аҳамиятига эга бўлган муҳим масалалардан биридир. Металлар коррозиясининг олдини

олиш учун эса, аввало, коррозия процессининг моҳиятини, унинг турли шароитда қандай боришини билиш зарур.

Маълумки, металлларнинг жуда кўпчилиги табиатда химиявий бирикмалар таркибига кирган ҳолда бўлади ва уларнинг бу ҳолати энг барқарор ҳолат ҳисобланади. Металлургия процессларида металллар ана шу бирикмаларидан ажратиб олинади ва бунда металлларнинг барқарор ҳолати бузилади, аммо металллар қулай шароит келганда барқарор ҳолатини тиклайди, яъни кислород ва бошқа элементлар билан бирикади. Коррозиянинг содир бўлиш сабаби ана шундан иборат.

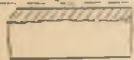
Металлларнинг ташқи муҳит билан физика-химиявий ўзаро таъсири оқибатида емирилиши *металлар коррозияси* * деб аталади.

Металлар коррозияланганда уларнинг физикавий ва механикавий хоссалари пасайиб кетади. Коррозия ҳодисаси машиналарнинг ишқаланувчи қисмлари орасидаги ишқаланишни кучайтиради, асбоб ва апаратларнинг электрик хоссаларини пасайтиради.

Коррозиянинг асосий турлари. Металлларнинг коррозияланиш тезлиги эмас, балки уларнинг сиртида коррозияланган жойларнинг қандай тақсимланиши ҳам ниҳоятда муҳимдир. Агар металлнинг бутун сирти бир қадар текис коррозияланган бўлса, бундай коррозия *текис коррозия* деб аталади (116-расм, а). Агар металл сиртининг кўп қисми коррозияланмай, айрим жойларигина коррозияланса, бундай коррозия *маҳаллий коррозия* дейилади (116-расм, б). Коррозия қанчалик нотекис бўлса, у шунчалик хавфлидир. Пулат ва баъзи металллар чучук ва шўр сувда, тупроқда, баъзи оксидловчи муҳитда, кўпинча, маҳаллий коррозияланади. Металл доналари (кристаллитлари) чегараси емирилса, бундай коррозия *кристаллитлараро коррозия* деб аталади (116-расм, в).

Коррозиянинг бу тури ниҳоятда хавфлидир, чунки бундай коррозияланган металлнинг механикавий хоссалари кучли даражада пасайган бўлишига қарамай, унинг ташқи кўриниши деярли ўзгармай қолади. Металлга агрессив муҳит ва механикавий (статикавий ва динамикавий) кучланишлар бир вақтда таъсир этса бу металлда *коррозион дарзлар* ҳосил бўлади (116-расм, г).

Ташқи агрессив
муҳит



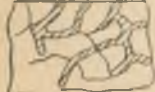
а

Ташқи агрессив
муҳит



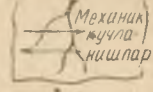
б

Ташқи агрессив
муҳит



в

Ташқи агрессив
муҳит



г

116-расм. Коррозиянинг асосий турлари.

* *Коррозия* термини латинча *corrodere* сўзидан олинган бўлиб, унинг маъноси *емирмоқ* демакдир.

Коррозия назариясига оид қисқача тарихий маълумот. Металлар коррозияси ва металлларни коррозиядан ҳимоя қилиш тўғрисидаги таълимотга асос солган олим М. В. Ломоносовдир. Ломоносов XVIII асрнинг ўрталарида кислоталарнинг металлларга таъсирини текширар экан, металлларнинг коррозияланиш ҳодисаси тузларнинг сувда эриш ҳодисасидан катта фарқ қилишини аниқлади, металлларнинг пассив ҳолатини кашф этди ва уларнинг оксидланишида бўладиган ҳодисаларнинг моҳиятини биринчи бўлиб тушунтирди. Металлар коррозияси назариясининг ривожланишида инглиз олими М. Фарадейнинг ишлари ҳам катта аҳамиятга эга бўлди. Фарадей 1833—1834 йилларда электролизнинг асосий қонуларини топди ва металлларнинг пассивлиги уларнинг сиртида жуда юпқа, кўзга кўринмайдиган ҳимоя пардаси борлигидан келиб чиқади деган гипотезани (фаразни) майдонга ташлади. 1830 йилда Швейцария физик-химики А. де ля Рив тоза рухнинг ва металл қушимчалар билан ифлосланган рухнинг кислотада эришига оид тажрибалар асосида микрогальваник элементлар тўғрисидаги гипотезани илгари сурди, бу гипотезага кўра, кислотага туширилган металл сиртида микроскопик гальваник жуфтлар ҳосил бўлиши ҳисобига металл коррозияланади, бунда металлнинг ўзи анод ролини, қушимчанинг зарралари эса катод ролини ўйнайди. XX асрнинг бошида рус химики В. А. Кистяковский коррозия процессини тўхтатувчи муҳим фактор — ҳимояловчи оксид парда назариясини ривожлантирди. Коррозия тўғрисидаги фанни тараққий эттиришда совет химики Г. В. Акимовнинг хизмати каттадир. Акимов металллар коррозияси тўғрисидаги ҳозирги замон таълимотининг асосий соҳаларини яратди ва металлларни коррозияланишдан ҳимоя қилишнинг кўпгина амалий масалаларини ҳал этди.

Металларнинг коррозияланиш процесси характерига кўра, барча коррозия ҳодисаларини иккита катта группага: химиявий коррозия билан электрохимиявий коррозия группаларига бўлиш мумкин.

Химиявий коррозия. Металларнинг электр ўтказмайдиган агрессив муҳитда, масалан, юқори температурагача қиздирилган газларда, нефть, бензин, сурков мойлари ва бошқаларда емирилиши *химиявий коррозия* деб аталади. Металларнинг химиявий коррозияланиш процесси, асли моҳияти билан олганда муҳитдаги агрессив таркибий қисмларнинг металл билан бирикишидан иборат. Масалан, пўлат ҳаво ва газлар иштирокида юқори температурагача қиздирилганда пўлат таркибидаги темир оксидланиб, куюндига айланади.

Металларнинг юқори температурада газ муҳитида коррозияланиши коррозиянинг нисбатан оддий туридир. Бу ерда коррозия тезлиги, асосан, металлнинг коррозияланиши натижасида ҳосил бўлган маҳсулот қатлами (пардаси) хоссаларига боғлиқ. Агар металл сиртида ҳосил бўлган парда муҳит актив заррача-

ларининг (атом ёки молекулаларининг) металл сиртига, металл атомларининг эса ташқарига диффузияланиши учун яхши қаршилиқ кўрсатса, металлнинг коррозияланиш тезлиги кичик бўлиб, бу парда қалинлашган сари коррозия процесси камайиб боради-да, ниҳоят тўхтайди. Металлда коррозия оқибатида ҳосил бўладиган парданинг хоссалари металлнинг таркибига, муҳитнинг таркибига ва шароитга (температура, вақт, муҳитнинг ҳаракатланиш тезлиги ва бошқаларга) боғлиқдир. Нисбатан юпқа ва зич, шунингдек, металл сиртига ёпишиш пухталлиги юқори пардаларнинг металлни ҳимоя қилиш хоссалари юқори бўлади.

Коррозияланиш тезлиги температурага ҳам боғлиқ: температура қанчалик юқори бўлса, коррозияланиш тезлиги ортиб боради, чунки муҳит актив атомларининг ва металл атомларининг парда орқали диффузияланиш тезлиги ортади. Коррозияланиш тезлиги металлнинг кислородга қанчалик яқиндош эканлигига ҳам боғлиқ: металл кислородга қанчалик яқиндош бўлса, коррозияланиш тезлиги шунчалик катта бўлади.

Электрохимиявий коррозия. Металлларнинг электр токи ўтказадиган суюқ муҳитда — электролит эритмаларида емирилиши *электрохимиявий коррозия* деб аталади. Бундай коррозия электролит эритмасида металл заррачаларининг эритмага ўтишидан иборат. Бир жинсли бўлмаган металл электролит эритмасига, масалан, денгиз сувига, кислота эритмасига, ишқор эритмасига ва бошқаларга туширилганда шу металл сиртида кўпдан-кўп микрогальваник элементлар ҳосил бўлади. Бунда потенциали пастроқ зарралар (металл зарралари) анод ролини, потенциали юқорироқ зарралар (қўшимча зарралари) эса катод ролини ўйнайди. Микрогальваник элементларда ҳам, одатдаги гальваник элементлардаги каби, анод эрий боради.

Маълумки, металллар (қотишмалар), кўпинча, бир жинсли бўлмайди. Бундай металл электролит эритмасига туширилганда унинг бир жинсли бўлмаган айрим доналарида потенциал турлича бўлади, доналар металл массаси орқали ўзаро туташганлигидан, кўпдан-кўп микрогальваник элементлар ҳосил қилади. Масалан, феррит билан цементитдан иборат пўлат (эвтектоидавий пўлат) электролит эритмасига туширилса, цементит зарралари билан феррит зарралари микрогальваник элементлар ҳосил қилади, бунда феррит зарралари анод ролини, цементит зарралари эса катод ролини ўйнайди, натижада феррит эрий боради, яъни пўлат электрохимиявий коррозияланади.

Юқорида айтилганлардан тоза металллар ва бир фазали қотишмаларнинг коррозиябардошлиги фазалар аралашмасидан иборат қотишмаларникига қараганда юқори бўлиши керак деган хулоса келиб чиқади. Масалан, тобланиб, структураси мартенситга айлантирилган пўлатнинг коррозияланиш даражаси юмшатирилган ёки юқори температурада бўшатирилган (структураси перлит, сорбит ёки трооститга айлантирилган) худди шундай

пўлатникига қараганда паст бўлади. Аммо бир фазали қотишмаларда ҳам электрод потенциали асосий металлникдан ўзгача қўшимчалар албатта бўлади. Шунинг учун электрохимиявий коррозия бир фазали қотишмаларда ҳам бўлиши мумкин.

Шуни ҳам таъкидлаб ўтиш керакки, электролит эритмасига туширилган икки металлдан қайси бирининг потенциали кичик бўлса, ўша металл емирилади (коррозияланади). Металлларнинг потенциаллари қиймати эса уларнинг кучланишлар қаторидаги ўрнига боғлиқ. Энг муҳим металлларнинг кучланишлар қаторини келтириб ўтамиз:

Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, H₂, Sb, Bi, Cu, Ag, Au.

Бу қаторда ҳар бир металл электр кучланишининг, яъни ўз тузи эритмасига солинганда вужудга келадиган потенциаллар айирмасининг қийматига қараб жойлаштирилган. Бу қаторга водород ҳам қўйилган ва унинг потенциали нолга тенг деб олинган. Демак, водороддан чапдаги металлларнинг водород потенциалига нисбатан потенциаллари мусбат, унгаги металлларники эса манфийдир. Кучланишлар қаторидаги металлларнинг потенциаллари қийматини келтириб ўтамиз (24-жадвал).

24-жадвал

Баъзи металллар потенциалларининг қийматлари

Металлнинг номи ва химиявий белгиси	Водородга нисбатан потенциали	Металлнинг номи ва химиявий белгиси	Водородга нисбатан потенциали
Олтин Au	+1,500	Кобальт Co	-0,270
Кумуш Ag	+0,800	Темир Fe	-0,439
Мис Cu	+0,344	Хром Cr	-0,510
Висмут Bi	+0,226	Рух Zn	-0,762
Сурьма Sb	+0,200	Марганец Mn	-1,100
Водород H ₂	0,000	Алюминий Al	-1,300
Қўрғошин Pb	-0,127	Магний Mg	-1,550
Қалай Sn	-0,136	Натрий Na	-2,710
Никель Ni	-0,230		

Кучланишлар қаторидаги ҳар қандай икки металл электролит эритмасига туширилганда гальваник жуфт ҳосил қилади ва бунда кучланишлар қаторида чапроқда турган металл коррозияланади. Масалан, электролит эритмасига марганец билан никель жуфти туширилса, марганец коррозияланади, никель эса сақланиб қолади, никель билан мис жуфти туширилса, никель коррозияланиб, мис сақланади ва ҳоказо.

Металлларнинг кучланишлар қатори амалий жиҳатдан муҳим аҳамиятга эга. Масалан, денгиз кемаларининг сув остида бўладиган металл қисмларини коррозиядан сақлашда метал-

ларнинг кучланишлар қаторидан фойдаланилади. Бунинг учун кеманинг сув ости қисмига кучланишлар қаторида анча чапда турган металл, масалан, магний қўймаси уланади, бунинг натижасида магний коррозияланиб, кеманинг сув ости қисми сақланиб қолади. Ерга қўмилган трубаларни коррозияланишдан сақлаш учун ҳам ана шу усулдан фойдаланилади. Бу усул *электрохимиявий ҳимоялаш* деб, кучланишлар қаторида ҳимояланадиган металлдан анча чапда турган металл, масалан, магний қўймаси эса *протектор* деб аталади.

Металл сиртида химиявий коррозия натижасида ҳосил бўлган оксид парда металлни электрохимиявий коррозиядан ҳам сақлайди, чунки у металлни электролит эритмаси таъсиридан ҳимоя қилади. Потенциаллари жуда паст бўлган баъзи металлларнинг, масалан, алюминий, хром ва бошқаларнинг коррозиябардошлик хоссалари юқори бўлишига сабаб ҳам ана шу.

2- §. Металлар коррозиясининг олдини олиш чоралари

Металлар коррозиясининг олдини олиш учун ҳозирги вақтда турли усуллардан фойдаланилади. Бу усулларнинг асосийлари металлларни коррозиябардош металллар ва металлмаслар билан қоплаш, агрессив муҳитга ишлов бериш, электрохимиявий ҳимоялаш ва металлларни легирлаш усуллариدير.

Коррозиябардош металллар билан қоплаш. Коррозиябардош металллар сифатида хром, никель, рух, қалай, кадмий, қумуш ва бошқалар ишлатилади. Металл буюмнинг коррозиябардош металл билан қопланадиган юзаси ёғ, минерал мой, занг, куюнди ва бошқа ифлосликлардан механикавий ёки химиявий усулда тозаланади. Механикавий усулда тозалаш учун жилвирли қоғоз, сим чўтка, қум пуркаш аппарати ва бошқалардан фойдаланилади. Қум пуркаш аппаратида йирик буюмлар тозаланади. Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, металл буюмнинг тозаланиши лозим бўлган юзасига сиқилган ҳаво оқими билан бирга қум ҳам пуркалади, бунда буюмнинг сирти тозаланибгина қолмай, балки қум зарраларининг зарби таъсирида бир оз гадир-будурроқ бўлиб ҳам қолади, натижада унинг сиртига қоплам пухта ёпишади. Майда буюмлар қуруқ ва тоза қумли барабанга солиниб, барабан маълум тезлик билан айлантирилади, бунда буюм сиртига қум зарралари урилиб ишқаланади, натижада буюмнинг сирти тозаланади.

Тозалашнинг химиявий усули металл буюмнинг сиртига сульфат ёки хлорид кислотанинг 10—15% ли қайноқ (50—80°C гача иситилган) эритмаси билан ишлов беришдан иборат. Кислота эритмаси билан тозаланган металл буюмнинг ўнқир-чўнқир жойларида кислота тўпланиб қолиб, уни ўйиб юбориши ҳам мумкин, шунинг учун тозаланган буюм дарҳол ювиб ташланиши керак.

Металл буюмнинг ёғ босган жойлари ишқорларнинг сувдаги 5—10% ли эритмаси билан, минерал мой босган жойлари эса бензин билан тозаланади.

Юқоридаги усуллар билан тозаланган буюмнинггина сиртига коррозиябардош металл қоплаш мумкин.

Саноатда металл буюмларни коррозиябардош металллар билан қоплашнинг бир неча усулидан фойдаланилади. Ана шу усуллардан асосийларини кўриб чиқамиз.

Суюқлантирилган коррозиябардош металлга ботириш усули. Бу усулда коррозиябардош металл сифатида, асосан, рух, қалай ва қўрғошин ишлатилади.

Рухдан темир (кам углеродли пулат) листлар (тунукалар), пулатдан тайёрланган ҳар хил деталлар сиртини қоплашда фойдаланилади. Рух билан қоплаш *рухлаш* деб ҳам аталади. Буюмни рухлаш учун у суюқлантирилган ва температураси 450—480°C га етказилган рухли ваннага ботирилади-да, маълум вақт тутиб турилгандан кейин ваннадан олинади, бунда унинг сирти рух билан қопланиб (рухланиб) қолган бўлади.

Қалайдан темир* тунука, идиш-товоқ ва шу каби буюмлар сиртини қоплашда фойдаланилади. Қалай қоплаш *оқартириш ёки қалай югуртириши* деб ҳам аталади. Сиртига қалай югуртирилиши керак бўлган темир тунука сульфат кислотанинг кучсиз эритмаси билан ишланиб, унинг сиртидаги оксидлар кетказилади, шундан кейин, намни ва оксидларнинг қолдиқларини кетказиш учун, суюқлантирилган рух хлоридга ботириб олинади. Ана шу тарзда ишлов берилган тунука 270—300°C температурали суюқ қалай ваннага туширилади ва маълум вақт тутиб турилгандан кейин ваннадан олиниб, чигит мойи, мол ёғи ёки техникавий ёғ қатлами орқали ўтказилади. Ёғ қатлами қалай қопламнинг қотишини сусайтиради, натижада қоплам бир текис чиқади.

Қўрғошин билан қоплаш технологияси худди қалай билан қоплаш технологияси каbidир. Фарқ фақат шундаки, қўрғошин билан қоплашда 85% Pb ва 15% Sn дан иборат суюқланма ишлатилади ва унинг температураси 340—350°C қилиб турилади. Қўрғошин билан қоплаш усули металл буюмларни баъзи кислота ва эритмаларга чидамли қилиш учун қўлланилади.

Суюқлантирилган коррозиябардош металлга ботириш усулининг афзаллиги шундаки, бу усул анча оддий бўлиб, қоплам пухта чиқади; камчилиги; қоплам қалинлиги бир текис бўлмайди ва қоплаш металл кўп сарфланади.

Гальваник усул. Бу усулнинг моҳияти металл буюмга коррозиябардош металлни электр токи воситасида қоплашдан иборат. Бунинг учун электролитик ваннага коррозиябардош металл тузининг сувдаги эритмаси (электролит) солинади, электролитга эса сирти қопланиши керак бўлган буюм билан

* Темир деганда кам углеродли пулат кўзга тутилади.

коррозиябардош металл пластинкаси туширилади. Буюм ўзгармас ток манбаининг манфий қутбига, пластинка — мусбат қутбига уланади. Бинобарин, буюм катод, пластинка эса анод бўлади. Занжирдан ток ўтказилганда электрохимиявий процесс содир бўлади, яъни анод (коррозиябардош металл пластинкаси) заррачалари электролит орқали ўтиб, катод (буюм) сиртига ўтиради, натижада буюм коррозиябардош металл билан қопланади. Қоплам қалинлиги ток кучига ва ток ўтиш вақтига боғлиқ. Бинобарин, ток кучини ёки ток ўтиш вақтини ўзгартириб, исталган қалинликдаги қоплам ҳосил қилиш мумкин.

Гальваник қоплам икки турга: анодий ва катодий қоплам турларига бўлинади. Металл буюм айни муҳитда потенциали ўзиникидан паст металл билан қопланса, у *анодий қоплам* деб, потенциали ўзиникидан катта металл билан қопланса, *катодий қоплам* деб аталади. Темир тунукани рух ва хром билан қоплаш анодий қопламга, никель, мис ва қалай билан қоплаш эса катодий қопламга мисол бўла олади.

Анодий қопламнинг бирор жойи кўчса ёки тирналиб, буюм сирти очилиб қолса, электролитли муҳитда қопламнинг ўзи емирилади, асосий металл эса сақланиб қолади, яъни бундай шароитда анодий қоплам протектор вазифасини ўтайди ва буюмни электрохимиявий коррозиядан сақлайди. Катодий қопламнинг яхлитлигига путур етиб, буюм сирти (асосий металл) очилиб қолса, электрохимиявий коррозия учун қулай шароит туғилди дегунча асосий металл интенсив равишда емирила бошлайди, қоплам эса сақланиб қолади.

Юқорида баён этилганлар суюқлантирилган коррозиябардош металлга ботириш усули билан ҳосил қилинган қопламларга ҳам оиддир.

Ҳозирги вақтда гальваник усул металл қопламлар ҳосил қилишнинг асосий усулидир, чунки бунда суюқлантирилган коррозиябардош металлларга ботириш усулидагига қараганда анча текис ва пухта қоплам ҳосил бўлади ҳамда металл кам кетади.

Гальваник усул металл буюмларни рух, кадмий, хром, никель ва бошқа металллар билан қоплашда қўлланилади.

Коррозиябардош металл пуркаш (шопирлаш) усули. Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, коррозиядан сақланиши лозим бўлган буюмнинг сиртига суюқлантирилган коррозиябардош металл катта босим остида пуркалади. Суюқлантирилган металлни пуркаш учун *металлизатор* ёки *пистолет* деб аталадиган аппаратдан фойдаланилади. Пуркаладиган металл (алюминий, кадмий, рух, бронза, қалай, қўрғошин, мис, никель ёки зангламас пўлат) сими металлизаторда ацетилен алангасида ёки электр ёйида суюқлантирилади ва буюм сиртига сиқилган ҳаво воситасида металлизатордан 140—300 м/сек тезлик билан пуркалади. Бунда суюқ металл зарралари буюм сиртидаги барча говакларни тўлдиради ва яхлит

қоплам ҳосил қилади. Ана шу қоплам буюмни коррозияланишдан сақлайди.

Бу усул йирик буюмлар сиртини қоплашнинг энг қулай усулидир.

Плакирлаш усули. Бу усулнинг моҳияти металл листлар, асосан, кам углеродли пўлат листлар сиртига суюқлантирилган коррозиябардош металл қуйиб ёки коррозиябардош металл қавати қуйиб прокатлашдан иборат. Плакирлаш натижасида асосий металл билан коррозиябардош металлдан иборат қўш қават ҳосил бўлади. Бундай қўш қават *биметалл* деб аталади. Нималарга ишлатилишига қараб, ҳар хил биметаллар: пўлат — мис, пўлат — латунь, пўлат — никель, дуралюминий — алюминий ва бошқа биметаллар тайёрланади.

Металлмаслар билан қоплаш. Металлмаслар билан қоплаш усуллари жумласига бўяш, эмаллаш (сирлаш), оксидлаш, фосфатлаш ва бошқалар киради.

Бўяш. Металл буюмларни бўяш учун мойли бўёқ ва лаклардан фойдаланилади. Мойли бўёқ парда ҳосил қилувчи органик модда билан ранг берувчи анорганик ёки органик бўёқ моддалардан иборат бўлади. Бўяш усули деталь ва буюмларни коррозиядан сақлашнинг энг кўп тарқалган, баъзи ҳолларда эса бирдан-бир усулидир.

Бўяш технологияси металл буюмларнинг бўялиши керак бўлган сиртини тозалаш, шпаклёвкалаш, грунтовкалаш ва узил-кесил бўяшдан иборат. Баъзан буюм сиртини силлиқ ва ялтироқ қилиш учун бўёқ устидан лак ҳам берилади.

Эмаллаш (сирлаш). Пўлат ва чуян буюмларни эмаллашда уларнинг сиртига остки ва устки қопламлар берилади, рангдор металллардан тайёрланган буюмларни эмаллашда эса остки қатлам берилмайди. Пўлат ва чуян буюмларга бериладиган остки қатлам эмалнинг металл сиртига пухта ёпишувини таъминлайди ва ташқи муҳитнинг зарарли таъсиридан сақлайди, устки қатлам эса остки қатламни ташқи муҳит таъсиридан ҳимоя қилади.

Остки ва устки қатлам эмаллари таркибига турли оксидлар (SiO_2 , B_2O_3 , Na_2O , K_2O , PbO , ZnO , Al_2O_3 ва бошқа оксидлар) киради.

Эмаль қуйидагича тайёрланади: эмалнинг таркибий қисмлари зарур нисбатда олинади, янчилади, яхшилаб аралаштирилади ва печда $1000\text{...}1500^\circ\text{C}$ температурада суюқлантирилади. Ҳосил қилинган суюқланма сувли бакка қуйилиб, айрим доналардан (грануялардан) иборат эмаль олинади ва шаравий тегирмонда янчилиб, кукунга айлантирилади.

Пўлат ва чуян буюмлар ҳўл ёки қуруқ усулда эмалланиши мумкин. Ҳўл усулда эмаллаш учун эмаль кукунни билан гил сувга қорилиб, муайян консистенцияли суспензия (шликер) ҳосил қилинади ва эмалланиши лозим бўлган буюм ана шу суспензияга ботириб олинади. Буюмга суспензия сепиш ёки пуркаш

йўли билан ҳам уни эмаллаш мумкин. Сиртига ҳўл эмаль қопланган буюмлар муфелли печларда ёки электрик печларда қиздирилиб, эмаль пиширилади. Қуруқ усулда эмаллаш технологияси ост қопламли буюмни маълум температурагача қиздириш, қиздирилган буюмга эмаль кукуни пуркаш ва уни печда пиширишдан иборат.

О к с и д л а ш. Оксидлашнинг моҳияти металл буюмлар сиртида коррозиядан ҳимояловчи оксид пардалар ҳосил қилишдан иборат. Пулат буюмлар сиртида оксид пардалар термик, химиявий ва электрохимиявий усуллари билан ҳосил қилиниши мумкин.

Термик усул буюмни ҳаво ёки сув буғи муҳитида қиздиришдан иборат. Бунда буюм сиртида қалинлиги 3 мкм парда ҳосил бўлади. Металлнинг таркиби ва оксидлаш режимига қараб, парда ҳар хил тусда бўлиши мумкин. Буюм 80% ўювчи натрий ва 20% натрий нитрат аралашмасида 250...350°C гача қиздирилса, қора туели, 55% натрий нитрит билан 45% натрий нитрат аралашмасида қиздирилганда эса кўк тусли парда ҳосил бўлади. Пулат буюм сиртида қора тусли ҳимоя-безак пардаси ҳосил қилиш учун у 450...470°C гача қиздирилиб, зигир мойига ботирилади.

Термик усул кесувчи асбобларни ва баъзи майда деталларни оксидлаш учун қўлланилади.

Оксидлашнинг *химиявий усули* пулат буюмларга ишқорий ва ишқориймас эритмаларда ишлов беришдан иборат. Биринчи ҳолда пулат буюм ишқор (масалан, NaOH) билан оксидловчи (масалан, NaNO₃)нинг 145...150°C ли эритмасига ботирилиб, 35...45 мин тутиб турилади, натижада буюм сирти асосан Fe₃O₄ дан иборат оксид парда билан қопланади; иккинчи ҳолда буюмга фосфат кислота билан оксидловчилар [масалан, Ca(NO₃)₂ ва MnO₂] нинг 100°C чамаси температурали эритмаси билан 40...50 мин давомида ишлов берилади, натижада буюм сиртида фосфат, темир ва кальций оксидларидан иборат ҳимоя пардаси ҳосил бўлади, парданинг қалинлиги 3—4 мкм га етади. Бундай пардалар ишқор эритмасида ҳосил қилинган пардаларга қараганда анча мустаҳкам бўлади.

Электрохимиявий усулнинг моҳияти шундан иборатки, оксидланиши керак бўлган буюм электролитли ваннага пулат мослама ёрдамида туширилади, пулат мослама эса ток манбаининг мусбат қўтбига уланади. Электролит сифатида ўювчи натрийнинг сувдаги қайноқ эритмаси ишлатилади.

Масалан, ўювчи натрийнинг 700 г/л концентрацияли эритмасида (электролитда) 60...70°C температурада ва аноддаги ток зичлиги 5...10 А/дм² бўлганда 40 мин тутиб турилган буюм сиртида 4...5 мкм қалинликдаги парда ҳосил бўлади. Оксид парданинг қалинлиги эритманинг концентрацияси ва температура-сига, буюмни электролитда тутиб туриш вақтига боғлиқ.

Электрохимиявий оксидлаш усули химиявий оксидлаш усу-

лига қараганда кам қўлланилади, чунки бу усул мураккаб бўлиб, оксидлаш қимматга тушади.

Буюмлар оксидлангандан кейин яхшилаб ювилади, кир сунининг 2...3% ли қайноқ эритмасига 3...5 мин ботирилади, сунгра минерал мой сингдирилади. Ана шундай қилинганда оксид парданинг металлни коррозиядан сақлаш хоссаси ортади.

Фосфатлаш. Фосфатлаш процесси пўлат ёки чуян буюмлар сиртида марганец фосфат билан темир фосфат ёки рух фосфат билан темир фосфатдан иборат ҳимоя пардаси ҳосил қилишдан иборат. Фосфатлашнинг химиявий ва электрохимиявий усуллари мавжуд.

Химиявий фосфатлашда пўлат ёки чуян буюм марганец ва темир дигидрофосфатларининг сувдаги 3% ли қайноқ эритмасига ботирилиб, 35...50 мин тутиб турилади, натижада буюмнинг сирти фосфатлардан иборат парда билан қопланади. Процессни тезлатиш учун фосфатлар эритмасига рух нитрат $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ эритмаси ҳам қўшилади.

Электрохимиявий фосфатлашда электролит сифатида марганец ва темир дигидрофосфатларининг ёки фосфат кислота, натрий фосфат ва рух оксиднинг қайноқ эритмасидан, 15...20 В кучланишли ўзгарувчи токдан фойдаланилади. Масалан, марганец ва темир дигидрофосфатлари эритмаси ишлатилганда эритма температураси 96...98°C, ток зичлиги 2—2,5 А/дм² бўлади ва фосфатлаш процесси 20...30 мин давом этади.

Электрохимиявий фосфатлашда ҳосил бўладиган парданинг металлни коррозиядан сақлаш хоссаси анча юқори бўлади.

Агрессив муҳитга ишлов бериш. Бу усулнинг моҳияти ташқи муҳит таркибидаги агрессив элементларни йўқотиш ёки ташқи муҳитга коррозиянинг олдини олувчи ёхуд сусайтирувчи махсус моддалар қўшишдан иборат. Ташқи муҳитдаги агрессив элементларни йўқотиш (чиқариб юбориш) усули, асосан, буғ қозонлари ва бошқа агрегатларни сув билан таъминлаш системаларига нисбатан қўлланилади. Масалан, буғ қозонига борувчи сувда эриган кислород сувни паст босимда иситиш ёки кислородга яқиндош металллар, чунончи, темир, магний, рух ва бошқалар қириндилари қавати остидан ўтказиш йўли билан чиқариб юборилади. Қаттиқ сувдаги кислородни йўқотиш учун сувга натрий сульфат ёки натрий бисульфат билан ишлов берилади ва ҳоказо. Баъзи ҳолларда, масалан, химия саноатида суюқ муҳит таъсирида бўладиган металл конструкцияларнинг коррозияланишини сусайтириш учун муҳитга металл сиртида ҳимоя пардаси ҳосил қиладиган махсус моддалар — *ингибиторлар** қўшилади. Масалан, таркибида магний хлорид бўлган нефтни ҳайдашда нефть буғига ингибитор сифатида аммиак қўшилади; сирка кислотага сульфат кислота тузлари қўшилса, унинг агрессив таъсири кучсизланади; ички ёнув двигателларининг совитиш система-

* Ингибитор сўзи латинча *inhibire* — тўхтатмоқ сўзидан олинган.

коррозияланмайди.

Энг кўп ишлатиладиган ингибиторлар органик моддалар — баргли дарахтларнинг смолалари ва бошқалардир.

Электрохимиявий ҳимоялаш. Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, электр ўтказувчи суюқликда (электролитда) ишлайдиган металл қисмларга протектор уланади. Масалан, денгиз кемасининг пулатдан ясалган сув ости қисмига рух қуймаси уланса, пулат — рух гальваник жуфти ҳосил бўлади ва бунда рух коррозияланиб, кеманинг пулат қисми сақланиб қолади.

Электрохимиявий ҳимоялаш усули кемасозлик, самолётсозликда, буғ қозонлари, трубопроводлар ва бошқаларда қўлланилади.

Металл тузи эритмаси таъсирида бўладиган конструкцияларни коррозияланишдан сақлаш учун *электрик ҳимоялаш* деб аталадиган усулдан ҳам фойдаланилади. Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, ҳимояланиши керак бўлган металл конструкция ўзгармас ток манбаининг (динамомашина, аккумулятор ёки тўғрилагичнинг) манфий қутбига уланади, ток манбаининг мусбат қутби эса бирор металл, чунончи, чуян пластинка билан туташтирилади. Натижада металл пластинка анод, конструкция метали эса катод бўлиб қолади. Катодда водород ажралиб чиқади, эритманинг анод ёнидаги қисми эса ишқорга айланади. Бинобарин, бу усулдан ишқорбардош металллардан тайёрланган конструкцияларнигина коррозиядан сақлаш мумкин.

Легирлаш. Қотишмаларни баъзи элементлар билан легирлаш ҳам коррозиянинг олдини олиш усулларидан биридир. Легирланган қотишмалардан тайёрланган буюмлар жуда агрессив муҳитда ҳам коррозиябардош бўлади, чунки уларда турғун ҳимоя пардалари бўлади. Бундай қотишмалар жумласига, масалан, коррозиябардош, оловбардош ва иссиқбардош пулатлар киради. Бундай пулатлар тўғрисидаги маълумотларни 174-бетдан қаранг.

Диффузион легирлаш. Бу усулда металлларнинг сиртқи қавати коррозиябардош металллар, масалан, алюминий, хром билан тўйинтирилади, натижада металл нормал температурадагина эмас, балки юқори (900°C гача) температурада ҳам коррозияланмайдиган бўлиб қолади. Диффузион легирлаш тўғрисида 267-бетга қаранг.

Савол ва топшириқлар

1. Қандай ҳодиса металллар коррозияси деб аталади?
2. Металллар коррозиясининг асосий турларини айтиб беринг. Коррозиянинг энг хавфли тури қайси?
3. Химиявий коррозия нима? Электрохимиявий коррозия-чи? Металлларнинг кучланишлар қаторини ёзиб чиқинг.
4. Металллар коррозиясининг олдини олиш усулларини айтиб беринг.
5. Ингибиторлар нима? Протектор ишлатиш металлларни коррозиядан сақлашнинг қайси усулига киради?

ҚУЙМАКОРЛИК

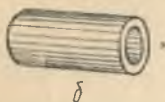
1-§. Қуймакорлик тўғрисида умумий тушунчалар

Сууюқлантирилган металлни қолипларга қуйиш йўли билан турли шаклдаги заготовка ёки деталлар ҳосил қилиш санъати *қуймакорлик* деб аталади. Қуймакорлик маҳсулоти *қуйма* дейлади.

Қуймакорлик инсониятга жуда қадим замонлардан бери маълум. Миср, Хитой, Греция ва бошқа кўпгина мамлакатларда олиб борилган археологик қидиришлар қуймакорлик касбининг эрамыздан 5000 йил чамаси муқаддам ҳам мавжуд бўлганлигини кўрсатди. Қуймалар олиш технологияси мамлакатимизда бундан бир неча юз йил илгариёқ яхши ўзлаштирилган эди. Масалан, 1586 йилда машҳур рус қуймакори Андрей Чохов раҳбарлигида бронзадан оғирлиги 40 т га яқин, стволнинг калибри 73 мм, узунлиги эса 5,34 м бўлган ғоят катта замбарак қуйилди ва унга «Царь-пушка» деган ном берилди. 1735 йилда машҳур рус қуймакорлари — ота-бола Моторинлар бронзадан оғирлиги 200 т га яқин қўнғироқ қуйдилар ва бу қўнғироқ «Царь-колокол» деб аталди. «Царь-пушка» ҳам, «Царь-колокол» ҳам рус қуймакорлик санъатининг намунаси сифатида Москва Қремлида ҳанузгача сақланиб келмоқда. Бундай мисолларни кўплаб келтириш мумкин, лекин шуларнинг ўзиёқ қуймакорлик санъатининг ривожланишига рус қуймакорлари қўшган баракали ҳиссани ёрқин ифодалай олади. XIX асрнинг иккинчи ярмигача қуймакорлик илмий асосга эга эмас эди. Қуймакорликнинг илмий асоси рус олимларидан А. С. Лавров, Н. В. Калакуцкий, П. П. Аносов, П. М. Обухов, Д. К. Чернов, А. А. Байков ва бошқаларнинг тадқиқотлари туфайлигина яратилди.

Чор Россиясида қуймакорлик корхоналари техника жиҳатидан жуда қолоқ эди. Улуғ Октябрь социалистик революциясидан кейингина машинасозлик саноатининг қуймакорлик соҳаси илдам қадамлар билан ривожлантирилди. Қуймакорликдаги сермеҳнат ва оғир процесслар механизациялаштирилди ва, ҳатто, автоматлаштирилди.

Ҳозир қуймакорликнинг машинасозликдаги аҳамияти ғоят катта, бунини ишлаб чиқарилаётган барча машиналар оғирлигининг қарийб ярмини қуйма деталлар ташкил этишидан билса бўлади. Қуймакорликда янги, прогрессив усулларнинг жорий қилиниши туфайли қуймаларнинг тури ҳам кенгайтирилди. Босим остида қуйиш, марказдан қочирма қуйиш, қобиқ қолипларга қуйиш усуллари ва бошқалар ана шундай прогрессив усуллар жумласидандир.



117-расм. Модель (а) ва шу модель ёрдамида олинган қуйма (б).

Совет Иттифоқи қуймалар ишлаб чиқариш соҳасида Европада биринчи ўринда, илғор машинасозлик корхоналари қуймакорлик цехларининг жиҳозланиши жиҳатидан эса дунёда биринчи ўринда туради.

2- §. Қуймалар ишлаб чиқариш технологияси

Қуймалар ишлаб чиқариш технологиясини втулка қуймаси ҳосил қилиш мисолида кўриб чиқамиз. Втулка қуймаси қуйидаги тартибда ҳосил қилинади: даставвал шу қуйманинг модели (қолипнинг қолипи) ва қуймада тешик ҳосил қилиш учун зарур бўлган стерженнинг қолипи (стержень яшиги) тайёрланади, сўнгра модель ёрдамида қолип, стержень яшиги

ёрдамида эса стержень тайёрланади. Қолипга қуйиш каналлари очилади, стержень ўрнатилади ва қолип суёқ металл билан тўлдирилади. Металл қотғач, қолип бузилиб, ундан қуйма олинади, қуйманинг ортиқча жойлари кесиб ташланади ва тозланади, натижада қуйма тайёр ҳолга келади.

Модель тайёрлаш. Модель ёғоч, металл ёки бошқа материалдан тайёрланиши мумкин. 117-расм, а да втулканинг ёғочдан икки паллали қилиб тайёрланган модели, 117-расм, б да эса шу модель ёрдамида ҳосил қилинган қуйма тасвирланган. Моделнинг шакли қуйманинг шаклига ўхшаш бўлади, ўлчамлари эса қуйма ўлчамларидан каттароқ қилинади, чунки қолипга қуйилган металл қотиш жарёнида маълум даража киришади. Ҳар хил металлларнинг киришиш даражаси ҳар хил бўлади. Энг кўп тарқалган қуймакорлик қотишмаларининг киришиш даражаси 25-жадвалда келтирилган.

25- ж а д в а л

Энг кўп тарқалган қуймакорлик қотишмаларининг киришиш даражаси

Қотишмалар номи	Киришиш даражаси, % ҳисобида	Қотишмалар номи	Киришиш даражаси, % ҳисобида
Кул ранг чуян	0,5—1,0	Қалайли бронза	1,0—1,5
Оқ чуян	1,5—2,0	Латунь	1,0—1,5
Углеродли пулат	1,5—2,0	Алюминий қотишмалари	0,8—1,1
Марганецли пулат	2,8—3,0	Магний қотишмалари	0,2—1,4

Бинобарин, модель тайёрлашда қотишмаларнинг киришиш даражаси албатта ҳисобга олиниши керак. Бунинг учун ҳар хил қотишмалардан олинadиган қуймаларнинг моделларига мўл-

жалланиб алоҳида тайёрланган махсус метрлардан фойдаланилади. Масалан, киришиш даражаси 0,8% бўлган кул ранг чўяндан қуйма олиш учун модель тайёрлаш зарур бўлсин. Бундай модель тайёрлашда ишлатиладиган махсус метрнинг узунлиги 1000 мм эмас, балки 1008 мм қилинади-да, бу узунлик 1000 га тенг бўлинади. Ана шу йўл билан тайёрланган махсус метрда кул ранг чўяннинг 0,8% киришуви ҳисобга олинган бўлади.

Модель тайёрлашда унинг қолипдан осон чиқиши лозимлиги ҳам назарда тутилади. Моделни қолипдан чиқариш осон бўлиши учун унинг вертикал юзалари маълум даражада қия қилинади. ГОСТ 3212—57 га кўра, бу қиялик ёғоч моделлар учун $0^{\circ} 15'$ дан 3° гача, металл моделлар учун эса $0^{\circ} 20'$ дан $1^{\circ} 30'$ гача бўлади.

Моделлар қуйманинг шакли ва ўлчамларига қараб, яхлит ёки ажраладиган (йиғма) бўлиши мумкин. Оддий шаклли қуймалар учун яхлит, мураккаб шаклли қуймалар учун эса йиғма моделлар тайёрланади. Йиғма моделларнинг қисмлари бир-бирига капдум шаклида қилиб ёки ажралишга имкон берадиган миҳлар билан бирлаштирилади.

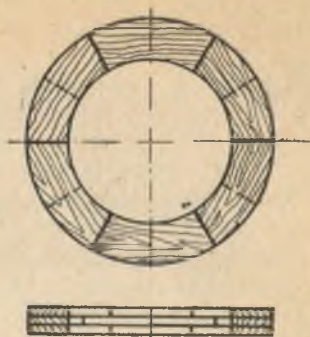
Ёғоч моделлар қарағай, арча, заранг, ольха, липа, бук каби пухта дарахт навларидан, металл моделлар эса кул ранг чўяндан, алюминий қотишмалари ва бошқалардан ясалади. Ёғоч моделлар ишлаш вақтида кам деформацияланиши учун айрим-айрим бўлақлардан толаларининг йўналиши ҳисобга олинган ҳолда елимлаш йўли билан тайёрланади (118-расм).

Ёғоч моделлар намиқмаслиги учун уларнинг сирти нам ўтказмайдиган бўёқлар билан бўялади. Ҳар хил қотишмалардан олинадиган қуймаларнинг моделлари турли рангга бўялади. Масалан, чўян ва пўлат қуймаларнинг моделлари қизил тусга, рангдор металл қуймаларининг моделлари эса сариқ тусга бўялади.

Кесиб ишланиши лозим бўлган қуймаларнинг моделлари сиртига қора доғлар қилинади.

Қуймада бўшлиқлар ҳосил қилиш лозим бўлса, стерженлардан фойдаланилади. Стерженни қолипга ўрнатиш учун эса қолипда таянч юзалар ҳосил қилинади. Қолипда таянч юзалар ҳосил қилиш учун моделда чиқиқлар қолдирилади ва улар *белгилар* деб аталади (117-расм, а га қаранг). Белгиларнинг сирти қора рангга бўялади.

Ёғоч моделлардан яккалаб ишлаб чиқаришда ва катта қо-



118-расм. Модель учун ёғочдан ҳалқа қилиб тайёрланган йиғма зағотовка.

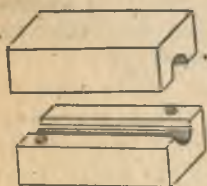
липлар тайёрлашда, металл моделлардан эса куплаб ишлаб чиқаришда машина билан қолиплар тайёрлашда фойдаланилади.

Стержень тайёрлаш. Стерженлар ҳавол (тешикли) қуймалар олишдагина ишлатилади. Улар махсус қолиплар (стержень яшиклари) ёрдамида тайёрланади. 119-расм, а да стержень яшиги, 119-расм, б да эса тайёр стержень тасвирланган.

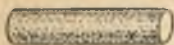
Яккалаб ва кичик сериялаб ишлаб чиқаришда стерженлар қўлда тайёрланади ва бунда ёғоч қолиплардан фойдаланилади, йирик сериялаб ва куплаб ишлаб чиқаришда эса металл қолиплардан (металлдан ясалган стержень яшикларидан) фойдаланилиб, машиналарда тайёрланади. Стержень тайёрлашда, худди модель тайёрлашдаги каби, қуйманинг қотиш жараёнида киришуви албатта ҳисобга олинади, яъни стерженнинг ўлчамлари қуймада ҳосил қилиниши керак бўлган бушлиқнинг ўлчамларидан кичик қилинади.

Стерженлар қолипга қараганда оғирроқ шароитда ишлайди. Шу сабабли стержень материаллари пухтароқ бўлиши, газларни яхши ўтказиши лозим. Бундан ташқари, стержень материаллари қуймадан осон ажраладиган ва нам тортмайдиган бўлиши ҳам керак. Стерженнинг мустаҳкамлигини ошириш учун унинг орасига каркас (арматура) қўйилади, газ ўтказувчанлигини ошириш учун эса стерженнинг бошидан охиригача сим тегиб олинади (120-расм), мураккаброқ стерженлар ичига пилик (канон, похол ўрамлари ва шу кабилар) қўйилади, стержень тайёр бўлганда улар суғуриб олинади ёки стерженни қуритишда куйиб кетади.

Стержень тайёрланадиган материаллар мажмуи *стержень аралашмаси* деб аталади. Стержень аралашмасининг асосий таркибий қисмларини кварц қуми, гил ва турли боғловчи моддалар ташкил этади. Боғловчи моддаларнинг асосий вазифаси стерженни етарли даражада пухта қилишдан иборат. Боғловчи моддалар сифатида ўсимлик мойлари, нефтни, торф, кумир,

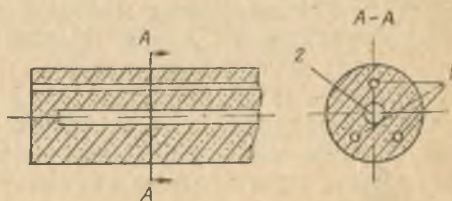


а



б

119-расм. Стержень яшиги (а) ва шу яшик ёрдамида тайёрланган стержень (б).



120-расм. Стержень ва унинг кесими: 1 — газ чиқиш каналлари; 2 — каркас сим.

сланец ва ёғочни қайта ишлаш маҳсулотлари, анорганик бирикмалар (суюқ шиша, цемент) ва бошқалар ишлатилади.

Тайёрланган стерженлар печда 200 дан 400°С гача температурада 5...10 соат давомида қуритилади, натижада стерженларнинг пухталиги зарур даражага етади.

Стерженлар қолипга моделдаги белгилар ёрдамида ҳосил қилинган таянчларга, шунингдек, махсус тираклар (121-расм) ёрдамида ўрнатилади. Қолипга суюқ металл қуйилганда тираклар суюқланади-да, қуймага қўшилиб кетади. Тираклар кам углеродли пўлат, чўян ва бошқа қотишмалардан ясалади.

Қолип тайёрлаш. Қолиплар доимий, муваққат ва бир марталик бўлиши мумкин. Доимий қолиплар кул ранг чўяндан, камдан-кам ҳолларда эса пўлатдан тайёрланади ва *кокиль* деб аталади. Кокиллар минглаб ва, ҳатто, ўн минглаб марта қуйма олишга ярайди. Улар оддий қуймалар учун икки бўлакли (вертикал ёки горизонтал текислик бўйича ажраладиган), мураккаб қуймалар учун эса бир неча бўлакли қилиб тайёрланади.

Муваққат қолиплар пухта ва ўтга чидамли материаллардан — шамот, магнезит, графит, асбест ва шу кабилардан тайёрланади. Улар бир неча марта қуйма олишгагина ярайди.

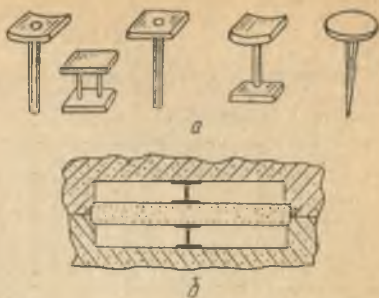
Бир марталик қолиплар фақат бир мартагина қуйма олишга ярайди ва махсус аралашмадан тайёрланади; бундай аралашма *қолип аралашмаси* деб аталади. Қолип аралашмасининг асосий таркибий қисмини қум, гил ва сув ташкил этади.

ГОСТ 2138—56 га кўра, қолип қуми химиявий таркиби жиҳатидан синфларга, майда-йириклиги жиҳатидан эса группаларга бўлинади (26 ва 27-жадваллар).

Ўтга чидамлилиги камида 1580°С бўлган гиллар 1-сорт, ўтга чидамлилиги камида 1350°С бўлган гиллар 2-сорт, ўтга чидамлилиги 1350°С дан кам бўлган гиллар эса 3-сорт гиллар деб аталади.

Қолип аралашмаларида пухталик, пластиклик, газ ўтказувчанлик, ўтга чидамлик, куйиб металлга ёпишмаслик хоссалари ва бошқа хоссалар бўлиши керак.

Қолип аралашмасига суюқ шиша, қипиқ, торф, тошкўмир чанги, графит кукуни ва бошқалар ҳам қўшилади. Суюқ шиша қум доналарини бир-бирига боғлаб, қолипни пухта қилади. Қипиқ, торф ёки бошқа органик моддалар қолипни қуритиш вақ-



121-расм. Тираклар (а) ва қолипда стерженнинг тираклар ёрдамида маҳкамланиши (б).

