

**ГАЗ ВА ГАЗКОНДЕНСАТ
ҚАТЛАМЛАРИ ВА
ҚУДУҚЛАРИНИ
КОМПЛЕКС ТАДҚИҚ
ҚИЛИШ БЎЙИЧА
ЙЎРИҚНОМА**

**«ЎЗБЕКНЕФТГАЗ» МИЛЛИЙ ХОЛДИНГ КОМПАНИЯСИ
НЕФТЬ ВА ГАЗ КОНЛАРИ ГЕОЛОГИЯСИ ҲАМДА
ҚИДИРУВИ ИНСТИТУТИ**

**ГАЗ ВА ГАЗКОНДЕНСАТ
ҚАТЛАМЛАРИ ВА ҚУДУҚЛАРИНИ
КОМПЛЕКС ТАДҚИҚ ҚИЛИШ
БЎЙИЧА ЙЎРИҚНОМА**

„NOSHIR“ нашриёти
Тошкент — 2010

УДК 622.279.5.001.42

**Нефть ва газ конлари геологияси ҳамда қидируви институти
ОАЖ Илмий Кенгаши нашрга тавсия этган**

Тақризчилар: «ЎзЛИТИнефтгаз» ОАЖ «Бурғилаш техникаси ва технологияси хизмати» бошлиғи, техника фанлари номзоди **МУМИНОВ Р.С.**

Нефть ва газ конлари геологияси ҳамда қидируви институти лаборатория мудирини, геология-минералогия фанлари номзодини **ҲАЙИТОВ Н.Ш.**

Таржимонлар: **Й. ЭРГАШЕВ, М.Х. ҚОДИРОВ, А.И. ЭГАМНАЗАРОВ, У.О. КАМОЛХУЖАЕВ**

***Геология-минералогия фанлари доктори Ф.С. АБДУЛЛАЕВнинг
умумий таҳрири остида***

Мазкур китоб Г.А.Зотов, З.С. Алиев таҳрири остида нашр қилинган «Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин» (Москва, «Недра», 1980) йуриқномасининг ўзбек тилига таржимасидир.

Йуриқномада газ ва газконденсат қатламининг физик-кимёвий хоссалари туғрисида батафсил маълумот берилган. Қудуқларнинг босими, температураси ва дебитини, газ фильтрациясининг стационар ва ностационар режимларида фильтрацион қаршилик коэффициентларини ва қатлам параметрларини аниқлашга алоҳида эътибор берилган, турли тадқиқотларда фойдаланиладиган янги асбоб-ускуналар таърифланган. Тадқиқотнинг газконденсат қатламларида ва конда бажариладиган геофизик методлари ва олинган натижаларнинг шарҳи атрофлича баён қилинган. Бундан ташқари Йуриқномада турли омилларга боғлиқ ҳолда қудуқлар ишлашининг технологик режимини белгилашга ва тадқиқот ишларига тайёргарлик кўриш ва ўтказиш пайтида техника хавфсизлиги қоидаларига риоя қилиш масалаларига бағишланган боблар ҳам келтирилган.

«Ўзбекнефтгаз» Миллий холдинг компаниясининг
буюртмасига биноан таржима қилинди

© «Ўзбекнефтгаз» Миллий холдинг компанияси, 2010.

© Нефть ва газ конлари геологияси ҳамда қидируви
институти ОАЖ, 2010.

СУЗБОШИ

Ҳозирги вақтда газ ва газконденсат қудуқларини тадқиқ қилиш ҳамда олинган натижаларни қайта ишлаш 1966 йилда ВНИИГаз томонидан тайёрланган ва 1971 йилда нашр этилган «Газ ва газконденсат қудуқларини комплекс тадқиқ қилиш» буйича йуриқномага биноан амалга оширилмоқда. Мазкур йуриқнома тайёрланган вақтдан бери ўтган даврда газ қудуқларини тадқиқ қилишга ва қатламларнинг параметрларини аниқлашга оид кўпгина ишлар бажарилди.

1966 йилдан сунг бажарилган ва амалдаги йуриқномага кирмаган ишларнинг маълум қисми қатлам параметрларини аниқлашнинг тавсия этилган усулларининг соддалиги, олинган натижаларнинг сифати билан ажралиб туради, қатламнинг ҳар хиллигини ҳисобга олади, газ қудуқларини синаш муддати ва воситаларини қисқартириш имконини беради. «СССР ва иттифоқдош республикаларнинг ер тўғрисидаги қонунчилик асослари»ни ҳамда КПСС МК ва СССР Министрлар Советининг «Табиатни муҳофаза қилишни кучайтириш ва табиий бойликлардан омилкорлик билан фойдаланиш тўғрисида»ги қарорини, янги қабул қилинган ГОСТ ва ОСТларни ҳисобга олган ҳолда янги ишланмаларнинг афзаллиги, шунингдек, амалдаги йуриқнома буйича олинган таклиф ва истаклар янги «Газ ва газконденсат қатламлари ва қудуқларини комплекс тадқиқ қилиш буйича йуриқнома» тайёрлаш учун шарт-шароит яратди.

Янги йуриқномани тайёрлашдан аввал газ саноати вазирлигининг Геология бошқармаси амалдаги йуриқнома буйича ўз таклиф ва мулоҳазаларини тақдим этишларини сўраб газ қазиб олиш буйича йирик ишлаб чиқариш бирлашмаларига, газ конларини жиҳозлаш корхоналарига, тармоқ илмий-тадқиқот ва лойиҳа институтларига мурожаат этган эди. Янги йуриқномада ана шу ташкилотларнинг истаклари ҳам ҳисобга олинди.

Йуриқномада қатламлар ва қудуқларни тадқиқ қилиш, газнинг физик-кимёвий хоссалари ҳамда уларни аниқлаш методлари тўғрисида умумий маълумотлар келтирилган. Газнинг қовушқоқлиги ҳамда ўта сиқилувчанлигини босим ва температурага боғлиқ ҳолда ўзгариши тўғрисидаги маълумотлар анча кенгайтирилди, бу ҳодиса катта чуқурликларда очилган янги конлар билан боғлиқ. Бу параметрларни янада тўғри аниқлаш методлари баён қилинган. Газнинг физик-кимёвий хусусиятлари ҳақидаги бобда унинг намлиги, иссиқлик

сиғими, иссиқлик утказувчанлиги, дроссел-самараси ҳақидаги маълумотлар берилган ва уларни аниқлаш усуллари келтирилган. Бундай параметрлардан купинча қудуқ ускуналари коррозияга учраган ва гидрат пайдо бўлабошлаган шароитдаги қудуқларни синашда ва уларни ишлатишда фойдаланилади. Тухтатилган ва ишлатилаётган қудуқларда қудуқ туби босимини аниқлашнинг аналитик методлари баён қилинган, бу методлардан амалда фойдаланишда меҳнатни анча осонлаштирадиган зарур ҳажмдаги ёрдамчи жадваллар ва мисоллар берилган. Катта диаметрдаги қудуқларнинг узига хос томонлари қараб чиқилган. Қудуққа қувурлар бирикмаси поғонасимон шаклда туширилганда, қудуқ стволидаги температура фарқи катта бўлганида ва газ оқимида суюқлик мавжудлигида қудуқ туби босимини аниқлашнинг ҳисоблаш методлари келтирилган.

Кўп йиллик музлоқ зона мавжуд бўлган ёки мавжуд бўлмаган зонада тухтатилган ва ишлаётган қудуқлар стволида, тубида газ температурасининг тақсимланишини аниқлаш ва ҳисоблаш методикаси баён қилинган. Ҳисоблаш методикаси тоғ жинсларининг иссиқлик физикаси хоссалари бўйича зарур график материаллар билан таъминланган бўлиб, у ушбу методнинг қўллашни осонлаштиради.

Газ фильтрациясининг стационар режимларида бажариладиган тадқиқотлар методлари ва олинган натижаларни қайта ишлаш усуллари келтирилган. Изотропли ва анизотропли қатламларни очиш даражасига қараб қудуқларнинг номукамаллик коэффициентларини аниқлаш методикаси таклиф этилган. Гидрат ҳосил бўлиш шароитида газ қувурига газ чиқариш билан синов ўтказганда, кўп қатламлик мавжудлигида ва қудуқларни ишлатиш маълумотларидан фойдаланиб қудуқларни тадқиқ қилиш ва олинган натижаларни қайта ишлашнинг янги амалий методлари баён этилди. Остки сувлар мавжудлигида ва ерости газ омборига газ ҳайдаш жараёнида қудуқларни тадқиқ қилишнинг узига хос томонлари ва синов натижаларини қайта ишлаш методикаси кўрсатилди. Босим ва дебитнинг узоқ барқарорлашуви шароитида қудуқларни тадқиқ қилиш методлари қудуқни жадал синашнинг бошқа усуллари ҳамда амалий мисоллар билан, шунингдек, тадқиқот натижалари қайта ишланганда фойдаланиладиган тегишли жадваллар ва расмлар билан тўлдирилди.

Филтрациянинг муқим бўлмаган режимларида қудуқларни тадқиқ қилиш методлари баён этилди. Айниқса босимнинг эгри чизиқли тикланиши (КВД)нинг бошланғич ва сўнги участкалари шаклига таъсир кўрсатувчи фактларга алоҳида эътибор берилди. Босимнинг нисбатан тез тикланишида ва температуранинг узоқ вақт барқарорлашувида босимнинг эгри чизиқли тикланишини қайта ишлаш методикаси келтирилди. Босимнинг эгри чизиқли тиклани-

шини қайта ишлашга қатламнинг кесими ва радиуси бўйича таркибининг ҳар хиллигини таъсири кўриб чиқилди. Босим ва дебитнинг эгри чизикли барқарорлашувини қайта ишлаш методикаси берилди. Келтирилган қайта ишлаш методлари мисоллар билан тўлдирилди.

Босим, температура, оқим тезлиги ва бошқаларни ўлчашда фойдаланиладиган ер юзидаги ҳамда чуқурликдаги асбоблар ва комплексларнинг қисқача тавсифи келтирилди. Руйхатга замонавий, ялпи ишлаб чиқарилаётган ва эндигина тажриба намуналари чиқарилган янги асбоблар ва комплекслар, шунингдек, чуқурликларда ишлатилаётган, айрим газ конларида қўлланилаётган чет эл асбоблари киритилди. Чуқурликларда ўлчаш ўтказилганда зарур бўладиган ускуналар тўғрисида маълумотлар берилди.

Газконденсатли қудуқлар тадқиқоти тасдиқланган йўриқнома асосида, шу соҳадаги янги изланишларни ҳисобга олган ҳолда баён қилинди. Қудуқ маҳсулотида ингибитор мавжудлигида, иш режими узоқ вақт барқарорлашганда ва газда конденсат қўп бўлмаганда газконденсатлиликини тадқиқ қилишнинг ўзига хос томонлари кўрсатилди. Газконденсат аралашмасининг айрим параметрларини аниқлаш методлари ва бунда қўлланиладиган аппаратура амалдаги ГОСТга ва ОСТга мувофиқдир.

Газ қудуқларини саноат-геофизика тадқиқотлари бўлимида газга тўйинганлик ва конни ишлатиш жараёнида унинг ўзгаришини аниқлашнинг ядро-геофизика методлари, газга тўйинган ва сувланган қатламларни ажратиш, қудуқларнинг техник ҳолатини назорат қилиш қараб чиқилган.

Амалиёт учун етарли ҳажмда газ қудуқларида дебитни ва иссиқликни ўлчашга тайёргарлик кўриш ҳамда уни ўтказиш методикаси ҳамда бунда олинган натижаларнинг талқини берилдики, бу ишлаётган (газ бераётган) интервалларни ажратиш, қатламлараро оқимлар мавжудлигини, айрим газ берувчи оралиқлар параметрларини ва б.ни аниқлаш имконини беради.

Ўтказилган газогидродинамик, кон-геофизикаси ва газконденсат тадқиқотлари асосида газ ва газконденсат қудуқлари ишлашининг технологик режимини жорий этиш методлари таклиф этилди. Баён қилинган методлар қудуқлар ишлашининг турли омилларга боғлиқ бўлган технологик режимини ҳисоблаш бўйича мисоллар билан тўлдирилди.

Йўриқномада қудуқларни ишлатишга тайёрлашда ва тадқиқот ишларини ўтказиш жараёнида техника хавфсизлиги бўйича асосий талаблар берилди.

Ушбу йуриқнома З.С.Алиев, Г.А.Зотов раҳбарлигида қуйидаги муаллифлар жамоаси томонидан тузилди. ВНИИГаздан: З.С.Алиев (I—X боблар), Е.С.Абрамова (II—V боблар), С.А.Андреев (III, IX боблар), О.Г.Баркалая (VIII бобнинг 1,3-бандлари), В.Е.Горбунов (VI, X боблар), Г.А.Зотов (III—VI боблар), Т.Н.Киселева (VIII боб), М.М.Кашпаров (IV бобнинг 9-банди), О.Ф.Худяков, В.В.Юшкин (VII боб); Газ саноати вазирлигидан: М.А.Бабалов (VI боб), И.С.Требин (III—V боблар); Озарбайжон Республикаси ФА ПГНГМ институтидан: М.Т.Абасов ва Э.Х.Азимов (IV бобнинг 5, 18-бандлари ва V бобнинг 5, 6-бандлари); В.И.Ленин номи АПИдан: А.М.Кулиев (IV бобнинг 10 ва V бобнинг 5, 6-бандлари); Украина Республикаси газ илмий-тадқиқот институтидан: Т.Ф.Иванов (IV бобнинг 10-банди), А.В.Баранов (IV бобнинг 12-банди); «Союзгазгеофизика» трестидан: С.П.Омесь (VIII бобнинг 1-банди); И.М.Губкин номидаги Москва нефть кимёси газ саноати институтидан: Е.Е.Фролов (VIII бобнинг 2-банди). Йуриқномани тайёрлашда Бутуниттифоқ газ илмий-тадқиқот институтидан қуйидагилар иштирок этдилар: А.П.Власенко (IV бобнинг 11-банди ва IX бобнинг 2, 4-бандлари), В.А.Хлебалкин (VII бобнинг 13, 16-бандлари), Л.Н.Михайлова (II—IX боблар), Ю.М.Корчажкин (VII бобнинг 2-банди). Шимолий Кавказ газ илмий-тадқиқот институтидан: В.С.Савицкий (V—VI боблар); Ўрта Осиё газ илмий-тадқиқот институтидан: А.Х. Умаров (VII бобнинг 1-банди); ТюменНИИГипрогаздан: Л.Г.Кульпин (V бобнинг 5,1-банди); Озарбайжон ССР Фанлар Академиясининг ПГНГМ институтидан: Л.Н. Аллахвердиев (IV бобнинг 5,13-бандлари, V бобнинг 5,6-бандлари); И.М.Губкин номидаги Москва нефть кимёси ва газ саноати институтининг газ ва газ конденсат конларини ўзлаштириш кафедраси.