Қолип қумининг синфларга

бўлиниши

Қумнинг номи	Синфи	Таркибдаги гил миқдори, %	Таркибдаги SiO ₂ миқдори, %
Кварцли	1К	≥ 2	≤ 97
„	2К	≥ 2	≤ 96
„	3К	≥ 2	≤ 94
„	4К	≥ 2	≤ 90
Ширасиз	Т	2—10	—
Ширалироқ	П	10—20	—
Ширали	Ж	20—30	—
Сершира	ОЖ	30—50	—

Қолип қумининг группаларга бўлиниши

Қумнинг номи	Группаси	Асосий фракция доналари қоладиган элактлар номери
Дағал	0,03	1; 063; 04
Жуда дағал	04	063; 04; 0315
Йирик	0315	04; 0315; 015
Ўртача	025	0315; 025; 016
Майда	016	025; 016; 01
Жуда майда	01	016; 01; 063
Жуда ҳам майда	0063	01; 0063; 005
Куқун	005	0063; 005; тосча

тида куйиб кетади ёхуд қурийди-да, ҳажми кичрайиб, қолипда газ ўтказувчи йўллар (ғоваклар) ҳосил қилади. Графит куқуни, тошқумир чанги ва бошқалар қолип аралашмаси куйиб қуймага ёпишмаслиги учун қўшиллади. Қолип аралашмаси куйиб қуймага ёпишмаслиги учун бошқа тadbирлар ҳам кўрилади. Масалан, қуруқ қолиплар графит, кокс, маршалит, тальк ва бошқа моддалар куқунидан тайёрланган бўёқлар билан юпқа қилиб бўялади, ҳўл қолипларга эса тошқумир чанги, графит куқуни ёки цемент сепилади. Қолип аралашмаси тайёрлаш учун механикавий элак, майдалаш ва аралаштириш бегунлари, титкичлар, гил эзгич ва бошқа машиналар ишлатилади.

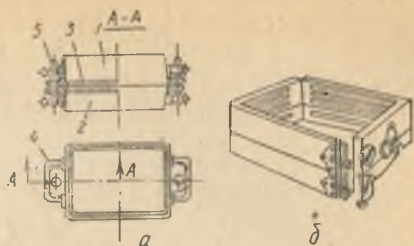
Қолип аралашмасидан қолиплар турли усуллар билан тайёрланади. Қолиплар тайёрлаш усули уларнинг шакли, ўлчамлари ва сонига боғлиқ. Оддий ва катта қўймаларнинг қолиплари модель ёрдамида очиқ ерда тайёрланади, бунинг учун модель ўлчамларидан каттароқ қилиб чуқур кавланади, чуқурга тўлдиргич (дағалроқ) аралашма тўкилади, унинг устига 10—12 мм қалинликда қилиб қоплам аралашмаси (майин аралашма) солинади. Ҳосил қилинган «тушама»га модель ботирилади, моделнинг ёнидан эса қуйиш системаси: қуйиш косачаси, қолип бўшлиғига суюқ металл борувчи ва ортиқча металл ва газлар чиқувчи каналлар очилади. Шундан кейин модель қолипдан оҳисталик билан олинади, зарур ҳолларда стержень ўрнатилади ва аралашманинг куйиб қуймага ёпишмаслиги учун тегишли куқун сепилади, натижада қолип металл қуйиш учун тайёр ҳолга келади. Бундай қолиплар *очиқ қолиплар* деб аталади. Очиқ қолиплардан кесиб ишланмайдиган ва устки юзаси текис қўймалар (плита, оловдан ва шу кабилар) олишда фойдаланилади.

Очиқ ерда ҳосил қилинадиган қолипларнинг яна бир тури бор. Бундай қолиплар маҳсус шаблонлар ёрдамида тайёрланади ва ёпиқ қолиплар деб аталади. Ёпиқ қолиплар оғир, юқориги юзаси шаклдор қуймалар, масалан, қозон, турли қопқоқлар ва бошқалар олишда ишлатилади.

Қолип тайёрлашнинг энг кўп тарқалган усули опокалардан (122-расм) фойдаланиш усулидир. Опокалар пулат ёки чуъндан қўйилади, баъзан эса ёғочдан тайёрланади. Иккита

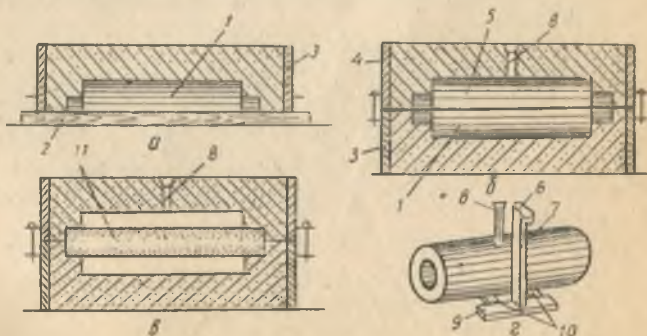
опока ёрдамида втулка қолипи тайёрлаш схемаси 123-расмда тасвирланган. Бундай қолип тайёрлаш тартиби қуйидагича.

Моделнинг ярим палласи 1 моделости плитаси 2 га ўрнатилиб, опока 3 қўйилади. Модель сиртига тальк ёки графит кукуни сепилади-да, опоканинг тепа қиррасигача қолип аралашмаси тўлдирилади (123-расм, а). Опокага аралашма тўлдириш давомида у шиббалаб ҳам борилади. Опокага тўлдирилган аралашманинг ортиқчаси линейка билан сидириб олинади. Шундан кейин опока моделости плитаси билан бирга 180° айлантририлиб, плита олинади ва пастки опока устига иккинчи опока 4 қўйилади, ажралиш юзасига қуруқ қум сепилади, моделнинг иккинчи палласи 5 ўрнатилади-да, унинг сиртига тальк ёки графит кукуни сепилади. Сўнгра қўйиш косачаси 6, вертикал канал 7, ҳаво, газ ва ортиқча металл чиқиш канали 8 нинг моделлари ўрнатилиб, юқориги опоканинг тепа қиррасигача қолип аралашмаси юқорида баён этилган тартибда тўлдирилади (123-расм, б) ва ортиқча аралашма линейка билан сидириб олинади. Шундан кейин юқориги опока оҳисталик билан кўта-



122-расм. Опокалар:

а — металл опока (1 — юқориги опока; 2 — пастки опока, 3 — аралашмани тутиб турувчи қобирга, 4 — даста, 5 — марказловчи штирь); б — қисмларга ажратувчи ёғоч опока.



123-расм. Втулка қолипининг тайёрланиш схемаси (а, б, в) ва шу қолип ёрдамида олинган қуйма (г).

рилиб, 180° айлантирилгандан кейин ерга қўйилади. Қолипнинг юқориги қисмига шлак туткич канали 9, пастки қисмига эса таъминлагич каналлар 10 кесилади, моделнинг иккала палласи махсус бигнз ёрдамида эҳтиётлик билан олингандан кейин стержень 11 қўйилади ва опокалар яна бирлаштирилади, натижада қолип металл қуйиш учун тайёр ҳолга келади (123-расм, в). 123-расм, г да шу қолип ёрдамида олинган қўйма ва қуйиш системасини тўлдирган металл тасвирланган. Қуйиш косачаси, вертикал канал, шлак туткич, таъминлагич ва бошқа қўшимча каналлар мажмуи *қуйиш системаси* деб аталади.

Юқорида қолипнинг қўлда тайёрлаш усули тасвирланди. Қўлда қолип тайёрлаш усулининг камчиликлари иш унумининг пастлиги, қолипнинг нотекис зичланиши, малакали ишчи талаб этилиши ва бошқалардан иборат. Ана шу камчиликларга барҳам бериш учун қолиплар машиналарда тайёрланади. Ҳозирги қўймакорлик цехларида қолиплар тайёрлашда фойдаланиладиган машиналар, ишлаш принципига кўра, прессловчи, силкитувчи, силкитиб прессловчи, қум отувчи турларга бўлинади.

Қолип тайёрлашда машиналардан фойдаланиш барча процессларни механизациялаштиришга ва, ҳатто, автоматлаштиришга ҳам имкон беради.

Қўймалар олишда ишлатиладиган қотишмалар. Қўйма ҳосил қилиш учун, умуман олганда, ҳар қандай қотишма ҳам ярайверади. Аммо қўймаларнинг сифати техникавий талабларга жавоб берадиган бўлиши учун қўймалар олинадиган қотишмалар суюқ ҳолатда оқувчан, кам киришувчан, бир текис структурали, металлмас қўшилмалардан ҳоли бўлиши ва суюқланиш температураси жуда юқори бўлмаслиги лозим.

Пўлат ва чўянинг суюқ ҳолатда оқувчанлиги углерод, кремний ва фосфор миқдорига боғлиқ; бу элементлар миқдори ортиб борган сари қотишманинг суюқ ҳолатда оқувчанлиги ортиб боради. Қотишманинг суюқ ҳолатда оқувчанлигига ўта қизиш, яъни қотишманинг суюқланиш температураси билан қолипга қуйилиш вақтидаги температураси орасидаги фарқ, шунингдек, иссиқлик сиғими, қолип температураси ва бошқа факторлар ҳам таъсир этади.

Қотишманинг киришиш даражаси унинг химиявий таркибига, совиш тезлиги ва қолипга қуйилиш вақтидаги температурасига боғлиқ. Чўян таркибида графит миқдори қанча кўп бўлса, чўянинг киришув даражаси шунча паст бўлади. Чўянда графит миқдори эса қуритилган қолипдан фойдаланиш, қўйма деворлари қалинлигини ошириш ва бошқа усуллар билан кўпайтирилиши мумкин.

Қўймалар олишда ишлатиладиган энг муҳим қотишмалар чўян, пўлат ва баъзи рангли қотишмалардир.

Чўян. Машинасозликда кул ранг чўяндан (қўймакорлик чўянидан) олинган қўймалар энг кўп ишлатилади. Чўян қўймаларнинг сифати, аввало, суюқлантириш печига солинадиган

шихта таркибига боғлиқ. Шихта эса домна чуяни, чуян синиқлари ва қириндилари, пулат чиқиндилари ва флюсдан иборат бўлади. Шихта зарур химиявий таркибли чуян ҳосил бўлаган қилиб тузилади. Шихта тузишда суюқланиш жараёнида чуян таркибининг ўзгариши ҳам ҳисобга олинади.

СЧ12-28, СЧ15-32, СЧ18-36 маркали чуян пухталиги пастроқ ва ўртача деталлар, масалан, металл кесиш станокларининг стойкаси, асоси, кожухи, қутиси ва қопқоқлари, суппорти, кареткаси ва шу каби деталлари, СЧ21-40, СЧ24-44, СЧ28-48 маркали чуян эса машиналарнинг муҳим деталлари, масалан, станина, корпус, буғ машинаси цилиндрлари, тормоз барабанлари, фрикцион муфта дисклари ва шу кабилар қўйилади. Жуда юқори сифатли чуян қўймалар олиш учун, суюқлантириш вақтида чуянга пулат синиқлари ёки махсус элементлар қўшилади, шунингдек, қўймалар махсус тарзда термик ишланади. Пухталиги, ейилишга чидамлилиги ва коррозиябардошлиги юқори қўймалар легирланган чуяндан қўйилади. Қўймаларнинг сифати чуянни модификациялаш йўли билан ҳам оширилади. Суюқ чуянни қолипларга қўйиш олдидан унга озроқ силикокальций, магний, алюминий, титан ёки бошқа махсус элементлар қўшилса, яъни чуян модификацияланса, графит ва перлит доналари майдалашади, натижада жуда пухта чуян ҳосил бўлади ва қўймаларнинг механикавий хоссалари яхшиланади. Модификацияланиши лозим бўлган чуян кам (2,8—3,2%) углеродли ва кам (1,0—1,5%) кремнийли бўлиши керак; бундай чуянга 0,15—0,3% миқдорида модификаторлар қўйилади. Модификациялаш муваффақиятли бўлиши учун чуяннинг печдан чиқариш вақтидаги температураси 1450°C дан паст бўлмаслиги керак, акс ҳолда модификаторлар таъсири заифлашади.

Жуда пухта чуян мураккаб шаклли қўймалар олиш учун ишлатилади. Масалан, тезюрар двигателларнинг рамалари, цилиндр, тишли ғилдирак, насос корпуслари, тирсакли валлар ва шу кабилар жуда пухта чуяндан қўйилади.

Юқори температураларда катта нагрузкалар таъсирида ишлайдиган деталлар иссиқбардош чуяндан қўйилади. Чуянни иссиқбардош қилиш учун эса у хром, кремний ва алюминий билан легирланади. Иссиқбардош чуянлар туғрисидаги маълумотни ГОСТ 7769—63 дан қараш мумкин.

Олинган чуян қўймаларнинг структурасини ўзгартириш, улардаги ички кучланишларга барҳам бериш учун термик ишлашнинг тегишли усулларида фойдаланилади. Чуянни термик ишлаш усуллари дарсликнинг 241—247-бетларида баён этилган.

П у л а т. Қўймалар олиш учун кам ва ўртача углеродли пулатлар ишлатилади. Бундай пулатларнинг қўйилиш хоссалари чуянниқига қараганда пастроқ бўлади. Аммо пулат қўймалар механикавий хоссалари, масалан, пластиклиги ва зарбий қовушоқлиги жиҳатидан чуян қўймалардан устун туради. Шу

сабабли пулат қуймалар оғир машинасозликда катта аҳамиятга эга.

Қуймакорлик пулатида углерод миқдори 0,6% дан ортмаслиги, кремний миқдори 0,37% гача, марганец миқдори эса 0,8% гача бўлиши керак. Фосфор билан олтингугурт пулат қуймаларнинг механикавий хоссаларини пасайтиради, шунинг учун қуймакорлик пулатида бу элементларни имкони борича камай-тиришга ҳаракат қилинади.

ГОСТ 977—65 га кўра, қуймакорлик пулатлари рақамлар ва Л ҳарфи билан маркаланади, масалан: 35Л. Бу маркадаги 35 сони пулат таркибидаги углероднинг ўртача миқдорини процентнинг юздан бир улушларида ифодалайди, Л* ҳарфи қуймакорлик пулати эканлигини билдиради. Қуймакорлик пулатларининг 15Л, 20Л, 25Л, . . . , 55Л маркалари мавжуд. 15Л маркали пулатнинг чузилишдаги мустаҳкамлик чегараси $\sigma_b = 40 \text{ кГ/мм}^2$ (400 МН/мм^2), нисбий узайиши $\delta = 24\%$, зарбий қовушоқлиги $a_n = 5 \text{ кГм/см}^2$ ($0,5 \text{ МЖ/м}^2$); 55Л маркали пулатники эса $\sigma_b = 60 \text{ кГ/мм}^2$ (600 МН/мм^2), $\delta = 10\%$ ва $a = 2,5 \text{ кГм/см}^2$ ($0,25 \text{ МЖ/м}^2$). Қуймакорлик пулатига оид мукамал маълумотни ГОСТ 977—65 дан қаранг.

Қуймалар олишда Сг, Ni, Мо, V ва бошқа элементлар билан легирланган пулатлар ҳам ишлатилади.

Қуймаларда қуйиш жараёнида ҳосил бўладиган ички кучланишларга барҳам бериш ва пулатнинг структурасини яхшилаш учун улар, одатда, термик ишланади.

Рангли қотишмалар. Қуймакорликда энг кўп ишлатиладиган рангли қотишмалар жумласига мис, алюминий, магний ва бошқа рангли металлларнинг қуймабоп қотишмалари киради. Масалан, мис қотишмаларидан бронза ва латунь, алюминий қотишмаларидан силуминлар, Al—Cu, Al—Cu—Si, Al—Mg қотишмалари, магний қотишмаларидан эса Mg—Al—Zn, Mg—Al қотишмалари ва бошқалар ана шундай қотишмалардандир.

Қуймакорлик қотишмаларини суюқлантириш қурилмалари. Қуймакорлик корхоналарида қотишмаларни суюқлантириш учун турли печлардан фойдаланилади. Печларнинг тури қандай қотишма суюқлантирилишига боғлиқ. Масалан, чуян суюқлантириш учун, асосан, вагранкадан, пулат суюқлантириш учун кичик конвертор, кичик мартен печи, электр ёй печлари, индукцион печлардан, рангдор қотишмалар суюқлантириш учун эса электр ёй печлари, қаршилиқ печлари, индукцион печлар ва бошқалардан фойдаланилади.

Юқорида айтиб ўтилганидек, қуймакорлик чуяни, одатда, вагранкада суюқлантирилади. Вагранка домна печи принципа ишлайди. Унинг кожухи пулат листлардан парчинлаш ёки пайвандлаш йўли билан тайёрланади. Ички қоплами ша-

* Литейная сўзининг биринчи ҳарфи.

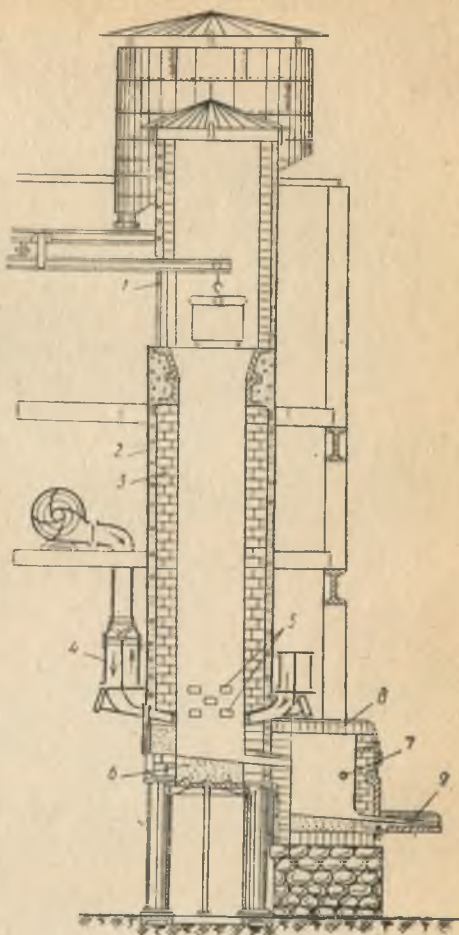
мот гишtidан терилади. Вагранканинг фурмалар тешигидан шихта тушириш дарчасигача бўлган қисми *шахта* деб, фурмалар тешигидан пастки қисми эса *горн* деб аталади. Шахтадан юқориги қисмида тутун трубаси ва учқун тутқич моламази бўлади. Ҳозирги вагранкаларнинг буйи 9—10 м га, шахтасининг диаметри эса 3 м га етади. Вагранкаларнинг иш унуми 1 соатда суюқлантириб олинадиган чўян миқдори билан белгиланади ва печнинг диаметрига қараб, 1 дан 25 т гача бўлади.

Вагранкалар йиғичсиз ёки йиғичли қилиб қурилиши мумкин. Йиғичсиз вагранкалар кичик қўймалар ишлаб чиқарувчи қўймакорлик цехларида қурилади ва уларда суюқ чўян горннинг тубига йиғилади. Катта вақўплаб қўймалар ишлаб чиқарувчи қўймакорлик корхоналарида вагранка йиғичли қилиб қурилади ва унда суюқ чўян *йиғич* деб аталадиган қурилмага йиғилади.

Йиғичли вагранканинг тузилиш схемаси 124-расмда тасвирланган.

Энди бундай вагранкада чўяннинг қандай суюқлантирилишини кўриб чиқамиз.

Чўян суюқлантиришда шихтанинг металл қисми қўймакорлик чўяни, корхона чиқиндиси, машина синиқлари ва озроқ миқдор темир-терсакдан иборат бўлади. Еқилғи сифатида, асосан кокс ишлатилади. Флюс сифатида оҳактош, доломит, асосий мартен шлаклари ва бошқа материаллардан фойдаланилади. Вагранкага кокс, металл шихта ва флюс дарча 1 орқали туширилади. Кокснинг ёниши учун зарур бўлган ҳаво (баъзан кислород



124-расм. Йиғичли вагранканинг тузилиш схемаси:

1 — шихта тушириш дарчаси; 2 — пўлат кожух; 3 — шамот гишtidан терилган қоплам; 4 — фурмаларга ҳаво бериладиган ҳалқасимон труба; 5 — фурмалар; 6 — қия туб; 7 — суюқ шлак чиқариш тешиги; 8 — йиғич; 9 — суюқ чўян чиқариш нови.

билан бойтилган ҳаво) босим остида ҳалқасимон труба 4 га ва ундан фурмалар 5 орқали горнга берилади. Ҳосил бўлган суюқ чўян горнинг қия туби 6 дан махсус нов орқали йиғич 8 га оқиб тушади, суюқ чўян устига эса суюқ шлак йиғилади. Суюқ шлак тешик 7 орқали чиқариб турилади. Суюқ чўян нов 9 орқали ковшларга туширилади, ковшлардан эса қолипларга қуйиб чиқилади. Йиғич қурилмаси бир текис таркибли тоза чўян олишга ва йиғилган суюқ чўян миқдорини аниқ би-лишга имкон беради.

Қуймакорлик корхоналарида пулат суюқлантиришда кичик конвертор (кичик бессемерлаш), кичик мартен печлари ва бошқа печлардан фойдаланилади (бу туғрида 133- ва 137- бетларга қаранг).

Юқори сифатли чўян ва пулат қуймалар олишда икки-уч агрегатда суюқлантириш усулидан фойдаланилади. Масалан, пулат дастлаб конверторда, сўнгра электик печда суюқлантирилади ва бу процесс *дуплекс-процесс* деб аталади. Агар металл кетма-кет уч агрегатда, масалан, вагранка, конвертор ва электик печда суюқлантирилса, бундай процесс *триплекс-процесс* дейилади.

Бронза электик ёки печларида, алюминий қотишмалари эса қаршилиқ печларида суюқлантирилади.

Металларни суюқлантиришда, баъзан, тигелли печлардан ҳам фойдаланилади. Тигелларнинг сифими 50 дан 300 кг гача бўлади. Металлни оксидланишдан сақлаш мақсадида тигелда суюқлантирилаётган металл устига писта кўмир кукуни сепилади. Бу усулда суюқлантирилган металл қуймалари юқори сифатли бўлади.

Печларда суюқлантирилган металл ковшларга, ковшлардан эса қолипларга қуйилади. Қуймакорлик ковшлари ички томони ўтга чидамли материал билан қопланган металл кожухдан иборат. Ковшларнинг кожухи ё пайвандлаш ёки парчинлаш йўли билан тайёрланади. Суюқлантирилган металлни кичик қолипларга қуйиш учун, баъзан, дастаки ковшлар ишлатилади, йирик қолипларга қуйишда эса катта ковшлардан фойдаланилади ва бундай ковшлар металл қуйилиши керак бўлган қолиплар устига юк кўтариш кранлари воситасида олиб борилади.

Суюқ металл қолипларга икки усулда қуйилиши мумкин. Биринчи усулда суюқ металл ковшларда қолиплар олдига келтирилади, иккинчи усулда эса ковш қўзғалмай туради, қолиплар махсус конвейерда ковш остига суриб турилади.

Қолипларга қуйилган металл совиғач, қолиплар махсус машиналар ёрдамида синдирилиб, қуймалар ажратиб олинади, қуйиш системасида қотган металл қирқиб ташланади ва қуймалар турли усулларда, масалан, шаравий тегирмон, питра пуркаш машинаси, питра отиш машинасида қум доналари, ёпишган куюнди ва бошқалардан тозаланади. Тозаланган қуймалар техникавий контролдан ўтказилади.

3-§. Қўймалар олишнинг прогрессив усуллари

Қўймалар олишнинг прогрессив усулларига металл қолиплар (кокиллар)га қўйиш, марказдан қочирма қўйиш, босим остида қўйиш, суюқланувчан моделлардан фойдалниш ва қобиқ қолипларга қўйиш усуллари киради.

Кокилларга қўйиш. Кокилларга қўйиш йўли билан олинadиган чўян ва пўлат қўймаларда ички бўшлиқлар (тешик ва бошқалар) ҳосил қилиш зарур бўлса, одатдаги қолипларда ишлатиладиган стерженлардан, алюминий қотишмалари, мис қотишмалари ва магний қотишмалари учун эса ажралувчи металл стерженлардан фойдаланилади. Суюқ металл кокилларга устидан, ёнидан/ёки остидан қўйилиши мумкин. Кокилларнинг ички юзалари ўтга чидамли материал ва бўёқлар билан қопланади. Кокилларга суюқ металл яхши тўлиши учун улар олдиндан қиздириб олинади.

Кокилларга қўйиш усули меҳнат унумини оширишга, қўйма сиртининг сифатини ва қўймаларнинг механикавий хоссаларини яхшилашга, кесиб ишлаш учун қолдириладиган қўйим қалинлигини камайтиришга имкон беради.

Марказдан қочирма қўйиш. Бу усул айланиш жисмлари шаклидаги қўймалар, масалан, труба, втулка, шкив, ғилдирак, шестерня заготовкалари ва шу кабилар олиш учун қўлланилади. Марказдан қочирма қўйиш усулининг моҳияти шундан иборатки, суюқ металл горизонтал ёки вертикал ўқ атрофида катта (минутига 1000 мартагача) тезлик билан айланувчи қолипга қўйилади. Қолипнинг ва, демак, қолипга қўйилган суюқ металлнинг айланиши натижасида ҳосил бўладиган марказдан қочма кучлар металлни қолип деворига сиқади, натижада металл дарҳол қотиб, қолип шаклига киради.

Марказдан қочирма қўйиш машиналарининг схемалари 125-расмда кўрсатилган.

Горизонтал ўқ атрофида айланувчи қолиплар узун қўймалар (труба ва шу кабилар), вертикал ўқ атрофида айланувчи қолиплар эса қисқа, аммо катта диаметрли қўймалар, масалан, шкив, ғилдирак, втулка ва шу кабилар олиш учун ишлатилади.

Марказдан қочирма қўйиш усулида олинган қўймаларнинг зичлиги ва механикавий хоссалари, шунингдек, бу усулнинг иш унуми юқори бўлади.

Марказдан қочирма қолиплари металлдан тайёрланади ва, кўпинча, иш вақтида сув билан совитиб турилади.

Босим остида қўйиш. Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, суюқ металл пўлат қолипга катта босим остида ҳайдалади. Олинган қўйма говаксиз, сиртқи нуқсонсиз, тоза ва аниқ бўлади. Осон суюқланувчи рангли қотишмалардан, масалан, алюминий, рух, магний қотишмаларидан мураккаб шаклли, юпқа деворли, аниқ ўлчамли, тоза юзали ва массаси 50 кг гача



125-расм. Марказдан қочирма қуйиш машиналарининг схемаси:

a — горизонтал ξ к атрофида айланувчи қолип; *b* — вертикал ξ к атрофида айланувчи қолип.

бўлган қуймалар (самолёт, автомобиль, мотоцикл ва бошқа машиналарнинг деталлари учун қуймалар) олишда босим остида қуйиш усулидан кенг фойдаланилади.

Босим остида қуйиш машиналари поршенли ва компрессорли бўлиши мумкин. Поршенли машиналарда суюқ металл қолипга поршень босими остида, компрессорли машиналарда эса сиқилган ҳаво босими остида ҳайдалади.

Босим остида қуйиш машиналарининг схемалари 126-расмда тасвирланган.

Поршенли машиналарда (126-расм, *a*) қуйма олиш учун маълум миқдор суюқ металл цилиндр *1* га қуйилади. Сўнг-ра юқориги поршень *3* пастга томон сурилади, бунда поршень *4* ҳам сурилиб, қолип *2* га металл кириш тешигини очади ва металл қолип бўшлиғига ҳайдалади. Шундан кейин поршень *3* дастлабки вазиятига қайтади, поршень *4* эса юқорига кўтарилиб, цилиндрда қолган ортиқча металл *5* ни цилиндрдан чиқаради. Айни вақтда қолип *2* очилиб, қуйма *6* туширилади ва процесс юқоридаги тарзда такрорланади.

Компрессорли машинада (126-расм, *b*) суюқ металл чўян ванна *1* га қуйилади, ванна эса ҳамма вақт қиздириб турилади. Машинанинг камераси *2* ваннадаги суюқ металлга ботирилади, бунда камера мундштуги *3* орқали суюқ металл билан тўлади. Шундан кейин шарнирли тортқилар камера *2* ни расмнинг ўнг томонида кўрсатилган вазиятга келтиради. Камеранинг бу вазиятида унинг мундштуги *3* қолип *4* нинг металл кириш тешигига тиралади, камеранинг соплоси *5* эса сиқилган ҳаво келувчи каналдаги клапан *6* га рўпара келади. Клапан *6* орқали сиқилган ҳаво берилганда камера *2* даги суюқ металл қолип *4* нинг ички бўшлиғига ҳайдалиб, уни тўлдиради. Ҳаво бериш тўхтатилганда камера *2* ванна *1* га қайтиб, суюқ металл билан тўлади, айни вақтда қолип *4* очилиб, қуйма чиқариб юборилади. Шундан кейин, юқорида айтиб ўтилган процесс такрорланади.

Компрессорли машинада соатига 50 дан 500 гача қуйма олиш мумкин.

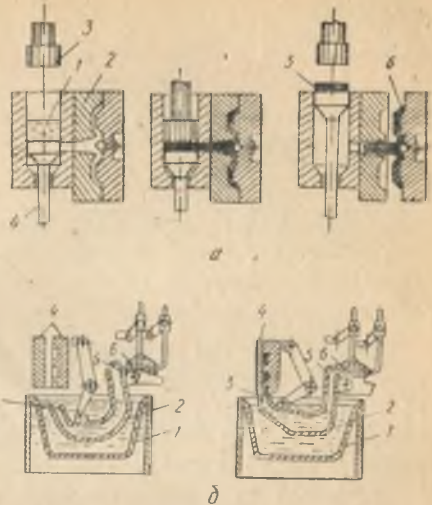
Суюқланувчан модель ёрдамида қуйма олиш. Бу усулда қуйма олиш учун осон суюқланувчан материалдан — парафин, стеарин, мум ва бошқалардан қуйманинг модели тайёрланади. Бунинг учун эса пўлат, бронза ёки латундан модель эталони

ясалиб, бу эталонни осон суюқланувчан қотишмага ботириш йўли билан пресс-қолип тайёрланади. Ана шу пресс-қолип суюқлантирилган парафин, стеарин ёки мум билан 3...6 атм (303...606 кН/м²) босим остида тўлдирилиб, жуда аниқ модель ҳосил қилинади. Шу усулда тайёрланган бир неча модель блок қилиб йиғилади ва қуйиш системасига туташтирилади (127-расм, а).

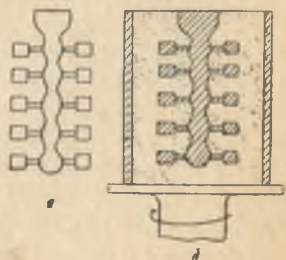
Йиғилган моделлар блоки суюқ шиша ёки гидролизланган этил силикат (C₂H₅O₄)Si эритмаси билан кварц кукуни қоришмасига 2—3 марта ботириб олинади (ҳар гал ботириб олинганда блок сиртига кварц кукуни сепилади), бунда моделлар блоки сиртида 2...3 мм қалинликдаги ўтга чидамли силлиқ қоплам ҳосил бўлади. Моделлар блоки ҳавода 2—3 соат давомида қуритилгандан кейин опока ичида атрофи қолип аралашмаси билан зич қилиб тўлдирилади. Опока, ичидагилари билан бирга, муфелли печда қиздирилади, бунда моделлар ва қуйиш системаси суюқланади ва ташқарига оқиб чиқади, натижада моделлар ва қуйиш системаси ўрни бушаб қолади, яъни қолип ҳосил бўлади. Бу қолип 800—900°С гача қиздирилади, бунда қолип пухталанади ва металл қуйиш учун тайёр ҳолга келади. Бундай қолипга суюқ металл одатдаги усул билан ҳам, марказдан қочирма усул билан ҳам қуйилиши мумкин. Марказдан қочирма усулда қуйилганда (127-расм, б) қуйма зич бўлади ва, демак, унинг механикавий хоссалари яхшиланади.

Суюқланувчан моделлар ёрдамида ҳосил қилинган қолиплар қийин суюқланувчан ва кесиб ишланиши қийин бўлган қотишмалардан, масалан, кўп легирланган пўлатлар, стеллит типидagi қаттиқ қотишмалар ва бошқалардан қуймалар олишда айниқса катта аҳамиятга эга.

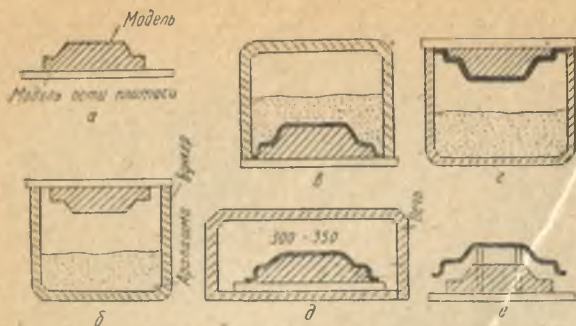
Суюқланувчан моделлар ёрдамида ҳосил қилинган қолиплар қийин суюқланувчан ва кесиб ишланиши қийин бўлган қотишмалардан, масалан, кўп легирланган пўлатлар, стеллит типидagi қаттиқ қотишмалар ва бошқалардан қуймалар олишда айниқса катта аҳамиятга эга.



126-расм. Босим остида қуйиш машиналарининг схемаси:
а — поршенли машина; б — компрессорли машина.



127-расм. Суюқланувчан модель ёрдамида қуйма олиш схемаси:
а — моделлар блоки; б — марказдан қочирма усулда қуйиш схемаси.



128- расм. Қобіқ қолип тайёрлаш процессининг схемаси.

Суюқланувчан моделлар ёрдамида қуймалар олиш усули мураккаб бўлишига ва олинадиган қуймалар қиммат туришига қарамай, бу усулдан фойдаланиш купгина ҳолларда ўзини оқлайди, чунки олинган қуймалар шу қадар аниқ бўладики, уларни кесиб ишлашга зарурат қолмайди ёки кесиб ишлаш, жилвирлаш ва жиллолашдангина иборат бўлади. Суюқланувчан моделлар ёрдамида кичикроқ (массаси 3 кг гача) буюмлар, масалан, самолёт ва автомобилнинг кичик деталлари, тикув машинаси деталлари, кесувчи асбоблар, ўлчаш асбоблари ва бошқалар қуйилади.

Қобіқ қолиплар ёрдамида қуймалар олиш. Бу усулда қуйма олиш учун металлдан, масалан, чуьндан қуйманинг икки паллали модели ясалади, моделнинг ҳар бир палласи металл плитага маҳкамланади. Ана шу модель асосида қобіқ қолип тайёрланади. Қолип материали сифатида кварц қуми кукуни билан бакелит (фенол-формальдегид смоласи) кукуни (пультвербакелит) аралашмасидан фойдаланилади.

Қобіқ қолип қуйидаги тартибда тайёрланади. Моделнинг бир палласи плитаси билан бирга 200...230°C гача қиздирилади (128- расм, а). Қобіқ аралашмаси маҳкам ёпишиб қолмаслиги учун модель ва плита сиртига махсус эмульсия суркалади. Модель плитаси қобіқ аралашмаси солинган бункерга 128- расм, б да кўрсатилгандек қилиб маҳкамланади-да, 180° айлантрилади ва шу вазиятда 15—20 сек тутиб турилади. Бунда қобіқ аралашмаси таркибидаги пультвербакелит суюқланиб, кварц зарраларини бир-бирига боғлайди, натижада модель ва плита сиртида 8—10 мм қалинликдаги қобіқ ҳосил бўлади (128- расм, в). Сўнгра бункер дастлабки вазиятига қайтарилади, яъни 180° айлантрилади. Бунда қобіқ аралашмасининг ортиқчаси бункер тубига тушади, чала қотган қобіқ эса модель ва плита сиртида қолади (128- расм, г). Плита модель ва қобіқ билан бирга бункердан олиниб, печда 300—350°C да 1 мин чамаси қиздирилади (128- расм, д). Бунда қобіқ узил-кесил қотади ва мустаҳкамланади. Шундан кейин плита печдан олинади ва ҳосил бўлган қобіқ (қолипнинг ярми) махсус штир-

лар воситасида моделдан кўчирилади (128-расм, е). Қолипнинг иккинчи ярми ҳам худди шу тартибда тайёрланади-да, биринчи ярми билан бирлаштирилади, натижада тайёр қобиқ қолип ҳосил бўлади. Бу қолипга суюқ металл кирадиган тешик очилади-да, яшикка вертикал ҳолатда ўрнатилиб, атрофи қум билан зич қилиб тўлдирилади ва шундан кейин унга суюқ металл қуйилади.

Қуймаларда ички бўшлиқлар ҳосил қилиш зарур бўлган ҳолларда қобиқ қолипларга махсус машиналар ёрдамида тайёрланган қобиқ стерженлар ўрнатилади.

Қобиқ қолиплар исталган қуймакорлик қотишмасидан қуймалар олишга имкон беради. Бундай қолипларда олинган қуймаларнинг ўлчамлари аниқ чиқади.

Ҳозирги вақтда қобиқ қолиплар тайёрлаш процесслари механизациялаштирилган ва, ҳатто, автоматлаштирилган. Бундай қурилмалар соатига 500 га яқин қобиқ тайёрлашга имкон беради.

4-§. Қуймаларда учрайдиган нуқсонлар

Қуймаларда химиявий таркиби ва структурасининг ноте-кислиги, чўкиш бўшлиғи, ғоваклик, газ пуфаклари каби нуқсонлар учрайди. Бундай нуқсонлар тўғрисида дарсликнинг 153-бетида «Пулат қуйманинг тузилиши» деган темада батафсил баён этилган.

Қуймада чўкиш бўшлиғи ҳосил бўлмаслиги учун қолипда *прибиль* деб аталадиган махсус бўшлиқлар қилинади. Қолипга суюқ металл қуйилганда у қолипни тўлдириб, прибилга ўтади ва чўкиш бўшлиғи қуймада эмас, балки прибилда ҳосил бўлади, *прибиль* эса қуймадан кесиб ташланади.

Қуймада газ пуфакчалари ҳосил бўлмаслиги учун суюқ металлни қолипга қуйишдан олдин унга махсус қайтаргичлар, масалан, ферросилиций, ферромарганец, ферроалюминий, силикокальций қўшилади; қолипда газ чиқиш каналлари сони кўпайтирилади; қуйиш йўллари тўғри танланади; металлнинг қолипга қуйиш вақтидаги температураси тўғри белгиланади ва ҳоказо.

Қуймаларда учрайдиган нуқсонларнинг яна бир тури дарзлардир. Дарзлар, кўпинча, қуйманинг нотекис совишидан келиб чиқади. Майда дарзлар, сиртқи ғовакликлар ва шу кабилар металлатор ёрдамида суюқ металл пуркаш йўли билан тузатилиши мумкин.

Қуймада кўп миқдор металлмас қўшилмалар — шлак, қолип аралашмаси, шунингдек, печь ва ковшнинг ўтга чидамли қопламларидан ўтадиган қўшилмалар қуйманинг тузатиб бўлмайдиган нуқсонлари жумласига киради.

Опокаларнинг нотўғри йигилиши, стерженларнинг сурилганлиги, қолипнинг бузилганлиги оқибатида ҳам қуймада тузатиб бўлмайдиган нуқсон келиб чиқади.

Қолипга қўйилган суюқ чўяннинг совиш тезлиги катта бўлса, қўяманинг сиртқи қатлами оқариб қолади, яъни оқ чўянга айланади. Кесиб ишланиши лозим бўлган чўян қўймалар учун бу ҳодиса нуқсон ҳисобланади, чунки уларни кесиб ишлаш қийинлашади. Бундай нуқсонни йўқотиш учун қўймалар термик ишланади — юмшатилади.

5-§. Қўймалар ишлаб чиқаришда хавфсизлик техникаси

Қўймакорлик цехларида хавфсизликни таъминлаш учун машиналарнинг ҳаракатланувчи қисмлари ҳимоя кожухлари билан иҳоталаниши, буш опокалар белгиланган жойларга қўлаб тушмайдиган қилиб тахланиши лозим.

Вагранкага шихта тушириш, вагранкадан суюқ шлак ва суюқ чўян чиқариш билан шуғулланувчи ишчилар тегишли коржома — брезент камзул, брезент шим, брезент қўлқоп ва ҳимоя кўзойнаги билан таъминланган бўлиши керак.

Суюқ металлни жуда ҳўл қолипга қўйиш ярамайди, акс ҳолда қолипдан металл отилиб чиқиши ва атрофдагиларни куйдириб қўйиши мумкин. Кокилларга суюқ металл қўйилганда отилиб чиқмаслиги учун кокиллар камида 100°C гача қиздириб олиниши лозим.

Сигими 0,5 т дан катта бўлган ковшлар суюқ металл ташишда оғиб кетмаслиги учун ўз-ўзидан тормозловчи қурилмалар ва сақлагич мосламалар билан таъминланиши зарур.

Қўймаларни тозалаш барабанлари, питра пуркаш ва питра отиш қурилмалари ишлаётган вақтда иҳоталаб қўйилиши ҳамда сўрувчи вентиляция билан таъминланиши лозим.

Қўймалардан ортиқча металл кесиб ташланганда унинг ўрнини текислаш учун ишлатиладиган жилвир тошларнинг қанчалик мустаҳкам эканлиги махсус стендларда иш тезлигидан 50% катта тезлик билан 5...10 мин давомида синаб кўрилиши зарур. Жилвирлаш станокларида ишлашда бу станокларнинг барча зарур мосламалар билан жиҳозланган-жиҳозланмаганлиги албатта текшириб кўрилиши лозим.

Қўймакорлик цехларида санитария ва гигиена нормаларига риоя қилиш учун бу цехлар тегишли вентиляция билан, ювиниш хоналари билан жиҳозланиши, ювиниш хоналари эса иссиқ сув, совун ва шу кабилар билан таъминланиши керак.

С а в о л в а т о п ш и р и қ л а р

1. Қўймакорликнинг моҳияти нимадан иборат ва у машинасозликда қандай аҳамиятга эга?
2. Қўймалар ишлаб чиқариш тартибини схема тарзида ифодаланг.
3. Қўяманинг модели нимадан ва қандай қилиб тайёрланади? Модель белгилари нима?
4. Стерженлар нимадан ва қандай қилиб тайёрланади? Стерженларнинг мустаҳкамлигини ва газ ўтказувчанлигини ошириш учун қандай тадбирлар қурилади?

5. Доимий қолиплар қандай материаллардан тайёрланади? Муваққат қолиплар-чи? Бир марталик қолиплар-чи?
6. Бир марталик қолип тайёрлаш технологиясини айтиб беринг.
7. Қуймалар олишда ишлатиладиган қотишмаларни айтиб беринг. Бу қотишмаларда қандай хоссалар бўлиши керак?
8. Қуймакорлик қотишмалари суюқлантириладиган печларни айтиб беринг. Йиғичли вагранка қандай тузилган?
9. Кокилга (металл қолипга) қуйишининг қандай афзалликлари бор?
10. Марказдан қочирма қуйишининг моҳияти нима ва бу усулда қандай қуймалар олинади?
11. Босим остида қуйишининг моҳияти ва афзалликлари нима? Поршенли машинада қуйма олиш тартибини айтиб беринг. Компрессорли машинада қуйма қандай олинади?
12. Суюқланувчан модель ёрдамида қуйма олиш тартибини айтиб беринг.
13. Қобиқ қолиплар қандай тайёрланади?
14. Қуймаларда учрайдиган нуқсонларни, уларнинг сабаблари ва олдини олиш чораларини, баъзи нуқсонларни бартараф қилиш йўлларини айтиб беринг.
15. Қуймакорлик цехларида хавфсизлик техникаси нималардан иборат?

X БОБ

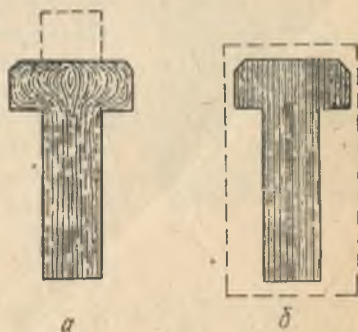
МЕТАЛЛАРНИ БОСИМ БИЛАН ИШЛАШ

1-§. Умумий маълумот

Ҳозирги вақтда металлларни босим билан ишлаш машина-созлик саноатида муҳим ўрин тутади. Мамлакатимизда суюқлантириб олинadиган пўлатнинг қарийб 90 проценти рангли металллар ва улар қотишмаларининг эса 55% га яқини босим билан ишланади.

Босим билан ишлашдан кўзда тутиладиган асосий мақсад оддий шаклдаги заготовкалардан мураккаб шаклли буюмлар ҳосил қилиш, металлнинг структурасини яхшилаш ва механикавий хоссаларини оширишдан иборат. Босим билан ишлаш учун заготовкалар сифатида пўлатдан, рангли металллар ва улар қотишмаларидан олинган қуймалар ҳамда листовий ва сортавий прокатлар ишлатилади.

Металлларни босим билан ишлаш энг тежамли технологик процессдир, чунки босим билан ишлашда металлнинг жуда ҳам оз қисми чиқиндига чиқади. Масалан, кривошипли пресс-автоматда диаметри 16 мм, узунлиги 139 мм ва массаси 220 г бўлган чивикдан M16×100 ўлчамли болт заготовки (поковки) тайёрлашда чиқинди миқдори атиги 10 г, яъни 4,5% ни ташкил этади. Бундан ташқари, босим



129- расм. Болтнинг заготовки:
а — босим билан ишланган; б — кесиб ишланган.

билан ишланган буюмнинг, масалан, болтнинг механикавий хоссалари кесиб ишланган болтникига қараганда анча юқори бўлади, чунки босим билан ишлашда металлнинг толалари эгилса, кесиб ишлашда қирқилиб кетади (129-расм).

Металларни босим билан ишлаш процесслари тобора такомиллаштирилмоқда, бу эса иш унумини янада оширишга, маҳсулот таннархини пасайтириш ва металлни янада кўпроқ тежашга имкон беради.

2-§. Босим билан ишлашнинг физикавий асослари

Босим билан ишлашда заготовканинг шакли аслига қайтмайди қилиб ўзгартирилади, бунинг учун эса заготовка металида пластиклик хоссаси бўлиши керак. Металлнинг маълум шароитда ташқи кучлар таъсирида емирилмай ўз шаклини аслига қайтмайди тарзда ўзгартира олиш хусусияти унинг *пластиклиги* дейилади. Металлар шаклининг пластик тарзда ўзгариши *пластик деформация* деб аталади. Бинобарин, металлларни босим билан ишлаш уларни пластик деформациялашдан иборат.

Пластик деформациянинг моҳиятини тушуниш учун деформация деган тушунчанинг ўзи нима эканлигини аниқлаб олайлик.

Металлга бирор куч таъсир эттирилганда шу металл геометрик шаклининг ўзгариши *деформация* дейилади. Нормал температурада металлнинг деформацияси асосан икки босқичдан — эластик ва пластик деформациялардан иборат бўлади. Металлга таъсир эттирилган куч олингандан кейин металл асли шаклига қайтса, бундай деформация *эластик деформация* деб аталади. Масалан, пулат пружина маълум куч билан сиқилса, унинг шакли ўзгаради, сиқилган пружина қўйиб юборилса, у дастлабки шаклини олади. Пружина сиқилганда пулатнинг кристалл панжаралари ўз шаклини ўзгартиради, пружина қўйиб юборилганда эса кристалл панжаралар асли шаклига қайтади. Пластик деформация вақтида эса металл кристалл панжараларининг шакли ўзгарибгина қолмасдан, балки кристаллнинг бир қисми бошқа қисмига нисбатан силжийди ҳам, таъсир эттирилган куч олинганда кристаллнинг силжиган қисми аввалги жойига қайтмайди, яъни дефор-



а



б

130-расм. Пластик деформацияланиш натижасида металл тузилишининг ўзгариши:

а — босим билан ишлангандан олдин; б — босим билан ишлангандан кейин.

мация сақланиб қолади. Бундан ташқари, пластик деформация вақтида металл доналари майдаланади ва муайян тартибда жойлашиб қолади, натижада металл тола-тола тузилишга эга бўлади (130-расм, б). Доналарнинг муайян тартибда жойлашиб қолиш ҳодисаси *текстураланиш* дейилади. Текстураланиш даражаси деформацияланиш даражасига боғлиқ — деформацияланиш даражаси қанчалик катта бўлса, металл шунчалик кучли текстураланади.

Металл одатдаги шароитда пластик деформацияланганда унинг пухталиги ва қаттиқлиги ортиб, пластиклиги камаяди. Бу ҳодиса *наклёп ёки нагартовка* деб аталади. Металлда пластик деформацияланиш натижасида ҳосил бўлган наклёпни йўқотиш зарур бўлса, металл маълум температурагача қиздирилади. Масалан, наклёпланган пўлат буюм 200—300°C гача қиздирилса, унинг қаттиқлиги ва пухталиги 20—30% пасаяди, пластиклиги эса ортади. Бу ҳодиса *қайтиш ёки ҳордиқ* дейилади. Қайтиш процессида металлнинг кристалл панжаралари тикланади, ички тузилиши эса унча ўзгармайди ва, шунинг учун, металлнинг механикавий хоссалари фақат маълум даражадагина тикланади. Металлнинг деформацияланишдан олдинги хоссаларини батамом тиклаш учун уни юқорироқ температурагача қиздириш зарур. Наклёпланган металл юқорироқ температурагача қиздирилганда шу металл хоссаларининг тикланиши *рекристалланиш* деб аталади. Рекристалланиш вақтида металлнинг деформацияланишдан олдинги доналари тикланмай, балки янги доналар ҳосил бўлади, яъни металл янгидан кристалланади. Рекристалланиш аллотропик шакл ўзгаришлар вақтида содир бўладиган иккиламчи (қайта) кристалланишдан шу билан фарқ қиладики, рекристалланишда металл кристалл панжарасининг тури ўзгармайди.

Рекристалланиш температураси (рекристалланишнинг энг кичик температураси) ҳар хил металллар учун турлича бўлади. Масалан, миснинг рекристалланиш температураси ~270°C га, темирники ~450°C га, никелники ~600°C га, латунники ~250°C га, алюминийники ~100°C га, магнийники ~100°C га, молибденники ~900°C га, вольфрамники ~1200°C га тенг, қалай, қўрғошин ва осон суюқланувчан бошқа металлларнинг рекристалланиш температураси эса нормал температурадан паст бўлади.