ҚАТЛАМЛАР ВА ҚУДУҚЛАРНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ ТУҒРИСИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

I.1. Қудуқларни тадқиқ қилишнинг асосий вазифалари

Газ қатламлари ва қудуқларни тадқиқ қилиш ўзаро боғлиқ методлар комплексини ўз ичига олиб, бир-биридан назарий асоси, технологияси ва техник ижроси билан фарқланади. Бу тадқиқотлар маълумотлари асосида қуйидаги параметрлар аниқланади.

1. Уюмнинг геометрик тавсифи, хусусан: газли резервуарнинг умумий ўлчами, қатламнинг умумий ва фойдали қалинлигининг майдон ва кесим бўйлаб ўзгариши, газли уюмлар чегараси, тусиқлар ва ўтказувчан бўлмаган аралашмаларнинг ўлчами, газ-сув туташ юзаси (ГСТЮ)нинг ҳолати ва унинг уюмни ишлатиш пайтидаги ўзгариши.

2. Қатламнинг коллекторлик ва филтрация хусусиятлари (ғоваклилиги, ўтказувчанлиги, сув ўтказувчанлиги, пьезоўтказувчанлиги, қатламнинг сиқилувчанлиги, газга тўйинганлиги, қатламдаги, қудуқ тубидаги ва оғзидаги босим ва температура), уларнинг қатлам майдони ва кесими бўйича, шунингдек, газ қудуғи стволи бўйлаб ўзгариши.

3. Газ ва суюқликларнинг физик-кимёвий хусусиятлари (газнинг қовушқоқлиги, зичлиги, сиқилувчанлик коэффициенти, газ намлиги), гидратларнинг ҳосил бўлиш шароитлари ва уюмни ишлатиш жараёнида уларнинг ўзгариши.

4. Қудуқдан фойдаланиш жараёнида унинг стволидаги гидродинамик ва термодинамик шароитлар.

5. Уюмни ишлатиш жараёнида газнинг қатламдаги, қудуқ стволидаги ва ер усти иншоотларида ҳаракатланишида фазали ҳолатининг ўзгариши.

6. Қудуқ тубида суюқликлар ва қаттиқ аралашмаларнинг тупланиш ва ер юзасига чиқиш шароитлари, уларнинг ажралиш самарадорлиги.

7. Маҳсулотида агрессив компонентлар мавжуд бўлган қудуқларни тадқиқ қилиш ва фойдаланиш пайтида ускуналарни занглаш жараёни шароитлари, уларнинг ўзгариши даражаси ва характери.

8. Тури омиллар, жумладан, қатламнинг қудуқ туби зонасининг бузилиши мумкинлиги, остки сувларнинг мавжудлиги, маҳсулдор

қатлам температурасининг қудуқ стволи атроф-муҳитига таъсири, уюмнинг қуп қатламлилиги ва таркибининг ҳар хиллиги, қазиб олинаётган маҳсулотда агрессив компонентларнинг мавжудлиги, қудуқда ва ер усти коммуникациясида қўлланилаётган асбоб-ускуналарнинг конструкцияси ва хусусиятлари ва б. мавжудлигида қудуқлар ишининг технологик режими.

Санаб утилган параметрларни урганиш учун тадқиқотнинг газгидродинамик, геофизик ва лаборатория методлари қўлланилади.

Бу методлар комплексидан фойдаланилганда улар бир-бирини тўлдиради ва энг ишончли маълумотларни олиш ҳамда уларга таъсир кўрсатадиган айрим параметрлар ва омиллар ўртасидаги алоқани аниқлаш имконини беради.

Тадқиқотнинг лаборатория методлари асосан газли объектлар ва улардаги мавжуд газ ва суюқликларнинг физик-кимёвий хусусиятларини урганишдан иборатдир. Қатлам параметрларини (масалан, ғоваклилигини, ўтказувчанлигини, газга тўйинганлигини) лабораторияда кичик намуналар асосида аниқлаш қуп ҳолларда бу параметрларни табиий шароитда аниқланганидан анча фарқ қилади, маълум нуқтагагина хос бўлиб, уларнинг конни ҳамма қисмига тарқатиш тўғри бўлмайди.

Геофизик методлар билан аниқланадиган параметрлар ҳам қудуқ стволига бевосита туташ участкани тавсифлайди. Мустақамланмаган қудуқларда геофизик методлар ёрдамида газга тўйинган ораликлар, маҳсулдор қатламнинг шипи ва ости ажратилади, ғоваклилиги, газга тўйинганлиги, фойдали қалинлиги газ-сув туташ юза ҳолати ва б. аниқланади. Мустақамланган қудуқларда бу параметрлар уюмни ишлатиш жараёнида ядро-геофизик методлар билан аниқланади. Тадқиқотларнинг кон-геофизик методларининг салмоқли ютуқларидан бири ҳозирги пайтда кенг қўлланилаётган дебит ўлчагич ва иссиқлик ўлчагич ишлари бўлиб, улар ёрдамида фойдаланилаётган газ қудуқларида босим остида ишлаётган ораликлар ажратилади, айрим қатламчаларнинг дебитлари, фильтрацион қаршилиқ коэффициентлари, ўтказувчанлиги, пьезоўтказувчанлиги ва б. аниқланади.

Қудуқларни тадқиқ қилишнинг газгидродинамик методларига, у тўхтатилганидан сўнг босимнинг эгри чизиқли тикланишини ифодалаш, қудуқни маълум режимда (маълум диаметрдаги шайба, штуцер, диафрагма билан) ишга туширгандан сўнг босимнинг барқарорлашуви ва дебитнинг эгри чизиқли тикланишини ифодалаш ва қудуқ турли режимда ишлаганда қудуқ туби босими билан дебитнинг боғлиқлигини акс эттирувчи индикатор эгри чизиқли тикланишини ифодалаш киради.

Кудуқда кечаётган жараёндан қатъий назар, биз ундан ахборот оламиз. Хусусан, агар қудуқ узоқ вақт тухтаб қолса, кўп ҳолларда қатлам босими аниқланиб, унинг миқдоридан фильтрациянинг турғун ва нотурғун режимларида тадқиқот натижаларини қайта ишлашда фойдаланилади. Агар қудуқ эндигина тухтатилган бўлса, босимнинг эгри чизиқли тикланиши ифодаланиб, ундан асосан қатламнинг параметрлари аниқланади. Агар қудуқ эндигина ишга туширилган бўлса, босим ва дебитнинг барқарорлашувининг эгри чизиғи ифодаланади, ундан қатлам параметрларини аниқлаш мумкин бўлади. Агар қудуқ маълум режимда ишлатилаётган бўлса, у ҳолда бу режим маълумотларидан гидродинамик тадқиқотда фойдаланиш мумкин. Масалан, қудуқ дебети ва мазкур дебит билан унинг ишлаш муддатининг узунлигидан босимнинг эгри чизиқли тикланишини қайта ишлашда фойдаланилади. Агар индикатор эгри чизиғини ифодалаш лозим бўлса, у ҳолда индикатор эгри чизиғини ифодалашдан аввал қудуқ ишлаган режимдан тадқиқотларнинг турғун методидан олдиндан кўзда тутилган методлардан бири сифатида фойдаланиш ёки қудуқни тадқиқ қилишнинг жадал методларини барқарорлашган тавсифли режим сифатида қўллаш мумкин бўлади. Шуни таъкидлаш керакки, асосий параметрлардан ташқари қувурлар бирикмалари оралиғидаги босимни ва қудуқда юз бераётган жараёнларга боғлиқ ҳолда уларнинг ўзгаришини ўлчаш ҳам фойдали. Бундай тадқиқотлар қувурлар бирикмалари оралиғидан газнинг оқиб ўтишини, қудуқларнинг герметиклигини ва газнинг юқоридаги қатламларга оқиб ўтиш эҳтимолини ўрганиш имконини беради. Шундай қилиб, газ қудуғининг ҳар қандай ҳолатида ҳам, келгусида қатлам ва қудуқнинг у ёки бу параметрларини аниқлашда фойдаланиладиган маълум ахборотни олиш мумкин. Шу боисдан қудуқни тадқиқ қилишнинг бутун жараёни ўз вақтида қайд қилиниши керак.

Қатлам ва қудуқ тўғрисида ахборот олишнинг мавжуд методларини шартли равишда икки гуруҳга бўлиш мумкин:

1. Бевосита методлар, қудуқдан олинадиган маҳсулот ва жинс намуналарини тўғридан-тўғри ўрғанадиган методлар. Фовак муҳитнинг ва олинаётган маҳсулотнинг параметрларини аниқлашнинг тўғридан-тўғри методига керн хусусиятларини ва газ ҳамда қатлам суюқликларининг физик-кимёвий хусусиятларини лабораторияда ўрганиш киради. Ёрдамчи бевосита методларга ковернометрия, газ каротажи ва маҳсулдор кесимни бурғилаш жараёнида олинадиган шламни ўрганиш киради.

2. Билвосита методлар қатлам ва қудуқлардан олинадиган маҳсулотларнинг физик хусусиятларини геофизик, термометрик, газгид-

родинамик методлар билан ўлчанадиган параметрлар билан боғлиқлигини ўрнатиш ёрдамида ўрганади.

Бу методлардан тулиқ фойдаланиш захираларни ҳисоблашда, уюмларни ишлатишни лойиҳалашда ва газ қудуқлари ишининг мақбул технологик режимини ўрнатишда зарур бўладиган дастлабки параметрларни сифатли ва ишончли аниқлаш имконини беради.

I.2. Газогидродинамик тадқиқотларни таснифлаш

Гидродинамик тадқиқотларни таснифлаш бу тадқиқотларнинг мақсади билан белгиланади ва олдинга қўйилган вазифага боғлиқдир. Газ конини ўрганилганининг турли босқичларида (уюмни ўзлаштириш, ундан тажриба-саноат миқёсида фойдаланиш ва уюмни ишлатиш) газогидродинамик тадқиқотларга нисбатан қўйиладиган талаб турлича бўлади. Умуман газ қудуқлари тадқиқоти қўйидаги турларга бўлинади: бошланғич, жорий ва махсус тадқиқотлар.

1. Бошланғич тадқиқотлар барча разведка ва ишлатиш қудуқларида амалга оширилади. Бошланғич тадқиқотлар асосий бўлиб, тула ҳажмда амалга оширилади ва қатлам параметрларини, унинг маҳсулдорлик тавсифини, қудуқнинг маҳсулот бера олиш имкониятларини аниқлашга ёрдам беради. Шунингдек, дебит билан қудуқ тубидаги ва оғзидаги босим ва температуранинг боғлиқлигини, оқимда суюқ ва қаттиқ заррачалар мавжудлиги ва ер юзасига чиқарилишини ҳисобга олган ҳолда қудуқ иш режимини, бошланғич қатлам босимини, қатламни очишнинг даражаси ва сифатини ва б.ни белгилаш имконини беради. Баъзи ҳолларда кесимни бир пайтда очиш имкониятини белгилаш ва кесимнинг маҳсулдорлик тавсифини аниқлаш мақсадида бошланғич тадқиқотлар ҳар бир оралиқ бўйича амалга оширилади. Қоида тариқасида разведка майдонларида тадқиқотлар атмосферага газ чиқариб амалга оширилади.

Газ қудуқларининг бошланғич тадқиқотида қўйидаги параметрлар аниқланади:

1. Қудуқ оғзидаги статик босим.
2. Қудуқ оғзида ўлчаш асосида ёки чуқурлик монометрлари билан аниқланган қатлам босими.

3. Қудуқнинг турли иш режимларидаги қудуқ туби босими, худди қатлам босими сингари, қувурдаги ёки қувур ташқарисидаги бушлиқда, ёинки чуқурлик манометрлари билан ўлчаш маълумотлари бўйича.

4. Қудуқ дебита критик оқимдаги шайбали ўлчагич ёки ўлчаш пунктига ўрнатилган диафрагмали ўлчагич маълумотлари бўйича.

5. Босимнинг тикланиши ва барқарорлашуви жараёни ўзи ёзадиган манометр билан ёзиб олинади, бундай асбоб йўқ бўлган шароитда маълум вақт оралиғида намунали манометр билан ёзиб олинади.

Босимнинг эгри чизиқли тикланиши ва барқарорлашувини кейинчалик қайта ишлаш учун босим ўзгаришининг вақтга боғлиқлигини билиш керак. Босим ўзгаришини қайд қилиш оралиғи мазкур қудуқдаги босимнинг кўтарилиш суръати ёки пасайишидан келиб чиқиб белгиланади. Яхши ўтказувчан коллекторлар учун босимнинг тикланиши ва барқарорлашувининг дастлабки босқичида 0,5, 1 ва 2 минут оралиғида ўлчаш ўтказиш керак. Шундан кейин босимни ўлчашнинг такрорланиши секин-аста 5, 10, 30, 60 минутга ва ш.ў. камайиб боради. Ўтказувчанлиги паст қатламларда босимни тўла тиклаш ёки барқарорлаштириш зарурати туғилса, эгри чизиқнинг охириги қисмини бир сутка ва ундан кўпроқ вақт оралиғида ўлчаш ўтказиб аниқлаш мумкин. Газ қудуғида бошланғич синов ўтказилганида худди жорий тадқиқот пайтидагидек, босимни тикланиш режимида ишлаш муддати ва тикланиш жараёни асосан олдиндан танланади. Ҳозир мавжуд бўлган газогидродинамик методлар қудуқларни синаш муддатини анча қисқартириш билан бирга, олинаётган ахборот сифати ва ҳажмини сақлаш имконини беради.

6. Турли режимларда ишлаётган қудуқ тубидаги ва оғзидаги температура, шунингдек, босимнинг тикланиши ва барқарорлашуви жараёнида.

7. Турли режимларда чиқариладиган сув, конденсат ва қаттиқ аралашмалар миқдори.

8. Турли режимларда ишлаётган қудуқдан босим ва температуранинг ўзгаришига қараб, таркибида агрессив компонентлар мавжудлигига боғлиқ ҳолда, газ, конденсат ва сув намуналари физик-кимёвий ҳоссаларни ўрганиш учун олинади.

II. Конни ишлатиш жараёнида фойдаланиш қудуқларида жорий тадқиқотлар ўтказилади. Жорий тадқиқотларнинг асосий вазифаси конни ишлатишни таҳлил ва назарот қилиш учун зарур маълумотларни олишдан иборат. Жорий тадқиқот ҳажми коннинг аниқ шароитига қараб белгиланади ва асосан қудуқларни гидродинамик тадқиқ қилишдан иборат бўлади. Бундан мақсад илгари қабул қилинган параметрларни текширишдан ва уларни конни ишлатиш жараёнида ўзгариш қонуниятларини белгилашдан, агар текшириляётган параметрлардаги ўзгаришлар жиддий бўлса лойиҳавий кўрсаткичларга тегишли ўзгартиришлар киритишдан иборат бўлади.

1970 йил 6 апрелда СССР Давлат кон техника назорати тасдиқлаган «Газ ва газконденсат конларини ишлатишнинг қоидалари»га

ва бу қоидаларнинг янги лойиҳасига биноан ишлатишнинг дастлабки босқичида қатлам босимини камида чоракда бир марта, қудуқларнинг ҳаракатдаги фондининг 25 % ни қамраган ҳолда ўлчаш керак. Уюмни тула қувватда ишлатиш бошланганидан сунг олинган маълумотлар бўйича захирани баҳолаш газ чиқариб олиш ва босимнинг пасайиши суръати уртасидаги боғлиқлик аниқлангач, ишлаётган қудуқлар бўйича босимни ўлчаш уларнинг камида 50 % ни тўхтатган ҳолда йилига камида 1—2 марта бажарилади.