Металлларнинг рекристалланиш температураси билан суюқланиш температураси орасида қуйидаги тақрибий боғланиш мавжуд:

$$T_p = aT_c,$$

бу ерда T_p — рекристалланиш абсолют температураси; T_c — суюқланиш абсолют температураси; a — металлнинг тозалигига боғлиқ коэффициент. Техникавий тоза металллар учун $a = 0,3 \div 0,4$, қотишмалар учун эса $a \approx 0,8$.

Айни бир металлнинг рекристалланиш температураси деформацияланганлик даражасига ҳам боғлиқ: деформацияланганлик даражаси қанчалик катта бўлса, рекристалланиш температураси шунча паст бўлади.

Металл рекристалланиш температурасидан юқори температураларда деформацияланганда наклёп ҳосил бўлса-да, аммо шу температурада ўтадиган рекристалланиш процесси наклёпни йўқотади.

Металларни рекристалланиш температурасидан юқори температурада деформациялаш қиздириб босим билан ишлаш деб, рекристалланиш температурасидан паст температурада деформациялаш эса совуқлайин босим билан ишлаш деб аталади. Демак, металларни қиздириб босим билан ишлашда уларда наклёп ҳосил бўлмайди, совуқлайин босим билан ишлашда эса наклёп ҳосил бўлади ва, аксинча, деформациялашда металл наклёпланса, бу металл совуқлайин босим билан ишланган, наклёпланмаса, қиздириб босим билан ишланган бўлади. Масалан, қалай нормал температурада деформацияланса, у наклёпланмайди, темир 300°C гача қиздириб деформацияланганда эса у наклёпланади. Бинобарин, қалайнинг деформацияланиши қиздириб босим билан ишлашга, темирнинг деформацияланиши эса совуқлайин босим билан ишлашга киради.

Металлар мумкин бўлган ҳолларнинг ҳаммасида совуқлайин босим билан ишланади, чунки совуқлайин босим билан ишлаш орқали ҳосил қилинган буюмларнинг сирти тоза, ўлчамлари эса аниқ чиқади. Совуқлайин деформациялаш натижасида ҳосил бўлган наклёп, зарур ҳолларда, рекристаллизацияцион юшатиш йўли билан йўқотилади.

Юқорида баён этилганлардан металларни босим билан ишлашда уларнинг пластиклик хоссаларига асосланилади, деган хулоса келиб чиқади. Демак, пластик бўлмаган (мўрт) металларни босим билан ишлаб бўлмайди. Масалан, чуян совуқ ҳолатда ҳам, қиздирилган ҳолатда ҳам мўрт бўлади; бинобарин, уни босим билан ишлаб бўлмайди.

Металларнинг пластиклиги уларнинг химиявий таркибига боғлиқ: тоза металларнинг пластиклиги қўшимчали металлларниқидан (қотишмаларниқидан) анча юқори. Ҳар хил элементлар металларнинг пластиклигига турлича таъсир этади. Масалан, фосфор пўлатни совуқлайин, олтингугурт эса қиздириб босим билан ишлашда синувчан (мўрт) қилиб қўяди; висмут ва сурьма рангдор металларнинг пластиклигига салбий таъсир этади ва ҳоказо.

Температура кўтарилиши билан кўпгина металларнинг пластиклиги ортиб боради, баъзи металларники эса дастлаб бир оз пасайиб, сўнгра ортади. Масалан, баъзи пўлатлар тахминан 400°C гача қиздирилганда уларнинг пластиклиги бир оз пасайиб, температура 400°C дан кўтарилганда оша боради. Металлар қиздирилганда пластиклиги ортганлиги учун уларнинг

деформацияланишга қарши-лиги пасаяди. Чунончи, 1000°C гача қиздирилган пўлатнинг деформацияланишга қаршилиги совуқ ҳолатдагига қараганда 15—20 ба-равар паст бўлади.

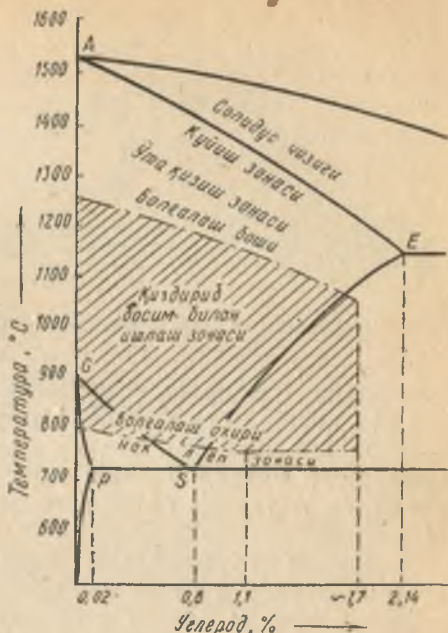
Шуни ҳам гаъкидлаб утиш керакки, металллар солидус чизигига яқин температурагача қиздирилса, уларнинг пластиклиги кескин равишда пасаяди, негаки бу температурада металл доналари чегарасидаги осон суюқланувчан қўшимчалар суюқланиб, доналар орасидаги боғланишни заифлаштиради, натижада металл мўртлашади. Босим билан ишлаш вақтида металл температурасининг маълум чегарадан пасайиб кетишига ҳам йўл қўйиб бўлмайди, акс ҳолда металл наклёпланиб, деформацияга кўрсатадиган қаршилиги ортиб кетади. Бинобарин, қиздириб босим билан ишлашда металлни қандай температурагача қиздириш ва босим билан ишлашни қандай температурада тўхтатиш кераклигини билиш ниҳоятда муҳимдир.

Углеродли пўлатни босим билан ишлаш учун қиздириш температураси пўлат таркибидаги углерод миқдорига боғлиқ. Углеродли пўлатларни қиздириб босим билан ишлаш температуралари оралиғи (қиздириб босим билан ишлаш зонаси) 131-расмда тасвирланган.

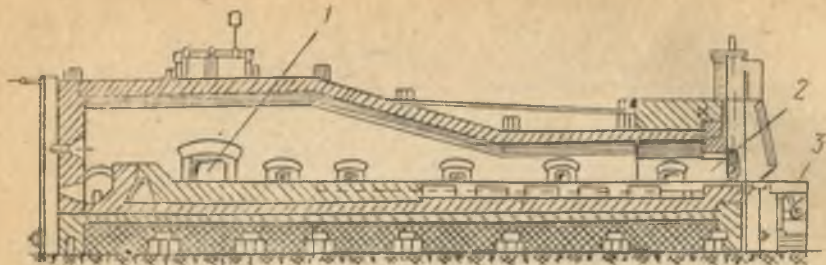
Металлар қиздириб босим билан ишланганда уларнинг химиявий таркиби текисланади, доналари майдаланади, ғоваклар бержилиб кетади, бошқа баъзи нуқсонлари йўқолади ва, демак, механикавий хоссалари яхшиланади.

3-§. Металларни босим билан ишлаш учун қиздириш қурилмалари

Маълумки, металлларни босим билан ишлашдан олдин уларни қиздиришдан кўзланадиган асосий мақсад уларнинг пластиклигини ошириш ва, демак, деформацияланишга қаршилигини камайтиришдан иборат. Босим билан ишланадиган



131-расм. Углеродли пўлатни босим билан ишлаш учун қиздириш температуралари оралиғи.



132- расм. Алангали методик печнинг тузилиш схемаси.

металларни қиздириш қурилмалари, қиздирилаётган металлнинг ўта қизиши ёки куйишига йўл қўймаслик учун, унинг температурасини исталган вақтда билишга имкон берадиган, қиздирилаётган металлни алангалининг оксидлаш таъсиридан ҳимоя қиладиган, металлни секин-аста ва бир текис қиздирадиган бўлиши керак.

Қиздириш қурилмалари жумласига алангали печлар ва электрик печлар киради. Иссиқлик манбаи вазифасини ёқилғи ўтайдиган печлар *алангали печлар* дейилади. Алангали печлар қаттиқ, суяқ ёки газ ёқилғи билан ишлайди. Электрик печларда иссиқлик электр энергиясидан ҳосил бўлади.

Иш бўшлиғидаги температура ўзгармас (даврий ишлайдиган) печлар *камерали*, ўзгарувчан (узлуксиз ишлайдиган) печлар эса *методик печлар* деб аталади.

Камерали печларга заготовклар махсус дарча орқали бир нечталаб киритилади ва печь тубига маълум тартибда жойлаштирилади. Заготовклар зарур температурагача қизигач, печдан чиқарилади. Камерали печлар, асосан, темирчилик-пресслаш цехларида ишлатилади.

Методик печлар, асосан, прокатлаш ва темирчилик-штампллаш цехларида ишлатилади. Методик печлардан бирининг схемаси 132-расмда кўрсатилган. Бундай печга металл дарча 2 дан турткич 3 ёрдамида киритилади ва печь туби бўйлаб илгари суриб борилади, зарур температурагача қизиган металл дарча 1 орқали чиқарилади. Бундай печларда металлларни қиздириш процесси механизациялаштирилган. Методик печларда металл қизиган газлар оқимига қарши, яъни пастроқ температурали зонадан юқорироқ температурали зонага томон сурилиб борганлигидан секин-аста ва бир текис қизийди.

Алангали печлар иш бўшлиғининг ҳажми катта бўлмайди ва, шунинг учун, нисбатан кичикроқ заготовкларни қиздиришда ишлатилади.

Прокатлаш цехларида катта қўймалар *қиздириш қудуқлари* деб аталадиган шахта печларида қиздирилади. Қиздириш қудуқлари алангали бўлиши ҳам, электрик бўлиши ҳам мумкин.

Электрик печлар ҳам, худди алангали печлар каби, камера-ли ёки методик бўлиши мумкин. Электрик печлар қаршиликли, индукцион ва контактий печларга бўлинади. Қ а р ш и л и к л и п е ч д а иссиқлик шу печь деворига ўрнатилган қаршилик элементларидан чиқади. Индукцион печнинг тузилиши ва ишлаш принципи 146-бетда баён этилган. Индукцион усулдан, асосан, пўлат заготовкларни қиздиришда фойдаланилади. Контактний печда заготовкага мис контактлар орқали катта (бир неча ўн минг ампер) кучли ва 1 дан 12 В гача кучланишли ўзгарувчан ток берилади, бунда заготовка ўз қаршилиги ҳисобига қизийди. Ҳосил бўладиган иссиқлик миқдори, Жоуль-Ленц қонунига кўра, қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$Q = 0,24 I^2 RT \text{ кал,}$$

СИ системасида эса бундай бўлади:

$$Q = I^2 RT \text{ Ж,}$$

бу ерда I — ток кучи; R — заготовка қаршилиги; T — ток ўтиш вақти.

Металларни электр билан қиздириш усули процессни механизациялаштириш ва, ҳатто, автоматлаштиришга имкон беради.

Энди металларни босим билан ишлашнинг асосий усуллари қисқача кўриб чиқишга ўтамиз. Бу усуллар жумласига прокатлаш, кираялаш (чўзиш), пресслаш, болғалаш, ҳажмий штамплаш ва лист штамплаш киради.

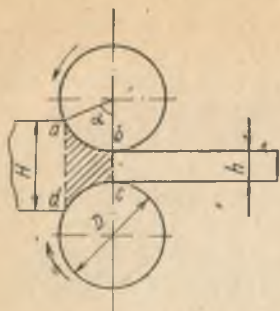
4-§. Металларни прокатлаш

Металларни қарама-қарши айланувчи икки жўва орасидан эзиб ўтказиш процесси *прокатлаш* деб, прокатлаш натижасида олинadиган буюм эса *прокат* деб аталади. Прокатлаш схемаси 133-расмда тасвирланган. Схемадан кўриниб турибдики, қалинлиги H бўлган заготовка қарама-қарши томонга айланувчи жўваларга ишқаланиш туфайли қамралади ва жўвалар орасидан ўтаётганда деформацияланиб, қалинлиги h бўлиб қолади. Демак, прокатланиш процессида заготовканинг қалинлиги камайиб, узунлиги ортади. Заготовканинг прокатланишдан олдинги қалинлиги H билан, прокатлангандан кейинги қалинлиги h орасидаги айирма ($H-h$) *абсолют сиқилиш миқдори* деб,

$$\frac{H-h}{H} \cdot 100\% \text{ нисбат эса } \textit{нисбий сиқилиш миқдори} \text{ деб аталади.}$$

Заготовканинг сиқилаётган $abcd$ қисми *деформацияланиш зонаси* дейилади. Заготовка билан жўванинг уриниш ёйи (ab ёки cd) *қамраш ёйи* деб, бу ёйга тўғри келадиган a бурчак эса *қамраш бурчаги* деб аталди. Абсолют сиқилиш миқдори билан қамраш бурчаги орасида қуйидаги боғланиш бор:

$$H - h = D(1 - \cos \alpha),$$



133-расм. Прокатлаш процессининг схемаси.

бу ерда D — жуванинг диаметри. Демак, жуванинг диаметри узгартирилмаганда, абсолют сиқилиш миқдори қамраш бурчагига боғлиқ бўлади; қамраш бурчаги ортган сари абсолют сиқилиш миқдори ҳам ортади.

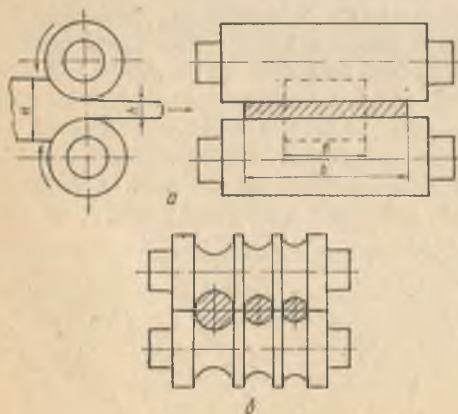
Пулатни қиздириб прокатлашда силлиқ жувалар учун қамраш бурчаги 15° дан 24° гача, рангли металлари прокатлашда эса 15° дан 20° гача қилиб олинади. Ишқаланишни ошириш учун баъзан, силлиқ жувалар сиртига эгов тишлари каби тишлар кертिलाди, бундай жувалар учун қамраш бурчагини 32° га етказиш мумкин.

Аммо бу жувалардан узил-кесил прокатлашда фойдаланиб бўлмайди, чунки прокатнинг сирти ғадир-будир чиқади.

Жуваларнинг сирти силлиқ (134-расм, а) ёки турли профилдаги ариқчали (134-расм, б) бўлиши мумкин. Ариқчали икки жўва бир-бирига уринганда ҳосил бўлган бўшлиқ *калибр* деб аталади. Жуваларнинг охири (пардозлаш) калибри прокатнинг профилига мос келади. Силлиқ жувалар ёрдамида листлар, ариқчали жувалар ёрдамида эса турли профилдаги буюмлар прокатланади.

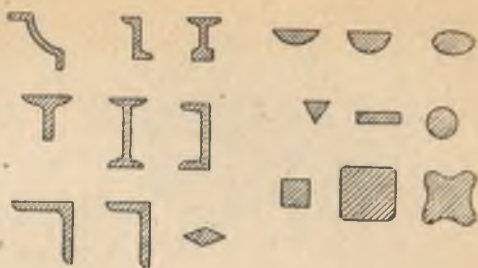
Прокатлашнинг учта асосий тури: бўйлама, қийшиқ ва кўндаланг прокатлаш турлари мавжуд.

Бўйлама прокатлаш йўли билан сортавий ва листавий прокатлар олинади. *Сортавий прокатлар* жумласига кўндаланг кесими доира, квадрат, олтиёқлик, учёқлик ва бошқа шаклдаги прокатлар, полоса прокатлар, шаклдор профилли прокатлар (рельс, тавр, қўштавр, швеллер, бурчаклик ва бошқалар) киради. Сортавий прокат профилларининг асосий турлари 135-расмда тасвирланган. *Листавий прокатлар* қалин ва юққа листларга бўлинади. Қалин листларнинг қалинлиги 4 дан 60 мм гача, юққа листларнинг қалинлиги эса 0,15 дан 4,00 мм гача бўлади. Юққа листлар, баъзан, урам тарзида ҳам ишлаб чиқарилади. Юққа листлар сиртининг сифати жиҳатидан ҳар хил



134-расм. Прокатлаш жувалари.

турларга бўлинади. Масалан, декапирланган (юмшатилиб, хурушлаш орқали куюндиси кетказилган) листлар, руҳланган листлар (тунукалар), оқ (қалай югуртирилган) тунукалар, жилоланган қора тунукалар ва бошқалар юпқа листларнинг ана шундай турлари жумласига киради.



135- расм. Сорт прокат профилларининг асосий турлари.

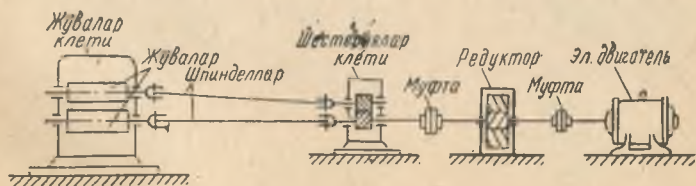
Қийшиқ прокатлаш йўли билан чоксиз трубалар олинади.

Кўндаланг прокатлаш йўли билан махсус прокатлар, масалан, арматура пўлати, шарлар ва шу кабилар олинади.

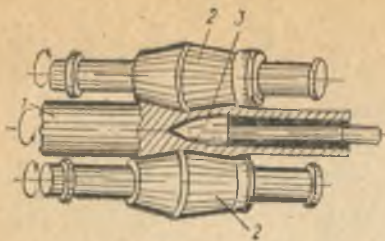
Прокатлар прокатлаш станларида ишлаб чиқарилади. Прокатлаш станларининг асосий қисми *иш клетки* деб аталади. Прокатлаш станларининг иш клетки икки ёки ундан ортиқ жўва ўрнатилган станинадан иборат. Иш клетидаги жўвалар сони иккита бўлган стан *дуо-стан* деб, учта бўлгани — *трио*, тўртта бўлгани эса *кварто-стан* деб аталади ва ҳоказо. Дуо-станнинг схемаси 136- расмда тасвирланган.

Станлар *реверсив*, яъни жўваларнинг айланиш йўналиши ўзгартириладиган бўлиши ҳам мумкин. Реверсив станлар металлларни икки йўналишда ҳам прокатлашга имкон беради. Реверсив стандан бир йўналишда прокатланган буюмни иккинчи йўналишда прокатлаш учун жўвалар орасидаги тирқиш кичрайтирилиб, жўваларнинг айланиш йўналиши тескари томонга ўзгартирилади.

Йирик қўймаларни прокатлаб, кўндаланг кесими 140×140 дан 450×450 мм гача бўлган заготовклар (блумслар) ҳосил қилиш учун мўлжалланган станлар *блуминглар* деб, қалинлиги 250 мм гача ва узунлиги 5 м гача бўлган лист заготовклар (*сляблар*) прокатлаш учун мўлжалланган станлар эса *слябинглар* деб аталади. Блуминглар ҳам, слябинглар ҳам реверсив бўлади.



136- расм. Прокатлаш станининг схемаси.



137-расм. Чоксиз труба учун заготовка (гильза) прокатлаш процессининг схемаси:

1 — заготовка; 2 — жўвалар; 3 — нори.

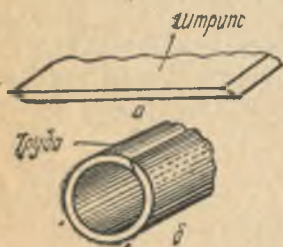
Чоксиз трубалар прокатлаш икки босқичдан: доиравий кесимли қўйма ёки заготовкага тешик очиш (гильза — труба заготовки ҳосил қилиш) ва гильзани махсус станларда прокатлаб, тайёр труба ҳосил қилиш босқичларидан иборат.

Гильза қийшиқ прокатлаш усулида ҳосил қилинади. Бунда заготовка бир-бирига нисбатан маълум бурчак остида жойлаштирилган иккита жўва орқали ўтказилади (137-расм). Шундан кейин гильза 1200°C гача қиздирилади ва махсус станда прокатланиб, труба ҳосил қилинади.

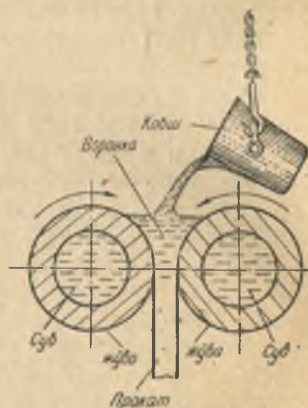
Чокли трубалар тайёрлаш уч босқичдан: заготовкани эгиб, труба шаклига келтириш, трубани пайвандлаш ва пайвандланган трубани калибрлаш босқичларидан иборат. Заго-

Станларда прокатлаш тезлиги прокат турига, заготовканинг ҳолатига ва бошқа факторларга боғлиқ. Масалан, сортавий ва листовий прокатлаш тезлиги 7—15 м/сек, сим прокатлаш тезлиги 25—50 м/сек бўлади, совуқлайин тунука прокатлаш ва юпқа лента прокатлаш тезлиги эса 35 м/сек га етади. Блюмс ва сляб прокатлаш тезлиги 7 м/сек дан ортмайди.

Труба прокатлаш. Прокатлаш йули билан ишлаб чиқариладиган трубалар чоксиз ва чокли бўлиши мумкин.



138-расм. Чокли труба заготовки тайёрлаш процессининг схемаси.



139-расм. Сууқ металлдан прокат олиш схемаси.

трубка сифатида *штрипс* деб аталадиган пўлат полосадан фойдаланилади. Штрипснинг бўйи ҳосил қилиниши керак бўлган трубанинг узунлигига, эни эса труба айланасига тенг қилиб олинади. Штрипснинг четлари 138-расм, *а* да кўрсатилгандек қилиб кертिलाди ва 1100°C гача қиздирилиб, чўзиш станида махсус воронкадан ўтказилади-да, труба ҳосил қилинади (138-расм, *б*). Ҳосил қилинган трубанинг чоклари 1350°C гача қиздирилиб, махсус станда босим остида пайвандланади. Пайвандланган труба калибрлаш станида прокатланиб, тайёр труба ҳосил қилинади.

Трубаларни электр энергиясидан ва газ алангасидан фойдаланиб пайвандлаш усуллари ҳам қўлланилади.

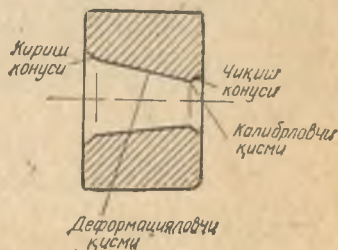
Суюқ металллардан прокат олиш. Суюқ металлдан прокат олиш усулининг моҳияти шундан иборатки, бунда суюқ металл ковшдан сув билан совитиб туриладиган жўвалар орасида ҳосил бўлган воронкага қуйилади. Суюқ металл воронкага тушгач, қотади ва қарама-қарши томонга айланаётган жўваларга қамралиб, деформацияланади, натижада прокат ҳосил бўлади (139-расм). Бу усулда мўрт металлларни, масалан чуянни ҳам прокатлаб, юпқа листлар олиш мумкин.

5-§. Металлларни кирялаш (чўзиш)

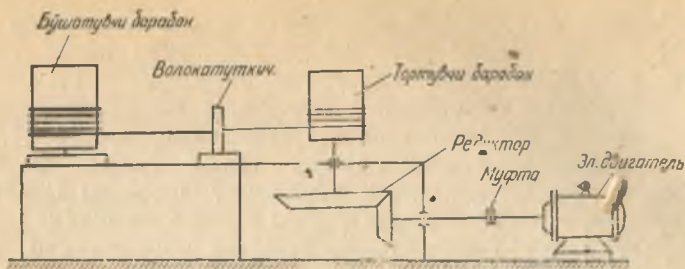
Заготовкани тобора кичраювчи тешиклардан (кўзлардан) тортиб (чўзиб) ўтказиш процесси *кирялаш* деб аталади. Кирялашда заготовканинг кўндаланг кесими кичрайиб, узунлиги ортади. Кирялаш йўли билан сим, чивик, кичик диаметрли труба ва турли профиллар олинади. Масалан, сим кирялаш учун чивик заготовкалардан фойдаланилади. Бундай заготовкалар эса прокатлаш йўли билан ҳосил қилинади, заготовкаларнинг диаметри 5 мм чамаси бўлади. Кирялашдан олдин заготовка юмшатилиб, структураси яхшиланади. Шундан кейин заготовка кирянинг кўзларидан бирин-кетин ўтказилиб, зарур диаметрли сим ҳосил қилинади.

Кирялар жуда қаттиқ ва чидамли бўлиши керак, шунинг учун улар юқори сифатли пўлатдан тайёрланади. Қимматбаҳо пўлатни тежаш мақсадида, кўпинча, кирянинг ўзи оддий углеродли пўлатдан тайёрланади-да, унга юқори сифатли легирланган пўлат ёки қаттиқ қотишмадан ясалган *волокалар* (кўзлар) урнатилади. Жуда ингичка симлар кирялаш учун металл оправкаларга урнатилган олмос волокалардан фойдаланилади.

Волокалар яхлит, йиғма ва роликли бўлиши мумкин. Яхлит волоканинг тузилиш схемаси 140-расмда тасвирланган. Волоканинг



140-расм. Яхлит волоканинг тузилиш схемаси.



141- расм. Бир барабанли қирялаш станининг тузилиш схемаси.

кириш конуси заготовка учини қиритиш ва мойни текис тақсимлаш учун, деформацияловчи қисми заготовкани сиқинш учун, калибрловчи қисми металлнинг кундаланг кесими ўлчамларини талаб этилган даражага келтириш учун, чиқиш конуси эса металлни шикастланишдан (тирналаш, сидирилиш ва бошқалардан) сақлаш учун хизмат қилади.

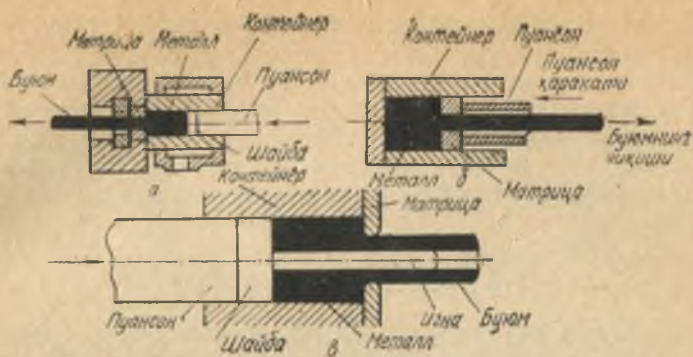
Қирялашнинг технологик процесси қуйидагича: заготовка юмшатилиб, структураси яхшиланади; заготовканинг бир учи ингичкалаштирилади; заготовка сиртидаги куюндини кетказиш учун эритма таъсир этирилади, сўнгра яхшилаб ювилади; заготовка сиртига олдин оҳак ёки фосфат, сўнгра эса минерал мой суртилади; заготовка бир ёки бир неча марта қиряланади ва ҳар гал қиряланганда ҳосил бўлган наклёп юмшатиш йўли билан йўқотилади; тайёр буюм яна юмшатилади, тўғриланади ва пардозланади.

Металлар махсус станларда қиряланади. Қирялаш станлари барабанли ва занжирли бўлади. Барабанли станлар бир барабанли (141- расм) ва кўп барабанли бўлиши мумкин. Бир барабанли станларнинг қуввати 15—50 квт, тортиш тезлиги эса 240 м/мин гача, кўп барабанли станларнинг қуввати 150 квт гача, тортиш тезлиги эса 2500 м/мин ва ундан ортиқ бўлади. Бир барабанли станлар сим ва ингичка трубалар қирялаш учун ишлатилади.

Занжирли станлар анча бақувват бўлади ва улардан чивиклар, профиллар ҳамда йўғонроқ трубалар қирялашда фойдаланилади. Занжирли станларнинг баъзиларида бир вақтнинг ўзида учта ва ундан ортиқ буюм қирялаш мумкин. Занжирли станларнинг тортиш кучи 150—600 т (1,5—6,0 МН), тортиш тезлиги эса 20—50 м/мин бўлади.

6-§. Металларни пресслаш

Маълум температурагача қиздирилган металлни матрица тешигидан сиқиб чиқариш процесси *пресслаш* деб аталади. Пресслашда тешик орқали сиқиб чиқарилган металлнинг (бу-



142-расм. Металларни пресслаш схемалари.

юмнинг) кўндаланг кесими шу тешик шаклига — доира, квадрат ёки бошқа бирор шаклга киради. Пресслаш йўли билан пўлатдан, иссиқбардош қотишмалардан, рангдор металллар ва уларнинг қотишмаларидан ҳар хил профилли буюмлар тайёрлаш мумкин. Пресслаш йўли билан диаметри 800 мм гача бўлган трубалар ҳосил қилиш ҳам мумкин.

Пресслаш учун заготовка сифатида қўймалар ишлатилади. Заготовкларнинг ўлчамлари (диаметри ва узунлиги) пресснинг қувватига ва олинishi керак бўлган буюмнинг профилига боғлиқ.

Пресслаш олдидан заготовклар қиздириб босим билан ишлаш температурасигача қиздирилади.

Пресслашнинг икки хил усули мавжуд, булардан бири *тўғри*, иккинчиси эса *тескари пресслаш* усуллари дидир.

142-расм, *а* да *тўғри* пресслаш усулида чивик ҳосил қилиш схемаси, 142-расм, *б* да эса шу чивикнинг тескари пресслаш усулида ҳосил қилиниш схемаси тасвирланган. 142-расм, *в* да *тўғри* пресслаш усулида труба ҳосил қилиш схемаси кўрсатилган.

Тескари пресслашда сарфланадиган куч *тўғри* пресслашдагига қараганда 25—30% кам бўлади, чунки контейнерда металл ишқаланмайди. Тескари пресслашда чиқинди ҳам камаяди.

Металларни пресслашда горизонтал ҳамда вертикал гидравлик пресслардан фойдаланилади. Прессларнинг қуввати 10000 т (100 МН) га етади.

Пресслашда сиқиш даражаси қуйидагича ифодаланади:

$$n = \frac{F-f}{F} \cdot 100\%,$$

бу ерда F — қўйманинг кесим юзи; f — прессланган буюмнинг кесим юзи. Прессланган буюмнинг сифати яхши бўлиши учун сиқиш даражаси 80% дан кичик бўлмаслиги керак.

Металлнинг матрица тешигидан чиқиш тезлиги: дуралюми-

ний учун 4—6 см/сек, алюминий учун 8 см/сек гача, мис ва унинг қотишмалари учун 12—15 см/сек.

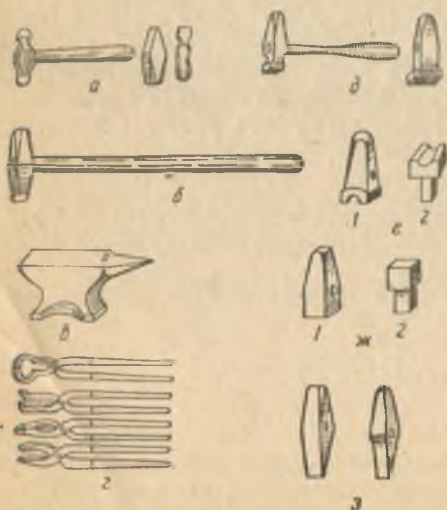
Пресслаш усули аниқ ўлчамли ва мураккаб профилли буюмлар ҳосил қилишга имкон бериш билан бирга, жуда унумли бўлади. Бу усулдан авиация саноатида алюминий қотишмаларидан самолёт конструкциясида кўп ишлатиладиган мураккаб шаклли буюмлар тайёрлашда айниқса кенг кўламда фойдаланилади.

7-§. Металларни болғалаш

Қиздирилган металлни болға муҳрасининг зарби ёки пресс муҳрасининг босими таъсирида зарур шаклга келтириш процесси *болғалаш* деб аталади. Болғалаш натижасида олинган буюм *поковка* дейилади. Болғалаш жараёнида металл муҳралар орасидаги бўш жойларга оқади. Қуйма металл болғаланганда металлнинг дендрит тузилиши (структураси) тола-тола тузилишга айланади, прокатланган металл болғаланганда эса металлнинг тола-тола тузилиши бир қадар яхшиланади. Демак, болғалашда металлнинг механикавий хоссалари ортади. Болғалашда металл структураси ва хоссаларининг ўзгариши шу металлнинг болғаланишдан олдинги структураси ва хоссаларига, болғаланиш даражасига боғлиқ. Болғаланиш даражаси эса сиқилиш коэффициентини билан ифодаланади:

$$\eta = \frac{F_1}{F_2}$$

бу ерда F_1 —заготовканинг болғаланишдан олдинги кўндаланг кесим юзи; F_2 —поковканинг кўндаланг кесим юзи (чўктириш-



143-расм. Металларни дастаки болғалашда ишлатиладиган баъзи асбоблар:

а—болғача; б—босқон (болға); в—сандон; г—омбурлар, д—сялиқлагичлар; е—қискичлар (1—устки, 2—остки); ж—подбойкалар (1—устки, 2—остки); з—зубилолар.

да $F_1 < F_2$, чўзишда эса $F_1 > F_2$ бўлади). Муҳим поковкалар учун болғаланиш коэффиценти 3—5 ва, баъзан, ундан ортиқ бўлади.

Болғалаш йўли билан хилма-хил шакл ва ўлчамли, бир неча юз грамдан 350 т гача, баъзан эса ундан оғир поковкалар тайёрланади.

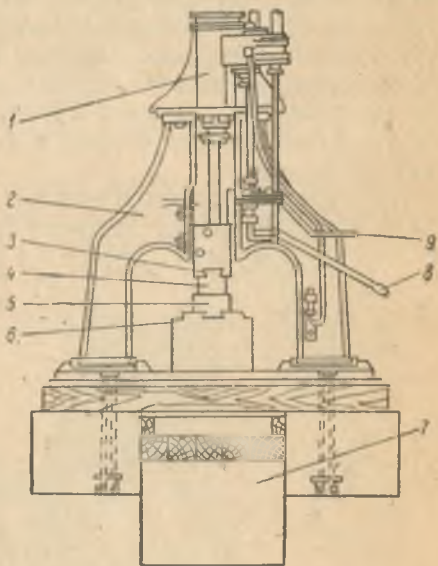
Металлар дастаки ва машиналарда болғаланиши мумкин. Дастаки болғалаш усулидан, асосан, ремонт ишларида ва майда поковкалар тайёрлашда фойдаланилади. Машинада болғалаш усули кўплаб ишлаб чиқаришда ва оғир поковкалар ҳосил қилишда қўлланилади.

Металларни дастаки болғалашда ишлатиладиган асбобларнинг баъзилари 143-расмда кўрсатилган.

Болғалаш процесси заготовканинг ва болғалаш йўли билан ҳосил қилиниши керак бўлган буюмнинг (поковканинг) шаклига қараб, турли операциялар мажмуидан иборат бўлади. Болғалашда асосий операциялар қуйидагилардир: *чўктириш* — заготовканинг кўндаланг кесимини бўйи ҳисобига катталаштириш; *маҳаллий чўктириш* — заготовканинг бир қисми кўндаланг кесимини катталаштириб, бўйлама ўлчамларини қисқартириш; *чўзиш* — заготовканинг узунлигини кўндаланг кесими ҳисобига ошириш; *маҳаллий чўзиш* — заготовканинг маълум қисмини чўзиш; *юмалоқлаш* — кетма-кет зарб бериш ёки сиқиш йўли билан заготовка шаклини айланиш жисми шаклига келтириш; *қисман юмалоқлаш* — заготовканинг бир қисминигина юмалоқлаш; *тешиш* — заготовкада металлни сиқиб чиқариш ҳисобига бўшлиқ ҳосил қилиш; *эгиш*; *текислаш* — заготовканинг юзини бир текис қилиш; *кесиш* — металлнинг бир қисмини бошқа қисмидан кесиб ажратиш ва бошқалар.

Юқорида баён этилган операциялар тегишли асбоблар ёрдами билан бажарилади.

Болғалашда металлнинг кесиб ишлаш учун қолдириладиган ортиқча қисми *қўйим* дейилади. Деталда диаметри 50 мм дан кичик ёки деталь девори қалинлиги-



144-расм. Икки стойкали буғ-ҳаво болғаланишнинг умумий кўриниши

1 — иш цилиндри; 2 — стойка; 3 — баба; 4 — юқорига муҳра; 5 — пастки муҳра; 6 — шабот; 7 — фундамент; 8 — бошқариш дастаси; 9 — буғ йўлини беркитувчи вентил дастаси

нинг 2—3 қисмига тенг ёхуд ундан кичик диаметрли тешиқлар бўлиши талаб этилса, поковкада бундай тешиқлар урни, шунингдек, деталнинг болғалаш йўли билан ҳосил қилиб бўлмайдиган қисмлари урни ҳам қолдириб кетилади. Металлнинг поковкадаги бундай қисмлари қолдирма деб аталади.

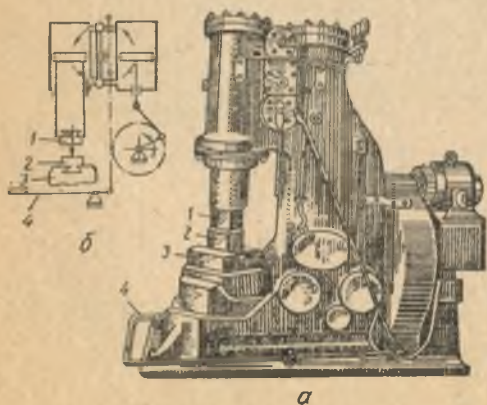
Металларни машинада болғалашда ҳар хил конструкциядаги болғалар ва махсус машиналардан фойдаланилади. Энг кўп ишлатиладиган болғалар жумласига буғ-ҳаво болғалари, пневматик ва фрикцион болғалар киради.

Буғ-ҳаво болғалари бир стойкали ва икки стойкали бўлади. Икки стойкали буғ-ҳаво болғасининг умумий кўриниши 144-расмда тасвирланган.

Буғ-ҳаво болғалари буғ билан ҳам, сиқилган ҳаво билан ҳам ишлаши мумкин. Улар бир ёқлама ёки икки ёқлама ишлайди. Бир ёқлама ишлайдиган болғаларда буғ ёки сиқилган ҳаво тушуви қисмларни фақат кўтариб беради, икки ёқлама ишлайдиганларида эса ҳам кўтаради, ҳам тушувчи қисмларига қўшимча босим беради. Болғаларнинг қуввати тушувчи қисмларининг массаси билан белгиланади. Буғ-ҳаво болғалари тушувчи қисмларининг массаси эса 0,25 дан 8 т га етади.

Қандай қувватли болға ишлатилиши поковканинг оғирлиги ва шаклига боғлиқ бўлади. Масалан, оғирлиги 25 кг гача бўлган мураккаб шаклли поковкалар ёки оғирлиги 100 кг гача бўлган оддий шаклли поковкалар (силлиқ валлар) болғалаш учун тушувчи қисмлари массаси 0,5 т ли болғалар ишлатилади; массаси 700 кг гача бўлган мураккаб шаклли поковкалар ёки массаси 1500 кг гача бўлган силлиқ валлар болғалашда эса тушувчи массаси оғирлиги 5 т ли болғалардан фойдаланилади.

Пневматик болғалар (145-расм) сиқилган ҳаво билан ишлайди. Улар тушувчи қисмларининг массаси 75 дан 1000 кг гача бўлади. Пневматик болғалардан, асо-



145-расм. Пневматик болға:

а — умумий кўриниши; б — тузилиш схемаси: 1 — юқорги муҳра, 2 — пастки муҳра, 3 — шабот; 4 — педаль.

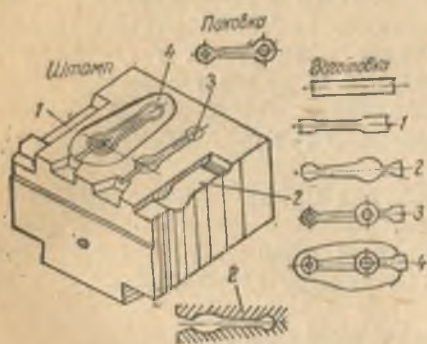
сан, темирчилик цехларида ва ремонт устахоналарида майдароқ (массаси 10 дан 250 кг гача бўлган) поковкалар олишда фойдаланилади. Поковкалар олишда фрикцион болғалар ва гидравлик пресслар ҳам ишлатилади.

8-§. Металларни ҳажмий штамплаш

Ҳажмий штамплашнинг моҳияти шундан иборатки, металлдан маълум шаклли буюм (поковка) ҳосил қилиш учун металл асбобнинг шу буюм шаклига мос бўшлиғига (ариқчасига) босим остида тўлдирилади. Штамплаш учун ишлатиладиган асбоб *штамп* деб аталади ва камида икки қисмдан (палладан) иборат бўлади. 146-расмда икки палладан иборат штампнинг бир палласи тасвирланган.

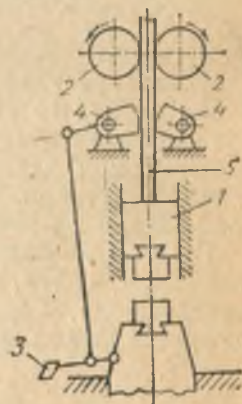
Штамплар очиқ ва ёпиқ бўлиши мумкин. Металлнинг штамп бўшлиғини (ариқчасини) тўлдиргандан кейин қолган қисми махсус каналлар орқали питр ариқчасига чиқиши мумкин бўлган штамплар *очиқ штамп* деб, питр ариқчаси бўлмаган штамплар эса *ёпиқ штамп* деб аталади. Ёпиқ штампларда металл тежалаяди, аммо мураккаб шаклли буюмлар олиш учун ёпиқ штамплар тайёрлаш анча қийин бўлади.

Штамплар махсус пўлатлардан тайёрланади ва бир ариқчали ёки кўп ариқчали бўлади. Кўп ариқчали штамп ариқчалари тайёрлов ва штамплаш ариқчаларига бўлинади. Штамплаш ариқчаларининг энг охиригисини штампланаётган металлни узилкесил шаклга киритади.



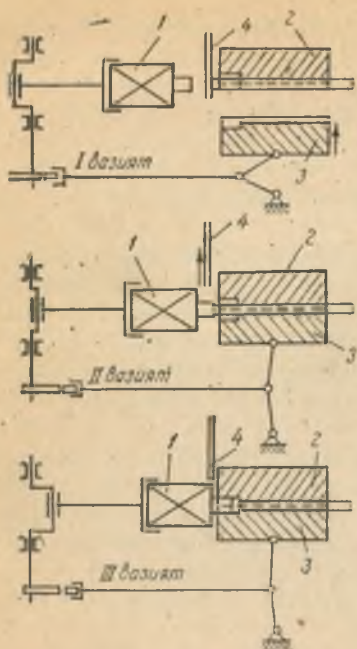
146-расм Кўп ариқчали штампнинг бир палласи:

1 — чўзиш ариқчаси; 2 — юмалоқлаш ариқчаси; 3 — хомаки штамплаш ариқчаси; 4 — пардозлаш ариқчаси.



147-расм. Тахталик фриktion болғанинг тузилиш схемаси:

1 — ползун; 2 — металл ролликлар; 3 — педаль; 4 — тор-мозлаш колодкалари; 5 — тахта.



148- расм. Горизонтал болғалаш машинасида болт учун заготовка штамплash схемаси:

1 — ползун; 2 — матрицанинг бир палласи; 3 — матрицанинг иккинчи палласи; 4 — тарак.

схемаси келтирилган. Болғанинг тахтага маҳкамланган бабаси 1 йўналтирувчиларда ҳаракатланади. Тахтани электр двигателдан ҳаракатга келадиган иккита чўян ролик 2 ишқаланиш кучи туфайли кўтарadi. Агар педаль 3 қўйиб юборилса, тахта пастга томон ҳаракатида эксцентрикли тормозлар 4 орасига сиқилиб тўхтайд. Фрикцион болғалар тушувчи қисмининг массаси 0,5 дан 2 т гача бўлади.

Горизонтал болғалаш машинасида майда поковкалар, масалан, болт, гайка, шайба ва шу кабилар учун заготовкалар штампланади. Горизонтал болғалаш машинасида болт учун заготовка штамплash схемаси 148- расмда тасвирланган.

9-§. Листавий штамплash

Лист, лента, полоса тарзидаги прокатлардан юпқа деворли фазовий буюмлар тайёрлаш процесси *листавий штамплash* деб аталади. Листавий штамплash процесси штамплар ёрдамида пресс билан ёки прессиз (328- бетга қаранг) бажарилади. Штампланадиган листларнинг қалинлиги 0,15 дан 60 мм гача бўла-

ди. 0,15 дан 4 мм гача қалинликдаги листлар *юпқа листлар* деб, 4 дан 60 мм гача қалинликдагилари эса *қалин листлар* деб аталади. Юпқа листларнинг ҳаммаси совуқлайин штампланади, қалин листларнинг баъзиларини (қалинлиги 15—20 мм дан ортиқ бўлганларини) штамплаш олдидан улар болғалаш температурасигача қиздирилади.

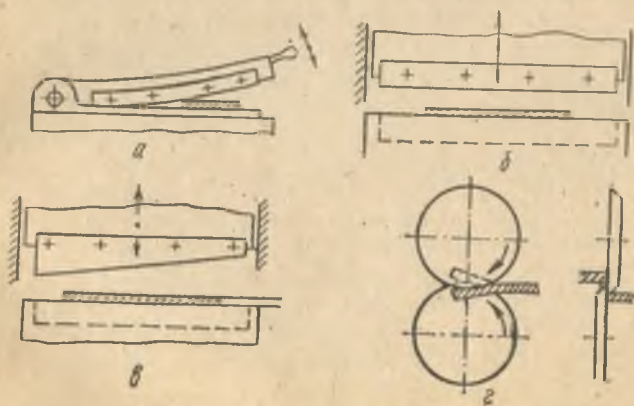
Листавий штамплаш усулида тайёрланган буюмлар жуда аниқ (4—3- аниқлик классида), узаро яхши алмашинадиган бўлади ва металл кесиб станокларида, одатда, кесиб ишланмайди.

Листавий штамплаш операциялари иккита асосий группага: ажратиш операциялари группаси билан шакл ҳосил қилиш операциялари группасига бўлинади. Ажратиш операциялари группасига қирқиш, қирқиб олиш, ўйиб тушириш ва бошқа операциялар, шакл ҳосил қилиш операциялари группасига эса эгиш, ботириш, борт қайириш, борт чиқариш, бұрттириш (шакл бериш), сиқиш, зарблаш (рельефий штамплаш) ва бошқа операциялар киради.

Қирқиш — лист, полоса ёки ленталардан маълум ўлчамли чала заготовклар кесиб олиш.

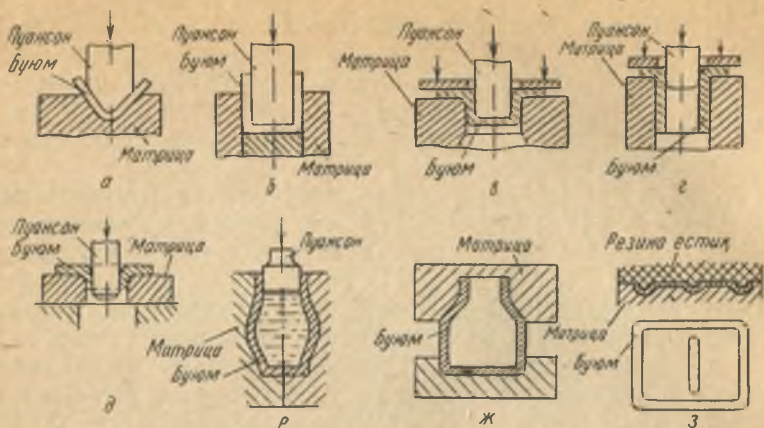
Қирқиб олиш — чала заготовкадан зарур шаклдаги заготовклар кесиб олиш.

Қирқиш ва қирқиб олиш операцияларида, листнинг қалинлигига қараб, ҳар хил қайчилардан фойдаланилади. Масалан, 1 мм гача қалинликдаги листлар ричагли қайчи (149-расм, а) билан, юқори аниқлик талаб этиладиган юпқа листлар параллел пичоқли қайчи (149-расм, б) билан, қалинлиги 60 мм гача бўлган листлар қия пичоқли қайчи (149-расм, в) билан, қалинлиги 1,6 дан 25 мм гача бўлган доира ва бошқа мураккаб шаклли заготовклар дискли қайчи (149-расм, г) билан қирқилади. Параллел ва қия пичоқли қайчилар кривошипли бақувват пресслардир.



149-расм. Асосий тип қайчиларнинг ишлаш принципи:

а — ричагли қайчи; б — параллел пичоқли қайчи; в — қия пичоқли қайчи; г — дискли қайчи.



150-расм. Лист штамлаш операцияларининг схемалари.

Ўйиб тушириш — листдан айлана, квадрат ёки бошқа шаклли заготовка ўйиб тушириш. Листдан диск шаклидаги заготовка, бу заготовкadan эса шайба ҳосил қилиш ўйиб туширишга мисол бўла олади. Ўйиб тушириш операцияси махсус штампларда бажарилади.

Эгиш — лист заготовкadan эгик буюм ҳосил қилиш. Эгил бир бурчакли, яъни V симон (150-расм, а) ва икки бурчакли — U симон (150-расм, б) ва бошқа турларда бўлиши мумкин.

Ботилтириш — яси заготовкadan ковак буюмлар ҳосил қилиш (150-расм, в).

Борт қайириш — яси заготовканинг сиртқи контури бўйлаб борт ҳосил қилиш (150-расм, г).

Борт чиқариш — тешик контури бўйлаб борт ҳосил қилиш (150-расм, д).

Бўрттириш (шакл бериш) — ҳавол заготовка ичидан тенг тақсимланган куч таъсир эттириш йўли билан унинг шакли ёки ўлчамларини ўзгартириш (150-расм, е).

Сиқиш — ҳавол заготовка очиқ учининг периметрини кичрайтириш (150-расм, ж).

Зарблаш (рельефий штамплаш) — листовий заготовкادا металлни чўзиш ҳисобига чуқурликлар ёки дўнгликлар ҳосил қилиш. Бунга автомобилсозлик, самолётсозлик, асбобсозлик, радиотехника ва шу каби соҳаларда ишлатиладиган бикрлик қовурғалари ҳосил қилиш мисол бўла олади (150-расм, з).

151-расм. Порглагиб штамлаш схемаси:

1 — рама; 2 — заряд; 3 — порглаш камерасининг корпуси; 4 — матрица; 5 — ҳаво сўриб олиннадиган канал; 6 — заготовка.

Листдан оз сондаги йирик буюмлар тай-

ёрлашда мураккаб штамплар ишлатиш иқтисодий жиҳатдан номақбулдир, шунинг учун бундай ҳолларда штампларнинг оддий усулларидан, масалан, резина ёрдамида штамплашдан фойдаланилади. Бунда матрица ёки пуансон ўрнида резина ёстиқ ишлатилади (150-расм, 3 га қаранг).

Прессиз штамплаш. Прессиз штамплаш жумласига портлатиб штамплаш, электрогидравликавий штамплаш усуллари ва бошқалар киради.

Портлатиб штамплаш. Бунда листни деформациялаш учун портлаш энергиясидан фойдаланилади. Портлаш энергияси заготовккага ҳаво ёки суюқлик орқали ўтказилади. 151-расмда портлатиб штамплаш схемаси кўрсатилган.

Электрогидравликавий штамплаш. Бунда энергия манбаи сифатида суюқликда ҳосил қилинадиган электр разрядидан фойдаланилади. Штамплаш — портлаш энергиясини суюқлик орқали ўтказиб штамплашдаги кабидир.

10- §. Босим билан ишлашда хавфсизлик техникаси

Металларни қиздириб ва совуқлайин босим билан ишлаш цехларида яхши вентиляция бўлиши, хавфли зоналар иҳоталаниши ва цех яхши ёритилиши керак.

Қиздирилган металлларни ишлашда қўлқоп кийиб олиш, металлнинг профилига мос келадиган қисқич (омбур) лардангина фойдаланиш зарур.

Прокатлаш цехларида станларнинг жуваларини, лист тўғрилаш машиналарини металл кирадиган томондан артиш ва тозалашга рухсат этилмайди. Металларни преслаш цехларида пресланган буюмларнинг чиқиш жойлари яхши иҳоталанган бўлиши лозим. Қирялаш (чузиш) станларида қирялаш жараёнида чувалган симларни агрегат ишлаб турган вақтда тўғрилашга рухсат этилмайди. Қирялаш станларининг барабанлари яхши иҳоталанган бўлиши лозим.

Темирчилик цехларида иш юзалари дарз кетган ва ҳаддан ташқари ейилган асбоблар ишлатиш тақиқланади. Заготовклар тегишли қисқичлар билан икки қўлда, қисқич дасталари ён томонга қаратилган ҳолда ушланиши, болғаланадиган металл ва остқўйма штамп болға бабасининг марказига тўғри келадиган бўлиши зарур. Металларни болғалашда мой теккан асбобдан фойдаланиш тақиқланади.

Болға, пресс ва ёрдамчи бошқа ускуналарни фақат махсус ўқитилган ва белгиланган ишчиларгина юргизиши мумкин. Машинистни огоҳлантирмасдан туриб, болға остидан поковкани олиш ёки поковка устига бирор асбоб қўйиш тақиқланади.

Лист штамплашда қирқич, эгиш, ботириш ва бошқа операциялар вақтда ишлаётган кишининг қўли матрица билан пуансон орасидаги зонада бўлишига йўл қўйилмайди.

Савол ва топширқлар

1. Босим билан ишлаш металлларнинг қайси хоссасига асосланган? Наклёп, қайтиш, рекристалланиш ҳодисалари нима? Қиздириб ва совуқлайин босим билан ишлаш қандай таърифланади?

2. Қиздириб босим билан ишлашда металллар қандай печларда қиздирилади?

3. Металларни босим билан ишлашнинг асосий турларини схема тарзида тасвирланг.

4. Металларни прокатлаш нима? Прокатлаш йўли билан қандай маҳсулотлар олинади? Прокатлаш стани қандай асосий қисмлардан иборат?

5. Металларни қирялаш (чўзиш) процесси нима ва у қандай бажарилади? Қирялаш станларининг турларини айтиб беринг.

6. Металларни пресслаш нима? Тўғри пресслаш билан тескари пресслаш орасида қандай фарқ бор?

7. Металларни болғалашнинг асосий операцияларини айтиб беринг. Болғалашда қандай асбоб ва жиҳозлардан фойдаланилади?

8. Металларни ҳажмий штампланишнинг моҳияти нима? Ҳажмий штампланишда ишлатиладиган асбоблар ва жиҳозларни айтиб беринг.

9. Қандай процесс листавий штампланиш деб аталади? Листавий штампланиш операцияларини айтиб беринг.

10. Металларни босим билан ишлашда риоя қилиниши керак бўлган хавфсизлик техникасининг асосий қоидаларини айтиб беринг.

XI БОБ

МЕТАЛЛАРНИ ПАЙВАНДЛАШ

1-§. Умумий маълумот

Металларни пайвандлаш прогрессив технологик процесс бўлиб, юқори сифатли пайванд бирикмалар ҳосил қилишга имкон беради. Ҳозирги вақтда пайванд чоклар сифатини текширишнинг самарали воситалари, пайвандлаш процессини автоматлаштиришга имкон берувчи хилма-хил механизмлар мавжуд.

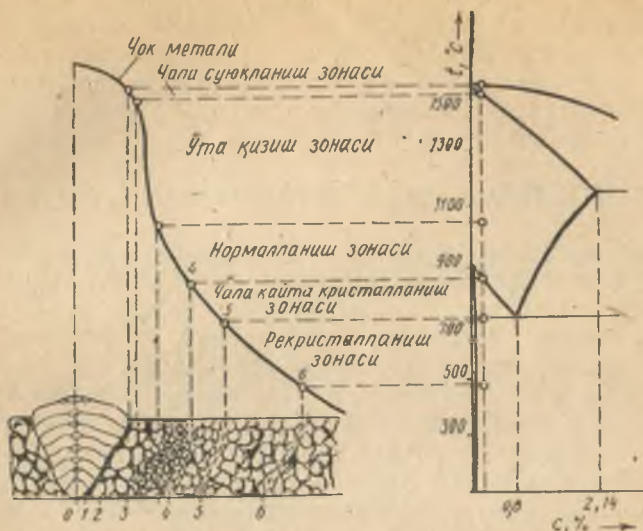
Бизнинг замонамизда металларни ишлашнинг пайвандлаш усулидан фойдаланилмайдиган бирорта соҳасини кўрсатиш жуда қийин. Пайвандлаш усули халқ хўжалигининг аниқ асбобсозлик саноатидан тортиб, оғир машинасозлик саноатигача бўлган соҳаларида қўлланилади. Пайвандлаш усули оғир ва сермеҳнат ишларни енгиллаштиради ва осонлаштиради.

Илгарилар парчинлаш йўли билан тайёрлаб келинган агрегат ва конструкциялар, масалан, кема корпуслари, буғ қозонлари, кўприк ва бошқалар ҳозир пайвандлаш йўли билан тайёрланади. Пайванд бирикмалар эса парчин миҳли бирикмаларга қараганда енгил ва пухта бўлади ҳамда арзонга тушади.

2-§. Пайвандлаш процессининг физикавий моҳияти

Металларнинг уланадиган жойларини юқори пластиклик ҳолатигача ёки суюқлангунча қиздириб ўзаро кристаллантириш йўли билан ажралмас бирикма ҳосил қилиш процесси *пайвандлаш* деб аталади. Пайвандлашда металларнинг уланиш жойларидаги заррачалари атомлараро тортишув кучлари таъсир этадиган даражада бир-бирига яқинлашади ва, шунинг учун, пайванд чок жуда пухта бўлади.

Қиздириб пайвандлашда иссиқлик таъсир этиш зонасида металларнинг структураси ва, демак, механикавий хоссалари ўз-



152- расм. Углеродли пўлатларни пайвандлашда иссиқлик таъсир этиш зонасида металл структурасининг ўзгариши.

гаради. Мисол тариқасида, кам углеродли пўлатни пайвандлашда иссиқлик таъсир этувчи зонада қандай структуравий ўзгаришлар содир бўлиши 152- расмда схема тарзида тасвирланган. Схемадан кўришиб турибдики, чок метали (чокка суюқлантириб туширилган металл) узунчоқ дендритавий кристалллардан тузилган (0—1 зона), чунки бу металл секин қотади. Асосий металлнинг чок металига тегиб турган 1—2 зонаси (чала суюқланиш зонаси) йирик кристалллардан тузилган, чунки у чок металига бевосита тегиб турганлигидан анча юқори температурагача қизийди. 2—3 зона (ўта қизиш зонаси) янада йирикроқ кристалллардан тузилган, негаки бу зонада ўта қизиш натижасида аустенит доналари йириклашади, натижада металлнинг механикавий хоссалари пасаяди. 3—4 зонада металлнинг структураси майда кристалллардан иборат бўлади, чунки асосий металлнинг бу зонадаги қисми нормалланади, шунинг учун ҳам бу зона нормалланиш зонаси деб аталади. Нормалланиш зонасида металлнинг механикавий хоссалари яхшиланади. Чала қайта кристалланиш зонасида (4—5 зонада) металлнинг доналари қисман майдалашади, чунки бу зонада фақат аустенитгина перлитга айланади, феррит эса ўзгармайди, 5—6 зонада металл структураси ўзгармайди; агар у пластик деформацияланган бўлса, рекристалланиши мумкин; шунинг учун ҳам бу зона рекристалланиш зонаси деб аталади. 500°C дан паст температурагача қизиган зона металнинг структурасида ҳеч қандай

ўзгариш содир бўлмайди ва, демак, металлнинг механикавий хоссалари сақланиб қолади.

Пластиклиги юқори бўлган металллар, баъзан, совуқлайин ҳам пайвандланиши мумкин. Совуқлайин пайвандлашда металлнинг уланадиган жойлари бир-бирига шу металлнинг оқувчанлик чегарасидаги кучдан катта куч билан сиқилади.

3-§. Пайванд чок ва бирикмаларнинг турлари

Пайвандлаш йўли билан конструкциялар тайёрлашда пайванд чок ва пайванд бирикмаларнинг ҳар хил турларидан фойдаланилади. Пайванд бирикмаларнинг асосий турлари жумласига учма-уч, устма-уст, тавр қилиб, бурчаклик қилиб пайвандланган бирикмалар киради (153-расм).

Учма-уч бирикмалар (153-расм, а) ҳосил қилишда чокнинг тури пайвандланувчи қисмларнинг қалинлигига боғлиқ бўлади. Қалинлиги 3 мм гача бўлган листлар 153-расм, а даги 1 каби, қалинлиги 3 дан 8 мм гача бўлган листлар, 153-расм, а даги 2 каби пайвандланади. Қалинлиги 14—16 мм гача бўлган листлар 153-расм, а даги 3 каби кертилиб пайвандланади. Қалинлиги 12 мм дан ортиқ листларни 153-расм, а даги 4 каби ишлаб пайвандлаш тавсия этилади. Қалинлиги 20 мм дан ортиқ листлар 153-расм, а даги 5 ёки 6 каби ишлов бериб пайвандланади.

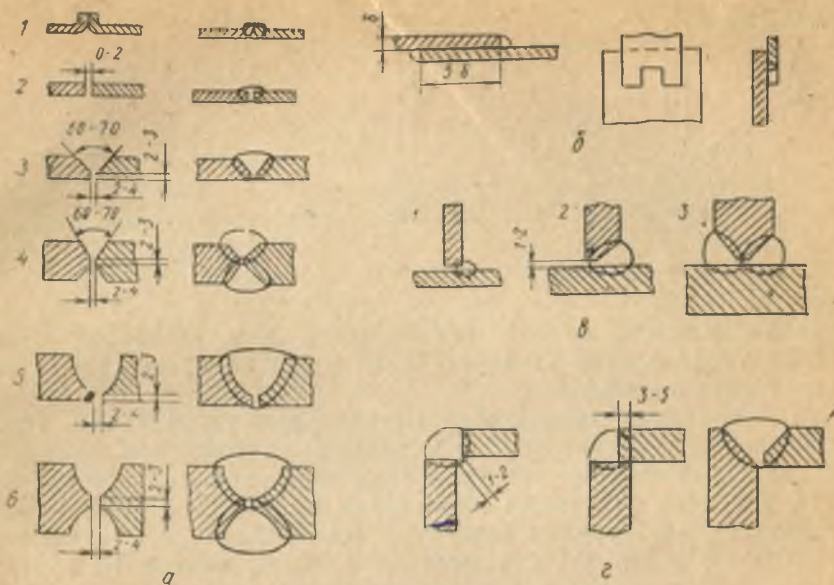
Устма-уст бирикмалар 153-расм, б да курсатилган усуллар билан ҳосил қилинади.

Тавр бирикмалар, одатда, 153-расм, в даги 1 каби пайвандлаш орқали олинади. Қалинлиги 8—10 мм дан ортиқ листлардан муҳим конструкциялар тайёрлашдагина конструкция элементлари 153-расм, в даги 2 ва 3 каби усулда пайвандланади.

Бурчаклик бирикма ҳосил қилишда пайванд чокларнинг 153-расм, г да курсатилган турларидан фойдаланилади.

4-§. Пайвандлаш турлари

Пайвандлаш турлари учта асосий гурппага бўлинади: биринчи гурппани суюқлантириб пайвандлаш, иккинчи гурппани босим билан пайвандлаш турлари, учинчи гурппани эса пайвандлашнинг махсус турлари ташкил этади. Биринчи гурппага электр ёйи билан пайвандлаш; электр-шлак усулида пайвандлаш, газавий пайвандлаш ва термит билан пайвандлаш киради; иккинчи гурппага темирчилик усулида электр-контакт усулида газавий пресслаб пайвандлаш киради; учинчи гурппа ультратовуший пайвандлаш, ишқалаб пайвандлаш, электронлар нури билан пайвандлаш турларини ўз ичига олади. Пайвандлашнинг ана шу турларини қисқача кўриб чиқамиз.



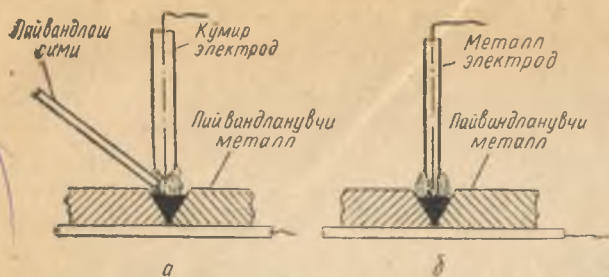
153- расм. Пайванд бирикмаларнинг асосий турлари.

5-§. Суюқлантириб пайвандлаш

Электр ёйи билан пайвандлаш. Металларнинг уланиш жойларини ва қўшимча металлни электр ёйи иссиқлиги таъсирида суюқлантириб пайвандлаш процесси *электр ёйи билан ёки, тўғридан-тўғри, ёй билан пайвандлаш* деб аталади.

Электр ёйини 1802 йилда рус олими В. В. Петров кашф этган ва ёй ёрдамида металларни қиздириш ҳамда суюқлантириш мумкинлигини жаҳонда биринчи бўлиб кўрсатган эди. 1882 йилда рус ихтирочиси Н. Н. Бенардос кўмир электрод воситасида пайвандлаш усулини, 1888 йилда эса рус инженери Н. Г. Славянов металл электрод воситасида пайвандлаш усулини ихтиро этди. Электр ёйи билан пайвандлаш процессини механизациялаштириш ва автоматлаштириш соҳасида совет олимларининг ва айниқса, Е. О. Патоннинг хизматлари гоят катта.

Электр ёйи билан пайвандлашда ишлатиладиган электродлар суюқланмайдиган ва суюқланувчи бўлиши мумкин. Суюқланмайдиган электродлар кўмир ва графитдан тайёрланади. Уларнинг диаметри, пайвандланадиган металлнинг қалинлигига қараб, 6 дан 30 мм га етади, узунлиги эса 200...300 мм бўлади. Графит электроднинг электр ўтказувчанлиги кўмир электродникига қараганда юқори бўлганлиги учун катта кучли тоқлардан фойдаланишга имкон беради. Суюқланмайдиган электрод-



154- расм. Электр ёйи билан пайвандлаш схемаси.

лар тайёрлашда, баъзан, вольфрамдан ҳам фойдаланилади, чунки унинг электр ўтказувчанлиги яхши ва суюқланиш температураси юқоридир.

Суюқланувчи электродлар металлдан тайёрланади. Бундай электродларнинг қандай металлдан тайёрланиши пайвандланадиган металлнинг турига ва химиявий таркибига боғлиқ. Масалан углеродли пўлатларни пайвандлаш учун ишлатиладиган электродлар таркибида 0,1—0,2% С, 0,03% чамаси Si, 0,03—6% Mn, 0,2% чамаси Cr ва 0,3% чамаси Ni бўлган пўлатдан, легирланган пўлатларни пайвандлаш учун эса пайвандланувчи пўлатнинг химиявий таркибига қараб, тегишли марказдаги легирланган пўлатлардан тайёрланади ва ҳоказо. Металл электродларнинг диаметри, пайвандланувчи металлнинг қалинлигига қараб, 1 дан 12 мм гача, узунлиги эса 300 дан 450 мм гача бўлади. Автоматик пайвандлашда металл электродлар оғирлиги 80 кг гача бўлган ўрам тарзида ишлатилади.

Кўмир электрод билан пайвандлашда (Бенардос усулида) электр ёйи электрод билан пайвандланаётган металл орасида ҳосил бўлади, чокни тўлдириш учун эса химиявий таркиби пайвандланувчи металлники каби ёки унга яқин бўлган бошқа металлдан фойдаланилади. Бундай металл *пайвандлаш сими* (пайвандлаш метали) деб аталади (154- расм, а).

✓ Металл электродлар билан пайвандлашда (Славянов усулида) электрод билан пайвандланаётган металл орасида ҳосил бўлган электр ёйида электроднинг ўзи суюқланади ва чокни тўлдиради (154- расм, б).

Металл электродлар қопламсиз ва қопламли бўлиши мумкин. Қопламсиз электродлар пайванд чок жуда пухта бўлиши талаб этилмаган ҳолларда ишлатилади, чунки бундай электродлар билан пайвандлашда ёй турғун бўлмайди, шунингдек, чок метали оксидланади ва маълум даражада азотланиб қолади, натижада пайванд чокнинг механикавий хоссалари асосий металлникидан пастроқ бўлади. ✓

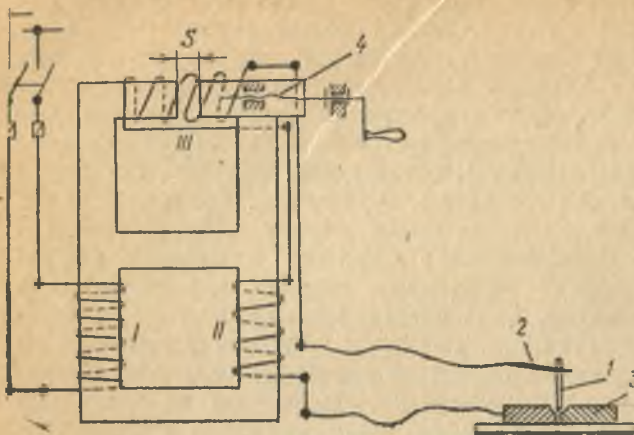
Пайванд чокнинг механикавий хоссаларини ошириш учун қопламли электродлардан фойдаланилади. Электродларнинг қопламлари, вазифасига кўра, юпқа ва қалин бўлиши мумкин.

Юпқа қопламнинг материали сувга қорилган бор кукуни билан 10—15% суюқ шишадан иборат бўлиб, пайвандлаш сими сиртига 0,1—0,2 мм қалинликда қилиб суртилади. Юпқа қопламнинг вазифаси ёйнинг турғунлигини оширишдан иборат, Қалин қопламнинг вазифаси ёйнинг турғунлигини ошириш билан бирга, чок металининг хоссаларини яхшилашдан ҳам иборат. Шу сабабли, қалин қоплам материалнинг таркибига қайтарувчи (оксидсизлантирувчи), шлак ҳосил қилувчи, газ ҳосил қилувчи ва легирловчи моддалар, шунингдек, қопламни пухта қилувчи модда, масалан, суюқ шиша киради. Пулат буюмларни пайвандлашда қайтарувчилар сифатида алюминий, ферромарганец, ферросилиций ва графит, шлак ҳосил қилувчилар сифатида бор, ильменит, дала шпати, мрамар, каолин ва бошқалар, газ ҳосил қилувчилар сифатида крахмал, целлюлоза ва бошқалар, легирловчилар сифатида эса ферромарганец, ферросилиций, феррованадий, ферротитан, феррохром ва бошқалар ишлатилади. Қоплам қалинлиги 1,0 мм чамасида бўлади.

Қопламни пухталовчи, шлак ҳосил қилувчи ва қайтарувчи моддалар қалин қопламларнинг ҳаммаси таркибига, қолганлари эса баъзиларининггина таркибига киради. Шлак ҳосил қилувчи моддалар ёйнинг турғунлигини оширади ва суюқланган металл сиртида шлак қатлами ҳосил қилиб, металлни ҳаво кислороди ва азоти таъсиридан сақлайди. Газ ҳосил қилувчи моддаларнинг вазифаси электрод суюқланаётганда ёй ва суюқ металл атрофида ҳимояловчи газ муҳити ҳосил қилишдан иборат. Шуни ҳам айтиш керакки, чок металини ҳосил бўладиган газларнинг ўзи ҳам оксидлаши мумкин, бунга барҳам бериш учун қоплам материалига етарли миқдорда қайтарувчилар қўшилади. Легирловчи моддаларнинг вазифаси чок металининг механикавий хоссаларини ошириш ва унда иссиқбардошлик, коррозиябардошлик, ёйилишга чидамлик хоссалари ва бошқа махсус хоссалар ҳосил қилишдан иборат.

Ёй билан пайвандлашда ўзгармас ток ҳам, ўзгарувчан ток ҳам ишлатилиши мумкин. Ўзгармас ток манбаи сифатида кўчма ёки стационар махсус генераторлардан фойдаланилади. Пайвандлаш генераторлари бир постли ва кўп постли бўлиши мумкин. Бир постли генераторлар фақат битта пайвандлаш постини, кўп постли генераторлар эса бир нечта пайвандлаш постини таъминлайди.

Ўзгарувчан токдан фойдаланиб пайвандлашда махсус трансформаторлар ишлатилади. Пайвандлаш трансформаторлари ток кучланишини 220 ёки 380 В дан 40—60 В га келтириш учун хизмат қилади. Пайвандлаш трансформаторида ёйдаги ток кучини ўзгартиришга имкон берувчи мослама бўлади. Пайвандлаш трансформаторларидан бирининг схемаси 155-расмда тасвирланган. Расмда тасвирлангани каби трансформаторларни акад. В. П. Никитин яратган бўлиб, улар СТН типдаги трансформаторлардир. Уларнинг 500, 1000, 2000 А ток кучига



155-расм. СТН типдаги трансформаторнинг схемаси:

- I — бирламчи чулғам;
- II — иккиламчи чулғам;
- III — реактив чулғам;
- 1 — электрод;
- 2 — электрод туткич;
- 3 — пайвандланувчи металл;
- 4 — регулятор (сурилувчи пакет).

мўлжалланган вариантлари (СТН-500, СТН-1000, СТН-2000) мавжуд. СТН* типдаги трансформаторда асосий магнитавий оқими бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг ўзаро таъсиридан ҳосил бўлади. Реактив чулғам магнитавий оқими асосий чулғамниқига тескари йўналганлиги учун ёйдаги кучланиш иккиламчи чулғам кучланиши билан реактив чулғам кучланиши айирмасига тенг бўлади. Пайвандлаш режими регулятор пакети 4 ни суриш, яъни s оралиқни ўзгартириш йўли билан ростланади.

Ёй билан пайвандлашнинг дастаки, ярим автоматик ва автоматик усуллари мавжуд.

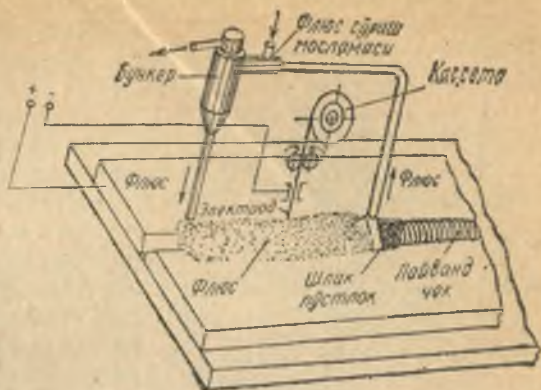
Дастаки пайвандлашда ҳамма ишлар: ёй ҳосил қилиш, электродни суриш ва бошқалар қўлда бажарилади. Дастаки пайвандлаш постида (жойида) махсус стол, пайвандлаш электрик занжири, электрод туткич, ҳимояланиш шчитиди ёки маскаси, брезент коржом ва қўлқоп, ифлос ҳавони суриб олиш учун маҳаллий қурилма ва бошқалар бўлиши керак. Электрод туткичлар кўмир электрод учун алоҳида ва металл электрод учун алоҳида бўлади. Пайвандлашда ток кучи пайвандланган металлнинг қалинлиги ва таркибига, ток турига, электроднинг диаметрига, бирикма тури ва унинг фазодаги вазиятига ва бошқа факторларга боғлиқ.

Пайвандланувчи металл қанча қалин бўлса, электрод диаметри ва ток кучи шунча катта бўлади. Ток кучи билан электрод диаметри орасида қуйидагича боғланиш бор:

$$I_{\text{э}} = kd,$$

* СТН — «Сварочный трансформатор Никитина» сузларининг биринчи ҳарфлари.

бу ерда $I_{\text{э}}$ — ёйдаги ток кучи, A ; k — коэффициент, $A/\text{мм}$; d — электрод диаметри, мм. Металл электродлар учун $k=45-60$, кўмир электродлар учун $k=5-8$, графит электродлар учун эса $k=18-22$ бўлади. Металл электрод билан пайвандлашда электрод вертикалга $15-20^\circ$ қия олиб ушланади. Кўмир электрод билан пайвандлашда электрод ток манбаининг манфий қутбига уланади.



159-d м. Флюс остида автоматик пайвандлаш схемаси.

Ярим автоматик пайвандлашда пайвандлаш синими (ёки электродни) суриш механизациялаштирилган бўлади, иссиқлик манбаи эса қўлда бошқарилади.

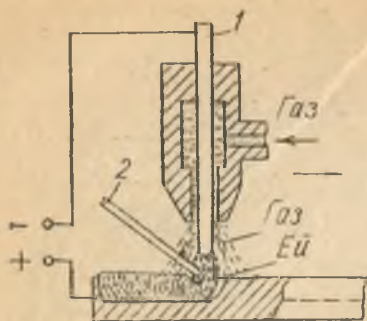
Автоматик пайвандлашда барча ишлар автоматлаштирилган бўлиб, пайвандчининг вазифаси автоматни ишга солиш ва иш тугагач, уни тўхтатишдан иборат бўлади.

1929 йилда акад. Е. О. Патон автоматик пайвандлаш аппарати ихтиро этдики, бу аппарат пайвандлаш процессини дастаки усулдагига қараганда 10—15 барабар тезлатишга ва чок сифатни оширишга имкон берди.

Пайвандлаш автомати ёй ҳосил қилувчи ва уни бирдек тутиб турувчи пайвандлаш головкасида, электродни ёки пайвандланаётган буюмни суриб турувчи қисмдан ва бошқариш пультадан иборат.

156-расмда флюс остида автоматик пайвандлаш қурилмасининг схемаси тасвирланган. Автоматик пайвандлашда флюс қалинлиги 50—70 мм бўлади.

Ҳимояловчи газлар муҳотида пайвандлаш. Бунда электр ёйи ва пайвандлаш зонаси ҳаводан ҳимоягази билан, масалан, аргон, гелий, водород, углерод (IV -оксид) ва бошқалар оқими билан ҳимояланади (157-расм). Водород муҳотида ёй билан пайвандлаш усули *водород атоми ёрдамида пайвандлаш* деб аталади ва бунда электр ёйи иккита вольфрам электрод орасида ҳосил қилинади. Электр ёйига эса водород юборилади, водород молекулалари ёй таъсирида атомларга парчаланади, натижада иссиқлик ютилади, водород атомлари пайвандланаётган металл сиртига яқин келганда, яъни пастроқ температурали зонага ўтганда эса ўзаро бирикиб, молекула ҳосил қилади, бунинг натижасида эса кўп миқдор иссиқлик чиқади, пайвандлаш синими ва пайвандланаётган металл ана шу иссиқлик ҳисобига суюқланади. Шу билан бирга водород ёйни



157-расм. Ҳимояловчи газ муҳитида пайвандлаш схемаси;

1 — вольфрам электрод; 2 — пайвандлаш сими.

ва пайвандлаш зонасини ҳаво кислороди ва азоти таъсиридан ҳимоя ҳам қилади.

Ҳозирги вақтда ёй билан пайвандлаш усулидан сув остида ҳам фойдаланилади. Сув остида пайвандлаш усулини акад. К. К. Хренов топган. У сув остида пайвандлаш учун электродларни сув ўтказмайдиган моддалар билан қоплашни таклиф этди. Бунда ёниш натижасида ҳосил бўладиган газларнинг бир қисми ёй сиртига ўтириб, ёйга сув ўтказмайди.

Сув остида пайвандлаш усули кема ва кўприкларнинг сув ости қисмларини, сув ости иншоотлари

ва бошқаларни ремонт қилишда жуда катта аҳамиятга эга.

Электр-шлак усулида пайвандлаш. Электр-шлак усули билан пайвандлашда металлларнинг уланиши керак бўлган четлари вертикал вазиятда бир-биридан маълум оралиқда ўрнатилади-да, четлари мисдан тўғри тўртбурчаклик шаклида ичи ҳовол қилиб ясалган мослама билан тўсилади, бу мослама сув билан совитиб турилади. Мослама четлари оралиғи флюс билан тўлдирилади. Электрод ёки электродлар билан асосий металл орасида электр ёйи ҳосил қилинади ва бу ёй иссиқлиги ҳисобида флюс суюқланиб, шлак ҳосил қилади. Флюс суюқлангандан кейин ёй ўчирилиб, токнинг суюқ шлак орқали металл томон ўтишида, Жоуль — Ленц қонунига мувофиқ, иссиқлик ажралиб чиқади ва температура тахминан 2000°C гача кўтарилади; бу температурада электрод сими (ёки симлари) ҳам, пайвандланиши керак бўлган металл ҳам суюқланиб, чокни тўлдира боради ва қотгандан кейин жуда пухта пайванд бирикма ҳосил қилади.

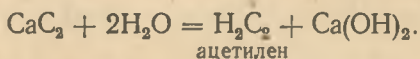
Электр-шлак усули исталган қалинликдаги металлларни пайвандлашга имкон беради ва жуда унумли бўлади, шунинг учун бу усул сўнгги йилларда кенг қўламда қўлланилмоқда.

Газавий пайвандлаш. Газавий пайвандлаш усули юпқа деворли буюмлар учун қўлланилади. Бу усулдан турли ремонт ишларида ҳам фойдаланилади. Газавий пайвандлашда иссиқлик манбаи сифатида ёнувчи газлар (ацетилен, водород, табиий газлар, керосин буғи ва бошқалар) ишлатилади. Ацетилен алангасининг температураси $3100\text{--}3150^{\circ}\text{C}$ га тенг, водородники 2100°C чамасида, табиий газларники $2000\text{--}2100^{\circ}\text{C}$ га, керосинники эса $2450\text{--}2500^{\circ}\text{C}$ га барабар.

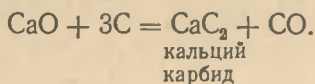
Газавий пайвандлашда энг кўп ишлатиладиган газ ацетилендир, чунки у ёнганда бошқа газлар ёнгандагига қараганда юқори температура ҳосил бўлади.

Пайвандлашда ацетилендан ташқари, кислород ҳам ишлатилади. Кислород ҳавони тахминан -200°C гача совитиб суюқликка айлантириш йўли билан олинади. Суюқ ҳаводан -196°C да азот буғланиб кетади ва суюқ кислород қолади, чунки унинг суюқ ҳолатдан газ ҳолатига ўтиш температураси -183°C га тенг. Суюқ кислород буғланрилиб, пулат баллонларга 150 кг/см^2 (1500 МН/м^2) босим остида тулдирилади.

Ацетилен кальций карбид CaC_2 га сув таъсир эттириш йўли билан олинади:



Кальций карбид эса электрик ёй печларида оҳакка кокс ёки антрацит қўшиб суюқлантириш йўли билан олинади:

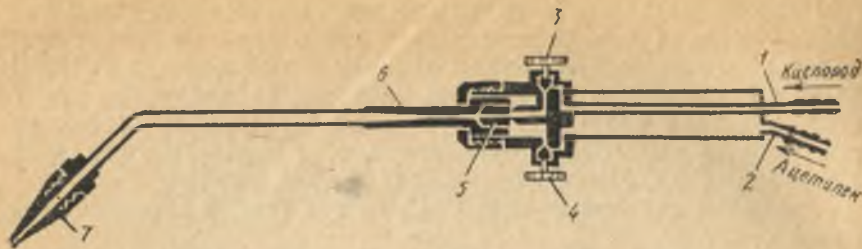


Кальций карбиддан ацетилен олиш учун махсус аппаратлар (ацетилен генераторлари) ишлатилади. Кальций карбид билан сувни ўзаро таъсир эттириш усулига кўра, ацетилен генераторлари уч турга бўлинади: «сувга карбид», «карбидга сув» ва «контактний». «Сувга карбид» генераторида кальций карбид сувга вақт-вақти билан тушириб турилади; бу турдаги генераторларда ацетиленнинг чиқиши 95% га етади. «Карбидга сув» генераторида герметик беркиладиган махсус қутидаги кальций карбидга вақт-вақти билан сув юбориб турилади; бундай генераторларда $85\text{—}90\%$ ацетилен чиқади. «Контактний» генераторлар икки хил принципда — кальций карбидга сувни сиқиб чиқариш ва кальций карбидни сувга ботириш принципларида ишлайди. «Контактний» генераторларда ацетиленнинг чиқиши «карбидга сув» генераторларидагига қараганда камроқ бўлади.

Унуми $3 \text{ м}^3/\text{соат}$ гача бўлган генераторлар кўчма, унуми $100 \text{ м}^3/\text{соат}$ гача бўлганлари эса стационар қилинади.

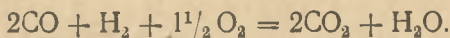
Аланга, кислород ёки портлаш тўлқини ацетилен йўлига ёки генераторга ўтмаслиги учун махсус сақлагичлар ишлатилади. Бундай сақлагичларнинг энг кўп тарқалгани сувли сақлагичдир.

Металларни газ алангаси билан пайвандлашда махсус горелкалар (газ горелкалари) ишлатилади. Газ горелкаларидан бирининг тузилиш схемаси 158-расмда тасвирланган. Горелкага кислород канал 1 дан, ацетилен эса канал 2 дан киради. Кислород миқдори вентиль 3 билан, ацетилен миқдори эса вентиль 4 билан ростланади. Горелкага кирган кислород инжектор 5 дан ўтиб, ацетиленни сўради ва камера 6 да кислород билан ацетилен аралашади, бу аралашма мундштук 7 га боради. Газлар аралашмаси мундштукдан чиқиш пайтида ёндирилса, аланга ҳосил бўлади. Ацетилен-кислород алангаси уч зонага бўлинади. Биринчи зона ядро деб аталади ва эркин кислород билан



158-расм. Газ горелкасининг тузилиш схемаси.

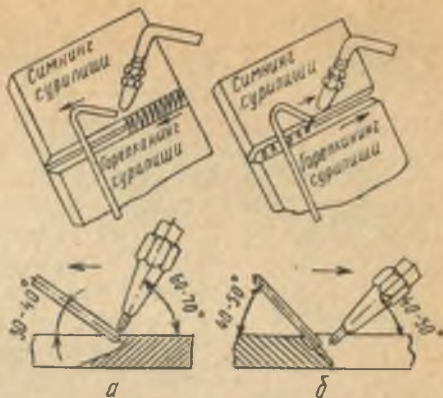
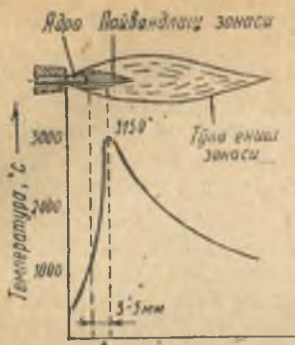
ацетиленнинг парчаланиш маҳсулотлари (O_2 ва $2C + H_2$) дан иборат бўлади, иккинчи зона қайтарилиш ёки пайвандлаш зонаси дейилади ва чала ёниш маҳсулотлари ($2CO + H_2$) дан иборат бўлади ва, ниҳоят, учинчи зона тўла ёниш зонаси деб аталади. Бу зонада чала ёниш маҳсулотлари ҳаво кислороди ҳисобига тўла ёнади:



Ядро кўзни қамаштирарли даражада оқ тусли, пайвандлаш зонаси кўк тусли, тўла ёниш зонаси эса сарғиш-қизил тусли бўлади. Мундштукдан чиқувчи газлар аралашмасидаги кислороднинг ацетиленга нисбати 1,1...1,2 бўлса, бундай аралашмадан ҳосил бўлган аланга нормал аланга дейилади. Ацетилен-кислород нормал алангасининг тузилиш схемаси 159-расмда тасвирланган. 160-расмда газ алангаси билан пайвандлаш тартиби схема тарзида кўрсатилган. 160-расм, а даги усул юпқароқ, б даги усул эса қалинроқ металлларни пайвандлашда қўлланилади.

Пайвандлаш метали ва флюслар. Газ алангаси билан пайвандлашда пайванд бирикманинг сифати пайвандлаш металининг ҳолати ҳамда химиявий таркибига ва чок ваннасининг (чокни тўлдирувчи суюқ металлнинг) ташқи муҳитдан қанчалик ҳимоя қилинганлигига боғлиқ. Пайванд бирикманинг сифатли чиқиши учун пайвандлаш металининг химиявий таркиби асосий (пайвандланадиган) металлликка яқин бўлиши, пайвандлаш метали оҳиста суюқланиши, атрофга сачрамаслиги, газ пуфакчалари ҳосил қилмаслиги, унинг сирти тоза бўлиши лозим. Пайвандлаш металининг диаметри пайвандланувчи металлнинг қалинлигига боғлиқ бўлади.

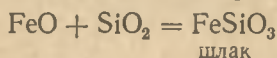
Пайванд бирикманинг сифатини яхшилаш учун флюслардан фойдаланилади. Флюс ишлатишдан мақсад чок металини қайтариш (оксидсизлантириш), уни металлмас қўшилмалардан тозалаш ва суюқ металл сиртида уни ҳаво кислороди таъсиридан сақловчи шлак қавати ҳосил қилишдан иборат. Флюслар сифатида қумтупроқ, борат кислота, бура, сода ва бошқа мод-



159- расм. Ацетилен-кислород алангасининг тузилиш схемаси.

160- расм. Газ алангаси билан пайвандлаш тартиби.

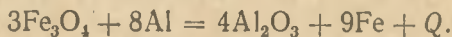
далар ишлатилади. Қумтупроқдан фойдаланилганда чокдаги суюқ металлда қуйидаги реакция содир бўлади:



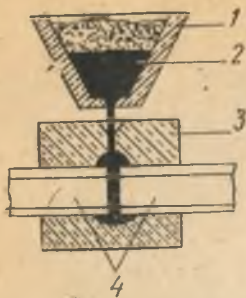
Ҳосил бўлган шлак суюқ металл сиртига қалқиб чиқади ва металлни ташқи муҳитдан ҳимоялайди. Бундан ташқари, чок метали FeO дан тозаланади.

Термит билан пайвандлаш. Алюминий, магний ва баъзи бошқа металлларнинг кукунилари билан темир (II, III)-оксид кукунидан иборат аралашмалар ўт олдирилганда юқори температура ҳосил қилади. Термит билан пайвандлашда кукун аралашмаларнинг ана шу хоссасидан фойдаланилади. Металларни пайвандлашда, асосан, алюминийли термит ишлатилади. Алюминийли термит-алюминий кукуни билан Fe₃O₄ кукунидан иборат.

Алюминийли термит ўт олдирилганда шиддатли равишда қуйидаги реакция содир бўлади:



Реакция натижасида температура 3000°C га етади ва суюқ Al₂O₃ ҳосил бўлиб, тоза темир суюқ ҳолатда ажралиб чиқади. Алюминий оксид темирдан энгил бўлганлиги учун суюқ темир сиртига қалқиб чиқади. Шунинг ҳам айтиш керакки, бунда темирнинг озроқ қисми оксидланиб қолади. Бу оксиддан темирни қайтариш ва зарур химиявий таркибли пўлат ҳосил қилиш учун суюқ металлни пайванд чокка қуйиш олдида унга тегишли ферроқотишмалар кукуни қўшилади. Термит, кўпинча, электр ёйи билан ўт олдирилади. Алюминийли термит рельсларни, трубаларни, оғир қуймалар ва бошқаларни улашда ишлатилади.



161- расм. Термит билан пайвандлаш схемаси:

1 — бункер; 2 — суюқланган термит; 3 — қолип; 4 — рельслар.

161- расмда рельсларни алюминийли термит билан пайвандлаш схемаси кўрсатилган.

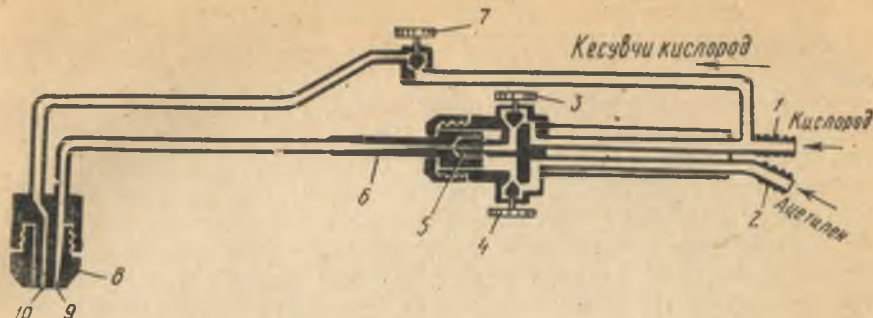
Металларни кислород билан қирқиш. Кислород билан қирқиш алангаланиш температурасигача қиздирилган металлнинг кислород оқимида ёнишига асосланган.

Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, биринчидан, кислород оқимида алангаланиш (ёниш) температураси суюқланиш температурасидан паст бўлган металлнинг кислород билан қирқиш мумкин. Масалан, темирнинг суюқланиш температураси 1539°C га, кислородда алангаланиш температураси эса 1050°C га тенг; таркибида $0,2\%$ С бўлган пўлатнинг суюқлана бошлаш темпера-

тураси 1500°C чамасида, алангаланиш температураси эса тахминан 1350°C га тенг; таркибида $2,2\%$ С бўлган чўяннинг суюқлана бошлаш температураси 1147°C га, алангаланиш температураси эса тахминан 1400°C га барабар. Бинобарин, темирни, кам ($0,7\%$ гача) углеродли пўлатларни кислород билан қирқиш мумкин, чўянларни эса кислород билан қирқиб бўлмайди. Иккинчидан, кислород билан қирқилиши мумкин бўлган металл оксидининг суюқланиш температураси ўзининг суюқланиш ва алангаланиш температураларидан паст бўлиши шарт. Шундагина металлнинг кесиш вақтида ҳосил бўладиган оксидлари кесик орасидан осонгина ҳайдалади ва металлнинг остки қатламларига кислороднинг таъсир этиши учун йўл очилади. Масалан, алюминийнинг суюқланиш температураси 657°C га, алюминий оксиднинг суюқланиш температураси эса 2050°C га барабар. Бинобарин, алюминийни кислород билан қирқиб бўлмайди. Учинчидан, кислород билан қирқилиши мумкин бўлган металлнинг иссиқлик ўтказувчанлиги юқори бўлмаслиги шарт, акс ҳолда, қирқилиш зонаси тез совийди ва температура алангаланиш температурасидан пасаяди.

Металларни кислород билан қирқишда универсал кескичдан фойдаланилади. Бундай кескичларда мундштукнинг бир тешигидан ацетилен — кислород аралашмаси, иккинчи тешигидан эса кесувчи кислород чиқади. Ацетилен — кислород алангасида металл алангаланиш температурасигача қиздирилади, кесувчи кислород эса металлнинг қизиган жойини ёндириб боради, натижада металл қирқилади.

Ана шундай кескичлардан бирининг тузилиш схемаси 162-расмда кўрсатилган. Кескичга канал 1 орқали кислород, канал 2 орқали эса ацетилен киради. Ацетилен — кислород аралашмаси учун зарур бўлган кислород миқдори вентиль 3 билан, ацетилен миқдори эса вентиль 4 билан ростланади. Вентиль 7 кесувчи кислород миқдорини ростлаш учун хизмат қилади.



162-расм. Кескичнинг тузилиш схемаси.

Ёнувчи аралашма ҳосил қиладиган ацетилен билан кислород инжектор 5 орқали ўтиб, камера 6 да аралашади. Ҳосил бўлган ёнувчи аралашма мундштук 8 нинг 9 рақами билан кўрсатилган тешигидан, кесувчи кислород эса 10 рақами билан кўрсатилган тешигидан чиқади.

Металларни қирқишда кескичнинг мундштуги кесилиши керак бўлган юзадан 3—6 мм оралиқда ва юзага тик вазиятда тутилади. Кескични суриш тезлиги металлнинг қалинлигига боғлиқ: металл қанчалик қалин бўлса, кескич шунчалик секин сурилади.

Кислород билан қирқиш усули қалинлиги 2 м гача бўлган пўлатни кесишга имкон беради.

Металлар дастаки, механизациялаштирилган ва автоматлаштирилган усулларда қирқилиши мумкин.

6-§. Босим остида пайвандлаш

Темирчилик усулида пайвандлаш. Бу усул босим остида пайвандлашнинг энг оддий усули бўлиб, бунда уланиши керак бўлган пўлат қисмлар темирчилик ўчоғида ёки махсус печда 1300—1350°C гача қиздирилади-да, уларнинг уланадиган юзаларига флюс — қуруқ кварц қуми сепилиб, яна юқори температурагача қиздирилади. Бунда кварц қуми (SiO_2) қийин суюқланувчи оксидлар билан реакцияга киришиб, суюқ шлак ҳосил қилади. Металлнинг уланадиган юзаларидаги оксид пардалар ана шу тариқа шлакка ўтказилади. Шундан кейин металлларнинг уланадиган юзалари устма-уст қўйилиб, болға ёки гурзи билан урилади, бунда шлак чокдан чиқиб кетади, натижада пухта пайванд бирикма ҳосил бўлади. Темирчилик усулида пайвандланадиган пўлатларнинг қиздирилиш температураси пўлат таркибидаги углерод миқдорига боғлиқ бўлиб, темир билан углерод қотишмаларининг ҳолат диаграммасидан танланади. Бу температура $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ диаграммасининг (65-расмга қаранг) пўлатларга оид қисмидаги солидус (AE) чизиғидан 50...60°C паст қилиб олинади.

Пайвандлашнинг бу туридан майда деталларни бир-бирига улашдагина фойдаланилади.

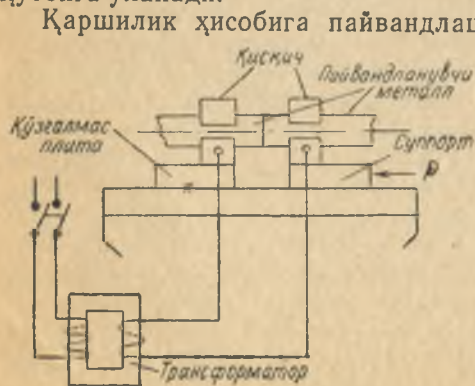
Электр-контакт усулида пайвандлаш. Металларнинг уландиган жойларини катта (1000 дан 100000 А гача) кучга эга бўлган электр токи таъсирида юқори пластиклик ҳолатигача ёки суюқлангунча қиздириб, сўнгра бир-бирига сиқиш йўли билан ажралмас бирикма ҳосил қилиш процесси *электр-контакт усулида пайвандлаш* деб аталади. Металларнинг уландиган жойларидан кучли ток ўтказилганда уларнинг урилиб турган (контактда бўлган) юзаларида ток ўтишига кўрсатиладиган қаршилик (контакт қаршилиги) ортиб кетади: ана шу қаршилик ҳисобига, Жоуль — Ленц қонунига мувофиқ, кўп миқдор иссиқлик ҳосил бўлади, натижада металл юқори температурагача қизийди.

Электр-контакт усулида пайвандлашда тармоқдаги ток кучланиши (220 ёки 380 В) ни 1,5—12 В гача пасайтириб, ток кучини оширувчи трансформаторлардан фойдаланилади.

Электр-контакт усулида пайвандлаш йўли билан ҳосил қилинадиган бирикмалар тури икки хил: учма-уч ва устма-уст бўлиши мумкин. Устма-уст бирикма ҳосил қилишда электр-контакт усулида пайвандлашнинг икки хил туридан: нуқтавий ва роликавий турларидан фойдаланилади.

Учма-уч пайвандлаш. Металларни учма-уч пайвандлашнинг икки усули: қаршилик ҳисобига ва суюқлантириб пайвандлаш усуллари мавжуд. Учма-уч пайвандлашда махсус машиналардан фойдаланилади.