Бундан ташқари, вақти-вақти билан қоидада кўзда тутилган муддатларда тадқиқотларни тўлиқ бажариш ҳамда қудуқларнинг ишлатишни жадаллаштириш ва капитал таъмирлаш ишларидан сунг тадқиқотлар ўтказиб туриш керак.

III. Махсус тадқиқотлар, қоида бўйича, урганилаётган коннинг ўзига хос шароитлари билан боғлиқ ҳолда у ёки бу параметрларни аниқлаш учун ўтказилади. Махсус тадқиқотлар сирасига махсус танланган қудуқларда газ-сув туташ юзаси ҳолатини назорат қилиш, турли иш режимларида қудуқ усқуналарининг занглаш даражасини ўрганиш, уюмни ишлатиш жараёнида айрим қатламларнинг заифлашиш даражасини ва бир неча қатламлар биргаликда очилганда газнинг бир горизонтдан иккинчисига оқиб ўтиш эҳтимолини аниқлаш, қудуқ туби зонасида намлик миқдорини ошишидан юзага келадиган ва бузилишларнинг қудуқнинг унумдорлигига таъсирини ўрганиш, қудуқни жадаллаштириш бўйича ишларни амалга ошириш (кўшимча тешиклар очиш, СКО, қудуқ туби зонасини мустаҳкамлаш, цемент кўприклар ўрнатиш ва б.) киради.

I.3. Қудуқларни газогидродинамик тадқиқотларга тайёрлаш

Газ қудуғини газогидродинамик тадқиқотларга тайёрлаш қуйидагиларга боғлиқ:

1. Тадқиқотни белгилашга (бошланғич, жорий, махсус) ва талаб қилинган ахборот ҳажмига.

2. Уюмнинг геологик жиҳатдан ўзига хослигига, ғовакли муҳит ва олинаётган маҳсулот тавсифига, яъни газ таркибида кўп миқдорда намлик (конденсацион сув, конденсат, зардоб) ва агрессив компонентлар мавжудлигига, қудуқ туби зонаси бузилишига, синов пайтида қудуқ стволида гидратлар ҳосил бўлишига, остки сувлар конусининг тортилишига.

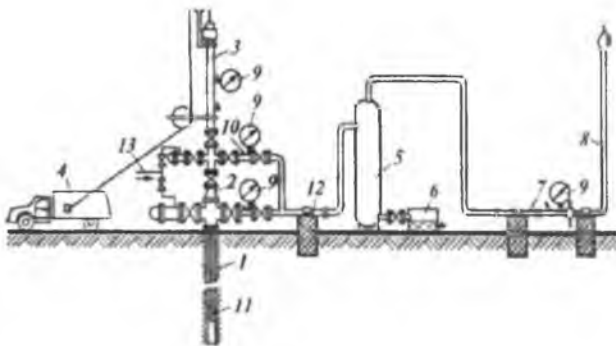
3. Қудуқлар конструкциясига ва қўлланилаётган чуқурлик асбобларига.

4. Конни узлаштирилганлик даражасига, яъни газни йиғиш ва куритиш бўйича ер усти коммуникацияси мавжудлигига, синов жараёнида қудуқ босими, температураси ва дебитини чеклайдиган омилларга ва б.

Бурғилаб булинган қудуқни синашдан аввал уни узлаштириш зарур бўлади, бунда қудуқ тубида қум-лойдан иборат тикин пайдо бўлишига йўл қўймаслик керак. Қатламнинг бузилиши ва остки сувлар конусининг тортилиши эҳтимоли мавжудлигида қатламга катта депрессия беришга йўл қўйилмайди. Кутилаётган дебитга боғлиқ ҳолда фаввора қувурларининг шундай конструкциясини танлаш керакки, токи қудуқ тубидан газ оқими билан бирга қаттиқ ва суюқ аралашмаларнинг олиб чиқилиши таъминлансин. Юқориди тилга олинган шароитларга риоя қилган ҳолда, қудуқларни кўп цикли метод ёрдамида ҳаво оқими билан тозалаш керак, у қуйидагича бўлади: дастлаб диаметри кичикроқ шайба (штуцер) урнатилади. Шайба диаметри секин-аста катталаштирилиб, 4—5 та нуқта олинади. Сўнг шайба диаметри дастлабки тўғридан-тўғри ҳаракат пайтида белгиланган даражагача камайтиради ва бунда ҳам тескари тартибда 4—5 нуқта олинади. Қоида бўйича, ҳаво оқими билан тозалаш жараёни 2—3 циклда амалга оширилиб, ҳар бир режим учун 30—40 минут сарфланади.

Ҳаво оқими билан тозалаш мобайнида газ оқимига қўшилиб аралашма чиқиши сепарация ускунаси ёрдамида назорат қилинади. Қудуқларни узлаштириш ва ҳаво оқими билан тозалашнинг кўп цикли методи қудуқ туби зонасини самарали тозалаш ва унинг тозаланганлик даражасини олинган эгри чизиқ бўйича аниқлаш имконини беради. Агар қудуқ маҳсулдорлигига таъсир этадиган бошқа сабаблар бўлмаса (масалан, янги оралиқларнинг иштироки), охириги циклнинг ундан аввалгисига мос келиши қудуқ тубини тозалаш жараёнининг туганлигини билдиради. Қудуқнинг маҳсулдорлиги, шунингдек, чуқурлик дебит ўлчагичи, шовқин ўлчагичи, иссиқлик ўлчагичи ва б. билан тадқиқ қилиш натижасида текширилади. Конни узлаштириш босқичига, унинг мақсади ва вазифасига, уюмнинг тавсифига боғлиқ ҳолда газогидродинамик тадқиқот ўтказиш учун қудуқ оғзини жиҳозлаш асосан икки схема бўйича (I.1, I.2-расмлар) амалга оширилади.

Кондаги газ йиғиш пунктига уланмаган, қудуқ оғзи газогидродинамик тадқиқот олдида лубрикатор, намунавий манометр, сепаратор, сарф ўлчагич, термометр ва машъала учун мулжалланган ташлама қувур билан жиҳозланади. Белгиланган дастурга боғлиқ ҳолда кўрсатилган схеманинг айрим узелларида баъзи бир узгаришлар бўлиши мумкин. Хусусан, агар чуқурлик дебитўлчагичи ёки қудуқ

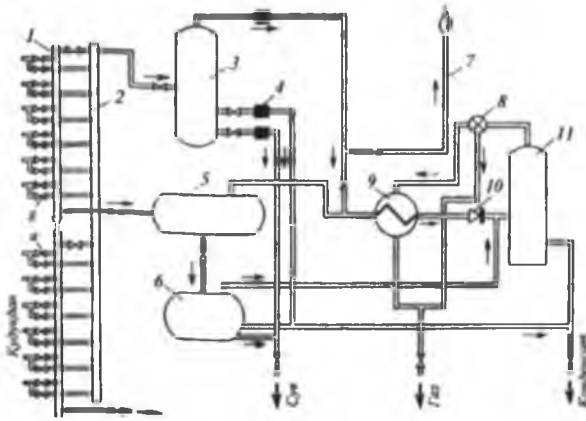


1.1- расм. Газ йиғиш пунктига уланмаган қудуқ оғзининг ускунаси.

1-қудуқ; 2-фаввора арматураси; 3-лубликатор; 4-лебедка; 5-сепаратор; 6-суюқликни ўлчаш учун сифим; 7-критик оқимнинг диафрагмали ўлчагичи; 8-машъала линияси; 9- манометрлар; 10-термометр; 11-чуқурлик асбоби; 12-ташлама қувурни қотириш; 13-ингибиторни киритиш линияси.

туби босими ва температурасини масофадан туриб қайд қилиш асбоблари билан ўлчаш кўзда тутилса, у ҳолда оддий лубликатор ўрнига асбобларни кабелда туширадиган лубликатор ўрнатилади. Бунда лебедкали машина мавжуд геофизик картораж станциялари АКС-64, АПЛ-64, АКСЛ-7нинг биронтаси билан алмаштирилади. Агар қазиб олинаётган газда кўп миқдорда намлик бўлиши кутилмаса ва чуқурлик асбобларини тушириш зарурати бўлмаса, у ҳолда қудуқ туби ва қатлам босимини қудуқ оғзида ўлчаб, ҳисоблаш йўли билан аниқлаш мумкин ва бунда қудуқ оғзини лубликатор билан жиҳозлаш зарурати бўлмайди. Қоида буйича айтиб утилган ҳодиса амалда қалинлиги кам, унча чуқур бўлмаган, остки сувлар учрамайдиган, суюқлик ва қум тиқинлари ҳосил бўлишига шароит бўлмаган, қатлам гази таркибида оғир компонентлар оз миқдорда бўлган газ конларда учрайди.

Кондаги газ йиғиш пунктига қудуқларнинг уланишини энг кўп тарқалган схемаси ҳар бир қудуқни алоҳида синашни кўзда тутати. Бундай схема қудуқ оғзини фақат лубликатор, намунали манометр, термометр билан жиҳозлаб, синаладиган қудуқни синов линиясига улашни тақозо этади. Газ сарфи синов линиясига ўрнатилган ўлчагич маълумотлари асосида аниқланади. Белгиланган тадқиқотларни ўтказиш учун умумий коллектор 1 га кириш жойи сурма клапан (задвижка) *a* билан беркитилади ва синов чизигида сурма клапан *b* очилади (1.2-расмга қаранг). Жиҳозланган ва ишга туширилган конларда қудуққа ингибитор узатиш зарурати конни ишлатиш лойиҳасида



1.2- расм. Газ йиғиш пунктига уланган қудуқ оғзининг ускунаси.

1-кириш йўллари блоки; 2-назорат улчови линияси; 3-назорат сепаратори; 4-улчаш узели; 5- I босқич сепаратори; 6- ажратиш сифими; 7-машъала линияси; 8-иссиқлик режими тартиблагич; 9- иссиқлик алмаштиргич; 10-бошқариладиган штуцер; 11- II— босқич сепаратори.

қудда тутилади. Аксарият газогидродинамик ва тадқиқотлар мажмуи (кон-геофизикаси билан бирга) қонда газ йиғиш пунктига уланган қудуқларда амалга оширилади. Уланган қудуқларни синашнинг афзал томони — атмосферага газ чиқармай, тадқиқот ишларини амалга ошириш имкониятининг мавжудлигидадир.

Бироқ газ узатгич қувурига газ чиқариб тадқиқот ўтказилганда қатлам ва қудуқ оғзи (сепаратордан сўнг) босимлари оралиғидаги фарқ газнинг қатламда қудуқ тубига ва қудуқ стволи бўйлаб ҳаракатида, шунингдек, барча 5—6 режимда сепараторда юз берадиган босимнинг йўқолиши ўрнини тўлдириши керак. Бу ҳол тадқиқотлар методикасида ҳам назарда тутилган. Айрим ҳолларда, яъни қудуқлар паст босимли қатламларни очганида ва барча конларда уларни ишлатишнинг якуний босқичида газузатгич қувурларига газ чиқариш йўли билан тадқиқот ўтказишда маълум қийинчиликларга дуч келинади. Бу ҳол газузатгич қувуридаги босим билан сепаратордан кейинги қудуқ оғзидаги босим ўртасидаги фарқ катта бўлмаганда тадқиқотлар режимлари сонини чеклайди. Газ йиғиш пунктига уланган қудуқларни жиҳозлашнинг умумий схемасида қудуқ оғзи босимининг ўзгариш диапозонини таъминлаш мақсадида атмосферага газ чиқариб тадқиқотлар ўтказиш учун машъалали линия қудда тутилган.

ГАЗНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ВА ТЕПЛОФИЗИК
ХУСУСИЯТЛАРИ

II.1. Табиий газнинг таркиби ва асосий параметрлари

Газ, газ конденсат ва газ-нефть конларидан қазиб олинадиган табиий газлар тўйинган углеводородлар ва ноуглеводород компонентлардан ташкил топган кўпкомпонентли системадир. Тўйинган углеводородлар C_nH_{2n+2} формулага эга ва молекуладаги карбон атоми миқдорига боғлиқ ҳолда нормал шароитларда иккита агрегат ҳолатида бўлиши мумкин: газлар — молекуласида тўрттагача карбон атоми бўлган (CH_4 дан C_4H_{10} гача) углеводородлар; суюқликлар — бешта ва ундан ортиқ карбон атоми (C_5H_{12} + ю) бўлган углеводородлар. Оғир углеводородлар температура ва босимга боғлиқ ҳолда енгил углеводородларда эриши, ёнгики суюқ ҳолатда бўлиши мумкин. Табиий газда ноуглеводород компонентлардан азот N_2 , карбонат ангидрид ва CO_2 , водород сульфид H_2S ва б. шунингдек, инерт газлар Ar , Cr , He , Ne , He бор. Бундан ташқари, табиий газлар, қоида бўйича сув буғлари билан тўйинган бўлади, уларнинг миқдори босимга, температурага, шунингдек, газ ва сув таркибига боғлиқ.

Табиий газ таркиби, одатда, бирлик ёки фоизнинг ҳажмий ёки масса бирлиги улушида ифодаланади. Газ аралашмасининг ҳажмий таркиби унинг моль (молда миқдорининг ўлчов бирлиги) таркиби ҳам ҳисобланади, чунки ҳар қандай газнинг бир моль ҳажми $0^\circ C$ температура ва 760 мм сим. уст. 22,4 л/молга тенг бўлади.

Газнинг ҳажмий (моляр) таркибини қуйидаги формула бўйича аралашманинг ҳар бир компоненти учун қайта ҳисоблаш мумкин:

$$g_i = x_i M_i / \sum_{i=1}^n x_i M_i, \quad (II.1)$$

бунда: g_i — i газдаги компонентнинг масса улуши; x_i — i компонентнинг ҳажмий улуши, M_i — i компонентнинг молекуляр массаси, II.1-жадвалдан аниқланади.