Металларни учма-уч пайвандлаш схемаси 163-расмда кўрсатилган. Схемадан кўриниб турибдики, пайвандланадиган металлларнинг бири қўзғалмас плитадаги қисқичга, иккинчиси эса суппортдаги йўналтирувчиларда сурила оладиган плитадаги қисқичга сиқилади. Қисқичлар мисдан тайёрланган бўлиб, бири трансформаторнинг мусбат қутбига, иккинчиси эса манфий қутбига уланади.



163-расм. Учма-уч пайвандлаш схемаси.

металларнинг уландиган юзалари тозаланади ва текисланиб, ўзаро зич тегадиган ҳолатга келтирилади, шундан кейин қисқичларга сиқилиб, суппортни суриш йўли билан юзалар бир-бирига тегизилади, ток берилади, бунда уландиган жойлар қизиб, юқори пластиклик ҳолатига келади. Металлар зарур даражагача қизигандан кейин

ток бериш тўхтатилади ва улар бир-бирига тахминан $2,5 \text{ кГ/мм}^2$ (25 МН/м^2) куч билан сиқилади, натижада пайванд бирикма ҳосил бўлади. Бу усулдан кўндаланг кесими кичикроқ металлларни (сим, чивиқ ва шу кабиларни) пайвандлашда фойдаланилади.

Суюқлантириб пайвандлашда, уланадиган металлларга олдин ток берилиб, сўнгра уларнинг учлари бир-бирига яқинлаштирилади. Учлар бир-бирига текканда ток олдин бир нечта уриниш нуқтасидан ўтади, натижада бу нуқталарда кўп миқдор иссиқлик ҳосил бўлади ва металлни қайнаш температурасигача қиздиради. Металл буғлари ташқарига отилиб чиқишда суюқланган металл зарраларини ҳам илаштириб кетади. Учлар бир-бирига яқинлашган сари уриниш нуқталари сони камайиб боради ва, ниҳоят, уриниш юзаларидаги металл бир текис суюқланади, шу пайтда металллар бир-бирига сиқилади-да, ток бериш тўхтатилади, натижада пухта бирикма ҳосил бўлади. Бу усул каттароқ кесимли металлларни учма-уч пайвандлашда қўлланилади.

Суюқлантириб пайвандлашда сиқиш кучи $4...7 \text{ кГ/мм}^2$ ($40...70 \text{ МН/м}^2$) бўлади. Бу усулда электр энергияси қаршилиқ ҳисобига пайвандлашдагига қараганда 2—3 баравар кам сарфланади.

Нуқтавий пайвандлаш. Нуқтавий пайвандлаш схемаси 164-расмда келтирилган. Схемадан кўриниб турибдики, пайвандланадиган металллар (листлар) устма-уст қўйилиб, учлиги мисдан тайёрланган электродлар билан сиқилади-да, сўнгра ток берилади. Натижада листларнинг электродлар остидаги уриниш жойлари юқори пластиклик ҳолатигача, уриниш марказлари эса суюқлангунча қизийди. Шундан кейин ток бериш тўхтатилиб, электродларга босим таъсир эттирилади, бунда листларнинг сиқилиш жойлари пайвандланиб қолади.

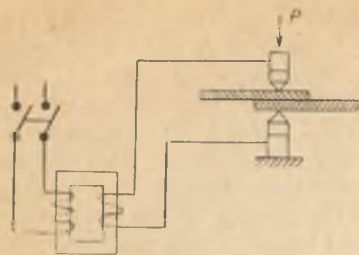
Нуқтавий пайвандлаш машиналари бир жуфт электродли (бир нуқтавий) ва кўп электродли (кўп нуқтавий) бўлиши мумкин. Бир нуқтавий машиналар кўчма, кўп нуқтавий машиналар эса стационар бўлади. Бир нуқтавий машиналар соатига 2000 гача, кўп нуқтавий машиналар эса соатига 10000 гача нуқтавий чок ҳосил қилишга имкон беради.

Роликавий пайвандлаш. Роликавий пайвандлаш схемаси 165-расмда тасвирланган. Бу усул сигимлар (идишлар) тайёрлашда зич ва пухта чоклар ҳосил қилиш учун қўлланилади.

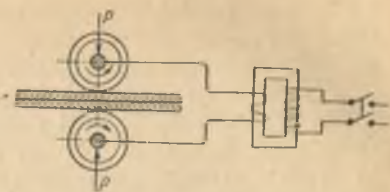
Пайвандлаш усулига кўра, роликли машиналар узлуксиз, узлукли ва одимлаб пайвандлаш машиналарига бўлинади.

Узлуксиз пайвандлашда листлар муайян тезликда сурилади, роликларга (электродларга) ток узлуксиз берилиб туради. Бунда сидирға чок ҳосил бўлади.

Узлукли пайвандлашда роликлар узлуксиз айланади, ток эса узлукли берилади. Бунда пайванд чок сидирға бўлмайди.



164- рasm. Нуқтавий пайвандлаш схемаси.



165- рasm. Роликавий пайвандлаш схемаси.

О д и м л а б пайвандлашда роликлар узлукли айланади, ток ҳам узлукли, яъни роликлар тўхтатилганда берилиб, роликлар айланганда узилади. Одимлаб пайвандлаш машиналарининг ишлаш принципи худди нуқтавий пайвандлаш машиналариники кабидир.

Ҳаммадан кўп қўлланиладиган усул узлукли пайвандлаш усулидир. Бунда $2+2$ мм қалинликдаги листларни пайвандлашда босим 450 кг/мм^2 (4500 МН/м^2) га етади, ток импульсининг давом этиш вақти $0,16-0,24$ сек, пауза вақти эса $0,08-0,12$ сек бўлади. Бу усулда минутига $0,8-1,0$ м чок ҳосил қилиш мумкин.

Газавий пресслаб пайвандлаш. Бу усулнинг моҳияти шундан иборатки, учма-уч уланиши лозим бўлган буюмларнинг учлари газ алангасида суюқланиш температурасига яқин температурагача қиздирилиб, сўнгра бир-бирига сиқилади. Газавий пресслаб пайвандлашда металлни қиздириш учун, кўпинча, ҳалқа шаклидаги горелкалардан фойдаланилади. Металлар қуйидагича пайвандланади: уланадиган юзалар яхшилаб тозаланади, бир-бирига зич қилиб тегизилади, сўнгра ацетилен — кислород алангасида қиздирилади, қизиган юзалар эса бир-бирига пресс воситасида сиқилади.

Бу усулда тенг диаметри трубалар, рельс, вал, ўқ ва бошқалар пайвандланади. Диаметри 300 мм, деворининг қалинлиги 10 мм бўлган трубаларни пайвандлаш учун атиги $1,5$ мин чамаси вақт кетади.

7-§. Пайвандлашнинг махсус турлари

Ультратовуш воситасида пайвандлаш. Моддий муҳит заррачаларининг $16-20$ минг Герц (Гц) частота билан тебраниши *ультратовуш* дейилади. Металларни пайвандлашда ана шундан фойдаланилади. Бунинг учун пайвандланаётган металлар бир-бирига сиқилиб, ультратовуш юборилади. Бунда металларнинг пайвандланиши лозим бўлган жойларида ультратовуш тебранишлари таъсирида катта ишқаланиш кучи ҳосил

бўлади, натижада температура кўтарилиб, пластик деформация учун қулай шароит туғилади ва металлларнинг контакт зонасида ажралмас пухта бирикма ҳосил бўлади. Бу усул пластиклиги юқори металлларнинг, масалан, алюминий, мис, никель, цирконий, кам углеродли пўлат ва бошқаларнинг 1 мм гача қалинликдаги листларини устма-уст пайвандлашда қўлланилади.

Электр ёйи ёки электр-шлак усулида пайвандлашда пайвандлаш ваннасига ультратовуш таъсир эттирилса, газлар чиқариб юборилади ва чок металининг структураси яхшиланади.

Ишқалаш усули билан пайвандлаш. Бунда учма-уч уланадиган металллар махсус машинанинг қисқичларига ўқдош қилиб маҳкамланади-да, бир-бирига 10 кГ/мм² (100 МН/м²) чамаси куч билан сиқилади. Уланадиган металлларнинг бири қўзғалмас бўлади, иккинчиси эса тахминан 3000 айл/мин тезлик билан айлантирилади. Металлни юқори пластиклик ҳолатига келтирадиган даражада иссиқлик ҳосил бўлгач, айлантириш тўхтатилиб, босим ҳисобига металллар пайвандланади.

Бу усул доиравий кесимли металлларни учма-уч пайвандлашнинг жуда унумли ва тежамли усулидир.

Совуқлайин пайвандлаш. Бунинг учун, пайвандланадиган юзалар яхшилаб тозаланади ва махсус штамплар воситасида бир-бирига катта куч билан сиқилади. Пуансон металлга ботганда металлнинг пуансон остидаги қисмида ва пайвандланувчи юзалар чегарасида пластик деформация содир бўлиб, металлнинг доналари майдаланади. Уланувчи юзалар чегарасида содир бўладиган ўзаро диффузияланиш ва рекристалланиш процесслари натижасида улар бир бутун бўлиб қолади.

Совуқлайин пайвандлашда пуансоннинг иш юзасига тўғри келадиган босим 30—100 кГ/мм² (300—1000 МН/м²) ни ташкил этади.

Бу усул жуда пластик металлларни: алюминий ва унинг қотишмаларини, мис, никель ва бошқаларни учма-уч пайвандлашда ҳам, устма-уст пайвандлашда ҳам қўлланилади.

Электронлар нури билан пайвандлаш. Бу усулнинг моҳияти пайвандланувчи металллар юзаларини вакуумда электронлар нури билан бомбардимон қилиш орқали қиздиришдан иборат. Бунинг учун, уланадиган металллар 10⁻⁵ мм сим. уст. гача вакуумли камерага жойланади (вакуум чок металини оксидланишдан сақлаш учун зарур). Камерада электронлар оқими чиқарадиган мослама — электронлар түпи бўлади. Электронлар түпи юқори (10000—30000 В) кучланишли ток манбаининг манфий қутбига уланадиган ва 2500°С гача қиздириладиган вольфрам спиралдан (катоддан), ўртаси тешик анод ва фокусловчи магнитавий линзадан иборат. Катод билан анод орасида юқори кучланиш ҳосил қилинганда катоддан электронлар оқими чиқиб, анод ўртасидаги тешикдан, сўнгра фокусловчи электромагнитавий линзадан ўтади ва металлларнинг пайвандланувчи юзаларига тушади,

натижада металлнинг жуда кичик (1 мм^2 гача бўлган) юзаси суюқланади. Чок чизиғи йўналишда электронлар тутамини силжитиш учун оғдирувчи махсус системадан фойдаланилади.

Бу усул қийин суюқланувчи ва химиявий актив металлларни пайвандлашда айниқса қўл келади.

Вакуумда диффузион пайвандлаш. Бу усулда вакуумли камера, қиздириш манбаи (юқори частотали ток генератори) ва босим ҳосил қилиш учун гидравлик пресси установкадан фойдаланилади. Диффузион пайвандлаш учун, юзалари яхшилаб тозаланган деталлар камерага жойланиб, камеранинг ҳавоси 10^{-3} — 10^{-5} мм сим. уст. гача вакуум ҳосил бўлгунча суриб олинади-да, деталлар бир текисда қиздирилади, шундан кейин уларнинг пайвандланадиган юзалари бир-бирига 10 кГ/мм^2 (100 МН/м^2) гача куч билан сиқилади ва шу босим остида 6—15 мин тутиб турилади, натижада ўзаро диффузия содир бўлиб, деталлар пайвандланиб қолади.

Бу усулдан металллокерамик қаттиқ қотишма пластинкаларини одатдаги пўлатдан тайёрланган туткичга пайвандлашда, тез-кесар, иссиқбардош пўлатларни, алюминий билан мисни, алюминий билан никелни ва, умуман, икки хил металлни бир-бирига пайвандлашда муваффақият билан фойдаланилади.

8-§. Пайванд бирикмаларида учрайдиган нуқсонлар

Пайвандлаш технологиясига амал қилмаслик ёки нотўғри режимларда пайвандлаш оқибатида пайванд чокнинг сифатини пасайтирувчи ҳар хил нуқсонлар пайдо бўлади. Бундай нуқсонлар жумласига қуйидагилар киради.

Бўш чок — чокда асосий металлга чок металлининг яхши ёпишмаган жойларининг бўлиши. Бу нуқсон пайвандлаш режимида роя қилинмаганлигидан: токнинг етарли даражада бўлмаганлиги, горелка қувватининг етарли бўлмаганлиги, горелканинг ёки пайвандлаш симининг чок бўйлаб тез сурилганлиги, пайвандланадиган юзаларнинг тозаланмаганлигидан келиб чиқади.

Чала чок — чокнинг нотўла чиқиши. Бу нуқсон пайвандлаш металлининг етарли миқдорда бўлмаганлигидан келиб чиқади.

Говаклик — флюс нам бўлганлиги, пайвандланадиган юзаларда занг борлиги оқибатида ва бошқа сабабларга кўра газ ажралиб чиқишидан пайдо бўладиган нуқсон.

Қуйикли чок — пайвандлаш зонасида металлнинг оксидланган жойлари бўлиши. Бу нуқсон катта ток ёки кучли аланга ишлатилиши, электроднинг ёки газ горелкасининг чок бўйлаб секин сурилиши оқибатида келиб чиқади.

Шлак қўшилмалари — металлда металлмас қўшилмалар борлигидан ёки шлакнинг қовушоқлиги катта бўлишидан келиб чиқадиган нуқсон.

Д а р з л а р — чок металида ёки чок ёни зоналарида металлнинг нотекис қизиши ёхуд совишидан ҳосил бўладиган нуқсон.

Т о б т а ш л а г а н л и к — пайвандлаш зонасида металлнинг маҳаллий қизиш оқибатида пайдо бўладиган нуқсон.

Т о ш м а л а р — пайвандлаш металининг ортиқча бўлишидан келиб чиқадиган нуқсон.

9-§. Пайванд бирикмалар сифатини текшириш усуллари

Пайванд бирикмалар сифатини текширишнинг ҳар хил усуллари мавжуд. Бу усуллар пайванд бирикмаларга нисбатан қўйиладиган талабларга боғлиқ.

Пайванд чок сифатини текширишнинг энг оддий усули чокни лупасиз ёки лупа билан кўздан кечириш ва ўлчаб кўришдан иборат.

Пайванд бирикмаларнинг қанчалик пухта эканлиги махсус тайёрланган пайванд бирикма намуналарини механикавий усулда синаш йўли билан аниқланади.

Пайванд чокнинг сифати металлографик усулда, химиявий анализ йўли билан ҳам текширилади. Металлографик усулда текшириш учун пайванд бирикманинг ҳар хил жойларидан 10—20 мм қалинликда кесиб олинган намуналардан шлифлар тайёрланади ва улар металлографик микроскоп остига қўйиб қаралади.

Бак, буғ қозони ва шу кабилардаги пайванд чокларнинг қанчалик зич эканлиги уларнинг иш босимидан 1,5—2 барабар катта босим остида суюқлик ёки ҳаво билан ёхуд вакуум ҳосил қилиш йўли билан текшириб кўрилади.

Муҳим буюмлар пайванд чокларининг сифати рентген нурлари ёки гамма нурлар ёрдамида текширилади. Рентген нурларидан 100 мм гача, гамма нурлардан эса 300 мм гача қалинликдаги чоклар сифатини текширишда фойдаланилади. Бу усуллар қисқа тўлқинли электромагнитавий тебранишларнинг яхлит металл ва металлмас қўшилмалар орқали турлича интенсивликда ўтишига асосланган. Бундай нурлар нуқсонлар (ички дарз ва ғовакликлар) орқали яхлит металлдан ўтишига қараганда интенсивроқ ўтади, бунинг натижасида эса фотоплёнкада нуқсон характериға мос қораймалар ҳосил бўлади.

Пайванд бирикмалар сифатини текширишнинг ультратовушдан фойдаланиш усулини 42-бетдан қаранг.

10-§. Металларни пайвандлашда хавфсизлик техникаси

Металларни пайвандлашда ток урмаслиги учун: пайвандлаш машиналари, трансформатор ва иш столи ерга туташтирилади; электр симлари яхшилаб изоляцияланади, механикавий таъсирлардан пухта ихоталанади; пайвандлаш постига келадиган ток иш вақти тугагандан кейин ёки танаффус вақтида узиб қўйилади; нам хонада ишлашда ёки катта металл конструкция-

ларни пайвандлашда тахта остликдан ёки резина палосдан фойдаланилади. Электр ёйи нурунинг таъсиридан ва суюқ металл ҳамда шлак томчиларидан сақланиш учун юз ва бўйин қора кўзойнакли махсус шчит билан беркитилади ёки маска кийиб олинади, брезент коржом ва қўлқопдан фойдаланилади; автоматик пайвандлашда резина калиш ва резина қўлқоп кийиб олинади. Портлаш содир бўлмаслиги учун: босим остида бўлган идишларни пайвандлаш тақиқланади; нефть маҳсулотларидан бўшаган резервуарларни улар тегишли усуллар билан яхшилаб тозалангандан кейингина пайвандлашга рухсат этилади; пайвандлаш хонасида осон ўт олувчи моддалар — керосин, бензин, ацетон ва шу кабилар бўлса, улар хонадан чиқариб қўйилади; кислород аппаратларига мой теккан бўлишига йўл қўйилмайди; иш вақтида газ горелкаси ёки кескичида тирқишлар борлиги аниқланган ҳамона аланга ўчирилиб, нуқсон бартараф қилинади; горелка мундштуги қизиб кетса ёки ифлосланса, олдин ацетилен вентили, сўнгра эса кислород вентили беркитилиб, горелка сувга ботирилади; горелка вентили ва газ генератори музлаб қолган бўлса, улар қайноқ сув билан муздан туширилади; газ билан тўла баллонлар вертикал вазиятда ўрнатилиб, деворга занжир ёки бошқа мослама билан маҳкамлаб қўйилади.

Пайвандлаш постини зарарли газ ва чангдан тозалаб туриш учун иш жойи маҳаллий вентиляция билан жиҳозланиши керак.

Савол ва топшириқлар

1. Пайвандлаш процессининг физикавий моҳияти нимадан иборат?
2. Кам углеродли пулатларни қиздириб пайвандлашда иссиқлик таъсир этувчи зоналарда қандай структуравий ўзгаришлар содир бўлади?
3. Пайванд чок ва бирикмаларнинг қандай турларини биласиз?
4. Пайвандлашнинг асосий турларини схема тарзида ифодаланг.
5. Электр ёйи билан пайвандлашнинг қандай усуллари бор?
6. Электр-шлак усулида пайвандлашни айтиб беринг.
7. Газавий пайвандлаш ва кислород билан қирқишда қандай ускуна ва материаллар керак бўлади?
8. Термит билан пайвандлашнинг моҳияти нима?
9. Электр-контакт усулида пайвандлаш турларини айтиб беринг.
10. Газавий пресслаб пайвандлашнинг моҳияти нима?
11. Пайвандлашнинг махсус турларини айтиб беринг.
12. Металларни пайвандлашда хавфсизлик техникаси қондалари нималардан иборат?

XII БОБ

МЕТАЛЛАРНИ КЕСИБ ИШЛАШ

1-§. Умумий маълумот

Заготовка металининг ортиқча қисмини металл кесиш станокларида кесувчи асбоблар ёрдамида қиринди тарзида кесиб олиш йўли билан зарур шаклли, аниқ ўлчамли ва тоза юзали

буюм ҳосил қилиш процесси кесиб ишлаш ёки механикавий ишлаш деб аталади. Металлнинг заготовкадан кесиб олинган ортиқча қисми кесиш учун қолдириладиган қўйим дейилади.

Металларни кесиб ишлаш инсониятга қадимдан маълум. Қўл билан юритиладиган токарлик ва пармалаш станоклари XII асрдаёқ мавжуд эди. Механикавий юритмали токарлик ва пармалаш станоклари XVI асрдан ишлатила бошлади. 1645 йилда Яков Батищев ва Иван Осипов оригинал конструкцияли станоклар яратдилар. 1716 йилда А. Қ. Нартон механикавий суппортли токарлик станогини қурди. XIX асрнинг ўрталарига келиб, токарлик, пармалаш, фрезалаш, рандалаш, жил-вирлаш станоклари ва бошқа станоклар барпо этилди. Ана шу даврда металлларни кесиш тўғрисидаги фан вужудга келди. Бу фаннинг асосчиси рус олими И. А. Тиме бўлди. У металлларни кесиш процессининг физикавий табиатини назарий жиҳатдан изоҳлаб берди. Акад. А. В. Гадолин, проф. П. А. Афанасьев, проф. Қ. А. Зворикиннинг металлларни кесиш назариясига қўшган ҳиссалари жуда катта. Рус олими Я. Г. Усачев кесиш тезлигининг ва кесиш зонасидаги температуранинг таъсири аниқлади ҳамда кесиш режимларини ўзгартириш йўли билан қиринди турини, кесиш кучини ва кесилган юза тозалигини ўзгартириш мумкинлигини кўрсатди.

Металларни кесиш тўғрисидаги фан Улуғ Октябрь социалистик революциясидан кейин айниқса тез суръатлар билан ривожлантирилди. Совет олимларидан А. И. Челюстин, В. А. Кривоухов, С. С. Рудник, С. Ф. Глебов ва бошқалар, шунингдек, ишлаб чиқариш новаторлари металлларни кесиш тўғрисидаги фанни янгидан-янги тадқиқотлар билан бойитдилар.

Металларни кесиб ишлашда уларнинг анчагина қисми қириндига кетади. Бинобарин, қиринди миқдорини ва, демак, металлнинг исрофгарчилигини камайтириш учун, заготовкалар олишда қўйим имкони борича кам, аммо технологик процесснинг энг тежамли бўлишини таъминлайдиган даражада қолдирилиши лозим.

Металларни кесиб ишлашда меҳнат унумдорлигини ошириш технологик процессларни механизациялаштириш ва қисман ёки тўла автоматлаштиришни тақозо қилади. Ҳозирги вақтда Совет Иттифоқининг кўпгина корхоналари автоматик линиялар билан ускуналанган.

Новатор ишчилар, инженер-техник ходимлар ва олимларнинг ҳамкорлиги туфайли металлларни кесиб ишлаш соҳасида катта-катта ютуқлар қўлга киритилди ва киритилмоқда.

2-§. Металларни кесиб ишлаш усуллари

Кесиб ишлашда турли заготовкалардан: қўйма, поковка ва бошқалардан фойдаланилади. Заготовкалар тегишли станокларда кесиб ишланади.

Станоклар иш органларининг ҳаракатлари *асосий* ва *ёрдамчи* ҳаракатларга бўлинади. Асосий ҳаракат заготовкадан қиринди кесиб олиш билан боғлиқ, ёрдамчи ҳаракат эса заготовкадан қиринди кесиб олиш билан боғлиқ бўлмаган ҳаракатлардир. Масалан, кесувчи асбобни заготовкага келтириш, уни заготовкадан четлатиш ва шу каби ҳаракатлар ёрдамчи ҳаракатлар бўлади. Асосий ҳаракат, ўз навбатида, *бош ҳаракат* билан *суриш ҳаракати*га бўлинади. Бу ҳаракатлар тўғрисида 365-бетга қarang.

Металларни кесиб ишлашнинг асосий усуллари жумласига йўниш, рандалаш, ўйиш, пармалаш, фрезалаш, жилвирлаш ва сидириш (протяжкалаш) киради.

Йўниш. Бу процесс токарлик станокларида кескич билан бажарилади (166-расм, а). Йўниш процессида заготовка айланма ҳаракатга, кескич эса бўйлама ёки кўндаланг йўналишда илгариланма ҳаракатга келтирилади. Бунда заготовканинг ҳаракати тез содир бўлади ва *бош ҳаракат* деб аталади, кескичнинг ҳаракати эса секинроқ бўлади ва *суриш ҳаракати* дейилади. Бош ҳаракат *кесиш ҳаракати* деб, бош ҳаракат тезлиги эса *кесиш тезлиги* деб аталади.

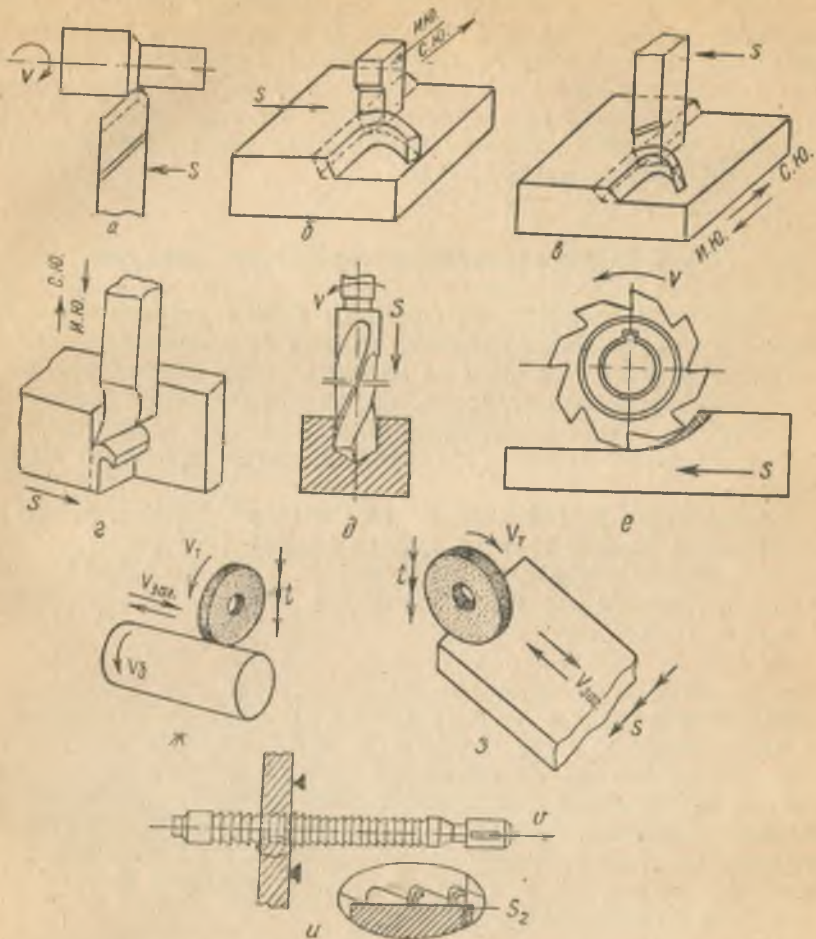
Рандалаш. Рандалаш процесси кўндаланг-рандалаш ва бўйлама-рандалаш станокларида кескичлар билан амалга оширилади. Рандалаш кескичлари, одатда, эгик бўлади. Кўндаланг-рандалаш станокларида асосий ҳаракатни кескич, суриш ҳаракатини эса заготовка бажаради (166-расм, б); бўйлама-рандалаш станокларида заготовка асосий ҳаракат қилса, кескич суриш ҳаракатини бажаради (166-расм, в).

Ўйиш. Бу процесс ўйиш станокларида махсус кескичлар билан бажарилади. Бунда ўйиш кескичига асосий (илгариланма-қайтар) ҳаракат, заготовкага эса суриш ҳаракати берилади (166-расм, г).

Пармалаш. Бу процесс пармалаш станокларида турли конструкциядаги пармалар билан бажарилади. Бунда бош ҳаракат ҳам, суриш ҳаракати ҳам пармага берилади (166-расм, д). Бош ҳаракат парманинг айланишидан, суриш ҳаракати эса унинг ўз ўқи йўналишида илгариланма ҳаракатидан иборат бўлади.

Фрезалаш. Бу процесс фрезалаш станокларида кўп тифли асбоб-фреза билан бажарилади. Бунда фрезанинг айланма ҳаракат (бош ҳаракат) билан заготовканинг илгариланма ҳаракати (суриш ҳаракати) қўшилиши натижасида қиринди кесиб олинади (166-расм, е).

Жилвирлаш. Жилвирлаш процесси махсус станокларда жилвирлаш тоши билан бажарилади. Цилиндрик юзалар доиравий жилвирлаш станокларида, ясси юзалар эса текис жилвирлаш станокларида жилвирланади. Цилиндрик юзаларни жилвирлашда (166-расм, ж) заготовкага айланма ҳаракат бериш билан бирга, илгариланма-қайтар ҳаракат (бўйлама суриш ҳаракати) ҳам берилади, жилвирлаш тоши ҳам айланма ҳаракат (бош



166-расм. Металларни кесиб ишлашнинг асосий турлари.

ҳаракат) қилади, ҳам кўндаланг йўналишда, заготовканинг ҳар қайтишида кесиб чуқурлиги t қадар сурилиб ҳам туради (кўндаланг суриш ҳаракати). Яси юзаларни жилвирлашда (166-расм, з) бош (айланма) ҳаракат ҳам, вертикал йўналишда узлукли (кесиб чуқурлиги t қадар) суриш ҳаракати ҳам жилвирлаш тошига, бўйлама суриш ҳаракати (илгариланма-қайтар ҳаракат) ва кўндаланг йўналишда узлукли суриш ҳаракати заготовкага берилади.

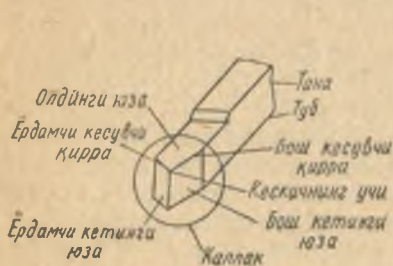
Сидириш (протяжкалаш). Сидириш процесси сидириш станокларида тегишли профилдаги протяжкалар — кўп тиғли ас-

боблар воситасида бажарилади. Сидиришнинг ички ва сиртки сидириш турлари бўлади. 166-расм, *и* да ички сидириш учун ишлатиладиган протяжка тасвирланган. Сидиришда *бош ҳаракат* (кесиш ҳаракати) протяжкага берилади. Бу схемада суриш ҳаракати бўлмайди ва у протяжканинг конструкциясидан келиб чиқади, яъни протяжканинг ёндош икки тиши баландликларининг айирмаси суриш s_2 бўлади.

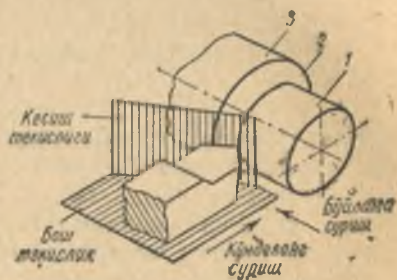
3-§. Кесиш назариясига оид қисқача маълумот

Кескичнинг, парманинг, фреза ва бошқа кесувчи асбобларнинг ишлаш принципи понанинг ишлашига асосланган. Кесувчи асбобларнинг қандай қисм ва элементлардан иборатлиги, уларнинг геометрик параметрлари, кесиш процессининг асосий элементлари, кесишда ҳосил бўладиган кучлар ва бошқаларни энг оддий кесувчи асбоб — токарлик кескичи мисолида кўриб чиқамиз.

Кескичнинг асосий қисм ва элементлари. Кескич, асосан, уч қисмдан — каллак, тана ва тубдан иборат (167-расм). Кескичнинг каллаги иш қисми ҳисобланади, туби кескичнинг таянчга ўрнатиш, танаси эса кескич тутқичга маҳкамлаш учун хизмат қилади. Кескичнинг асосий элементлари жумласига олдинги юза, бош кетинги юза, ёрдамчи кетинги юза, бош кесувчи қирра, ёрдамчи кесувчи қирра ва кескичнинг учи киради (167-расм). Кескичнинг олдинги юзаси қиринди чиқариш учун хизмат қилади; бош кетинги юза заготовканинг кесиш юзасига (168-расм, 2) томон, ёрдамчи кетинги юза эса заготовканинг йўнилган юзасига (168-расм, 1) томон қараган бўлади. Кескичнинг бош кесувчи қирраси олдинги юза билан бош кетинги юзанинг кесишувидан, ёрдамчи кесувчи қирраси эса олдинги юза билан ёрдамчи кетинги юзанинг кесишувидан ҳосил бўлади.



167-расм. Кескичнинг асосий қисм ва элементлари.

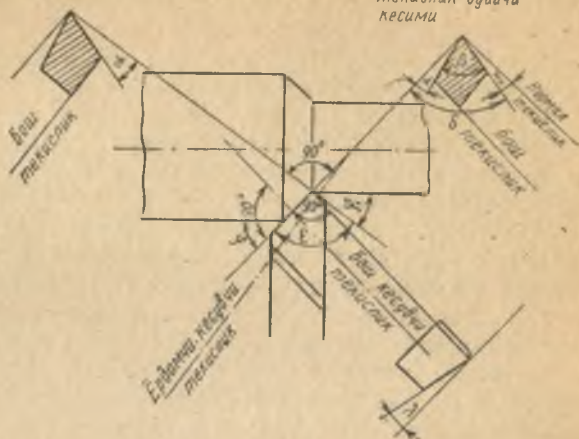


168-расм. Металларни нормал кескич билан йўнишдаги тегишликлар ва юзлар:

1 — йўнилган юза; 2 — кесиш юзаси; 3 — йўниладиган юза.

Ёрдамчи кесувчи
текислик дуйища
кесими

Бош кесувчи
текислик дуйища
кесими



169- расм. Кесувчи текисликларнинг излари ва кескичнинг бурчаклари.

Кескичнинг геометрик параметрлари. ✓ Металларни кесишда кескичнинг геометрик параметрлари муҳим аҳамиятга эга. Кескичнинг геометрик параметрларига, асосан, унинг бурчаклари киради. Кескичнинг бурчакларини аниқлаш учун эса кесиш текислиги, бош текислик, нормал текислик, бош ва ёрдамчи кесувчи текисликлардан фойдаланилади.

Кесиш юзасига уринма қилиб, бош қиррадан ўтказилган текислик *кесиш текислиги* деб, бўйлама ва кўндаланг суриш йўналишларига параллел қилиб ўтказилган текислик эса *бош текислик* деб аталади (168- расм). Кескичнинг бош кесувчи қиррасидан кесиш текислигига перпендикуляр тарзда ўтказилган текислик *нормал текислик* дейилади. Бош кесувчи қирранинг бош текисликдаги проекциясига тик қилиб ўтказилган текислик *бош кесувчи текислик* деб, ёрдамчи кесувчи қирранинг бош текисликдаги проекциясига тик қилиб ўтказилган текислик эса *ёрдамчи кесувчи текислик* деб аталади (бош кесувчи текислик, ёрдамчи кесувчи текислик ва нормал текислик излари (169- расмда кўрсатилган).

Кескичда қуйидаги бурчаклар: бош кетинги бурчак α , ўткирлик бурчаги β , олдинги бурчак γ , кесиш бурчаги δ , пландаги бош бурчак ϕ , пландаги ёрдамчи бурчак ϕ_1 , кескич учининг пландаги бурчаги ϵ , ёрдамчи кетинги бурчак α_1 , шунингдек бош кесувчи қирранинг қиялик бурчаги λ бўлади (169- расм).

Бош кетинги бурчак. Кескичнинг кетинги юзаси билан кесиш текислиги орасидаги бурчак *бош кетинги бурчак* деб аталади ва α билан белгиланади. α бурчак йўнилайтган юза билан кескич орасидаги ишқаланишни камайтириш учун зарур. Бош кетинги бурчак бош кесувчи текисликда ўлчанади ва, амалда, $6-12^\circ$ бўлади.

Ут кирлик бурчаги. Кескичнинг олдинги юзаси билан бош кетинги юзаси орасидаги бурчак *ўткирлик бурчаги* деб аталади ва β билан белгиланади. β бурчак қанчалик катта бўлса, кескичнинг кесувчи қисми шунча пухта ва иссиқликнинг кесувчи қиррадан четлатилиши шунча яхши бўлади. Уткирлик бурчаги бош кесувчи текисликда ўлчанади.

Олдинги бурчак. Кескичнинг олдинги юзаси билан нормал текислик орасидаги бурчак *олдинги бурчак* деб аталади ва γ билан белгиланади. Олдинги бурчак ҳам бош кесувчи текисликда ўлчанади. Агар $\alpha + \beta < 90^\circ$ бўлса, олдинги бурчак мусбат ($+\gamma$), агар $\alpha + \beta = 90^\circ$ бўлса, олдинги бурчак ноль ($\gamma = 0$), $\alpha + \beta > 90^\circ$ бўлганда эса олдинги бурчак манфий ($-\gamma$) бўлади. γ бурчак одатда, $+25$ дан -10° гача қилиб олинади.

Кесиш бурчаги. Кескичнинг олдинги юзаси билан кесиш текислиги орасидаги бурчак *кесиш бурчаги* дейилади ва δ билан белгиланади. Кесиш бурчаги бош кесувчи текисликда ўлчанади. δ бурчак, расмдан кўриниб турибдики, бош кетинги бурчак билан уткирлик бурчаги йиғиндисига тенг:

$$\delta = \alpha + \beta.$$

Агар олдинги бурчак, мусбат бўлса $\delta < 90^\circ$, олдинги бурчак манфий бўлса, $\delta > 90^\circ$, олдинги бурчак ноль бўлганда эса $\delta = 90^\circ$ бўлади.

Пландаги бош бурчак. Бош кесувчи қирранинг бош текисликка туширилган проекцияси билан бўйлама суриш йўналиши орасидаги бурчак *пландаги бош бурчак* деб аталади ва ϕ билан белгиланади.

Пландаги ёрдамчи бурчак. Ёрдамчи кесувчи қирранинг бош текисликдаги проекцияси билан бўйлама суриш йўналиши орасидаги бурчак *пландаги ёрдамчи бурчак* дейилади ва ϕ_1 билан белгиланади.

Кескич учининг пландаги бурчаги. Бош ва ёрдамчи кесувчи қирраларнинг бош текисликдаги проекциялари орасидаги бурчак *кескич учининг пландаги бурчаги* ёки, тўғридан-тўғри *кескич учидаги бурчак* деб аталади ва α билан белгиланади.

Пландаги учала бурчакнинг йиғиндиси 180° га тенг бўлади:

$$\phi + \phi_1 + \alpha = 180^\circ.$$

Ёрдамчи кетинги бурчак. Ёрдамчи кесувчи қиррадан бош текисликка тик қилиб туширилган текислик билан кетинги юза орасидаги бурчак *ёрдамчи кетинги бурчак* деб аталади ва α_1 билан белгиланади. α_1 бурчак ёрдамчи кесувчи текисликда ўлчанади.

Бош кесувчи қирранинг қиялик бурчаги. Кескичнинг учидан бош текисликка параллел қилиб утказилган тўғри чизиқ билан бош кесувчи қирра орасидаги бурчак *бош кесувчи қирранинг қиялик бурчаги* дейилади ва λ билан белги-

ланади. Кескичнинг учи бош кесувчи қирраининг энг юқори нуқтаси бўлганда λ ни мусбат деб, кескичнинг бош кесувчи қирраси бош текисликка параллел бўлганда λ ни ноль деб, кескичнинг учи бош кесувчи қирраининг энг пастки нуқтаси бўлганда эса λ ни манфий деб ҳисоблаш қабул қилинган.

Қириндининг қай йўналишда чиқиши λ нинг қийматига боғлиқ: λ нинг қиймати манфий бўлса, қиринди йўналган юза томон йўналишда, λ нинг қиймати мусбат бўлганда эса тескари йўналишда чиқади. λ нинг манфий бўлиши кескичнинг кесувчи қирраси пухталигини оширади.

Кесиш процессининг асосий элементлари. Кесиш процессининг асосий элементлари жумласига кесиш тезлиги, суриш қиймати, кесиш чуқурлиги, кесиб олинаётган қатламнинг эни ва қалинлиги киради.

Кесиш тезлиги. Йўнилаётган юзанинг бош ҳаракат йўналишида кескичнинг кесувчи қиррасига нисбатан вақт бирлиги ичида ўтган йўли *кесиш тезлиги* деб аталади ва V билан белгиланади. Кесиш тезлиги минутига метр ҳисобида (м/мин*) ўлчанади. Агар асосий ҳаракат айланма бўлса, кесиш тезлиги қуйидагича аниқланади:

$$V = \frac{\pi D n}{1000},$$

бу ерда D — йўнилаётган заготовканинг диаметри, мм; n — заготовканинг минутига айланишлар сони.

Агар бош ҳаракат илгариланма-қайтар бўлса, кесиш тезлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$V = \frac{L}{1000 t_n},$$

бу ерда L — кескичнинг йўниш узунлиги; мм, t_n — йўниш вақти, мин.

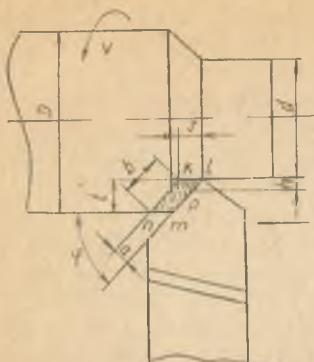
Суриш қиймати. Кескичнинг заготовка бир марта айланганда суриш ҳаракати йўналишида сйлжиш оралиғи *суриш қиймати*** деб аталади. Суриш S билан белгиланган ва мм ҳисобида ўлчанади.

Кесиш чуқурлиги. Кескичнинг бир ўтишида заготовкадан кесиб олинган қатламнинг қалинлиги *кесиш чуқурлиги* деб аталади. Кесиш чуқурлиги t билан белгиланади ва мм ҳисобида ўлчанади. Бўйлама йўнишда кесиб олинган қатламнинг қалинлиги ва, демак, кесиш чуқурлиги қуйидагича аниқланади:

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ мм},$$

* Халқаро Система (СИ) да кесиш тезлиги м/сек ҳисобида, айланишлар сони эса рад/сек ҳисобида ўлчанади ($1 \text{ айл/мин} = \frac{\pi}{30} \text{ рад/сек}$).

** Бундан буён суриш деганла суриш қийматя кўзда тутилади.



170-расм. Кесиш элементлари.

бу сурда D — заготовканинг диаметри, мм; d — заготовканинг кескич бир ўтишида йўнилгандан кейинги диаметри, мм.

Кесиб олинadиган қатламнинг эни ва қалинлиги. Йўниладиган ва йўнилган юзалар орасида кесиш юзаси бўйлаб ўлчанган оралиқ кесиб олинган қатламнинг эни дейилади ва b билан белгиланади. Кесиб олинган қатламнинг энига тик қилиб, кесиш юзаларининг кетма-кет икки вазияти орасида ўлчанган масофа кесиб олинган қатламнинг қалинлиги деб аталади ва a билан белгиланади.

Суриш s билан, кесиб олинган қатламнинг эни b , шунингдек, кесиш чуқурлиги t билан кесиб олинган қатламнинг қалинлиги a турлича қийматларга эга. Кесишнинг бу элементлари пландаги бош бурчак φ га боғлиқ. 170-расмдан кўришиб турибдики, klp учбурчакликдан s билан a орасидаги боғланишни аниқлаш мумкин:

$$a = s \sin \varphi \text{ мм.}$$

klm учбурчакликдан t билан b орасидаги боғланиш аниқланади:

$$b = \frac{t}{\sin \varphi} \text{ мм.}$$

Юқорида келтирилган боғланишлар кескич ўзининг учи марказлар чизиғига (ўқига) тўғри келадиган қилиб ўрнатилган ҳол учунгина тўғри, φ нинг ортиши билан a ортади, b эса камаяди. $\varphi = 90^\circ$ бўлганда $a = s$ ва $b = t$ бўлади.

Кесиб олинadиган қатлам кўндаланг кесимининг номинал юзи $nklm$ тўртбурчакликнинг юзига, яъни кесиш чуқурлиги билан суриш ёки кесиб олинadиган қатлам қалинлиги билан эни кўпайтмасига тенг бўлади ва f билан белгиланади:

$$f = t \cdot s = a \cdot b \text{ мм}^2.$$

Кесиб олинadиган қатлам кўндаланг кесимининг ҳақиқий юзи $nkpm$ тўртбурчакликнинг юзига тенг. Кесиб олинadиган қатлам кўндаланг кесимининг ҳақиқий юзи f_x билан белгиланади ва номинал юзнинг тахминан 98 процентини ташкил этади. Бинобарин, f нинг 2 проценти йўнилган юзада қолади; бу юз қолдиқ кесим деб аталади. Йўнилган юзнинг тозаллиги (нотекислиги) ана шу қолдиқ кесимнинг баландлиги h га боғлиқ. h қанчалик катта бўлса, йўнилган юзанинг тозаллиги шунчалик паст, нотекислиги эса шунчалик юқори бўлади.

Вақт бирлиги ичида кесиб олинадиган металлнинг ҳажми. Металларни кесиб ишлаш унуми вақт бирлиги ичида йўнилган металл ҳажмига боғлиқ. Бу ҳажм v , t ва s га боғлиқ бўлади ва Q билан белгиланади. Вақт бирлиги сифатида мин қабул қилинса, Q тахминан қуйидагича бўлади:

$$Q \approx v \cdot t \cdot s \text{ см}^3/\text{мин.}$$

Кесиш процессида кескичга таъсир этувчи кучлар. Кесиш процессида кескичнинг заготовкаи ботиши ва йўнिलाётган юзадан қириндининг ажралишига металл қаршилик кўрсатади. Бинобарин, кескичга ана шу қаршилик кучларини енга оладиган куч таъсир эттириш керак. Қаршилик кучлари эса кескични, йўнिलाётган металлни ва станок қисмларини деформациялайди. Шу сабабли, кесиш процессида ҳар хил сабабларга кўра ҳосил бўладиган кучларнинг миқдорини билиш ниҳоятда муҳим. Бу эса, ўз навбатида, кесишнинг энг самарали режимларини аниқлашга имкон беради. Кесиш процессида металлнинг кесишга кўрсатадиган қаршилик кучлари: кесиб олинадиган қатламнинг деформацияланишга кўрсатадиган қаршилик кучидан, қириндининг заготовка сиртидан ажралишга кўрсатадиган қаршилик кучидан ва қириндининг кескич олдинги юзасига ва кескич кетинги юзасининг кесиш юзасига ишқаланиши натижасида ҳосил бўладиган кучлардан иборат. Кескичга таъсир этувчи барча кучларнинг тенг таъсир этувчиси P учта ташкил этувчи кучга: кесиш кучи P_z , суриш кучи P_x ва радиал куч P_y га ажратилиши мумкин (171- расм).

Кесиш кучи кескичга юқоридан бош ҳаракат йўналишида, кесиш юзасига уринма бўлиб таъсир этади, яъни кескични пастга томон босади.

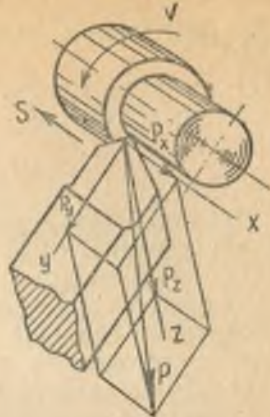
Суриш кучи йўнिलाётган заготовка ўқи бўйлаб, суриш йўналишига тескари йўналишда таъсир этади.

Радиал куч заготовка радиуси бўйлаб, заготовка ўқида тик йўналишда таъсир этади.

Кесиш кучи P_z , ўз қиймати жиҳатидан, ташкил этувчи кучларнинг энг каттаси бўлиб, заготовка ва кескич материалига, суриш s ва кесиш чуқурлиги t га ҳамда бошқа факторларга боғлиқ.

Ўртача қаттиқликдаги заготовкани бурчаклари $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 15^\circ$ ва $\lambda = 0^\circ$ бўлган ўткир кескич билан йўнишда:

$$P_x = (0,3 \div 0,4) P_z; P_y = (0,4 \div 0,5) P_z$$



171- расм. Кескичга таъсир этувчи кучлар.

булади. Бинобарин, P_z ортиб борган сари P_x ва P_y ҳам ортиб боради.

171-расмдан кўриниб турибдики, тенг таъсир этувчи куч қуйидагича топилади:

$$P = \sqrt{P_z^2 + P_x^2 + P_y^2}.$$

Кескичнинг турғунлиги. Кесиш вақтида чиқаётган қиринди кескичнинг олдинги юзасига, заготовка эса кескичнинг бош кетинги юзасига ишқаланади, натижада кескич ейилади. Кесиш тезлиги ортган сари ҳосил бўладиган иссиқлик миқдори ортади ва кескичнинг ейилиши ҳам ошади. Кескичнинг ейилиш интенсивлиги заготовка ва кескич материалларининг хоссаларига, ишқаланувчи юзаларга тушадиган босим миқдорига ва кескичнинг геометрик параметрларига ҳам боғлиқ. Хомаки йўнишда, асосан, кескичнинг олдинги юзаси, тозалаб йўнишда эса, асосан, кетинги юзаси ейилади. Кескичнинг, умуман, барча кесувчи асбобларнинг маълум чегарадагина ейилишига йўл қўйилади. Масалан, ўтувчи кескичларнинг 2 мм гача, фрезаларнинг 3 мм гача ва пармаларнинг 1,2 мм гача ейилишига йўл қўйилади.

Кескичнинг (кесувчи асбобларнинг) бир чархлангандан иккинчи чархлангунча ишлаш даври унинг турғунлиги деб аталади. Турғунлик T билан белгиланади ва мин ҳисобида ўлчанади. Кескичнинг турғунлиги билан кесиш тезлиги орасида қуйидагича боғланиш бор:

$$v = \frac{A}{Tm} \text{ м/мин},$$

бу ерда A — йўнилаётган материалга ва кескич материалга, суриш, кесиш чуқурлиги, кескичнинг геометрик параметрларига боғлиқ коэффициент; T — кескичнинг турғунлиги, мин; m — даража кўрсаткичи, бу кўрсаткич турғунликнинг кесиш тезлигига таъсир этиш интенсивлигини характерлайди (тезкесар пўлатдан тайёрланган кескичлар учун $m=0,1...0,125$, қаттиқ қотишмали кескичлар учун $m=0,2...0,3$, минералокерамикали кескичлар учун эса $m=0,3...0,4$).