Агар табиий газ таркиби масса улушида берилса, у ҳолда уни ҳажмий (моляр) бирликда қайта ҳисоблаш учун қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$x_i = g_i / M_i \sum_{i=1}^n m_i, \quad (II.2)$$

Табий газ компонентларининг асосий параметрлари

Курсаткичлар	Компонентлар						
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	i-C ₄ H ₁₀	n-C ₄ H ₁₀	i-C ₅ H ₁₂	n-C ₅ H ₁₂
Молекуляр масса	16,042	30,068	44,094	58,120	58,120	72,151	72,151
0°С ва 760 мм сим. уст. молекуляр ҳажм	22,36	22,16	21,82	21,50	21,75	20,87	20,87
0°С ва 760 мм сим. уст. зичлик, кг/м ³	3	0,7168	1,356	2,010	2,703	2,668	3,457
20°С ва 760 мм сим. уст. зичлик, кг/м ³	0,6679	1,263	1,872	2,5185	2,4859	3,221	3,221
Нисбий зичлик (ҳаво буйича)	0,555	1,049	1,562	2,091	2,067	2,674	2,490
Газ доимийлиги, м ³ /°С	52,95	28,19	19,23	14,95	14,95	11,75	11,75
0°С ва 760 мм сим. уст. иссиқлик сифими, G/G, ккал/кг. °С	<u>0,5172</u> 0,39361	<u>0,3934</u> 0,3273	<u>0,3701</u> 0,3252	<u>0,3802</u> 0,3466	<u>0,3802</u> 0,3466	<u>0,3805</u> 0,3533	<u>0,3805</u> 0,3533
20°С ва 760 мм сим. уст. динамик қовуш-қоқлик коэффициенти, 10 ⁻⁶ кг·с/м ²	1,0484	0,8720	0,7649	0,6956	0,7027	0,6354	0,6507
Молекулаларнинг ацентриклик омили w	0,0104	0,0986	0,1524	0,02010	0,1849	0,2539	0,2223
Потенциалларнинг параметрлари:							
ε/к, К	140,0	236,0	206,0	208,0	217,0	269,0	269,0
σ, А	3,808	4,384	5,569	5,869	5,819	6,099	6,057
δ улчамсиз	—	—	—	—	—	—	—
Критик температура T _{кр.} , К	190,55	305,43	369,82	425,16	408,13	496,65	460,39
Критик босим p _{кр.} , кгс/см ²	46,95	49,76	43,33	38,71	37,19	34,35	34,48
Қайнаш температураси T _{қайн.} , К	111,7	184,6	231,1	272,7	261,5	309,3	301,0
0°С ва 760 мм сим. уст. да иссиқлик ўтказувчанлик, ккал/м ² ·соат·°С	0,026	0,016	0,013	0,011	0,010	0,0106	0,0106

II.1-жадвалнинг давоми

Курсаткичлар	Компонентлар					
	C_6H_{14}	C_7H_{16}	C_8H_{18}	N_2	H_2	Ҳаво
Молекуляр масса	86,178	100,198	114,22	28,016	2,016	28,96
0°С ва 760 мм сим.уст.молекуляр ҳажм	22,42	22,47	22,71	22,404	22,43	22,4
0°С ва 760 мм сим.уст.зичлик, кг/м ³	3,845	4,459	5,030	1,2503	0,0899	1,2928
20°С ва 760 мм сим. уст.зичлик, кг/м ³	3,583	4,155	4,687	1,1651	0,0837	1,2046
Нисбий зичлик (ҳаво буйича)	2,974	3,450	3,820	0,967	0,069	1,000
Газ доимийлиги, м/°С	9,84	8,46	7,42	30,26	420,63	29,27
0°С ва 760 мм сим.уст.иссиқлик сифими, C_p/C_v ккал/кг.°С	$\frac{0,3827}{0,3600}$	$\frac{0,3846}{0,3652}$	$\frac{0,3856}{0,3656}$	$\frac{0,2482}{0,1770}$	$\frac{3,3904}{2,4045}$	$\frac{0,2397}{0,1712}$
20°С ва 760 мм сим.уст.динамик қовушқоқлик коэффициенти, 10 ⁻⁶ кг с/м ²	9,84	8,46	7,42	30,26	420,63	29,27
Молекулаларнинг ацентриклик омили w	0,3007	0,3498	0,4018	0,040	0	—
Потенциалларнинг параметрлари: ε/к, К σ, А δ улчамсиз	423,0 5,916 —	288,0 7,000 —	333,0 7,407 —	91,5 3,681 0	33,3 2,968 0	78,6 3,711 —
Критик температура $T_{кр}$, К	507,35	540,15	568,76	126,26	33,25	37,2
Критик босим $p_{кр}$, кгс/см ²	30,72	27,90	25,35	34,65	13,25	132,4
Қайнаш температураси $T_{қай}$, К	41,9	371,6	398,9	77,3	20,4	78,8
0°С ва 760 мм сим. уст.да иссиқлик утказувчанлик, ккал/м соат °С	0,00966	0,0092	0,0084	0,020	0,148	0,021

II.1-жадвалнинг давоми

Курсаткичлар	Компонентлар							
	Сув буғи	O ₂	H ₂ S	SO ₂	CO ₂	CO	NO ₂	NO
Молекуляр масса	18,016	32,0	34,082	64,06	44,011	28,011	46,006	30,01
0°C ва 760 мм сим.уст.молекуляр ҳажм	23,45	—	22,14	—	22,26	22,41	—	—
0°C ва 760 мм сим.уст.зичлик, кг/м ³	1,8041	1,429	1,539	2,927	1,977	1,250	2,055	1,340
20°C ва 760 мм сим. уст.зичлик, кг/м ³	0,7496	1,3315	1,434	2,727	1,842	1,165	1,915	1,249
Нисбий зичлик (ҳаво буйича)	0,624	1,105	1,190	2,264	1,529	0,967	1,593	1,037
Газ доимийлиги, м ³ /°C	47,06	26,47	24,89	—	19,27	30,26	—	—
0°C ва 760 мм сим.уст.иссиқлик сиғими, C _m /C _v , ккал/кг°C	0,4441 0,3469	0,2185 0,156	0,253 0,192	—	0,1946 0,1496	0,2483 0,1774	—	—
20°C ва 760 мм сим.уст.динамик қовуш- қоқлик коэффициенти, 10 ⁻⁶ кг·с/м ²	0,9006	1,948	1,2025	1,1804	1,3942	1,6951	—	1,8358
Молекулаларнинг ацентриклик омили w	—	0,019	0,100	0,598	0,231	—	0,093	—
Потенциалларнинг параметрлари: ε/к, К σ, А δ улчамсиз	— — —	88 3,541 0	343 3,49 0,21	347 4,04 0,42	190 3,996 —	110 3,590 —	220 3,879 —	1149 3,470 0
Критик температура T _{кр} , К	—	154,78	373,6	430,65	304,2	132,93	100	180,3
Критик босим p _{кр} , кгс/см ²	—	51,8	91,85	80,49	75,27	35,68	431,0	66,64
Қайнаш температураси T _{қай} , К	—	90	211,4	263,2	194,7	81,7	294,5	121,4
0°C ва 760 мм сим. уст.да иссиқлик ўтказувчанлик, ккал/м соат °C	0,015	—	0,011	—	0,012	—	—	—

II.1-жадвалнинг давоми

Курсаткичлар	Компонентлар							
	He	Ar	Kr	Fr	Cl ₂	Этил-мер- капган C ₂ H ₅ SH	H ₂ O	Hg
Молекуляр масса	4,00	39,95	83,80	38,00	70,91	62,13	18,02	200,59
0°C ва 760 мм сим.уст.молекуляр ҳажм	—	—	—	—	—	—	—	18,019
0°C ва 760 мм сим.уст.зичлик, кг/м ³	0,178	1,784	—	—	3,233	0,84	—	13595
20°C ва 760 мм сим. уст.зичлик, кг/м ³	0,166	1,1662	—	—	3,012	—	998,2	13546
Нисбий зичлик (ҳаво буйича)	1,138	1,380	—	—	2,501	—	—	—
Газ доимийлиги, м ³ /C	211,84	—	—	—	—	—	—	—
0°C ва 760 мм сим.уст.иссиқлик сиғими, C _p /C _v , ккал/кг·°C	$\frac{1,260}{0,760}$	$\frac{1,2430}{—}$	—	—	—	—	$\frac{1,0074}{—}$	$\frac{0,0335}{—}$
20°C ва 760 мм сим.уст.динамик қо- вушқоқлик коэффиценти, 10 ⁻⁶ кг·с/м ²	1,8970	2,1265	2,3764	—	1,2698	—	1,004	—
Молекулаларнинг ацентриклик омили w	0,246	—	0,002	0,071	0,082	—	0,348	—
Потенциалларнинг параметрлари: ε/к, К σ, А δ улчамсиз	10,8 2,57 0	124,9 3,423 0	166,7 3,679 0	112,0 3,653 —	357,0 4,117 —	447,6 4,644 0,156	775,0 2,52 1,0	— — —
Критик температура T _{кр} , К	5,2	150,72	309,41	144,2	417,2	499	647,4	—
Критик босим p _{кр} , кгс/см ²	2,34	49,59	56,0	56,83	78,63	56,0	225,55	—
Қайнаш температураси T _{қай} , К	4,3	87,5	121,4	86,2	238,6	—	373,2	—
0°C ва 760 мм сим. уст.да иссиқлик ўтказувчанлик, ккал/м·соат·°C	0,123	—	—	—	—	—	—	—

бунда: m_i — аралашмадаги i - компонентнинг моль сони.