Юқоридаги боғланишдан қуйидаги формула келиб чиқади:

$$T = \sqrt[3]{\frac{m}{vA}}.$$

Кескичларнинг турғунлиги уларнинг материалга боғлиқ. Масалан, тезкесар пўлатдан тайёрланган кескичлар учун $T=60$ мин қилиб олинади ва шунга қараб кесиш тезлиги танланади.

Кесувчи асбобнинг турғунлигини ошириш учун мойловчи-совитувчи суюқликлардан фойдаланилади.

Қиринди ҳосил бўлиш процесси ва қиринди турлари. Заготовкадан кесиб олинган металл қатлами қиринди деб аталади. Қиринди ҳосил бўлиш процесси амалий жиҳатдан катта аҳа-

миялга эга, чунки йўнилган юзанинг сифати, кесувчи асбобнинг ейилиши ва бошқалар қиринди ҳосил бўлиш процесига боғлиқ.

Йўнилайётган заготовкаиға кескич P куч таъсири остида ботирилса, металл зарралари сиқила бошлайди (172-расм). Қиринди кескичнинг олдинги юзаси ва ёрилиш текислиги деб аталадиган $A-A$ текислик орасига сиқилади. Кескичнинг олдинги юзаси билан ёрилиш текислигидан ҳосил бўлган бурчак ёрилиш бурчаги дейилади ва β_1 билан белгиланади. Одатда $\beta_1 = 15...60^\circ$ бўлади.

Қиринди элементи $A-A$ текислик бўйлаб ёрилиш билан бирга силжиш (сирпаниш) текислиги деб аталадиган $B-B$ текислик бўйлаб сурилиши ҳам мумкин. Металл зарраларини сиқувчи куч уларнинг боғланиш кучидан катта бўлган ҳолларда қиринди элементи бу текислик бўйлаб силжийди ва қиринди ажралади. Бинобарин, қиринди металлни кесиш процесидида айрим элементларнинг бирин-кетин сирпаниши натижасида ҳосил бўлади.

Ёрилиш текислиги билан силжиш текислиги орасидаги бурчак ($\beta-\beta_2$) силжиш бурчаги деб аталади ва β билан белгиланади. Металл қанчалик мўрт бўлса, силжиш бурчаги шунчалик кичик бўлади. Мўрт металллар, масалан, чуян ва бронза учун силжиш бурчаги нолга яқинлашади.

Металларни кесиш вақтида уч хил қиринди: яхлит (туташ), синиқ ва увоқ қиринди ҳосил бўлади (173-расм).



173-расм. Қиринди турлари.

Яхлит (туташ) қиринди кам углеродли пўлат, мис, қўрғошин ва бошқа қовушоқ металлларни катта тезлик, кичик суриш билан юпқа қатлам олиб йўнишда ҳосил бўлади. Бундай қириндининг кескич томонидаги сирти силлиқ, тескари томонидаги сирти эса бир оз бурмароқ (тароқчали) бўлади ва унинг элементлари деярли билинмайди (173-расм, а).

Синиқ қиринди ўртача қаттиқликдаги ва жуда қаттиқ металлларни, масалан, кўп углеродли пўлат ва бошқаларни кичик тезлик, катта суриш билан йўнишда ҳосил бўлади. Синиқ

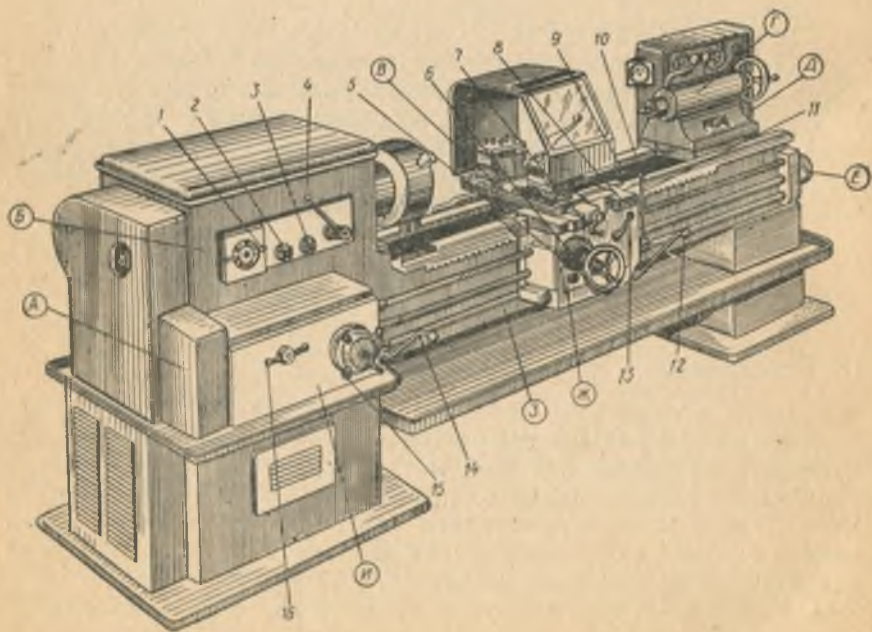
қиринди ўзаро маълум даражада боғланган айрим элементлардан тузилган, унинг кескич томонидаги сирти силлиқ, тескари томонидаги сирти эса поғонали бўлади (173- расм, б).

Увоқ қиринди мўрт металлларни — чуян ва бронзани йунишда ҳосил бўлади. Бундай қиринди ўзаро боғланмаган айрим элементлардан иборат (173- расм, в).

4-§. Токарлик станоклари ва уларда бажариладиган ишлар

Токарлик станоклари айланиш жисмлари шаклидаги заготовкларнинг сиртқи юзаларини ҳам, ички юзаларини ҳам кесиб ишлаш учун хизмат қилади. Токарлик станоклари йккита ўлчами: марказларининг станинадан бўлган баландлиги ва марказлари оралиғи билан характерланади. Барча токарлик станоклари марказларининг станинадан бўлган баландлиги жиҳатидан уч группага: кичик, ўртача ва йирик станокларга бўлинади. Кичик станокларда марказларининг станинадан бўлган баландлиги 150 мм гача, ўртача станокларда — 150 дан 300 мм гача, йирик станокларда эса 300 мм дан ортиқ бўлади.

Машинасозлик заводларида энг кўп тарқалган токарлик станоклари марказлари оралиғи 750, 1000 ва 1500 мм бўлган станоклардир.



174- расм. 1К62 модели токарлик-винтқирқиш станогининг умумий кўриниши.

Токарлик станоклари ва уларда бажариладиган ишларни «Красный Пролетарий» заводда ишлаб чиқарилган 1К62 модели токарлик-винтқирқиш станогини мисолида куриб чиқамиз. Бу станокнинг умумий кўриниши 174-расмда тасвирланган.

Токарлик-винтқирқиш станогининг умумий характеристикаси

Токарлик-винтқирқиш станогини хилма-хил токарлик ишларини бажариш, шу жумладан, турли хил резьбалар қирқиш учун мўлжалланган универсал станокдир. Ундан яққалаб ва кичик сериялаб ишлаб чиқаришда фойдаланилади.

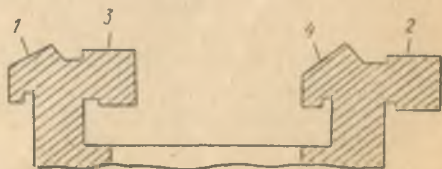
Станокнинг техникавий характеристикаси. Станинадан тепада кесиб ишланиши мумкин бўлган энг катта заготовканинг диаметри—400 мм; суппортнинг пастки қисмидан тепада йўналиши мумкин бўлган энг катта заготовканинг диаметри—200 мм; кесиб ишланиши мумкин бўлган энг йўғон чивикнинг диаметри—45 мм; маркалар оралиғи—710 мм ёки 1000 мм; йўналиши мумкин бўлган энг катта узунлик—640 мм ёки 930 мм; шпинделнинг айланиш тезликлари сони—23; шпинделнинг минутига айланишлар сони чегаралари—12,5—2000; суппортнинг бўйлама сурилиш чегаралари—0,07—4,16 мм/айл; суппортнинг кўндаланг сурилиш чегаралари—0,035—2,08 мм/айл; қирқилиши мумкин бўлган резьбалар қадами: метрик резьба учун—1—192 мм, дюймий резьба учун (бир дюймга тўғри келадиган йўллар сони)—24—2, модулли резьба учун—0,5—48 мм, питчли резьба учун—96—1 питч; суппортни бўйлама жадал суриш тезлиги—3,4 мм/мин; асосий электрик двигателнинг қуввати—7,5 квт ёки 10 квт.

Станокнинг асосий узеллари. Токарлик-винтқирқиш станогини қуйидаги асосий узеллардан иборат.

Станина (174-расм, 3)—станокнинг асосий қисми бўлиб, юқори сифатли чўяндан қўйилган. Унга станокнинг барча узеллари ўрнатилади ва маҳкамланади. Станинанинг юқориги қисмида туртта йўналтирувчи бор (175-расм). Булардан икkitаси (1 ва 2) суппортни, икkitаси (3 ва 4) эса кетинги бабкани йўналтириш учун хизмат қилади. Станинанинг йўналтирувчилари оғир станокларда ясси, кичик, жуда аниқ станокларда эса призма шаклида бўлади.

Алмаштириладиган шестернялар гитараси (174-расм, А). Бу узель олдинги бабкадан суришлар қўтисига айланма ҳаракат узатиш ва зарур типдаги резьбалар қирқишда узатманинг узатиш нисбатини ўзгартириш учун хизмат қилади.

Олдинги бабка (174-расм, Б). Олдинги бабка станинага қўзғалмайди қилиб маҳкамланган бўлиб, унда шпинделга ҳар хил айланиш сонлари (тезликлар) бе-



175-расм. Токарлик станогини станинаси бир қисмининг кўндаланг кесими.

радиган юритма (тезликлар қутиси) бор. Шпиндель ҳавол вал бўлиб, унинг олдинги учидан марказнинг қуйруғи ва оралик втулка ўрнатиладиган конус бўлади. Шпинделнинг олдинги сиртига патрон ёки планшайба бураш учун резьба қирқилган. Олдинги бабка корпусига, одатда, реверс механизми ўрнатилди, реверс механизми эса резьба қирқишда суппортни суриш йўналишини ўзгартириш учун хизмат қилади.

Суппорт (174-расм, В). Суппорт кескични бўйлама ва кўндаланг йўналишларда, шунингдек, шпинделнинг ўқига нисбатан исталган бурчакда механикавий суришга имкон беради. Станокнинг суппорти станина йўналтирувчиларида сурила оладиган бўйлама салазка, кўндаланг салазка, буриш қисми ва юқориги қисмидан иборат. Суппортнинг юқориги қисмига тўрт позицияли кескичтуткич ўрнатилган.

Кетинги бабка (174-расм, Г). Кетинги бабка станинанинг ўнг томонига ўрнатилган бўлиб, марказлар орасига сиқиб қўйилган заготовкани тутиб туриш учун хизмат қилади. Кетинги бабкадан тешик пармалашда ёки тешикка ишлов беришда парма, зенкер ёки разверткани, сиртқи юзаларга резьба қирқишда плашкани, ички юзаларга резьба қирқишда эса метчикни ўрнатиш учун ҳам фойдаланилади. Кетинги бабка корпус, пиноль ва асосдан иборат. Пинолга марказ ва кесувчи асбоблар (парма, резвертка, зенкер ва бошқалар) маҳкамланади. Кетинги бабка корпуси асосга нисбатан кўндаланг йўналишда зарур ориликқа силжиптилиши мумкин.

Суппортни жадал суриш юритмаси (174-расм, Е). Бу юритма суппортнинг салт юриши учун кетадиган вақтни қисқартиради. Юритма алоҳида электрик двигателдан ҳаракатга келади; айланма ҳаракат суриш валига тўғридан-тўғри узатилади, натижада суппортнинг катта (4 м/мин) тезлик билан салт сурилишига имкон туғилади.

Фартук (174-расм, Ж). Фартук суппорт кареткасига маҳкамланган. Унда суппортни суриш механизми жойлашган. Суриш валидан бўйлама ва кўндаланг йўнишда фойдаланилади. Суппорт бўйлама йўналишда суриш винтидан ҳам ҳаракатга келтирилади, суппортнинг бу ҳаракатидан, кўпинча, резьба қирқиш учун фойдаланилади. Демак, суриш вали ва суриш винтининг айланма ҳаракати суппортнинг илгариланма ҳаракатига фартук механизмлари ёрдамида айлантирилади.

Суришлар қутиси (174-расм, И). Станокнинг бу узели суппортнинг бўйлама ва кўндаланг сурилиш қийматини ўзгартириш учун хизмат қилади ва шпинделдан суриш механизми орқали суриш винти ёки суриш валига ҳаракат узатади.

Станокнинг бошқариш органлари. Бошқариш органлари жумласига қуйидагилар киради (174-расм): тезликлар қутисини бошқариш, яъни шпинделнинг айланиш тезликларини ўзгартириш дасталари 1 ва 4; қирқиладиган резьба қадамини ошириш звеносини қайта улаш қулоғи 2; ўнақай ва чапақай резьбалар

қирқишда реверсни бошқариш қулоғи 3; суппортни буйлама йўналишда дастаки суриш чамбараги 5; фартукнинг рейкавий шестернясини улаш ва ажратиш ползуноғи (туғмаси билан) 6; суппортни кўндаланг йўналишда қўлда суриш дастаси 7; асосий электрик двигателни юргизиш ва тўхтатиш учун кнопкалар станцияси 8; суппортнинг юқориги қисмини қўлда силжитиш дастаси 9; суппортни жадал силжитиш кнопкаси 10; суппортни буйлама ва кўндаланг суриш, тўхтатиш ва реверслаш (суриш йўналишини ўзгартириш) дастаси 11; шпинделни айлантириш, тўхтатиш ва реверслаш дасталари 12 ва 14; фартукдаги асосий гайкани (суриш винти гайкасини) ишга солиш дастаси 13; суришлар қутисини бошқариш дасталари 15 ва 16.

Станокда содир бўладиган ҳаракатлар. Станокда содир бўладиган ҳаракатлар кесиш ҳаракати (бош ҳаракат), суриш ҳаракати ва ёрдамчи ҳаракатлардир. Кесиш ҳаракати шпинделнинг заготовка билан бирга айланишидан, суриш ҳаракати суппортнинг буйлама ва кўндаланг йўналишларда сурилишидан, ёрдамчи ҳаракатлар эса суппортнинг алоҳида юритмадан буйлама ва кўндаланг йўналишларда жадал салт сурилишидан, суппортни буйлама ва кўндаланг йўналишларда дастаки равишда ростлаш ҳаракатларидан, суппортнинг юқориги қисмини деталнинг айланиш ўқиға нисбатан исталган бурчакка силжитиш ҳаракатини, кетинги бабканинг пиннолини силжитиш ҳамда мустаҳкамлаш ҳаракати ва бошқалардан иборат.

Станокнинг конструктив хусусиятлари. 1К62 модели токарлик-винт-қирқиш станогида тезликлар қутиси ҳам, суриш қутиси ҳам иккитадан даста билан бошқарилади. Суппортни исталган йўналишда механикавий суриш учун фартукнинг ўнг томонида жойлашган битта дастадан фойдаланилади, бунда суппорт қай томонга сурилиши керак бўлса, даста шу томонга оғдирилади.

Кетинги бабка станина йўналтирувчиларига битта даста ёрдамида маҳкамланади.

Асосий электрик двигатель фартукнинг юқориги ўнг четига монтаж қилинган кнопкалар станцияси ёрдамида юргизилади ва тўхтатилади.

Электр-энергиясини тежаш мақсадида станокка асосий электрик двигателнинг салт юришини чекловчи реле ўрнатилган.

Токарлик станокларида бажариладиган ишлар

Токарлик станокларида хилма-хил ишлар бажарилиши: цилиндр ва конус шаклидаги юзалар, шаклдор айланиш юзалари, торецлар йўнилиши, турли профилдаги айланма ариқчалар очилиши, заготовкалар қирқиб туширилиши, кескичлар ёрдамида исталган профилдаги резьбалар қирқилиши ва тешиклар йўниб кенгайтирилиши мумкин. Бундан ташқари, токарлик ста-

нокларида тешиклар пармаланиши, зенкерланиши, зенковкаланиши ва разверткаланиши, метчиклар ёрдамида ички резьбалар, плашкалар ёрдамида эса сиртқи резьбалар қирқилиши мумкин.

Токарлик станокларида хомаки йўнишда 5-класс аниқликдаги ва 2—3-класс тозаликдаги юзалар, тозалаб йўнишда 4-класс аниқликдаги ва 4—6-класс тозаликдаги юзалар, нафис йўнишда эса 3—2-класс аниқликдаги ва 7-класс тозаликдаги юзалар ҳосил қилиш мумкин.

176-расмда токарлик кескичларининг асосий типлари ва улар ёрдамида бажариладиган ишлар схема тарзида кўрсатилган.

Утувчи кескичлар. Бу кескичлар хомаки йўниш кескичлари (176-расм, а) билан тозалаб йўниш кескичлари (176-расм, б) га бўлинади. 176-расм, а да кўрсатилган кескич заготовкларнинг сиртқи юзаларини дағал йўниш учун, 176-расм, б да кўрсатилган кескич эса тозалаб йўниш учун ишлатилади.

Торец йўниш кескичлари (176-расм, в). Бу кескичлар турли торецлар йўнишда ишлатилади.

Ариқча йўниш кескичлари (176-расм, г). Бундай кескичлардан ҳалқасимон ариқчалар очишда фойдаланилади.

Кесиб тушириш кескичлари (176-расм, д) заготовкани ёки детални кесиб тушириш учун ишлатилади.

Галтель кескичлари (176-расм, е) поғанали вал ёки уқнинг бир диаметрли қисмидан бошқа диаметрли қисмига ўтиш жойлари (галтеллар) йўнишда ишлатилади.

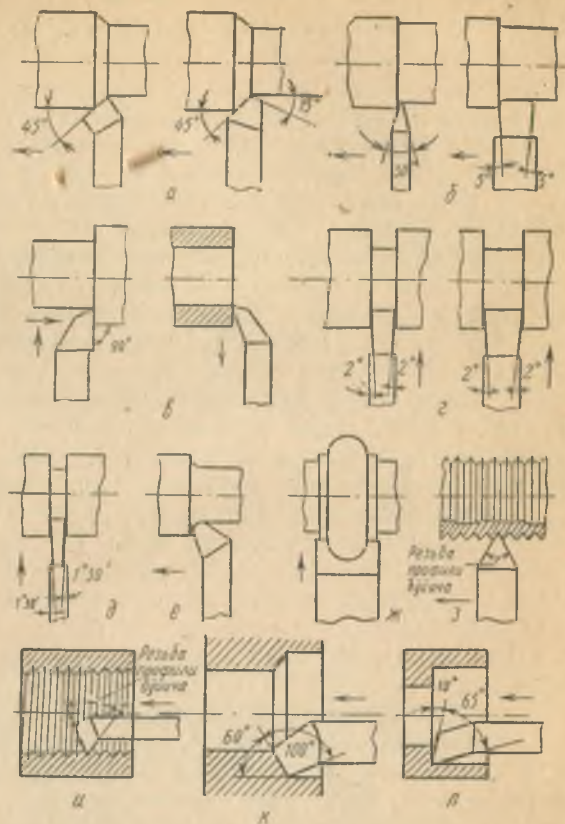
Шаклдор кескичлар (176-расм, ж). Бундай кескичлардан шаклдор айланиш юзалари ҳосил қилишда фойдаланилади. Ҳосил қилиниши лозим бўлган юзалар шаклига қараб, кескичлар кесувчи қирраларининг шакли турлича бўлади. Шаклдор юзалар махсус андазалар ёрдамида одатдаги кескичлар билан ҳам йўнилиши мумкин.

Резьба кескичлари. Бундай кескичлар сиртқи ва ички юзаларга резьбалар қирқишда ишлатилади. Сиртқи юзага резьба қирқиш 176-расм, з да, ички юзага резьба қирқиш эса 176-расм, и да кўрсатилган.

Резьба кескичлари кесувчи қирраларининг профили қирқилиши лозим бўлган резьба профилига қараб турлича: учбурчаклик, тўғри тўртбурчаклик, ярим доиравий, трапеция нусха ва бошқа шаклда бўлади.

Тешик кенгайтириш кескичлари заготовклардаги цилиндрлик очик ва берк тешикларнинг юзаларини йўниб кенгайтириш учун ишлатилади. Очик тешикнинг юзасини йўниш усули 176-расм, к да, берк тешикнинг юзасини йўниш усули эса 176-расм, л да кўрсатилган.

Кескичларнинг иш қисми, асосан, тезкесар пўлатлардан (172-бетга қаранг), металлокерамик ва минераллокерамик қатиқ қотишмалардан (273—277-бетларга қаранг) қилинади.



176- расм. Токарлик кескичларнинг асосий турлари ва улар ёрдамида бажариладиган ишлар.

Токарлик станокларининг мослама ва керак-яроқлари

Токарлик станокларига заготовка ва кесувчи асбобларни ўрнатиш ва уларни маҳкамлаш, деталларнинг кесиб ишланиш аниқлигини ошириш, станокчининг меҳнатини енгиллаштириш, ишланадиган буюмлар хилини кенгайтириш ва бошқа мақсадлар учун токарлик станоклари зарур мослама ва керак-яроғлар билан таъминланади. Уларнинг асосийлари марказ, уч ва тўрт кулачокли патрон, планшайба, қўзғалувчи ва қўзғалмас люнет, хилма-хил андаза мосламалари ва бошқалардир.

5-§. Токарлик-револьвер станоклари ва уларда бажариладиган ишлар

Токарлик-револьвер станокларида кетинги бабка эмас, балки револьвер (айланувчи) головкали бўйлама суппорт бўлади. Бу станоклар чивикдан ёки донга заготовкалардан мураккаб шаклли деталлар тайёрлаш учун мўлжалланган бўлиб, кескич, парма,

развертка, метчик ва бошқа кесувчи асбоблардан фойдаланиш талаб этиладиган ишларни заготовканинг бир ўрнатилишида бажаришга имкон беради. Кесувчи асбоблар револьвер головкадаги тегишли уяларга маълум кетма-кетликда ўрнатилади. Чивикдан деталлар кесиб ишлашда чивик шпинделнинг тешигидан зарур оралиқчага ўтказилиб, цангали патрон билан сиқиб қўйилади, донга заготовкани (қўйма, поковка ва шу каби-ларни) кесиб ишлашда заготовка уч ёки тўрт кулачокли патрон-га маҳкамланади.

Токарлик-револьвер станоклари иккита асосий группага бўлинади. Биринчи группага револьвер головкаси вертикал ўқда жойлашган станоклар, иккинчи группага эса револьвер головкаси горизонтал ўқда жойлашган станоклар киради. Биринчи группа станокларида кесиб тушириш, торец йўниш каби ишларни бажариш учун кўндаланг суппорт ҳам бўлади. Иккинчи группа станокларида кўндаланг суппорт бўлмайди ва кесиб тушириш, торец йўниш каби ишларни бажариш учун револьвер головка горизонтал ўқ атрофида зарур бурчакка бурилади.

Токарлик-револьвер станоклари сериялаб ва йирик сериялаб ишлаб чиқаришда сиртқи ва ички цилиндрик, конуссимон ва шаклдор юзалар йўнишда, шунингдек, тешик пармалаш, тешикларни зенкерлаш, зенковкалаш, разверткалашда, плашкалар ёрдами билан сиртқи резьбалар қирқиш, метчиклар ёрдами билан эса ички резьбалар қирқишда ва шу кабиларда ишлатилади.

Токарлик станоклари группасига, юқорида кўриб ўтилган станоклардан ташқари, токарлик ярим автоматлари ва автоматлари ҳам киради. Токарлик автоматларида ҳаракатларнинг барча турлари ва, ҳатто, заготовкани ўрнатиш, маҳкамлаш ва тайёр детални станокдан олиш ишлари ҳам автоматлаштирилган, токарлик ярим автоматларида эса заготовкани ўрнатиш, маҳкамлаш ва тайёр детални олиш операцияларидан бошқа барча ишлар автоматик равишда бажарилади.

Токарлик автоматлари бир шпинделли ва кўп шпинделли бўлади.

Токарлик ярим автоматлари ва автоматларини ростлаш, махсус асбоб ва мосламалар тайёрлаш учун кўп вақт кетганлигидан бу станоклар, асосан, кўплаб ва йирик сериялаб ишлаб чиқаришда қўлланилади.

6- §. Рандалаш станоклари ва уларда бажариладиган ишлар

Рандалаш станоклари кескич ёрдамида ясси юзалар, турли профилдаги паз ва ариқчалар йўниш учун ишлатилади. Бу станоклар токарлик группасига мансуб станоклардан шу билан фарқ қиладики, уларда бош ҳаракат (кесиш ҳаракати) тўғри чизиқли илгариланма-қайтар бўлиб, илгариланма ҳаракатда

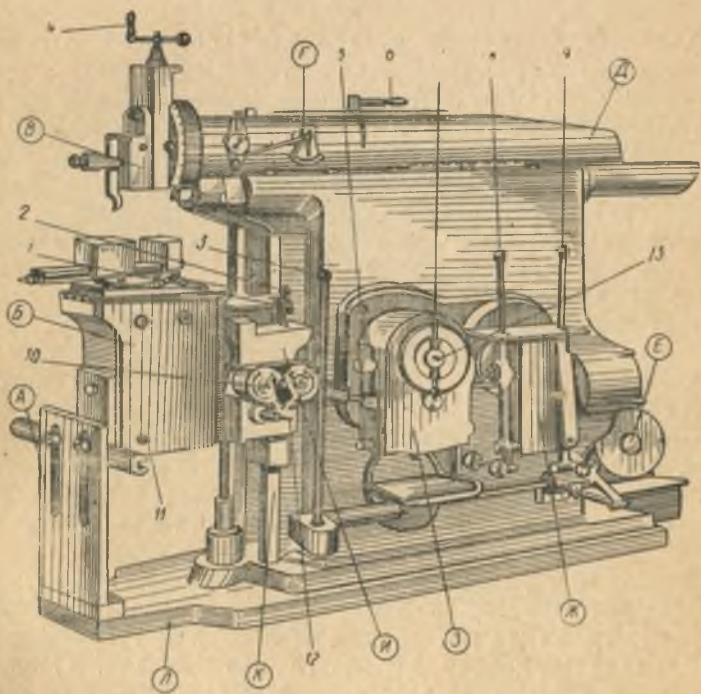
металл йўнилади, қайтар ҳаракатда эса металл йўнилмайди (кескич салт юради). Бу станокларда суриш ҳаракати даврий равишда, салт юриш охирида содир бўлади.

Рандалаш станокларининг камчилиги шундан иборатки, уларда салт юришга анчагина вақт сарф бўлади; бундан ташқари, ҳаракат йўналишининг ўзгаришида инерция кучлари ва титрашларнинг зурайиши оқибатида металлни катта тезликларда кесиш мумкин бўймайди, натижада уларнинг иш унуми паст бўлади. Аммо рандалаш станокларида заготовкalar оддий ва арзон кесувчи асбоб — рандалаш кескичи билан йўнилади ва, шунинг учун, улардан яққалаб ва кичик сериялаб ишлаб чиқаришда фойдаланилади.

Рандалаш станоклари кўндаланг-рандалаш станоклари билан бўйлама-рандалаш станокларига бўлинади.

Кўндаланг-рандалаш станоклари

Кўндаланг-рандалаш станоклари унчалик катта бўлмаган заготовкalarни рандалашда ишлатилади. Бундай станокларда рандалаш схемаси 162- расм, б да кўрсатилган. Кўндаланг-ран-



177- расм. СПС-01 модели универсал кўндаланг-рандалаш станогининг умумий кўриниши.

далаш станокларидан бирининг — СПС-01 модели универсал станокнинг умумий кўриниши 177-расмда тасвирланган. Бу станок горизонтал, вертикал ва қия юзаларни рандалаш, турли профилдаги паз ва ариқчалар очиш учун мулжалланган.

Станокнинг техникавий характеристикаси. Столи нш юзасининг ўлчамлари 458×380 мм; столи корпусининг энг катта бурилиш бурчаги $\pm 180^\circ$; столи тепа қисмининг энг катта бурилиш бурчаги 15° ; столининг горизонтал йўналишдаги энг узун йўли 660 мм; вертикал йўналишдаги энг узун йўли эса 380 мм; ползунининг энг узун йўли 700 мм; энг қисқа йўли эса 100 мм; ползун ҳаракати тезликларининг сони 8; ползуннинг минутига қўш юришлар сони чегаралари 9—102; столининг сурилиш қийматлари сони 10; ползунининг бир қўш юришида столининг сурилиш қиймати чегаралари 0,3—3 мм; суппортининг бурилиш чегаралари $\pm 45^\circ$; суппортининг сурилиш қийматлари сони 0,125—0,625; ползунининг бир қўш юришида суппортининг сурилиш қиймати чегаралари 5 мм; станок юритмаси электрик двигателининг қуввати 10 квт.

Станокнинг асосий узеллари. Станок қўйидаги асосий узеллардан иборат (177-расм): тутиб турувчи стойка *A*; универсал стол *B*; бурилувчи суппорт *B*; суппортни суриш механизми *G*; ползун *D*; станок юритмасининг электрик двигатели *E*; кривошип-кулисали механизми бўлган тезликлар қутиси *Ж*; столни суриш механизми *З*; поперечина *И*; станина *К*; станина асоси *Л*.

Станокнинг бошқариш органлари (177-расм). Станокнинг бошқариш органлари жумласига столнинг сурилиш йўналишини ўзгартириш дастаси *1*, поперечинани станина йўналтирувчиларида маҳкамлаш дастаси *2*, станокни юргизиб юбориш ва тўхташи дастаси *3*, суппортни силжитиш дастаси *4*, столни суриш ва силжитиш дастаси *5*, ползунни кулисага бириктириш дастаси *6*, столнинг сурилиш қийматини ўзгартириш штурвали *7*, тезликлар қутисини бошқариш дасталари *8* ва *9*, столни кўндалангига суриш дастасини ростлаш жойи *10*, стол корпусини буриш дастасини ростлаш жойи *11*, столни вертикал йўналишда силжитиш дастасини ростлаш жойи *12* ва ползун йўлининг узунлигини ўзгартириш дастасини ростлаш квадрати *13* киради.

Станокнинг ишлаш принципи. Рандаланадиган заготовка столнинг юқориги плитасига ёки стол корпусининг ён сиртига, кескич эса бурилувчи суппорт *B* нинг кескич туткичига маҳкамланади. Қия юзаларни рандалашда стол корпуси ва юқориги плитаси ўзаро перпендикуляр икки йўналишда, бурилиб, заготовканинг рандаланадиган юзаси горизонтал вазиятга келтирилади.

Заготовканинг рандаланиши лозим бўлган юзаси узунлигига қараб, ползуннинг юриш йўли зарур узунликка квадрат *13* (177-расм) ёрдамида ростланади ва ползун *D* тўғри чизиқ бўйлаб илгариланма-қайтар ҳаракатга келтирилади. Ползуннинг илгариланма ҳаракатида заготовка йўнилади, қайтар ҳаракатида металл йўнилмайди (кескич салт юради), ҳар салт юриш охирида эса стол заготовка билан бирга маълум оралиққа сури-

либ туради. Заготовканинг вертикал ёки қия юзаларини ранда-
лашда суриш ҳаракати ползун головкасига нисбатан тегншли
бурчакка бурилган суппортга берилади.

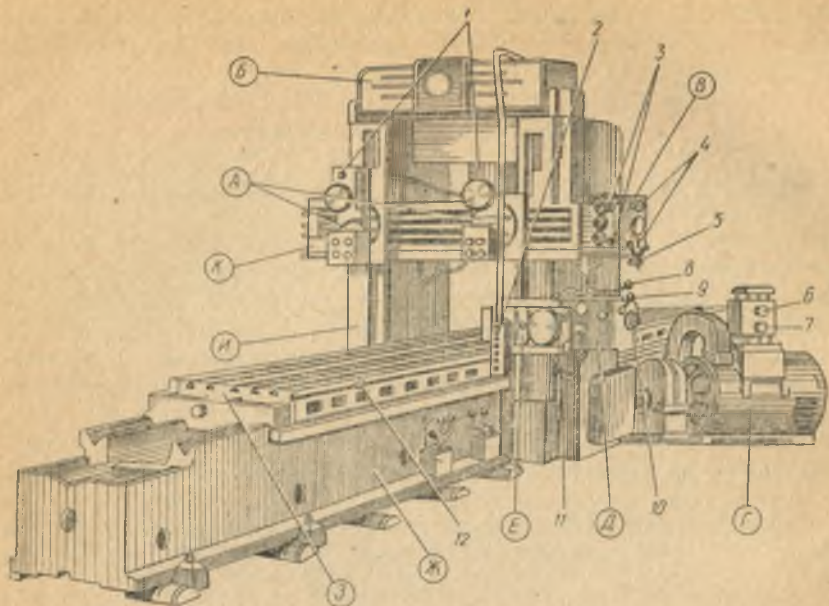
Бўйлама-рандалаш станоклари

Бўйлама-рандалаш станоклари заготовкаларнинг узун ва
тор-туғри юзаларини рандалаш учун ишлатилади. Бўйлама-ран-
далаш станокларида кесиш ҳаракати (асосий ҳаракат) столга,
суриш ҳаракати эса суппортга берилади. Бундай станокларда
рандалаш схемаси 162-расм, *в* да кўрсатилган. Бўйлама-ран-
далаш станоклари бир стойкали ва икки стойкали, бир ёки куп
(одатда, бирдан тўртгача) суппортли бўлиши мумкин. Бўйлама-
рандалаш станокларидан бирининг—7231А модели икки стой-
кали станокнинг умумий кўриниши 178-расмда тасвирланган.
Бу станок горизонтал, вертикал ҳамда қия юзаларни, шунинг-
дек, йирик ва узун заготовкаларни рандалашда ишлатилади.

Станокнинг техникавий характеристикаси. Столи иш юзасининг ўлчамлари
900×3000 мм; стойкалари оралиғи 1100 мм; столнинг энг узун йўли 3100 мм;
энг қисқа йўли эса 300 мм; рандаланиши мумкин бўлган заготовканинг мак-
симал массаси 5000 кг, вертикал суппортларининг ўқлари орасидаги энг кат-
та масофа 1710 мм; энг қисқа масофа эса 290 мм; вертикал суппортларининг
горизонтал йўналишда силжиши мумкин бўлган энг катта оралиқ 1420 мм;
вертикал йўналишдагиси эса 250 мм; ён суппортининг горизонтал йўналишда
силжиши мумкин бўлган энг катта оралиқ 250 мм; вертикал йўналишдагиси
эса 850 мм; суппортлари бурилиши мумкин бўлган энг катта бурчак $\pm 60^\circ$;
столнинг юриш тезлиги чегаралари 5—75 м/мин; асосий электрик двигатели-
нинг қуввати 16,2 квт; столнинг бир марта қўш юришида вертикал суппортла-
рининг горизонтал йўналишдаги сурилиш қиймати чегаралари 0,5—25 мм; вер-
тикал йўналишдагиси эса 0,125—6,25 мм; столнинг бир қўш юришида ён суп-
портнинг вертикал йўналишдаги силжиш қиймати чегаралари 0,25—12,5 мм;
вертикал суппортларининг горизонтал йўналишда (салт юришда) жадал сил-
жиш тезлиги 2360 мм/мин; вертикал йўналишдагиси эса 590 мм/мин; ён суп-
портнинг вертикал йўналишда (салт юришда) жадал силжиш тезлиги 1180
мм/мин; суриш электрик двигателининг қуввати 1,7 квт; траверсанинг энг
узун йўли 870 мм; траверсанинг силжиш тезлиги 500 мм/мин; траверсани
силжитиш юритмаси электрик двигателининг қуввати 1,7 квт.

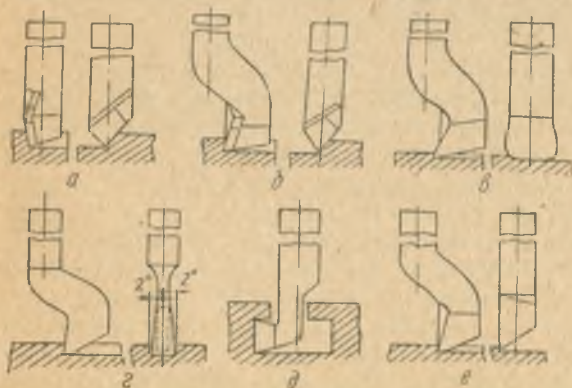
Станокнинг асосий узеллари. Станок қўйидаги асосий узел-
лардан иборат (178-расм): траверса *К*, траверсага ўрнатилган
юқориги суппортлар *А*; стойкалар *И*; стойкага ўрнатилган ён
суппорт *Е*; портал *Б*; юқориги суппортларнинг суриш қутиси *В*;
ён суппортнинг суриш қутиси *Д*; станина *Ж*; стол *З*.

Станокнинг бошқариш органлари (178-расм). Станокнинг
бошқариш органлари жумласига юқориги суппортларни верти-
кал йўналишда дастаки силжитиш квадратлари *1*, осма кнопка-
лар станцияси *2*, юқориги суппортларнинг сурилиш йўналишини
ўзгартириш дасталари *3*, юқориги суппортларни горизонтал
йўналишда дастани силжитиш квадратлари *4*, юқориги суппорт-
ларни суриш ва жадал силжитиш дастаси *5*, столнинг иш юри-
ши тезлигини ростлаш қулоғи *6*, столнинг салт юриш тезлигини



178- расм. 7231А модели икки стойкали бўйлама-рандалаш станогининг умумий кўриниши.

ростлаш қулоғи 7, ён суппортнинг вертикал сурилиш йўналишини ўзгартириш дастаси 8, ён суппортни суриш ва тез силжитиш дастаси 9, ён суппортни вертикал йўналишда дастаки силжитиш квадрати 10, ён суппортни горизонтал йўналишда дастаки силжитиш квадрати 11, стол йўлининг узунлигини ростлаш (чеклаш) тирағи 12 киради.



179- расм. Рандалаш кескичларининг асосий турлари ва улар ёрдамида рандалаш схемалари:

а — хомаки рандалаш учун ишлатиладиган тўғри кескич; б — хомаки рандалаш учун ишлатиладиган эгик кескич; в — тозалаб рандалаш кескичи; г — кесиб тушириш кескичи; д — ариқча кескичи; е — ёнаки кескич.

Станокнинг ишлаш принципи. Рандаланадиган заготовка ёки заготовкалар станокнинг столига, рандалаш кескичи ёки кескичлари юқориги ва ён суппортларга маҳкамланади, шундан кейин стол илгариланма-қайтар ҳаракатга келтирилади. Столнинг илгариланма ҳаракатида заготовка рандаланади, қайтар ҳаракатида эса металл кесилмайди (кескичлар салт юради), ҳар бир салт юриш охирида суппортлар зарур оралиққа сурилиб туради.

Рандалаш кескичлари. Рандалаш кескичларининг ишлаш принципи токарлик кескичлариники кабидир. Уларнинг танаси туғри ва эгик бўлиши мумкин. Туғри танали кескич кесиш кучи таъсирида кетинга итарилади, бу эса кескичнинг тургунлигини камайтириб, рандаланган юзанинг сифатини пасайтиради. Эгик танали кескичда бундай камчиликлар бўлмайди. Рандалаш кескичларининг геометрик параметрлари худди токарлик кескичлариники каби. Рандалаш кескичларининг асосий турлари ва улар ёрдамида рандалаш схемалари 179-расмда келтирилган.

7-§. Ҳийш станоклари

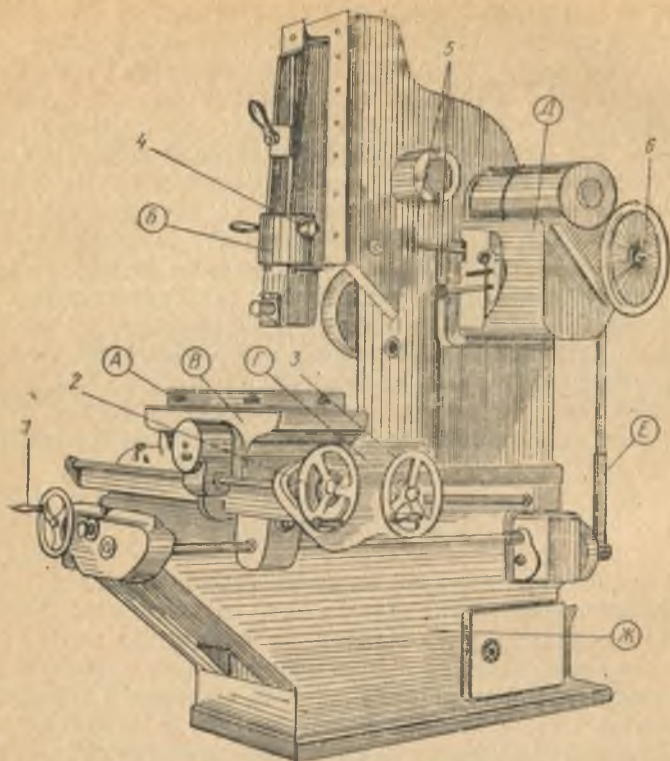
Ҳийш станоклари яккалаб ва кичик сериялаб ишлаб чиқариш шароитида заготовкага квадрат ва олти ёқли кесимли тешиклар, шлицлар, шпонкалар учун пазлар ва ариқчалар очиш, сиртқи қисқа юзалар рандалаш ва бошқа операцияларни бажариш учун ишлатилади. Бундай станокларда Ҳийш схемаси 162-расм, 2 да кўрсатилган.

180-расмда 743 моделли Ҳийш станогининг умумий кўрinishи тасвирланган. Бу станок қуйидаги асосий узеллардан: доиравий стол *A*, долбьяк (Ҳийгич) *B*, кўндаланг салазкалар *B*, бҲйлама салазкалар *Г*, кривошип-кулисали механизми бор тезликлар қўтиси *Д*, суриш юритмаси *E* ва станина *Ж* дан иборат.

Станокнинг техникавий характеристикаси. Доиравий столнинг диаметри 610 мм; долбьягининг энг узун йули 300 мм, энг қисқа йули эса 20 мм; столнинг бҲйлама йуналишдаги энг узун йули 600 мм; ишлов берилиши мумкин бўлган заготовканинг максимал баландлиги 770 мм; долбьягининг тезликлари сони 4; долбьягининг минутига қўш юришлар сони 20 дан 80 гача; столнинг сурилиш қийматлари сони 40; долбьягининг қўш юришида столнинг бҲйлама ва кўндаланг йуналишларда сурилишининг максимал қиймати 2 мм, минимал қиймати эса 0,05 мм; долбьягининг қўш юришида столнинг доиравий сурилиш қийматлари 1/60 градусдан 2/3 градусгача; электрик двигателининг қуввати 5,2 квт.

Станокнинг ишлаш принципи. Махсус конструкцияли кескич* долбьякнинг кескич туткичига, ишлов бериладиган заготовка эса доиравий столга маҳкамланади. Шундан кейин долбьякка вертикал йуналишда илгариланма-қайтар ҳаракат берилади. Долбьякнинг илгариланма (пастга томон) ҳаракатида қиринди йунила-

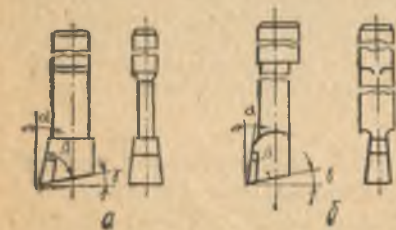
* Ҳийш станогининг кескичи ҳам долбьяк дейилади.



180- расм. 743- модели ўйиш станогининг умумий кўриниши:

1 — столни кўндаланг йўналишда дастаки суриш чамбараги; 2 — столни дастаки буриш чамбараги; 3 — столни бўйлама йўналишда дастаки суриш чамбараги; 4 — долбьякнинг ишлаш зонасини ўзгартириш квадрати; 5 — долбьякнинг юриш тезлигини ўзгартириш дасталари; 6 — долбьяк йўлининг узунлигини ўзгартириш квадрати.

ди, қайтар (пастдан юқорига томон) ҳаракатида эса қиринди йўнилмайди (ўйиш кескичи салт юради), салт юриш охирида заготовкали стол зарур йўналишда тегишли оралиққа сурилади



181- расм. Ўйиш кескичларининг турлари:

а — ариқча ўйиш кескичи; б — шпонка пазлари ўйиш кескичи; а — бош кетинги бурчак; б — ўткирлик бурчаги; γ — олдинги бурчак.

(суриш ҳаракати содир бўлади). Ясси юзаларга ишлов беришда стол бўйлама ёки кўндаланг йўналишда, цилиндрик юзаларга ишлов беришда эса доиравий тарзда сурилиб туради. Столни дастаки суриш механизмида заготовкани тенг қисмларга бўлиш ёки уни керакли бурчакка буриш учун имкон берувчи қурилма бор.

Станокнинг бошқариш органлари ва уларнинг вазифаси 180-расм остида келтирилган.

181-расмда ўйиш кескичларининг асосий турлари тасвирланган ва уларнинг асосий бурчаклари кўрсатилган.

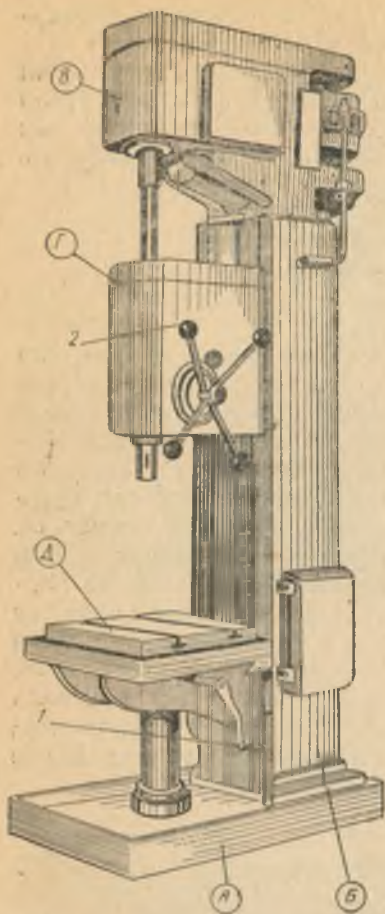
Ўйиш кескичлари ўз конструкцияси жиҳатидан рандалаш кескичларига қараганда анча пухта бўлиши керак, негаки ўйиш кескичининг кескич туткичдан чиқиб турадиган қисми рандалаш кескичлариникидан узун бўлади ва оғирроқ шаронгта ишлайди.

8-§. Пармалаш станоклари ва уларда бажариладиган ишлар

Кесувчи асбобларнинг бир тури — парма ёрдамида очиқ ёки берк тешиклар пармалаш, шунингдек, тешикларни кенгайтириш учун мўлжалланган станоклар пармалаш станоклари группасини ташкил этади. Бундай станокларда пармалаш схемаси 162-расм, *д* да кўрсатилган. Пармалаш станоклари машинасозлик саноатида энг кўп тарқалган станоклар жумласига киради. Пармалаш станоклари вертикал-пармалаш, радиал-пармалаш, горизонтал-пармалаш (тешик кенгайтириш) станокларига, бир шпинделли ва кўп шпинделли ярим автоматларга ва бошқа пармалаш станокларига бўлинади. Пармалаш станоклари ичида энг кўп тарқалганлари вертикал-пармалаш станоклари бўлиб, улар конструкцияси ва габарити жиҳатидан столга ўрнатиладиган, деворга ўрнатиладиган ва колоннали бўлиши мумкин. Столга ўрнатиладиган станоклар 12 мм гача диаметрли тешиклар пармалаш учун ишлатилади. Вертикал-пармалаш станокларидан бирини — 2А135 модели станокни кўриб чиқамиз.

Вертикал-пармалаш станоклари

Вертикал-пармалаш станокларидан бири — 2А135 модели вертикал-пармалаш станокнинг умумий кўриниши 182-расмда тасвирланган. Бу станок яккалаб ва сериялаб ишлаб чиқариш ҳамда ремонт қилиш шароитида унча катта ва оғир бўлмаган заготовкаларга тешик пармалаш, тешикларни пармалаб кенгайтириш, зенкерлаш, разверткалаш, шунингдек, метчиклар билан ички резьбалар қирқиш учун ишлатилади. У асос *А*, колонна (станина) *Б*, тезликлар қутиси *В*, шпинделли бабка *Г* ва стол *Д* дан иборат. Станокнинг шпинделли баббаси ичига суриш қутиси ва қутариш-тушириш механизми жойлаштирилган. Станокни ҳаракатга келтирувчи электрик двигатель колоннанинг тепа қисмига ўрнатиладиган бўлиб, айланма ҳаракат тездиклар қутисига трапеция нусха кесимли тасмалар воситасида узатилади. Станокнинг столи ва шпинделли баббаси колоннанинг йўналтирувчиларида силжитилади ва зарур вазиятда маҳкамлаб қўйилади.



182- расм. 2A135 модели вертикал-пармалаш станогининг умумий кўриниши:

1 — столни силжитиш дастаси; 2 — шпинделни кўтариш ва тушириш, механикавий суришни улаш штурвали.

эни эса 450 мм; столнинг вертикал энг катта оралиқ 325 мм; шпинделнинг айланиш тезликлари сони 9; шпинделнинг минутига айланишлар сони 68 дан 1100 гача; суриш қийматлари сони 11; суриш қийматлари чегаралари 0,115 дан 1,6 мм/айл гача; электрик двигателининг қуввати 4,5 квт.

Радиал-пармалаш станоклари

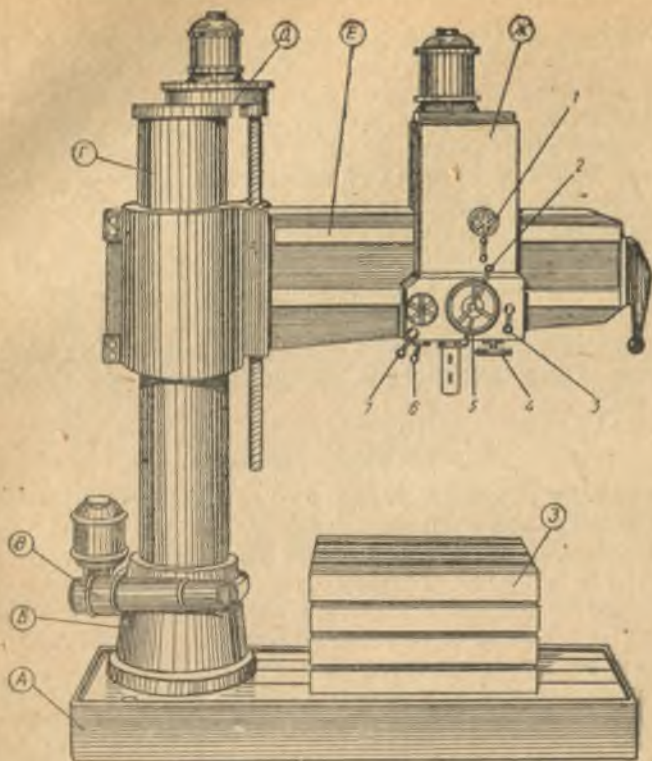
Радиал-пармалаш станоклари яккалаб, сериялаб ишлаб чиқариш ва ремонт қилиш шароитида йирик ҳамда оғир заготовкларни пармалаш, тешикларни пармалаб кенгайтириш, зенкер-

Станокнинг бошқариш органлари ва уларнинг вазифаси 182-расмнинг остида келтирилган.

Станокда бош ҳаракат (кесиш ҳаракати) кесувчи асбоб ўрнатилган шпинделнинг айланма ҳаракатидан, суриш ҳаракати шпинделнинг ўз ўқи бўйлаб силжишидан, ёрдамчи ҳаракатлар эса столни ва шпинделли бабкани вертикал йўналишда дастаки суриш ва шпинделни ўз ўқи бўйлаб дастаки равишда жадал суриш ҳаракатларидан иборат.

Станокнинг ишлаш принципи. Ишлов бериладиган заготовка станокнинг столига зарур вазиятда ўрнатилиб, машинавий тиски ва махсус мослама билан маҳкамланади ва бўлажак тешикнинг маркази шпинделнинг ўқиغا мосламани силжитиш йўли билан тўғриланади. Кесувчи асбоб станок шпинделига патрон ёки оралиқ втулка ёрдамида маҳкамланади. Шундан кейин кесувчи асбоб заготовка сиртига тегизилиб, станок ишга туширилади.

Станокнинг техникавий характеристикаси. Пармаланиши мумкин бўлган энг катта тешик диаметри 35 мм; шпинделнинг ўқидан колоннанинг ички деворигача бўлган оралиқ 300 мм; шпиндель учи-дан столгача бўлган энг катта оралиқ 750 мм; шпинделнинг энг узун йўли 225 мм; стол сиртининг бўйи 500 мм, йўналишда сурилиши мумкин бўлган энг катта оралиқ 325 мм; шпинделнинг айланиш тезликлари сони 9; шпинделнинг минутига айланишлар сони 68 дан 1100 гача; суриш қийматлари сони 11; суриш қийматлари чегаралари 0,115 дан 1,6 мм/айл гача; электрик двигателининг қуввати 4,5 квт.



183- расм. 2B56 модели радиал-пармалаш станогининг умумий кўриниши:

А — асос; Б — қўзғалмас колонна; В — бурилувчи колоннани сиқиб маҳкамлаш механизми; Г — бурилувчи ҳавол колонна; Д — траверсани кўтариш, тушириш ва сиқиб маҳкамлаш механизми; Е — траверса; Ж — шпинделли бабка; З — қўйма стол; 1 — суриш қутисини қайта улаш дастаси; 2 — шпинделни дастаки равишда жадал суриш ва автоматик суришни ишга солиш дастаси; 3 — суришнинг автоматик тўхтатишни ростлаш дастаси; 4 — шпинделни дастаки равишда секин силжитиш чамбараги; 5 — шпинделли бабкани радиал йўналишда дастак суриш чамбараги; 6 — тезликлар қутисини қайта улаш дастаси; 7 — элек трик двигателни юргизиш, тўхтатиш ва реверслаш дастаси.

лаш, разверткалаш, метчиклар билан ички резьбалар қирқиш ва бошқаларда ишлатилади.

183- расмда 2B56 модели радиал-пармалаш станогининг умумий кўриниши тасвирланган. Бу станокнинг афзаллиги шундаки, унда ишлов берилаётган заготовканинг вазиятини ўзгартирмай туриб, бир неча тешик пармалаш ёки бир неча тешикка ишлов бериш мумкин, бунинг учун траверса Е зарур бурчакка бурилади-да, шпинделли бабка траверса бўйлаб зарур оралиққа силжитилади.

Кўп шпинделли пармалаш станоклари

Кўп шпинделли станокларда шпинделлар вертикал, горизонтал ёки қия вазиятда жойлашган, қўзғалмас (доимий) ёки алмаштириб қўйиладиган бўлиши мумкин. Қўзғалмас шпинделли станокларнинг шпинделлари, одатда, иккитадан олтигача бўлади ва бир қаторда жойлашади. Бундай станокда бир вақтнинг ўзида бир неча тешикка ишлов бериш ёки кетма-кет бир неча операцияни, масалан, пармалаш, зенкерлаш, разверткалаш операцияларни бажариш мумкин.

Шуни ҳам айтиш керакки, бир вақтда бир неча тешик пармалаш лозим бўлганда бир шпинделли станокдан ҳам фойдаланиш мумкин. Бунинг учун станок шпинделига кўп шпинделли махсус головка маҳкамланади, бундай головкада эса станок шпинделидан головка шпинделларига айланма ҳаракат узатувчи механизм бўлади.

Агрегативий станоклар

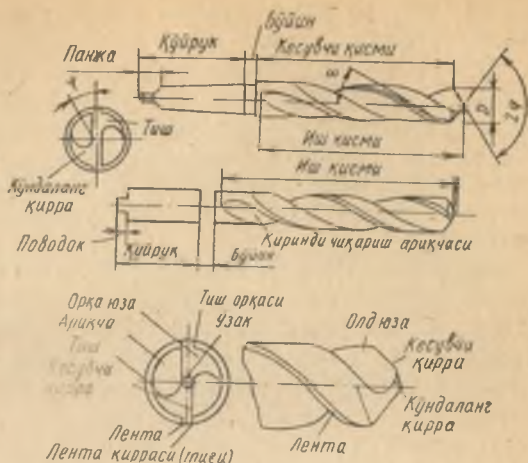
Бу станоклар стандарт узеллар — агрегатлардан: куч головкаси, кўп шпинделли головка, станина, колонна, сиқиш мосламаси ва бошқалардан тузилган; шунинг учун ҳам улар агрегативий станоклар деб аталади. Бундай станоклар тайёрлашда ишлов бериладиган заготовкalar шаклига қараб, тегишли стандарт головка танлаб олинади. Куч головкаси мустақил электрик юритмадан ҳаракатга келтирилади.

Тешик кенгайтириш станоклари

Булар пармалаш станоклари группасидаги энг универсал станоклар бўлиб, йирик ва оғир заготовкalarдаги тешикларни кесувчи асбоблар (кескич, парма, зенкер, развертка ва бошқалар) ёрдамида кенгайтириш ўлчамлари талаб этилган аниқликдаги тешиклар ҳосил қилиш ва баъзи бошқа операцияларни бажариш учун ишлатилади. Тешик кенгайтириш станоклари горизонтал-тешик кенгайтириш ва координатавий-тешик кенгайтириш станокларга бўлинади.

Горизонтал-тешик кенгайтириш станоклари заготовкalarга тешик пармалаш, тешикларни йўниб кенгайтириш, зенкерлаш, разверткалаш, торецлар йўниш, юзалар фрезалаш, кескич ёрдамида ички резьбалар қирқиш ва бошқа операциялар бажариш учун мўлжалланган.

Координатавий-тешик кенгайтириш станокларида заготовка маҳкамланган столни шпиндель ўқиға нисбатан икки координата бўйича жуда аниқ (0,01...0,005 мм аниқликкача) ўрнатиш мумкин. Бунинг учун станок махсус қурилмалар билан жиҳозланган бўлади. Координатавий-тешик кенгайтириш станоклари, асосан, машинасозлик заводларининг асбобсозлик цехларида кондукторлар, мослама, штамп ва бошқалар тайёрлашда ишлатилади.



184- расм. Спираль парманинг элементлари ва баъзи геометрик параметрлари.

Пармалаш станокларида ишлатиладиган кесувчи асбоблар

Пармалаш станокларида ишлатиладиган асосий кесувчи асбоб пармадир. Тешиклар пармалашда япалоқ парма, спирал парма, милтиқ пармаси, түп пармаси, ҳалқавий ва бошқа пармалардан фойдаланилади. Пармалар тезкесар пулатлардан, камдан-кам ҳолларда эса ХВ5 ва 9ХС маркали легирланган асбобсозлик пулатларидан тайёрланади. Металларни жадал пармалашда тиғи қаттиқ қотишма пластинкаларидан тайёрланган пармалар ишлатилади.

184- расмдан спирал парманинг элементлари ва баъзи геометрик параметрлари келтирилган. Расмдан кўришиб турибдики, спирал парма иш қисмидан, бўйин, қуйруқ ва панжадан иборат. Парманинг қуйруғи уни станок шпинделининг ўясига маҳкамлаш учун хизмат қилади, панжаси эса пармани шпиндель уясида уриб чиқариш учун таянч вазифасини ўтайди. Парма кесувчи қисмининг геометрик параметрлари жумласига парманинг учидаги бурчак, винтсимон ариқчасининг қиялик бурчаги, олдинги ва кетинги бурчаклари, кундаланг қирра (тиғ)нинг қиялик бурчаги киради.

Парманинг учидаги бурчак 2 ф асосий кесувчи қирралар орасидаги бурчак бўлиб, унинг қиймати пулатлар, чуян ва қаттиқ бронзалар учун 116—118°, латунь ва юмшоқ бронзалар учун 130°, енгил қотишмалар учун 140°, мис учун 125°, эбонит ва целлулоид учун эса 80—90° қилиб олинади.

Парманинг винтавий ариқчасининг қиялик бурчаги ω ортиши билан кесиш процесси осонлашади ва қириндининг чиқиши яхшиланади. ω нинг қиймати парманинг диаметрига боғлиқ. Масалан, 0,25—9,9 мм диаметрли пармаларда

$\omega = 18-28^\circ$, 10 мм ва ундан катта диаметрли пармаларда эса $\omega = 30^\circ$ бўлади.

Парманинг олдинги бурчаги γ . Бу бурчак парма асосий кесувчи қиррасига тик текислик билан кесилганда кўринади (расмда γ бурчак кўрсатилмаган). Олдинги бурчак асосий кесувчи қирранинг турли нуқталарида ҳар хил бўлади: парма ўқига томон кичрайиб боради. Масалан, парманинг сиртқи диаметри ёнида $\gamma = 25-30^\circ$ бўлади, ўқи олдида эса γ нолга яқинлашади.

Парманинг кетинги бурчаги α кетинги юзанинг кесиш юзасига ишқаланишини камайтиради. Кетинги бурчак ҳам расмда кўрсатилган эмас (бу бурчак асосий кесувчи қирра парма ўқига параллел текислик билан кесилганда кўринади). Кетинги бурчак парманинг сиртқи диаметри ёнида $8-12^\circ$ га, маркази ёнида эса $20-26^\circ$ га тенг.

Парма кўндаланг қиррасининг қиялик бурчаги ϕ . Бу бурчакнинг қиймати парманинг диаметрига боғлиқ. Масалан, 1 дан 12 мм гача диаметрли пармаларда ϕ бурчак 47 дан 50° гача, 12 мм дан катта диаметрли пармаларда эса $\phi = 55^\circ$ бўлади.

Пармалаш станокларида заготовкаларга тешиклар пармалашдан ташқари, тешикларга турлича ишлов бериш операциялари ҳам бажарилади, бунинг учун эса тегишли кесувчи асбоблардан фойдаланилади. Бундай асбоблар жумласига турли конструкциядаги зенкерлар, зенковкалар, разверткалар, ценковкалар, метчиклар ва бошқалар киради.

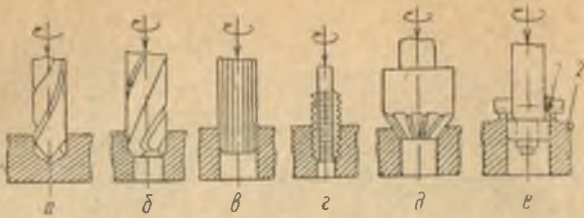
Пармалаш станокларига оид мослама ва керак-яроғлар

Тешик пармалаш ва тешикларга ишлов бериш процессини бажариш, заготовка ва кесувчи асбобларни ўрнатиш ҳамда маҳкамлаш учун махсус керак-яроғ ва мосламалардан фойдаланилади. Бундай керак-яроғ ва мосламалар жумласига пармалаш патронлари, цангали патрон, тез алмаштириладиган патрон, оралиқ втулкалар, кўп шпинделли головкалар, кондукторлар ва бошқалар киради.

Патронлар кесувчи асбобларни маҳкамлаш учун ишлатилади. Патрон эса шпинделга маҳкамланади. Кесувчи асбобнинг конуссимон қўйруғи станок шпинделидаги конуссимон тешикдан кичик бўлган ҳолларда оралиқ втулкалар ишлатилади. Кондукторлар пармани бўлажак тешик марказига аниқ йўналтириш учун хизмат қилади; кондукторлардан, асосан, сериялаб ва кўп-лаб ишлаб чиқариш шароитида фойдаланилади.

Пармалаш станокларида бажариладиган ишлар

Пармалаш станокларида тешик очишдан тортиб, тешикка ишлов беришгача бўлган операциялар билан боғлиқ хилма-хил



185- расм. Пармалаш станокларида бажариладиган ишлар схемаси:

а — пармалаш; б — зенкерлаш; в — развѣрткалаш, г — ички резьба қирқиш; д — зенковкалаш; е — ценковкалаш.

ишларни бажариш мумкин. Пармалаш станокларида бажариладиган ишларнинг асосий турлари 185-расмда схема тарзида кўрсатилган.

9-§. Фрезалаш станоклари ва уларда бажариладиган ишлар

Фрезалаш станоклари машинасозлик саноатида кенг қўламда ишлатиладиган металл кесиш станоклари жумласидан бўлиб, бу жиҳатдан олганда токарлик станокларидан кейинги иккинчи ўринда туради. Бу станоклар текисликларга ишлов бериш, винтавий ва тўғри ариқчалар очиш, шаклдор юзалар фрезалаш, тишли ғилдиракларнинг заготовкalarига тишлар фрезалаш, турли профилдаги резьбалар қирқиш ва бошқалар учун ишлатилади. Бундай станокларда фрезалаш схемаси 162-расм, е да кўрсатилган. Фрезалаш станоклари группасига консолли-фрезалаш, консолсиз-фрезалаш, бўйлама-фрезалаш, копирли-фрезалаш (андаза билан фрезалаш) станоклари киради. Консолли-фрезалаш станоклари вертикал, горизонтал, универсал-фрезалаш станокларини ўз ичига олади.

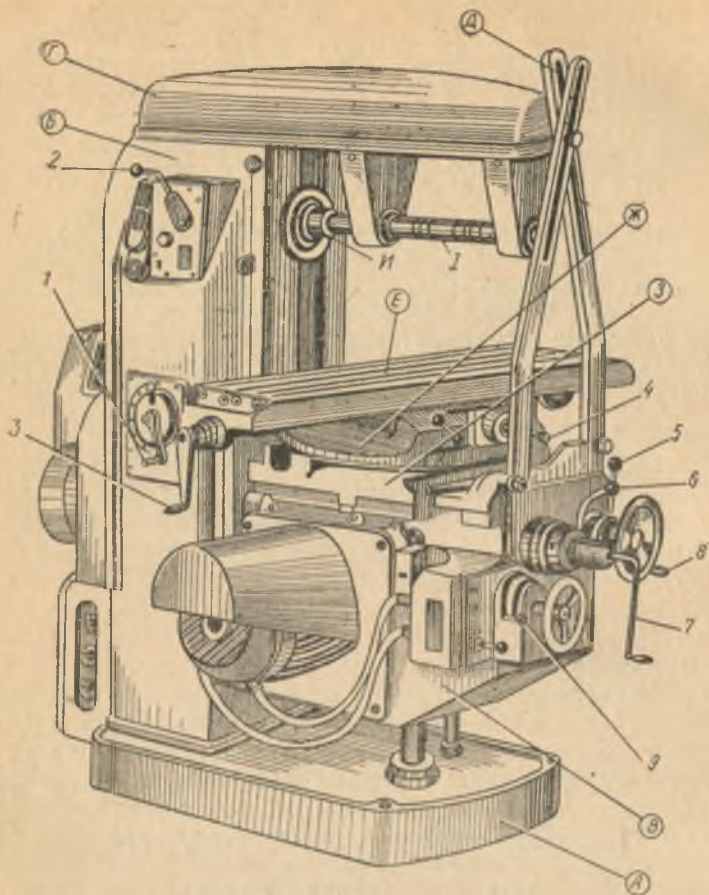
Консолли-фрезалаш станокларида фрезаланувчи заготовка маҳкамланган стол ўзаро тик учта йўналишда сурилади, баъзи моделларида эса шпиндель ўқиға нисбатан маълум бурчак остида ҳам силжий олади.

Консолсиз-фрезалаш станоклари нисбатан йирик заготовкalarга ишлов бериш учун мўлжалланган бўлиб, уларнинг столи фақат ўзаро тик икки йўналишда — бўйлама ва кўндаланг йўналишлардагина силжий олади.

Фрезалаш станокларида бош ҳаракат шпинделга маҳкамланган фрезанинг айланма ҳаракатидан, суриш ҳаракати эса станок столиға маҳкамланган заготовканинг силжиш ҳаракатидан иборат.

Универсал-фрезалаш станоклари

Универсал-фрезалаш станокларидан 6Н81 модели станокни кўриб чиқамиз. Бу станокнинг умумий кўриниши 186-расмда тасвирланган.



186-расм. 6Н81 модели универсал-фрезалаш станогининг умумий кўриниши;

1 — оправка; 1 — тезликларни ўзгартириш дастаси; 2 — шпиндель переборини ишга солиш дастаси; 3 — столни бўйлама йўналишда қўлда силжитиш дастаси; 4 — столнинг бўйлама сурилишини бошқариш дастаси; 5 — столнинг кўндаланг сурилишини бошқариш дастаси; 6 — столнинг вертикал сурилишини бошқариш дастаси; 7 — столни вертикал йўналишда қўлда силжитиш дастаси; 8 — суришни ўзгартириш чамбараги; 9 — суриш қўтиси переборини қайта улаш дастаси.

6Н81 модели универсал-фрезалаш станогининг асосий узеллардан (186-расм): асос А, станина Б, консоль В, хартум Г, хартумни консоль билан боғловчи элементлар Д, стол Е, столнинг бурилувчи қисми Ж, кўндаланг салазка З ва шпиндель И дан иборат бўлиб, яқка ва сериялаб ишлаб чиқариш шароитида унча катта бўлмаган заготовкани фрезалаш, шунингдек, қийшиқ тишли шестерня, зенкер, развертка ва шу кабиларнинг заготовканига винтавий ариқчалар қирқиш учун ишлатилади.

Станок асосининг ичи резервуар бўлиб, унга совитувчи суюқ-

лиқ қўйилади, станинасининг ички бушлиғига эса қуввати 5,8 квт ли бош ҳаракат электрик двигатели, тезликлар қутиси ва шпинделли узел жойлаштирилган; суриш қутисига ҳаракат қуввати 1,7 квт бўлган алоҳида электрик двигателдан узатилади.

Станокнинг ишлаш принципи. Ишлов бериладиган заготовка станокнинг столига машинавий тиски ёки махсус мослама ёрдамида маҳкамланади. Қўндирма фреза оправкага (186-расм, I) кийдирилиб, станок шпиндели (186-расм, II) га ўрнатилади. Фреза қўйруқли бўлса, у шпинделнинг конусига бевосита ёки цангали патрон воситасида маҳкамланади. Станок стол E, кўндаланг салазка Z ва консоль B ни механикавий ёки дастаки усулда тез силжитиш йўли билан соланади. Винтавий ариқча фрезалашда станок столи фрезаланувчи винтавий ариқчанинг қиялик бурчагига мувофиқ равишда бурилади.

Станокнинг бошқариш органлари ва уларнинг вазифаси 186-расм остида келтирилган.

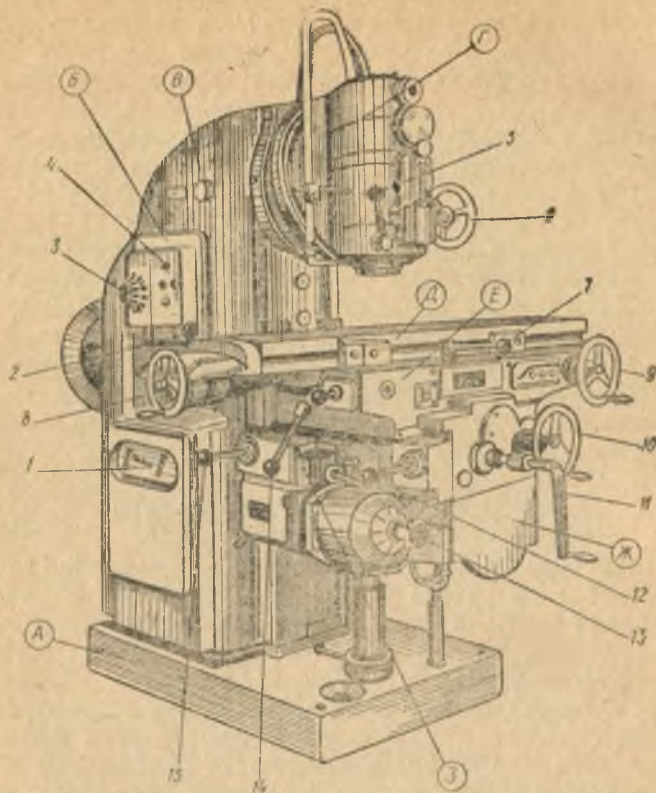
Вертикал-фрезалаш станоклари

Вертикал-фрезалаш станоклари якка ва сериялаб ишлаб чиқариш шароитида ўртача ўлчам ва оғирликдаги хилма-хил заготовкаларни торец, бурчакли ва шаклдор фрезалар ёрдамида жадал фрезалаш учун мўлжалланган. 187-расмда 6Н12ПБ модели вертикал-фрезалаш станогининг умумий кўриниши тасвирланган. Бу станокнинг 6Н81 модели горизонтал универсал-фрезалаш станогидан фарқи шуки, унда хартум бўлмайди ва шпиндели вертикал вазиятда жойлашган бўлади. Вертикал-фрезалаш станокларининг баъзи типларида шпиндель вертикал вазиятда жойлашган буриш плитаси билан таъминланган қўйма головкада туради. Бу ҳол фрезалаш процессида фрезани стол текислигига нисбатан маълум бурчак остида ўрнатиш имконини беради.

Бўйлама-фрезалаш станоклари

Бўйлама-фрезалаш станоклари катта ўлчамли заготовкаларни фрезалаш ёки ўртача ўлчамли бир неча заготовкани бирданига фрезалаш учун мўлжалланган. Бўйлама фрезалаш станокларида заготовка икки ва, ҳатто, уч томонлама фрезаланиши мумкин, шунинг учун улар жуда унумли бўлади. Бундай станокларнинг баъзи турларида бурилувчи головкалар бўлади ва қия юзаларни фрезалашга ҳам имкон беради.

188-расмда 6652 модели бўйлама-фрезалаш станогининг умумий кўриниши тасвирланган. Бу станокдан якка ва сериялаб ишлаб чиқариш шароитида пўлат ва чўян заготовкаларни қаттиқ қотишмали, шунингдек, тезкесар пўлатдан тайёрланган фрезалар билан фрезалашда фойдаланилади.



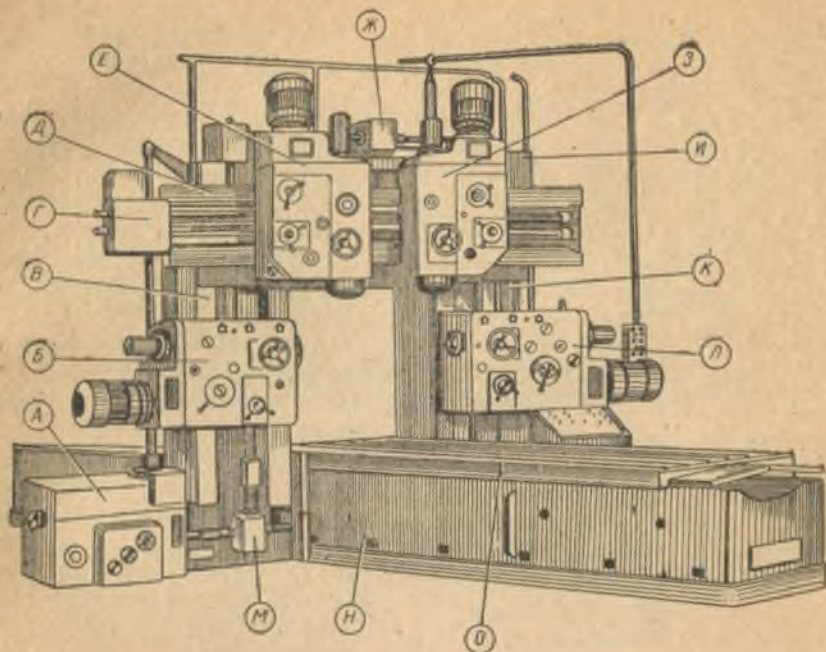
187-расм. 6Н12ПБ модели вертикал фрезалаш станогининг умумий кўриниши:

А — асос; В — станина; В — тезликлар қўтиси; Г — шпинделли головка; Д — стол; Е — кўндаланг салазка; Ж — консоль; З — суриш қўтиси; 1 — виключателлар пульти; 2 — шпинделнинг тезлигини ўзгартириш дастаси; 3 — шпинделнинг айланишлар сонини ростлаш қўлоғи; 4 — кнопкалар станцияси; 5 — шпиндель гильзасини сиқиш дастаси; 6 — шпиндель гильзасини дастаки силжитиш чамбараги; 7 — столнинг бўйлама сурилишини бошқариш дастаси; 8 ва 9 — столни бўйлама йўналишда дастаки силжитиш чамбараклари; 10 — столни кўндаланг йўналишда дастаки силжитиш чамбараклари; 11 — столни вертикал йўналишда қўлда силжитиш дастаси; 12 ва 15 — столнинг кўндаланг ва вертикал сурилишини бошқариш дасталари; 13 — суриш тезлигини ростлаш ва ўзгартириш қўлоғи; 14 — кўндаланг салазкани сиқиш дастаси.

Фрезаларнинг асосий турлари

Фрезалар конструкцияси, станокка маҳкамланиш усули, тишларининг шакли ва бошқа белгиларига кўра группаларга бўлинади.

Конструкциясига кўра, фрезалар яхлит, йиғма, кавшарланган тўғли фрезалар ва ўрнатма тишли головкаларга бўлинади. Яхлит фрезалар юқори сифатли асбобсозлик материалдан яхлит қилиб тайёрланади. Йиғма фрезалар корпуси легирланган конструкцион пўлатдан тайёрланиб, юқори сифатли асбобсозлик материалдан ясалган тишлар ана шу корпусга



188- расм. 6652 модели буйлама-фрезалаш станогининг умумий кўриниши:

А — суриш, шпинделли бабклар ва столни жадал силжитиш юритмаси; Б ва Л — чап ва ўнг горизонтал бабклар; В ва К — чап ва ўнг стойкалар; Г — вертикал бабкларни силжитиш механизми; Д — траверса; Е ва З — чап ва ўнг вертикал бабклар; Ж — траверсани силжитиш механизми; М — горизонтал бабкани силжитиш механизми; Н — станина; О — стол.

пона, конуссимон штифт билан ёки бошқа усулда маҳкамланади. Кавшарланган тигли фрезалар арзон конструкцион пулатдан тайёрланиб, унга юқори сифатли асбобсозлик материалдан ясалган тиглар кавшарланади. Урнатма тишли головкаларда тез алмаштирилиши мумкин бўлган тишлар (кескичлар) бўлади.

Станокка маҳкамланиш усулига кўра, фрезалар қўндирма, қуйруқли ва торец фрезаларга бўлинади. Қўндирма фрезалар шпиндель оправкасига маҳкамланади. Қуйруқли фрезалар станок шпинделига бевосита ёки цапгали патрон ёрдамида маҳкамланади. Торец фрезалар шпинделнинг торецига ўрнатилиб, болтлар билан маҳкамланади.

Тишларнинг шаклига (профилига) кўра фрезалар тишлари ўткир учли ва тишлари кертилган бўлади. Тишлари ўткир учли фрезалар кетинги юзасидан, тишлари кертилган фрезалар эса олдинги юзасидан чархланади.

Фрезаларнинг асосий турлари ва улар ёрдамида бажариладиган баъзи ишлар 189- расмда келтирилган.

Фрезалашда кесиш элементлари



189-расм. Фрезаларнинг асосий турлари:

а — цилиндрлик фреза; б — торцавий фреза; в — бурчакли торцавий фреза; г — пазлар учун дикавий фреза; д — «зигзаг» дискавий фреза (қисқартириш 2 ни алмаштириш йўли билан зарур кенгликдаги паз фрезаланиши мумкин); е — шлица; ж — кесиш фрезаси; з — цилиндрлик уч фреза; и — Т-симон паз; к — 4-уйиш фрезаси; л — сегменттик шпонка пазлари уйиш фрезаси; м — траповик тишлари, 6-уйиш фрезаси; н — ариқчалар 7 ва 8 ўйиш учун ишлатиладиган икки бурчакли фреза; о — тиши ялдиракнинг заготовккаларга тиш ўйиш учун ишлатиладиган модулли фреза.

Кесиш элементлари жумласига кесиш тезлиги, суриш қиймати, кесиш чуқурлиги ва фрезалаш эни қиради.

Фреза тишлари кесувчи қирраларининг фреза ўқидан энг узоқ нуқталарининг айланавий тезлиги *кесиш тезлиги* деб аталади. Кесиш тезлиги V билан белгиланади ва м/мин ҳисобида ўлчанади.

Фрезалашда бир тишга тўғри келадиган суриш, бир айланишга тўғри келадиган суриш ва минутлик суриш бўлади. Фреза бир тишга бурилганда заготовканинг силжиш оралиғи *бир тишга тўғри келадиган суриш* деб аталади ва S_z билан белгиланиб, мм/тиш ҳисобида ўлчанади; заготовканинг фреза бир марта айланганда силжиш оралиғи *бир айланнишга тўғри келадиган суриш* дейилади ва $S_{\text{айл}}$ билан белгиланиб, мм/айл ҳисобида ўлчанади, заготовканинг

фрезлага нисбатан силжиш тезлиги *минутлик суриш* деб аталади ва S_m билан белгиланади, минутлик суриш мм/мин ҳисобида ўлчанади.

Фрезалашдаги суришлар орасида қуйидаги боғланиш бор:

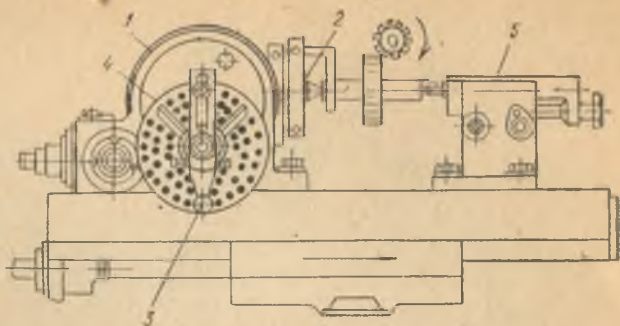
$$S_m = S_{\text{айл}} \cdot n = s_z \cdot z \cdot n \text{ мм/мин,}$$

бу ерда z — фреза тишлари сони; n — фрезанинг минутига айланишлар сони.

Заготовканинг фрезаланаётган юзаси билан фрезаланган юзаси оралиғи, яъни фрезанинг бир марта ўтишида кесиб олинган қатлам қалинлиги *кесиш чуқурлиги* деб аталади ва t билан белгиланиб, мм ҳисобида ўлчанади.

Фрезаланаётган юзанинг фреза ўқига параллел (торец фрезалашда — фреза ўқига тик) йўналишдаги эни *фрезалаш эни* дейилади ва B билан белгиланади. Фрезалаш эни мм ҳисобида ўлчанади.

190- расм. Универсал бўлиш головкасининг схемаси.



Фрезалаш станокларига оид асосий мослама ва керак-яроқлар

Асосий мослама ва керак-яроқлар жумласига деталларни маҳкамлаш учун хизмат қиладиган машинавий тиски, фрезалар ўрнатиладиган оправкалар, бурилувчи доиравий столлар, бўлиш головкалари ва бошқалар кирди.

Универсал бўлиш головкаси. Бу мосламадан фрезалаш станогида ишлов бериладиган заготовкани, масалан, болт каллагини, тишли ғилдирак заготовкани ва шу кабиларни тенг қисмларга бўлиш учун фойдаланилади. 190- расмда тишли ғилдиракларнинг заготовкаларига тишлар фрезалашда ишлатиладиган универсал бўлиш головкасининг схемаси тасвирланган. Расмдаги корпус 1 ичида шпиндель 2 жойлашган, шпиндель червякли узатма воситасида даста 3 билан боғланган. Демак, даста айлантирилганда шпиндель ҳам айланади. Шпинделнинг айланиш бурчаги дастанинг айланиш бурчагидан, дастанинг айланиш бурчаги эса бўлиш диски (лимб) 4 дан топилади. Кетинги бабқа 5 дан заготовкани марказларга ўрнатиб ишлашда фойдаланилади.

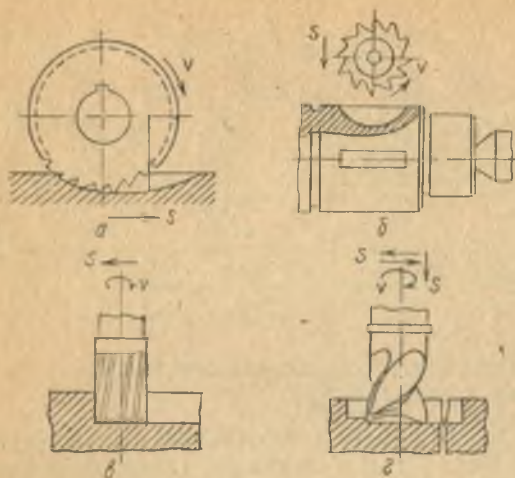
Фрезалаш станокларида бажариладиган ишлар

Фрезалаш станокларида хилма-хил ишлар бажарилиши мумкин. Масалан, уларда вертикал, горизонтал ва қия юзаларга ишлов берилиши, турли профилдаги ариқчалар очилиши, шаклдор юзалар фрезаланиши, тишли ғилдиракларнинг заготовкаларига тишлар фрезаланиши, турли профилдаги резьбалар қирқилиши ва бошқа ишлар бажарилиши мумкин.

Турли фрезалар ёрдамида шпонка ариқчалари фрезалаш схемаси 191- расмда тасвирланган.

10-§. Жилвирлаш станоклари ва уларда бажариладиган ишлар

Аниқ ўлчамли ва тоза юзали деталлар ҳосил қилиш мақсадида заготовкаларга ишлов бериш станоклари жилвирлаш станоклари группасини ташкил этади. Жилвирлаш станоклари



191-расм. Шпонка ариқчалари фрезалаш схемаси:

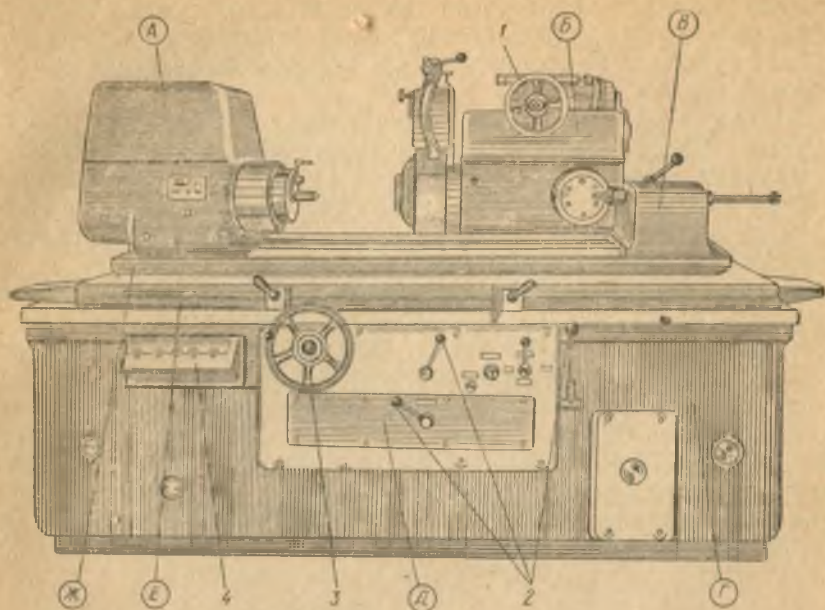
a — дискавий фреза билан; *б* — сегментий шпонка учун; *в* — оддий уч фреза билан; *г* — шпонкавий фреза билан.

доиравий ички, марказсиз ва ясси жилвирлаш станокларига бўлинади. Доиравий жилвирлаш станоклари заготовкларнинг сиртқи цилиндрик, конуссимон ва шаклдор юзаларини жилвирлаш учун мўлжалланган. Бундай станокларда жилвирлаш схемаси 162- расм, ж да кўрсатилган. Ички жилвирлаш станоклари очиқ ва берк цилиндрик ҳамда конуссимон тешикларни жилвирлаш, марказсиз жилвирлаш станоклари эса цилиндрик текис заготовкларга, шунингдек, шаклдор юзаларга ишлов бериш учун мўлжалланган. Ясси жилвирлаш станоклари заготовкларнинг ясси юзаларини жилвирлаш учун хизмат қилади. Бундай станокда жилвирлаш схемаси 162- расм, з да келтирилган.

Доиравий жилвирлаш

192- расмда 3151 модели доиравий жилвирлаш станогининг умумий кўриниши тасвирланган. Бу станокнинг олдинги бабкаси *A* да заготовкани айланма ҳаракатга келтириш юритмаси жойлашган. Жилвирлаш бабкаси *B* стол *E* нинг бўйлама йўналтирувчиларида сурила олади.

Станокнинг техникавий характеристикаси. Жилвирланиши мумкин бўлган энг катта заготовканинг диаметри 200 мм; марказлари орасидаги энг катта масофа 750 мм; столнинг энг узун йўли 780 мм; столнинг бурилиши-мумкин бўлган энг катта бурчак $\pm 6^\circ$; жилвирлаш бабкасининг кўндаланг йўналишдаги энг узун йўли 200 мм; жилвирлаш тошининг минутига айланишлар сони 1050; олдинги бабка патронининг айланиш тезликлари сони 3; олдинги бабка патрони минутига 15 мартадан 300 мартагача айлана олади; столнинг бўйлама йўналишда силжиш тезлигининг энг кичиги 0,1 м/мин, энг каттаси эса 10 м/мин; жилвирлаш бабкасининг радиал сурилиш чегаралари 0,01 дан 0,03 мм гача; асосий электрик двигателининг қуввати 7 квт.



192- расм. 3151 модели доиравий-жилвирлаш станогининг умумий кўриниши
 А — олдинги бабка (буюм бабкеси); Б — жилвирлаш бабкеси; В — кетинги бабка; Г — станина; Е — стол; Ж — буриш плитаси; 1 — жилвирлаш бабкасини кўндаланг йўналишда дастаки силжитиш чамбараги; 2 — столнинг гидравлик юритмасини бошқариш дасталари; 3 — столни бўйлама йўналишда дастаки силжитиш чамбараги; 4 — кнопкалар станцияси.

Бу станокда кесиш ҳаракати жилвирлаш тошининг айланма ҳаракатидан, бўйлама суриш ҳаракати заготовка ўрнатилган столнинг тўғри чизиқли илгариланма-қайтар ҳаракатидан, кўндаланг суриш ҳаракати столнинг бир юришида жилвирлаш бабкасининг радиал йўналишда даврий равишда силжиш ҳаракатидан, доиравий суриш ҳаракати олдинги бабкадаги поводокли патроннинг доиравий силжишидан, ёрдамчи ҳаракатлар эса столни бўйлама йўналишда дастаки силжитиш, жилвирлаш бабкасини кўндаланг йўналишда дастаки силжитиш, жилвирлаш тошининг гидравлик юритма ёрдамда жадал қайтариш ҳаракатларидан иборат.

Станокнинг ишлаш принципи. Заготовка олдинги ва кетинги бабкаларнинг марказларига ўрнатилади ва поводокли патрон ёрдамида айланма ҳаракатга келтирилади-да, заготовка бўйлама суриш билан жилвирланади. Жилвирлашнинг бўйлама суришсиз ва чуқур ботириш усуллари ҳам бор.

Ички жилвирлаш. Ички жилвирлашнинг икки усули бор. Булардан бирида заготовка айланади, иккинчисида эса заготовка қўзғалмайди. Биринчи усул анча аниқ ишлашга имкон берганлиги учун ундан кўпроқ фойдаланилади. Бу усулда заготовка

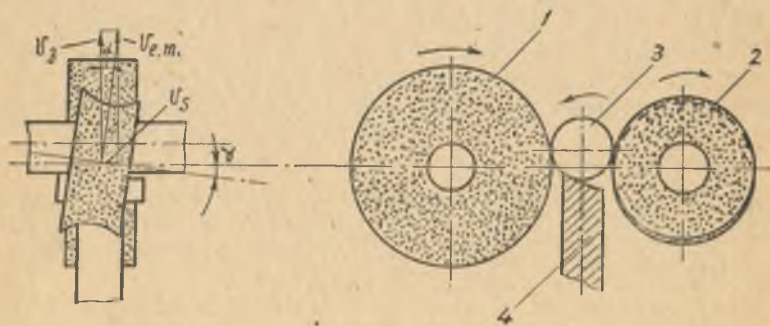
жилвирлаш тоши айланаётган томоннинг тескарисига айланади. Жилвирлаш тоши заготовканинг ишлов берилаётган тешиги ўқи бўйлаб сурилади ва тегишли кесиш чуқурлигигача кундалангига силжиб туради.

Иккинчи усул катта заготовкаларнинг тешикларига ишлов беришда қўлланилади. Бунда заготовка қўзғалмас қилиб маҳкамланади, жилвирлаш тошига эса айланма ва илгариланма-қайтар ҳаракат берилади; булардан ташқари, жилвирлаш тоши кундалангига сурилиб ҳам туради, бу ҳол тошни тегишли кесиш чуқурлигига тўғрилаш имконини беради.

Марказсиз жилвирлаш. Бу усулда бир томоннинг ўзига айланувчи иккита тошдан: жилвирловчи тош 1 ва етакчи тош 2 дан фойдаланилади (193- расм). Жилвирланувчи цилиндрик заготовка, масалан, поршень бармоғи 3 пичоқ 4 устига, иккала тош оралиғига жойлаштирилади. Жилвирловчи тош 30 м/сек чамаси тезлик билан айланиб, кесиш ишини бажаради, етакчи тош эса 15—25 м/мин тезлик билан айланади. Етакчи тошнинг вазифаси заготовкани тутиб туриш, уни ўз тезлигига яқин тезлик билан айлантириш ва зарур бўлган тақдирда, унга бўйлама суриш ҳаракати беришдан иборат. Заготовкага бўйлама суриш ҳаракати бериш учун, етакчи тош ўқи жилвирловчи тош ўқига α бурчак ҳосил қиладиган вазиятга келтирилади. α бурчак қанча катта бўлса, бўйлама суриш қиймати шунча катта бўлади, аммо бунда ишлов бериш аниқлиги ва юзанинг тозаллиги ёмонлашади, α бурчак, одатда, 1 дан 6° гача қилиб олинади. Агар $\alpha = 0^\circ$ бўлса, заготовка сурилмай, фақат айланади.

Марказсиз жилвирлаш усулидан йирик сериялаб ва кўплаб ишлаб чиқариш шароитида цилиндрик деталларга ишлов беришда фойдаланилади.

Ясси жилвирлаш. Бу усулда жилвирлаш тошининг четидан ёки торецидан фойдаланилади. Биринчи ҳолда жилвирлаш тошининг ўқи заготовканинг жилвирланиши лозим бўлган юзасига параллел, иккинчи ҳолда эса перпендикуляр вазиятда бўлади.



193- расм. Марказсиз жилвирлаш схемаси.

Бу иккала ҳолда ҳам бош ҳаракат тошнинг айланма ҳаракатидан, суриш ҳаракати эса заготовканинг горизонтал йўналишда илгариланма-қайтар ҳаракатидан иборат. Биринчи ҳолда заготовка горизонтал шпинделли ясси жилвирлаш станогининг столига, тош шпинделга ўрнатилиб, жилвирлаш тоши айланма ва кўндаланг йўналишда илгариланма ҳаракатга, стол эса бўйлама йўналишда илгариланма-қайтар ҳаракатга (суриш ҳаракатига) келтирилади. Иккинчи ҳолда заготовка вертикал шпинделли ясси жилвирлаш станогининг столига ўрнатилиб, жилвирлаш тоши айланма ҳаракатга, стол эса горизонтал йўналишда илгариланма-қайтар ҳаракатга келтирилади, тошнинг вертикал йўналишда кесиш чуқурлиги қадар силжиши ҳар қайси ўтишдан кейин амалга оширилади.

Жилвирлаш процессининг моҳияти. Материалларни жилвирлаш тоши ёрдамида кесиш процесси *жилвирлаш* деб аталади. Жилвирлашдан кўзда тутиладиган мақсад заготовкадан жуда юпқа қатлам кесиб олиш орқали аниқ ўлчамли ва тоза юзалар ҳосил қилишдан иборат.

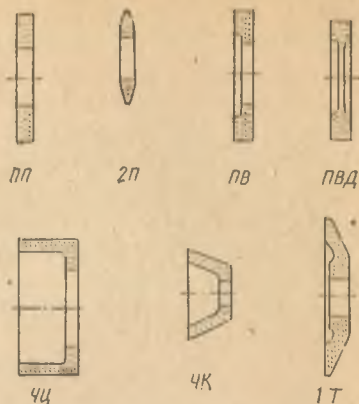
Жилвирлашда кесувчи асбоб сифатида ҳар хил шаклли ва ўлчамли тошлар ишлатилади. Жилвирлаш тошларининг асосий шакллари 194-расмда тасвирланган.

Жилвирлаш тошини жуда кўп тишли фреза деб тасаввур қилиш мумкин. Дарҳақиқат, жилвирлаш процессида тошнинг иш сиртидаги ҳар бир дона фрезанинг тиши каби ишлайди. Жилвирлаш тоши 2-классгача аниқликдаги ва 10-классгача тозалликдаги юзалар ҳосил қилишга имкон беради.

Жилвирлаш процессида тошнинг ҳар ўтишида заготовка сиртидан 0,005 дан 0,05 мм гача қўйим кесиб олинади.

Ясси жилвирлашда *кесиш тезлиги* жилвирлаш тошининг айланавий тезлигига тенг бўлиб, v билан белгиланади ва м/сек ҳисобида ўлчанади. Доиравий жилвирлашда *кесиш тезлиги* қўйидаги формула билан ифодаланади:

$$v_{жт} = \frac{\pi \cdot D_{жт} \cdot n_{жт}}{1000 \cdot 60} \text{ м/сек,}$$



194-расм. Жилвирлаш тошларининг асосий шакллари:

ПП — тўғри профилли ясси; 2П — икки ёқлама конуссимон профилли; ПВ — бир ёқлама ўйиқли ясси; 4Ц — цилиндрик косача; 4К — конуссимон косача; 1Т — тарелкасимон.

бу ерда $D_{\text{жт}}$ — жилвирлаш тошининг диаметри, мм; $n_{\text{жт}}$ — жилвирлаш тошининг минутига айланишлар сони. Заготовканинг *айланиш тезлиги* қуйидагича ифодаланди:

$$v_3 = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_3}{1000} \text{ м/мин},$$

бу ерда d_3 — заготовканинг диаметри, мм; n_3 — заготовканинг минутига айланишлар сони. Хомаки жилвирлашда $v_3 = 20$ — 60 м/мин, тозалаб жилвирлашда эса $v_3 = 2$ — 4 м/мин бўлади.

Ишлов бериладиган заготовканинг жилвирлашдан олдинги диаметри билан тошнинг бир ўтишида жилвирлангандан кейинги диаметри орасидаги айирманинг ярми *кесиш чуқурлиги* деб аталади ва t билан белгиланади:

$$t = \frac{d - d_1}{2} \text{ мм},$$

бу ерда d — заготовканинг жилвирлашдан олдинги диаметри, мм; d_1 — заготовканинг жилвирлангандан кейинги диаметри, мм. Кесиш чуқурлиги 0,005 дан 0,09 мм гача қилиб олинади.

Жилвирлаш тоши ёки заготовканинг шпиндель бир марта айланганда ўқ бўйлаб силжиш қиймати *бўйлама суриш* деб аталади ва s_6 билан белгиланади. Бўйлама суриш қиймати жилвирлаш тошининг энига қараб олинади:

$$s_6 \approx (0,3 - 0,6) B \text{ мм/айл},$$

бу ерда B — жилвирлаш тошининг эни, мм.

Материалларни жилвирлашда ишлатиладиган тошлар абразив* материаллардан тайёрланади.

Абразив материаллар. Булар ниҳоятда қаттиқ моддалардир. Абразив материаллар табиий ва сунъий бўлади. Табиий абразивларга корунд, табиий олмос, қум ва бошқалар, сунъий абразивларга эса кремний карбид, электрокорунд, бор карбид, сунъий олмос ва бошқалар киради.

Корунд гилтупроқ (Al_2O_3) дан иборат жуда қаттиқ минералдир.

Кремний карбид (карборунд) кремний билан углероднинг химиявий бирикмаси (SiC) бўлиб, кварц қумига кўмир кукуни қушиб, электрик ёй печда $2000^\circ C$ чамаси температурада суюқлантириш йўли билан олинади. Кремний карбиднинг икки тури бор: қора (КЧ) ва яшил (КЗ). Кремнийнинг яшил карбиди қорасидан кўра тоза ва қаттиқ бўлади.

Электрокорунд гилтупроқни электрик ёй печда суюқлантириш йўли билан олинандиган жуда қаттиқ материал. Унинг учта тури мавжуд: нормал электрокорунд (Э), оқ электрокорунд (ЭБ) ва монокорунд.

Бор карбид (B_4C) техникавий борат кислотага нефть

* Абразив сўзи латинча abrasio (французча abrasit) сўзидан олинган бўлиб, унинг маъноси *кириш* демакдир.

кокси қушиб, электрик ёй педча суюқлантириш йули билан оли-
нади. Унинг таркибида 75% В ва 25% С бўлади.

Абразив материалларнинг донадорлиги. Абразив доналарининг ўлчами (номери) элакнинг шу доналар ўтган кўзлари ўлчами билан аниқланади ва миллиметрнинг юздан бир улушларида ўлчанади.

ГОСТ 3647—59 га кўра, донадорликнинг учта группаси бор: а) номерлари 16, 20 бўлган майда донали, номерлари 25, 32, 40, 50 бўлган ўртача донали, номерлари 63, 80, 100 бўлган йирик донали, номерлари 125, 160, 200 бўлган анча йирик донали жил-
вирдона; б) номерлари 3, 4, 5 бўлган майин донали, номерлари 6, 8, 10, 12 бўлган майда донали жилвир порошоклар; в) номер-
лари М5, М7, М10, М14, М20, М28, М40 бўлган микропорошок-
лар.

Жилвирлаш тошлари тайёрлашда абразив доналарини бир-
бирига ёпиштирувчи (боғловчи) материаллар ишлатилади. Бун-
дай материаллар органик ва аорганик бўлиши мумкин.

Органик боғловчиларга бакелит (Б) ва вулканит-
лар (В) киради. Бакелит боғловчиларнинг ўтга чидамлилиги
вулканит боғловчиларникидан юқори бўлади.

Аорганик боғловчилар жумласига керамикавий (К), силикатий (С), магнезиал (М) боғловчилар киради.

Керамикавий боғловчи гил, дала шпати ва талькдан иборат бўлиб, сувга, ўтга, химиявий ва механикавий (статикавий) таъ-
сирларга чидайди, аммо динамикавий таъсирларга яхши бардош
бера олмайди.

Силикатий боғловчи кварц қуми, суюқ шиша ва гилдан ибо-
рат бўлиб, сувга унча бардош бера олмайди ва, шунинг учун,
кам ишлатилади.

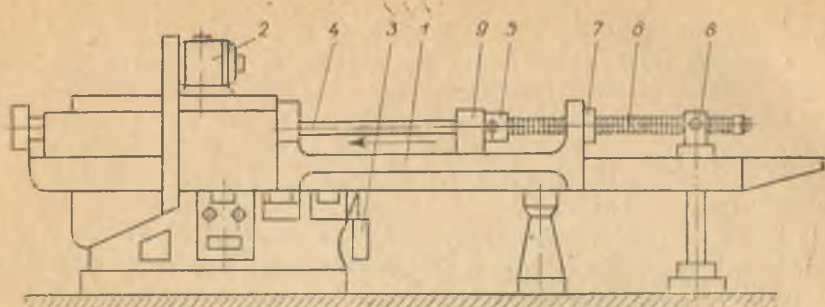
Магнезиал боғловчи магний оксид билан магний хлориддан
иборат бўлиб, жуда пухта материалдир.

Жилвирлаш тошларининг қаттиқлиги боғловчи материал-
нинг абразив доналарини тута олиш хусусиятига боғлиқ. Жил-
вирлаш тошларининг қаттиқлиги бир ёки иккита ҳарф ҳамда
рақамлар билан белгиланади: юмшоқ — М1, М2, М3; юмшоқ-
лиги ўртача — СМ1, СМ2; ўртача — С1, С2; қаттиқлиги ўрта-
ча — СТ1, СТ2, СТ3; қаттиқ — Т1, Т2; жуда қаттиқ — ВТ1, ВТ2;
ниҳоятда қаттиқ — ЧТ1, ЧТ2.

Материалларга ишлов беришда жилвирлаш тоши танлаш
материалнинг хоссасига, ҳосил қилиниши керак бўлган юзанинг
талаб этиладиган тозалик даражасига, ишлов бериш режими ва
бошқа факторларга боғлиқ.

11-§. Протяжкалаш (сидириш) станоклари ва уларда бажариладиган ишлар

Протяжкалаш схемаси 166-расм, *и* да кўрсатилган. Ишлов
бериладиган юзаки цилиндр ёки рейка шаклидаги, кўп тигли
кесувчи асбоб — протяжка ёрдамида сидириш процесси *протяж-*



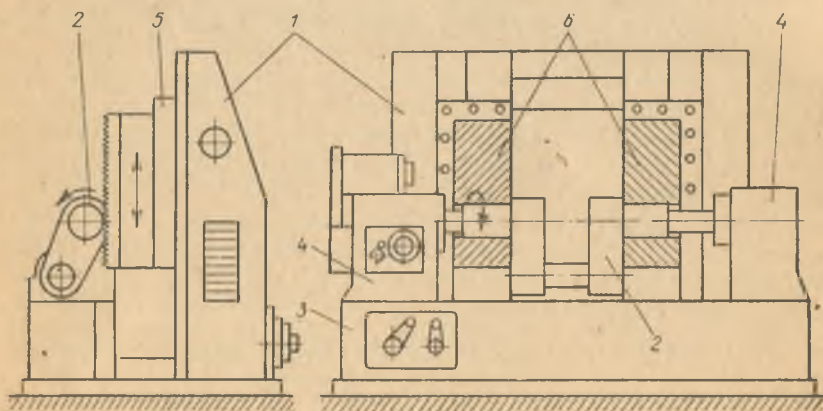
195- расм. Горизонтал-протяжкалаш станогининг умумий кўриниши:

- 1 — станина; 2 — электик двигателъ; 3 — гидроюритма; 4 — шток; 5 — натрон;
6 — протяжка; 7 — заготовка; 8 — қўзғалувчан люнет; 9 — қўзғалувчан ползун.

калаш деб аталади. Сидириш процесси протяжкалаш станокларида протяжка ёрдамида бажарилади. Протяжкалаш станоклари конструкцияси жиҳатидан *горизонтал* ҳамда *вертикал* станокларга, технологик аломатлари жиҳатидан эса *ички* ва *сиртқи сидириш* станокларига бўлинади (баъзан, ички сидириш ҳам, сиртқи сидириш ҳам битта станокнинг ўзида бажарилади).

Горизонтал-протяжкалаш станогининг умумий кўриниши 195-расмда, вертикал-протяжкалаш станогининг умумий кўриниши эса 196-расмда тасвирланган.

Горизонтал-протяжкалаш станогида тешигига ишлов бериладиган заготовка станок тутқичига ўрнатилади-да, унинг тешигидан протяжканинг қуйруғи ўтказилиб, патронга маҳкамланади, сўнгра патрон 195-расмда стрелка билан кўрсатилган томонга ҳаракатлантирилади, натижада тешик юзаси сидирилади (протяжкalanadi).



196- расм. Вертикал-протяжкалаш станогининг умумий кўриниши:

- 1 — станина; 2 — заготовка (тирсакли вал); 3 — стол; 4 — бабкалар;
5 — ползун; 6 — протяжка лар.

Вертикал-протяжкалаш станогиди сидириш процесси қуйидагича амалга оширилади: станина 1 нинг (196-расм) вертикал йўналтирувчилари бўйлаб, протяжка 6 ўрнатилган ползун 5 сурилади. Стол 3 да иккита бабка 4 бўлиб, уларнинг чапдагиси заготовкани (тирсакли вал 2 ни) тутиб туради. Иш юриши вақтида протяжка айланаётган заготовкага қарши ҳаракатланади, натижада тирсакли валнинг бўйни сидирилади (протяжкаланади).

Протяжкалаш усулидан йирик сериялаб ва кўплаб маҳсулот ишлаб чиқаришда майда ва ўртача ўлчамли заготовкаларга ишлов беришда фойдаланилади. Сидириш процесси юқори унумли, протяжкалар анча турғун, сидирилган юзалар анча тоза (5...9- класс тозалигида) ва анча аниқ (2...3- класс аниқлигида) бўлганлигидан бу усул илғор усуллар жумласидандир.

12-§. Металл кесиш станокларида ишлашда хавфсизлик техникаси

Металл кесиш станокларида хавфсизлик техникасининг тегишли қоидаларини яхши биладиган кишиларнинггина ишлашига рухсат этилади. Ана шу қоидаларга оид муҳим маълумотларни келтириб ўтамиз.

Станокнинг ҳаракат узатиш билан боғлиқ бўлган барча қисмлари станина ичига яхшилаб беркитилган бўлиши лозим. Станокчини электр уришидан сақлаш учун, юргизиб юбориш мосламалари яхшилаб изоляцияланади ва станок ҳам, электрик двигатель ҳам ерга туташтирилади. Тезликлар ва суриш қутилари, реверслаш механизми қутиси станокчи учун хавфсиз бўлиши таъминланади.

Токарлик станокларига туртиб чиққан қисмлари бор патронлар ўрнатишга рухсат этилмайди. Токарлик станоклари ва бошқа станокларда чиқаётган қиринди станокчига шикаст етказмаслиги учун шаффоф материалдан ясалган иҳота қурилмалари ўрнатилади.

Жилвирлаш тошларини станокка ўрнатишдан олдин улар яхшилаб текширилади: дарз кетган жойлари бор-йўқлигини аниқлаш учун ёғоч тўқмоқ билан уриб кўрилади, дарз жойлари бўлмаган тошлар эса махсус стендда иш тезлигидан юқори тезликда синаб кўрилади. Жилвирлаш станокларининг тошлари кожухлар воситасида иҳоталанади.

Заготовкани ва кесувчи асбобларни станокка ўрнатиш, маҳкамлаш ва уларни станокдан чиқариб олиш станокчига хавфсиз бўлиши таъминланади. Станокларда электрик двигателдан ҳаракат узатувчи воситалар ва станокчи учун хавф туғдирадиган ҳаракатланувчи барча қисмлар иҳоталанади.

Станокда ишлашда осон ўт оладиган суюқликлардан фойдаланиш лозим бўлганда, шунингдек, осон алангаланувчи, қотишмаларни кесиб ишлашда станокчининг иш ўрни ўт ўчириш воситалари билан таъминланади.

Станокчининг иш ўрни туғри ёритилишига катта аҳамият берилиши зарур. Хавфсизлик техникасига оид мукамал маълумотни махсус адабиётдан қараш тавсия этилади.

Савол ва топшириқлар

1. Металларни кесиб ишлашнинг асосий усулларини схема тарзида ифодаланг.
2. Қўйим нима ва у кесиб ишлаш унумдорлигига қандай таъсир этади?
3. Кескичининг асосий қисмлари ва элементларига нималар киради ва уларнинг вазифалари нимадан иборат?

4. Кескичнинг геометрик параметрларини айтиб беринг.
5. Кесиш процесси қандай элементлардан иборат?
6. Кескичга қандай кучлар таъсир этади ва уларнинг бир-бирига тақрибий нисбати қандай? Кескичнинг турғунлиги нима?
7. Қиринди ҳосил бўлиш процесси ва қиринди турларини айтиб беринг.
8. Токарлик-винтқирқиш станогининг асосий узелларини айтиб беринг.
9. Токарлик станокларида қандай ишлар бажарилади?
10. Токарлик-револьвер станокларининг токарлик станокларидан фарқи нимада? Токарлик ярим автоматлари ва автоматларининг ўзига хос хусусиятларини айтиб беринг.
11. Токарлик станокларининг мослама ва керак-яроқлари жумласига нималар киради?
12. Рандалаш станокларининг турларини ва уларда бажариладиган ишларни айтиб беринг. Уйиш станокларида қандай ишлар бажарилади?
13. Пармалаш станокларининг қандай турлари бор ва уларнинг вазифаси нима? Пармалаш станокларида қандай кесувчи асбоблар ишлатилади?
14. Фрезалаш станоклари қандай турларга бўлинади ва уларда қандай ишлар бажарилади?
15. Фрезаларнинг турларини айтиб беринг. Фрезалашда кесиш элементлари нималардан иборат?
16. Фрезалаш станокларининг мослама ва керак-яроқларини айтиб беринг. Булиш головкасининг вазифаси нима?
17. Жилвирлаш станокларининг қандай турларини биласиз ва уларда қандай ишлар бажарилади?
18. Жилвирлаш процессининг моҳияти нимадан иборат? Ясси жилвирлашда кесиш тезлиги нимага тенг? Доиравий жилвирлашда кесиш тезлиги қандай аниқланади?
19. Абразив материаллар нима? Абразив материалнинг дондорлиги нима билан аниқланади? Жилвирлаш тошлари тайёрлашда қандай боғловчи материаллардан фойдаланилади?
20. Металларни кесиб ишлашда хавфсизлик техникасининг асосий қоидаларини айтиб беринг.
21. Протяжкалаш (сидириш) станокларининг турларини айтиб беринг. Бу станокларда қандай ишлар бажарилади?

XIII БОБ

МЕТАЛЛАРГА ИШЛОВ БЕРИШНИНГ ЭЛЕКТР-ФИЗИКАВИЙ ВА ЭЛЕКТР-ХИМИЯВИЙ УСУЛЛАРИ

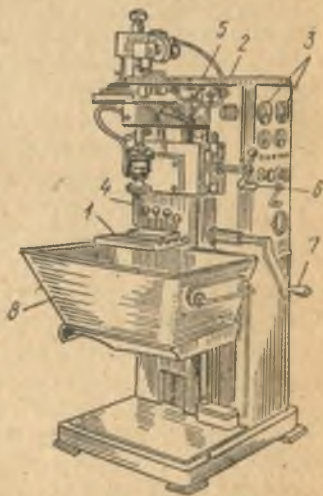
Металларга ишлов беришнинг электр-физикавий ва электр-химиявий усуллари одатдаги кесувчи асбоблардан эмас, балки электр токи таъсирида содир бўладиган физика-химиявий процесслардан фойдаланишга асосланган. Бу усуллар механикавий ишланиши жуда қийин бўлган ёки мутлақо мумкин бўлмайдиган материалларга, чунончи, ванадий, вольфрам, титан ва бошқа қийин суюқланувчи металллар асосида тайёрланган материаллар, қаттиқ қотишмалар ва бошқа материалларга ишлов беришда қўлланилади. Материалларга ишлов беришнинг бу усуллари жумласига электр-учқун ва электр-импульс усуллари, анод-механикавий усул, электр-контакт усули, электр-механикавий, электр-химиявий, химия-механикавий усуллар, ультратовуш усули ва бошқа усуллар киради. Ана шу усуллардан баъзиларини кўриб чиқамиз.

1- §. 'Электр-учқун усули

Электр-учқун усули қаттиқ жисм юзасига юбориладиган учқун разряд таъсирида шу юзанинг емирилиш ҳодисасига асосланган. Бу усулни 1943 йилда совет олимларидан Б. Р. Лазаренко билан Н. И. Лазаренко кашф этганлар. Электр-учқун усулидан синиб қолган парма, метчик ва бошқа кесувчи асбобларни чиқаришда, ингичка ва мураккаб тешиклар очишда, кесувчи ва ўлчаш асбобларининг сиртқи қатламларини пухта-лаш ва бошқа мақсадларда фойдаланилади.

Электр-учқун усулида ишлов беришнинг моҳияти қуйидагилардан иборат. Ишлов бериладиган заготовка ўзгармас ток манбаининг мусбат қутбига, асбоб эса манфий қутбига уланади. Бунда заготовка анод, асбоб эса катод ролини ўтайди. Асбоб (катод) заготовка (анод)га томон маълум оралиққача (ток кучланиши 220 В ва конденсатор* сифими 300—400 мкф бўлганда 0,05 мм чамаси оралиққача) яқинлаштирилганда электр майдони таъсири остида электронлар оқими катоддан анодга ўта бошлайди, натижада электродлар орасида учқун ҳосил бўлади. Бунда заготовканинг ишлов бериш зонасида температура 6000—10000°C га етади. Бундай температурада металл суюқланади ва, ҳатто, буғланади ва ташқарига отилиб чиқади, натижада ишлов берилаётган заготовкада чуқурча ҳосил бўлади. Асбоб заготовканинг ишлов берилаётган зонасига секин-аста ботириб борилса, бу зонада асбоб шаклига монанд тешик ҳосил бўлади. Асбоб билан заготовка орасидаги зарур тирқишни ўзгартирмаган ҳолда асбобни суриб туриш учун махсус реледан фойдаланилади. Заготовканинг суюқланган қисми асбобга ўтириб қолмаслиги учун, учқун зонаси ток ўтказмайдиган суюқлик, масалан, минерал мой билан кўмилади.

Учқун разряднинг интенсивлиги ва давом этиш вақти конденсатор сифими, ток кучи ва кучланишига, асбоб-электрод ва заготовка материаллари ва бошқа факторларга боғлиқ. Металларга электр-учқун усулида ишлов беришда сифим 0,25 дан 600 мкф гача, ток кучи 0,2 дан 300 А гача, кучланиши эса 10 дан 220 В гача бўлади. Сифим, ток кучи ва кучланишининг ортиси билан ишлов бериш сифати пасаяди.



197- расм. Электр-учқун станогининг умумий кўриниши.

* Конденсаторнинг вазифаси энергияни тўплаш ва уни бир онда чиқариб, учқун разряд ҳосил қилишдан иборат.

195-расмда тешиklar очиш учун ишлатиладиган электр-уқун станогининг умумий кўриниши тасвирланган.

Станокнинг ишлаш принципи қуйидагича: ишлов бериладиган заготовка станокнинг столи 1 га ўрнатилади, асбоб-электрод 4 бўлажак тешик ўрнига дасталар 2 ва 6 ёрдами билан тўғриланади. Шундан кейин минерал мойли бак 8 даста 7 воситасида кўтарилиб, заготовка мой билан кўмилади-да, станок ишга туширилади ва даста 4 ёрдамида асбоб-электрод заготовкага уқун ҳосил бўлгунча яқинлаштирилади. Шундан кейин реле ишга солинади ва тешиш иши автоматик равишда давом эттирилади. Тешиш процессининг қандай бораётганлигини махсус асбоблар 6 ёрдамида кузатиб туриш мумкин.

2-§. Анод-механикавий усул

Анод-механикавий усулни 1943 йилда совет олими В. Н. Гусев ихтиро этган бўлиб, унинг моҳияти қуйидагилардан иборат. Ишлов бериладиган заготовка ўзгармас ток манбаининг мусбат қутбига, асбоб эса манфий қутбига уланади, бинобарин, заготовка анод, асбоб эса катод ролини ўйнайди. Заготовка билан асбоб оралиғига соплодан махсус суюқлик (электролит) оқизиб турилади. Занжирдан ток ўтказилганда электр-химиявий процесс боради, натижада заготовка (анод) сиртида электр-химиявий коррозия маҳсулоти — ток ўтказмайдиган парда ҳосил бўлади, асбоб (катод) заготовкага бирор босим остида сиқилиб, айланма ҳаракатга келтирилади, бунда асбоб заготовка сиртидан пардани осонгина қириб боради. Заготовканинг парда қириб олинган сиртида янги парда ҳосил бўлади, асбоб эса янги пардани ҳам қириб олади ва ҳоказо. Бу процесс заготовка зарур шакл ва ўлчамга келгунча давом эттирилади.

Ток режимига қараб, анод-механикавий ишлов бериш процесси турлича ўтади: ток кучи пастроқ (5—10А) бўлганда фақат электр-химиявий процесснинг ўзи содир бўлади, ток кучи юқори (50—100 А) бўлганда эса заготовканинг ишлов берилаётган юзасидаги пардасиз металл тароқчалари суюқланади ва унинг қириб олиниши тезлашади. Бинобарин, металлларга ишлов беришнинг анод-механикавий усули токнинг электр-химиявий ва иссиқ таъсирларига асосланган.

Асбоб (катод) сифатида, кўпинча, мисдан тайёрланган диск ёки лентадан, электролит сифатида эса калий ёки натрий силикатнинг сувдаги эритмасидан фойдаланилади.

Металлларга анод-механикавий ишлов беришда ҳар хил конструкцияли станоклардан фойдаланилади.

Анод-механикавий усул кесувчи асбобларни чархлаш ва қайрашда, металларни қирқиш ва бошқаларда қўлланилади.

3-§. Электр-контакт усули

Электр-контакт усулидан ҳар хил заготовка ва асбобларга ишлов беришда фойдаланилади. Бу усул берк занжирдан ўтаётган токнинг шу занжир қаршилигига тўғри пропорционал миқдорда иссиқлик ҳосил қилишига асосланган. Занжирнинг қаршилиги унинг контактида энг катта бўлганлигидан бу жойда кўп миқдор иссиқлик ажралиб чиқади. Масалан, ток манбаининг манфий қутбига уланган металл электрод (диск) 1 ток манбаининг мусбат қутбига уланган металл (заготовка) 2 га кичикроқ босим остида тегизилиб (198-расм), занжирдан ток ўтказилса, дискнинг заготовкага тегиб турган (контактда бўлган) жойида кўп миқдор иссиқлик ажралиб чиқади, натижада юқори температура ҳосил бўлиб, заготовка металини суюқлантиради. Агар диск айланма ҳаракатга келтирилса ва диск билан заготовка орасига сопло-орқали сиқилган ҳаво юбориб турилса, суюқланган металл контакт зонасидан чиқариб юборилади, натижада заготовка қирқилади. Юқори температурада диск суюқланмаслиги учун у жуда тез (40—50 м/сек тезлик билан) айлантирилади ёки совитиб турилади.



198-расм. Металлни электр-контакт усулида қирқиш схемаси.

Электр-контакт усули поковкаларни қирқиш, қўймалар ва штампланган заготовкаларнинг юзаларини тозалаш, кескичларни чархлаш ва бошқа мақсадларда қўлланилади.

4-§. Химия-механикавий усул

Химия-механикавий усул металлларнинг химиявий реакция натижасида емирилишига асосланган. Бу усулда заготовканинг ишлов берилиши лозим бўлган зонасига химиявий реагент таъсир эттирилади, бунда заготовка сиртида реакция маҳсулоти ҳосил бўлади, бу маҳсулот эса механикавий усулда металл сиртидан кетказилади.

Металлларга химия-механикавий ишлов бериш уч турга бўлиниши мумкин. Ишлов беришнинг биринчи турида реагент сифатида сирт актив моддалардан фойдаланилади. Бу усул ҳар қандай металл ва қотишмаларни притирлаш, етилтириш (доводкалаш) ва силлиқлашда қўлланилади.

Ишлов беришнинг иккинчи турида электролитлардан фойдаланилади. Бу усул ҳар қандай қаттиқликдаги металл ва қотишмаларни қирқиш, деталларни силлиқлаш, притирлаш, етилтириш ва бошқаларда қўлланилади. Масалан, бирор детални притирлаш лозим бўлса, бу деталь ва притир электролит эритмаси солинган ваннага туширилади. Электролит металл тузи, масалан, мис сульфат эритмаси билан абразив кукунидан иборат бўлади. Ваннада алмашилиш реакцияси бориб, ишлов бериладиган де-

талнинг метали туз тарзида эритмага ўтади, электролитдан ажралиб чиққан мис эса бўрсилдоқ масса (кукун) ҳолида деталнинг ишлов бериладиган юзасига ўтиради. Деталь сиртига ўтирган мис кукун эритмада муаллақ ҳолда бўлган абразив зарралари ёрдамида притир билан сидириб олинади.

Ишлов беришнинг учинчи тури химиявий актив муҳитлардан фойдаланишга асосланган. Бу усулдан қора металллар ва уларнинг қотишмаларини силлиқлаш ҳамда притирлашда фойдаланилади.

5-§. Ультратовуш усули

Металларга ишлов беришнинг ультратовуш усули муҳитнинг товуш частотасидан катта частота билан эластик тарзда тебранишидан фойдаланишга асосланган. Бу усул заготовкаларга тешиклар очиш, заготовкани қирқиш, силлиқлаш ва бошқаларда қўлланилади.

Ультратовуш усулида, масалан, тешик очишнинг моҳияти шундан иборатки, шакли бўлажак тешик шаклида қилиб ясалган пуансон (асбоб) ультратовуш частотасига тенг частотали тебранма ҳаракатга келтирилади ва заготовканинг тешик очиши лозим бўлган жойга озроқ оралиқ қоладиган қилиб яқинлаштирилади. Пуансон билан заготовка сирти орасидаги бўшлиққа абразив доналари аралаш суюқлиқ юборилади. Тебраниш жараёнида пуансоннинг учи абразив доналарига зарб билан урилади, абразив доналари эса заготовка сиртидан жуда майда қириндилар уриб чиқаради. Пуансон автоматик равишда суриб борилса, заготовкада тешик ҳосил бўлади.

Савол ва топшириқлар

1. Металларга ишлов беришнинг электр-учқун усули нимадан иборат?
2. Анод-механикавий усулнинг моҳиятини айтиб беринг. Бу усулни ким ихтиро этган?
3. Электр-контакт усули нималарга асосланган? Бу усулдан қандай мақсадларда фойдаланилади?
4. Металларга химия-механикавий ишлов бериш турларини айтиб беринг. Бу усул қандай ҳодисага асосланган?
5. Металларга ультратовуш усулида ишлов бериш нимага асосланган?

XIV БОБ

МЕТАЛЛМАС МАТЕРИАЛЛАР

Металлмас материалларнинг халқ ҳужалигида энг кўп ишлатиладиганлари пластик массалар бўлганлиги учун ана шу материаллар билан қисқача танишиб ўтамиз.

1-§. Пластмассалар тўғрисида умумий маълумот

Кўпчилиги ёки бутунлай юқори молекуляр бирикмалар, яъни полимерлардан иборат бўлиб, сунъий равишда тайёрланган ва муайян температура ва босимда пластиклик хоссаларига эга бўлган материаллар *пластик массалар (пластмассалар)* дейилади.

Кўпинча, пластмассалар бир неча хил моддадан иборат бўлади. Масалан, улар таркибига боғловчи ва тўлдирувчи моддалар, пластификаторлар, бўёқ моддалар ва бошқалар киради. Баъзи пластмассалар, масалан, органик шиша, полиамид, полиэтилен фақат полимерларнинг ўзидангина иборат бўлади.

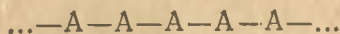
Мураккаб таркибли пластмассаларда боғловчи моддалар вазифасини полимерлар ўтайди.

Полимерлар

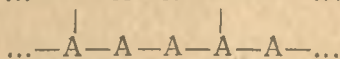
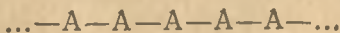
Полимерлар жуда кўп — бир неча мингдан тортиб, то бир неча миллионгача атомдан иборат бирикмалардир. Полимерлар табиий ва сунъий бўлади. Табиий полимерларга целлюлоза, жун, ипак, табиий каучук ва бошқалар, сунъийларига эса органик шиша, полиэтилен, вискоза, капрон, найлон, синтетик каучук ва бошқалар киради.

Юқори молекуляр органик бирикмалар ёки уларнинг группалари, кўпинча, *смолалар* деб аталади.

Пластиклик барча полимерларга ҳам хос бўлавермайди. Пластиклик хоссаси полимерлар молекуласининг тузилишига боғлиқ. Полимерларнинг молекулалари эса чизигий, яъни



тарзида тузилган бўлиши ҳам, фазовий тўрсимон, яъни



тарзида тузилган бўлиши ҳам мумкин.

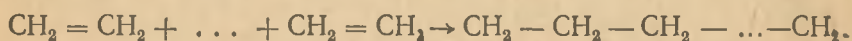
Молекулалари чизигий тузилган полимерлар температура кўтарилиши билан суюқланиб, совигандан кейин қотади ва суюқланишдан олдинги хоссалари тикланади, чунки улар молекулаларининг тузилиши ўзгармайди. Бундай моддалар *термопластик полимерлар* ёки *термопластлар* деб аталади. Термопластик полимерларни кўп марта қайта суюқлантириб, улардан кўп марта буюмлар олиш мумкин.

Молекулалари тўрсимон тузилган полимерларда бундай хоссалар бўлмайди. Уларнинг структураси (тузилиши) чизигий молекулаларнинг бир-бири билан бирикishi натижасида ҳосил бў-

лади. Молекулаларнинг бир-бирига тикилиб, битта молекула ҳосил қилиш процесси температура ва босим таъсирида содир бўлади. Тўрсимон структура ҳосил бўлгандан кейин полимернинг пластиклиги ва суюқланиш хусусияти йўқолади. Бундай полимерлар *терморектив полимерлар* ёки *реактопластлар* деб аталади.

Полимерларнинг олиниши. Полимерлар икки хил усул билан: полимерлаш ва поликонденсатлаш усуллари билан олинади.

Полимерлаш усулида бир хил мономернинг, масалан, этиленнинг жуда кўп молекулалари бирин-кетин бирикиб, ўша таркибли, аммо тамомила бошқа хоссали янги модда (полиэтилен) ҳосил қилади:



Полимерлаш йўли билан полистирол, поливинилхлорид, полиакрилат (органик шиша) ва бошқа полимерлар олинади.

Иккита ҳар хил мономерни биргаликда полимерлаш йўли билан ҳам янги полимер олиш мумкин. Бу усулда олинган юқори молекуляр моддалар *сополимерлар* деб аталади. Сополимерда иккала мономернинг хоссалари мужассамланган бўлади.

Поликонденсатлаш усулида икки ёки ундан ортиқ хил мономер ўзаро химиявий таъсир эттирилади. Бунда полимер билан бир қаторда қўшимча маҳсулот (сув, аммиак ёки бошқа модда) ҳам ҳосил бўлади. Масалан, фенол билан формальдегид қиздирилган ҳолда ва катализатор иштирокида ўзаро таъсир эттирилса, полимер — фенопласт ва сув ҳосил бўлади.

Тўлдиргичлар

Мураккаб таркибли пластмассаларнинг яна бир таркибий қисми тўлдиргичлар бўлиб, улар пластмассаларни пухта, қаттиқ, иссиққа чидамли, химиявий таъсирларга бардош берадиган қилади ва арзонлаштиради. Баъзи пластмассаларда тўлдиргичлар миқдори 70% га етади. Тўлдиргичлар сифатида ёғоч шпони, қоғоз, асбест, ип-газлама (латта-путта), шиша тола, шиша тўқима, мрамар кукуни, графит ва бошқалар ишлатилади.

Пластмассаларнинг номи улар таркибидаги тўлдиргичлар номидан тузилади. Масалан, тола тарзидаги тўлдиргичли пластмассалар *волокнитлар* деб, қоғоз тўлдиргичли пластмассалар *бумаголит* деб аталади ва ҳоказо.

Пластификаторлар

Пластмассаларнинг бу таркибий қисми уларнинг пластиклигини оширади, бикирлигини камайтиради, паст температураларга чидамли қилади. Масалан, полихлорвинил номли полимер

+70°C дагина пластик бўлади, агар унга 30..40% пластификатор (дибутилфталат) қўшилса, у нормал температурада ҳам пластик бўлади.

2-§. Пластмассалардан буюмлар тайёрлаш

Пластмассалар енгил, аммо етарли даражада пухта, химиявий таъсирларга чидамли, иссиққа бардош берадиган, ишқаланиш коэффициентлари кичик ва баъзи бошқа хоссаларга эга материаллар бўлганлиги учун улардан хилма-хил буюмлар тайёрланади.

Пластмассалардан буюмлар қолиплаш, қуйиш, пресшлаш, сиқиб чиқариш усуллари ва бошқа усуллар билан тайёрланади.

Қолиплаш усули. Бу усулда пластмассалардан мураккаб шаклли катта буюмлар олинади. Қолиплаш усулларининг бири шундан иборатки, буюмнинг модели (қолипи) майдалаб қирқилган тола, эпоксид смола ва қотиргич аралашмаси билан қопланади. Бунинг учун махсус пуркагич — «пистолет» дан фойдаланилади. Пуркагичнинг ишлаш принципи қуйидагича: моделга қопланиши лозим бўлган материаллар пуркагичнинг аралаштириш камерасига берилади, ундан эса сиқилган ҳаво босими остида пистолетнинг сопласи орқали модель сиртига пуркалади, натижада моделнинг сирти аралашма билан бир текис қопланиб қолади ва қотиб, зарур буюмни ҳосил қилади.

Қуйиш усули. Пластик массалардан буюмлар икки усулда: босим остида ва босимсиз қуйилади.

Босим остида қуйиш усули пластмассалар: полиэтилен, капрон ва бошқалардан деталлар тайёрлашда қўлланилади. Бу усулда босим остида қуйиш машиналаридан фойдаланилади. Қуйиш машинасининг цилиндрида пластмасса зарур температурагача қиздирилади ва жуда ҳам қовушоқ ҳолатга келтирилади. Шундан кейин, пластмасса пресс қолипга босим остида тўлдирилади. Буюм қотгач, қолип очилиб, тайёр буюм қолипдан чиқарилади.

Ҳозирги вақтда қуйиш автоматлари мавжудки, улар соатига 1500 дан ортиқ буюм ишлаб чиқара олади.

Босим остида қуйиш йўли билан олинган буюмлар зич, текис ва аниқ чиқади.

Босимсиз қуйиш усули билан қуйма олишда пластмассанинг таркибий қисмлари аралашмаси суюқлантирилади ва тегишли қолипларга қуйилади. Қолипларга қуйилган пластмасса қотгандан кейин қолипдан ажратиб олинади-да, тегишли равишда ишлов берилади. Бу усулда мураккаб асбоб-ускуналарга хожат қолмайди.

Пресшлаш усули. Бу усулда термореактив пластмассанинг порошоги ёки таблеткалари олдиндан қиздирилган прессқолипга қиритилади. Бу материал прессқолипда юмшайди-да, босим

остида прессқолип бұшлиғини тўлдиради ва қотиб, прессқолип шаклига киради.

Прессқолиплар углеродли асбобсозлик пўлатидан ёки легирланган асбобсозлик пўлатларидан тайёрланиб, гидравлик прессга ўрнатилади. Бу мақсадда ишлатиладиган гидравлик прессларнинг босим кучи 200 т (2 МН) дан ошади.

Ҳозирги вақтда узлуксиз ишлайдиган ярим автомат ва автомат пресслар борки, уларнинг иш унуми одатдаги прессларникидан анча юқори бўлади.

Сиқиб чиқариш усули. Бу усулда пластмассалардан труба, кўндаланг кесими турлича шаклда бўлган профиллар, лента ва бошқа буюмлар олинади. Бунинг учун, оқувчан ҳолатгача қиздирилган пластмасса, масалан, полиэтилен *экструдер* деб аталадиган машинанинг тешигидан калибрловчи қурилмасига шнек ёрдамида узлуксиз равишда сиқиб чиқарилади. Зарур шаклга кирган пластмасса калибрловчи қурилмадан ўтаётганда совийди ва қотиб, пухта буюмга айланади.

Узлуксиз сиқиб чиқариш усулидан фойдаланиб, полиэтилен плёнкалар ҳам олиниши мумкин.

С а в о л в а т о п ш и р и қ л а р

1. Қандай материаллар пластмассалар деб аталади? Мураккаб таркибли пластмассалар қандай материаллардан тайёрланади?

2. Мураккаб таркибли пластмассалар тайёрлашда боғловчи сифатида қандай модда ишлатилишини айтиб беринг.

3. Тўлдиргичлар нима ва улардан қандай мақсадларда фойдаланилади? Пластификаторларнинг вазифаси нима?

4. Пластмассалардан буюмлар қандай усуллар билан тайёрланади?

АДАБИЁТ

Авагимов В. Д., Машинасозлик материалларини кесиб ишлаш. «Ўқитувчи», Тошкент, 1971.

Антикайн П. А., Металловедение. «Металлургия», 1965.

Архипов В. В. и др., Технология металлов и других конструкционных материалов. «Высшая школа», Москва, 1968.

Баринов Н. А., Ланда А. Ф., Паутынский П. С., Технология металлов. Metallurgizdat, Москва, 1963.

Бернштейн М. Л., Термомеханическая обработка металлов и сплавов, т. 1 и 2. «Металлургия», Москва, 1968.

Болховитинов Н. Ф., Металловедение и термическая обработка. «Машиностроение», Москва, 1965.

Бочвар А. А., Основы термической обработки сплавов. ОНТИ, Москва — Ленинград, 1938.

Васильев Г. П., Металлар технологияси (металларни пайвандлаш, кавшарлаш ва кесиш). «Ўқитувчи», Тошкент, 1965.

- Гончаров Б. Ф. и др., Производство чугуна. «Металлургия», 1965.
- Гриলেখес С. Я., Оксидирование и фосфатирование металлов. «Машиностроение», Ленинград, 1971.
- Гринберг Б. Г., Иващенко Т. М., Металловедение и термическая обработка. Руководство к лабораторным занятиям. Росвузиздат, 1963.
- Гуляев А. П., Металловедение. «Металлургия», Москва, 1966.
- Дубинин Н. П. и др., Технология металлов. Машгиз, Москва, 1958.
- Жук Н. П., Курс коррозии и защиты металлов. Москва, 1968.
- Кашенко Г. А., Основы металловедения. Metallurgizdat, 1962.
- Конструкционные материалы, т. 1, 2, и 3. «Советская энциклопедия» Москва, 1963—65.
- Коротин И. М., Сгибнев Г. Ф., Термист. «Высшая школа», Москва, 1968.
- Крениг В. О., Коррозия металлов. ГОНТИ, Москва — Ленинград, 1938.
- Криулин А. В., Сульфацирование стали и чугуна. «Машиностроение», Ленинград, 1965.
- Кучер А. М., Киватицкий М. М., Покровский А. А., Металлорежущие станки (альбом общих видов, кинематических схем и узлов). «Машиностроение», Ленинград, 1971.
- Лахтин Ю. М., Металловедение и термическая обработка металлов. «Металлургия», Москва, 1969.
- Лившиц Б. Г., Металлография. «Металлургия». Москва, 1971.
- Малов А. Н. и др., Технология материалов в приборостроение. «Машиностроение», Москва, 1969.
- Мирбобоев В. А., Васильев Г. П., Металлар технологияси. «Ўқитувчи», Тошкент, 1971.
- Николаев Е. Н., Коротин И. М., Термическая обработка токами высокой частоты. «Высшая школа», Москва, 1970.
- Остапенко Н. Н., Кириллов Н. П., Данилевский В. В., Металлар умумий технологияси. «Ўрта ва олий мактаб», Тошкент, 1963.
- Остапенко Н. Н., Кропивницкий Н. Н., Технология металлов. «Высшая школа», Москва, 1970.
- Розенфельд И. Л., Коррозия и защита металлов. «Металлургия». Москва, 1970.
- Скобников К. М. и др., Технология металлов и других конструкционных материалов. «Машиностроение», Ленинград, 1972.
- Справочник металлиста, т. 3, 4 и 5. Машгиз, Москва, 1959—60.
- Третьяков В. И., Металлокерамические твердые сплавы. Metallurgizdat, 1962.
- Турахонов А. С., Металлшунослик ва термик ишлаш. «Ўқитувчи», Тошкент, 1968.
- Филинов С. А., Фиргер И. В., Справочник термиста. «Машиностроение», Ленинград, 1964.
- Шейнин Б. А., Лабораторные работы по курсу «Технология металлов», «Высшая школа», Москва, 1967.
- Штейнберг С. С., Металловедение. Metallurgizdat, Свердловск, 1961.

МУНДАРИЖА

Сўз боши	3
Муқаддима	4
I б о б. Металл ва қотишмалар тўғрисида асосий маълумотлар . . .	8
1-§. Металллар	8
2-§. Қотишмалар	26
Металл ва қотишмаларнинг структурасини текшириш усуллари	37
Металл ва қотишмаларнинг ички нуқсонларини аниқлаш усуллари	41
Савол ва топшириқлар	42
II б о б. Металл ва қотишмаларнинг физикавий, химиявий, механикавий на технологик хоссалари	43
1-§. Металл ва қотишмаларнинг физикавий хоссалари	43
2-§. Металл ва қотишмаларнинг химиявий хоссалари	52
3-§. Металл ва қотишмаларнинг механикавий хоссалари	53
4-§. Металл ва қотишмаларнинг технологик хоссалари	93
Савол ва топшириқлар	98
III б о б. Темир — углерод қотишмалари	99
1-§. Умумий маълумот	99
2-§. Темир — углерод қотишмаларининг ҳолат диаграммаси	99
3-§. Чўян металлургияси	108
Домна печидан олинadиган маҳсулотлар	122
Домна печи ишининг техникавий-иқтисодий курсаткичлари	128
4-§. Пулат металлургияси	129
Конвертор усули	129
Мартен усули	137
Мартен печлари ишининг техникавий-иқтисодий курсаткичлари	142
Электр усули	143
Пулатни қуйиш	148
5-§. Пулатларнинг классификацияси ва маркаланиши	156
Углеродли пулатлар	157
Легирланган пулатлар	164
Савол ва топшириқлар	177
IV б о б. Рангдор металллар ва уларнинг қотишмалари	177
1-§. Умумий маълумот	177
2-§. Алюминий металлургияси	178
Алюминий қотишмалари	181
Алюминий қотишмаларини термик ишлаш	184
3-§. Мис металлургияси	186
Мис қотишмалари	191
4-§. Магний металлургияси	195
Магний қотишмалари	199
5-§. Рух металлургияси	200
Рух қотишмалари	201
6-§. Титан металлургияси	203
Титан қотишмалари	206
7-§. Подшипникбоп (антифрикцион) қотишмалар	207
8-§. Босмахона қотишмалари	210
Савол ва топшириқлар	211
V б о б. Пулат ва чўянни термик ишлаш	211
1-§. Умумий маълумот	211
2-§. Пулатни термик ишлаш	213
Пулатни термик ишлаш асослари	213
Пулатни термик ишлаш турлари	219
Легирланган пулатларни термик ишлаш	235

3-§. Пулатни термомеханикавий ишлаш	240
4-§. Чўяни термик ишлаш	241
5-§. Термик ишлаш цехларининг жиҳозлари	247
Савол ва топшириқлар	253
VI б о б. Қотишмаларнинг сиртқи қатламини пухталаш	253
1-§. Пулат ва чўяни юза тоблаш	254
2-§. Химиявий техник ишлаш	260
3-§. Қотишмаларнинг сиртқи қатламини пластик деформациялаш йули билан пухталаш	271
Савол ва топшириқлар	272
VII б о б. Қаттиқ қотишмалар	273
1-§. Металлокерамик қаттиқ қотишмалар	273
2-§. Минералокерамик қаттиқ қотишмалар	275
3-§. Қўйма қаттиқ қотишмалар	277
Савол ва топшириқлар	279
VIII б о б. Металлар коррозияси ва унинг олдини олиш чоралари	279
1-§. Металлар коррозияси тўғрисида умумий тушунчалар	279
2-§. Металлар коррозиясининг олдини олиш чоралари	284
Савол ва топшириқлар	290
IX б о б. Қўймакорлик	291
1-§. Қўймакорлик тўғрисида умумий тушунчалар	291
2-§. Қўймалар ишлаб чиқариш технологияси	292
3-§. Қўймаларда учрайдиган нуқсонлар	303
4-§. Қўймалар олишнинг прогрессив усуллари	307
5-§. Қўймалар ишлаб чиқаришда хавфсизлик техникаси	308
Савол ва топшириқлар	308
X б о б. Металларни босим билан ишлаш	309
1-§. Умумий маълумот	309
2-§. Босим билан ишлашнинг физикавий асослари	310
3-§. Металларни босим билан ишлаш учун қиздириш қурилмалари	313
4-§. Металларни прокатлаш	315
5-§. Металларни киялаш (чўзиш)	319
6-§. Металларни пресслаш	320
7-§. Металларни болғалаш	322
8-§. Металларни ҳажмий штамплаш	325
9-§. Лист штамплаш	326 ✓
10-§. Босим билан ишловчи хавфсизлик техникаси	329
Савол ва топшириқлар	329
XI б о б. Металларни пайвандлаш	330
1-§. Умумий маълумотлар	330
2-§. Пайвандлаш процессининг физикавий моҳияти	330
3-§. Пайванд чок ва бирикмаларнинг турлари	332
4-§. Пайвандлаш турлари	332 ✓
5-§. Суоқлантириб пайвандлаш	333
6-§. Босим остида пайвандлаш	343
7-§. Пайвандлашнинг махсус турлари	346
8-§. Пайванд бирикмаларда учрайдиган нуқсонлар	348
9-§. Пайванд бирикмалар сифатини текшириш усуллари	349
10-§. Металларни пайвандлашда хавфсизлик техникаси	349
Савол ва топшириқлар	350

Демки, бу шартдан олғанда, дегирланган пўлатлар углеродли пўлатлардан афдил туралай.

Аустенит соҳасигача қийдирилган пўлат соҳиблигида унда содир бўладиган ўзгаришлар. Аустенит GS ва ES - чизиқларидан, A_1 ва A_{cm} критик нуқталардан юқори температурада доғина барқарор бўлади (89-расма қ.ранг). Пўлат A_1 ва A_{cm} нуқталарида шундай температурага жуда сезиларлилик билан эвтектоиддан бадилити пўлатлардан феррит, эвтектоиддан кейинги пўлатлардан эса цементит ажратиб чиқа бошлайди. Бу процесс температура A_1 критик нуқтага тушганда эвтектоиддан олдинги пўлатлардан аустенитдан ортиқча углероднинг ҳаммаси феррит тарзда, эвтектоидлик ҳисобини пўлатлардан аустенит тарздаги ортиқча углероднинг ҳаммаси цементит тарзда ажратиб чиққан бўлади.

Температура A_1 критик нуқтадан пасайиши билан аустенит парчаланиши юқори перлитга айланиши. Аустенит парчаланишида мушакли шундайларнинг феррит билан цементитнинг майин механиканик аралашмаси ҳосил бўлади. Маълумки, феррит таркибидан углерод миқдори шундай кам, цементитдан эса 6.7% углерод бор. Бундан, аустенитнинг перлитга айланишида углерод диффузия пўлат билан қийти тақсимланади.

Аустенитдан перлит ҳосил булиши процесси перлит кристаллари марказларининг ҳосил булиши ва уларнинг ўсишидан иборат (90-расм). Демки, аустенитнинг перлитга айланиши процесси кристалланиши ва углероднинг диффузияланиши билан борадиган процессдир. Аустенитнинг перлитга айланиши процесси қуйидагича боради: далаввал аустенит дозалари четарасида цементитнинг кристалланиши марказлари (шунинг муртаклари) ҳосил бўлади (90-расм, а). Цементит муртаклари аустенитдан углероднинг диффузияланиши ҳисобига ўсади. Натияжада, ички бўлган цементит кристаллари (шунингвалари)



90-расм. Аустенитдан перлит ҳосил бўлиши процессининг сурати:

а — цементит муртакларининг (центронолуқ) ҳосил бўлиши; б — феррит дозалари
 в — феррит дозаларининг цементит дозаларининг ўсиши; д — перлит дозалари

- XII б о б. Металларни кесиб ишлаш**
- 1- §. Умумий маълумот
 - 2- §. Металларни кесиб ишлаш усуллари
 - 3- §. Кесиш назариясига оид қисқача маълумот
 - 4- §. Токарлик станоклари ва уларда бажариладиган ишлар
 - 5- §. Токарлик-револьвер станоклари ва уларда бажариладиган ишлар
 - 6- §. Рандалаш станоклари ва уларда бажариладиган ишлар
 - 7- §. Уйиш станоклари
 - 8- §. Пармалаш станоклари ва уларда бажариладиган ишлар
 - Вертикал-пармалаш станоклари
 - Радиал-пармалаш станоклари
 - Қўп шпинделли пармалаш станоклари
 - Агрегат станоклар
 - Тешик кенгайтириш станоклари
 - Пармалаш станокларида ишлатиладиган кесувчи асбоблар
 - Пармалаш станокларига оид мослама ва керак-яроқлар
 - Пармалаш станокларида бажариладиган ишлар
 - 9- §. Фрезалаш станоклари ва уларда бажариладиган ишлар
 - Универсал-фрезалаш станоклари
 - Вертикал-фрезалаш станоклари
 - Бўйлама-фрезалаш станоклари
 - Фрезаларнинг асосий турлари
 - Фрезалаш станокларига оид асосий мослама ва керак-яроқлар : : : : :
 - Фрезалаш станокларида бажариладиган ишлар
 - 10- §. Жилвирлаш станоклари ва уларда бажариладиган ишлар
 - 11- §. Металл кесиш станокларида ишлашда хавфсизлик техникаси
 - 12- §. Протяжкалаш (сидириш) станоклари ва уларда бажариладиган ишлар
 - Савол ва топшириқлар

- XIII б о б. Металларга ишлов беришнинг электр-физикавий ва, электр-химиявий усуллари**
- 1- §. Электр-учқун усули
 - 2- §. Анод-механикавий усул
 - 3- §. Электр-контакт усули
 - 4- §. Химия-механикавий усул
 - 5- §. Ультратовуш усули
 - Савол ва топшириқлар

- XIV б о б. Металлмас материаллар**
- 1- §. Пластмассалар туғрисида умумий маълумот
 - Полимерлар
 - Тулдиргичлар
 - Пластификаторлар
 - 2- §. Пластмассалардан буюмлар тайёрлаш
 - Савол ва топшириқлар
 - Адабиёт