$m_i = g_i/M_i$ эканлигини ҳисобга олиб, (II.2) формулани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$x_i = g_i/M_i \sum_{i=1}^n \frac{g_i}{M_i}. \quad (II.3)$$

Табиий газларнинг ҳисоблаш учун зарур булган компонентларининг асосий параметрлари II.1-жадвалда берилган.

II.2. Газ ва газконденсат аралашмасининг зичлиги

Газни тавсифлайдиган асосий параметрлардан бири — зичлик, яъни газ ҳажмининг масса бирлиги. СИ системасида зичлик улчови кг/м^3 , СГС системасида — г/см^3 . Маълум таркибдаги газнинг зичлиги айрим компонентлар зичлигининг ρ_i уларнинг ҳажмий моляр миқдорига x_i кўпайтирилган йиғиндиси билан аниқланади:

$$\rho = \sum_{i=1}^n x_i \rho_i \quad (II.4)$$

ёки маълум молекуляр масса бўйича аниқланади:

$$\rho = \sum_{i=1}^n x_i M_i / 22,4. \quad (II.5)$$

Куруқ газнинг T ва p даги зичлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\rho = \rho_H \frac{p T_{\text{таш}}}{p_{\text{таш}} T_z} = 283,58 \rho_{\text{таш}} \frac{p}{T_z}, \quad (II.6)$$

бунда: $\rho_{\text{таш}}$ — 20°C ва 760 мм сим. уст.да газнинг зичлиги, кг/м^3 ; z — pT да газнинг ўта сиқилувчанлик коэффициенти.

Агар газ таркибида сув буғлари, яъни намлиги $W > 0$ бўлса, газнинг зичлиги қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\rho_{\text{нам}} = 283,58 \rho_{\text{таш}} \frac{p}{T_z} \left[1 + \frac{0,00353 T_z W}{p} \left(\frac{\rho_{с.б}}{\rho_H} - \frac{p_{с.б}}{p} \right) \right]. \quad (II.7)$$

бунда: $\rho_{с.б}$ — тўйинган сув буғининг зичлиги, кг/м^3 ; W — II.7-бандга мувофиқ аниқланадиган намлик миқдори; $p_{с.б}$ — тўйинган сув буғининг босими, кг/см^2 .

$\rho_{с.б}$ ва $p_{с.б}$ нинг қиймати II.2-жадвалда берилган. Куруқ газнинг намлигига ва 730—790 мм симоб устуни босими зичлиги учун тузатишлар II.3-жадвалда келтирилган.

**Тўйинган сув буғи зичлиги ва босимининг
температурага боғлиқлиги**

t , °C	$\rho_{с.в.}$ кг/см ²	$\rho_{с.в.}$ кг/см ³	t , °C	$\rho_{с.в.}$ кг/см ²	$\rho_{с.в.}$ кг/м ³	t , °C	$\rho_{с.в.}$ кг/см ²	$\rho_{с.в.}$ кг/м ³
0	0,00623	0,00485	27	0,03634	0,02576	54	0,15298	0,0998
1	0,00669	0,00519	28	0,03853	0,02722	55	0,16051	0,1044
2	0,00720	0,00556	29	0,04083	0,02875	56	0,16835	0,1092
3	0,00720	0,00594	30	0,04325	0,03036	57	0,17653	0,1142
4	0,00720	0,00636	31	0,04580	0,03225	58	0,18504	0,1193
5	0,00899	0,00679	32	0,04847	0,03381	59	0,19390	0,1257
6	0,00953	0,00726	33	0,05128	0,03565	60	0,2031	0,1302
7	0,01021	0,00775	34	0,05423	0,03758	61	0,2127	0,1360
8	0,01093	0,00826	35	0,05733	0,03960	62	0,2227	0,1420
9	0,01170	0,00882	36	0,06057	0,04172	63	0,2330	0,1482
10	0,01251	0,00940	37	0,06398	0,04393	64	0,2438	0,1546
11	0,01338	0,01001	38	0,06755	0,04623	65	0,2550	0,1630
12	0,01429	0,01066	39	0,07129	0,04864	66	0,2666	0,1682
13	0,01526	0,01134	40	0,07520	0,05115	67	0,2778	0,1753
14	0,01629	0,01206	41	0,07930	0,05376	68	0,2912	0,1827
15	0,01738	0,01282	42	0,08360	0,05659	69	0,3042	0,1903
16	0,01853	0,01363	43	0,08809	0,05935	70	0,3177	0,1982
17	0,01974	0,01447	44	0,09279	0,06234	71	0,3317	0,2064
18	0,02103	0,01536	45	0,09771	0,06545	72	0,3463	0,2148
19	0,02239	0,01630	46	0,10284	0,06868	73	0,3613	0,2236
20	0,02383	0,01729	47	0,10821	0,07205	74	0,3769	0,2326
21	0,02534	0,01833	48	0,11382	0,07557	75	0,3913	0,2420
22	0,02694	0,01942	49	0,11967	0,07923	76	0,4098	0,2516
23	0,02863	0,02057	50	0,12578	0,08302	77	0,4272	0,2615
24	0,03041	0,02177	51	0,13216	0,08696	78	0,4451	0,2718
25	0,03229	0,02304	52	0,13881	0,09107	79	0,4637	0,2824
26	0,03426	0,02437	53	0,14575	0,09535	80	0,4829	0,2933

Газ конденсат қудуқларида конденсат миқдори салмоқли бўлганда аралашманинг зичлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\rho_k = \frac{\rho Q_r + \rho_k Q_k}{Q_r + a_k Q_k}, \quad (11.8)$$

бунда: ρ , ρ_k — сеператордан сўнг мос равишда 20°C ва 760 мм сим. уст.да газ ва конденсат зичлиги, кг/м³; Q_r , Q_k — мос равишда 20°C ва 760 мм сим. уст.да газ ва конденсат дебити, м³/сутка.

Шундай шароитларда

$$a_k = 24 \frac{\rho_k}{M_k}, \quad (11.9)$$

бунда: a_k — конденсатнинг зоҳирий ҳажмий коэффициенти; M_k — конденсатнинг молекуляр массаси, унинг СССР даги айрим конлари учун қиймати қуйида берилди:

Конлар	Молекуляр масса, кг/кмоль	Конлар	Молекуляр масса, кг/кмоль
Вуктил (бошланғич шароит)	128	Майкоп	115
Газли	95	Уренгой	120
Березан	115	Шодлик	170
Крестишен	136	Оренбург	90
Мастах	121	Наип.....	133
		Кирпичлин.....	125

II.3-жадвал

Қуруқ газнинг намлигига нисбатан зичлигига киритилган тузатишлар

Қуруқ газ- нинг зичлиги, кг/м ³	Тузатишлар, % температурада, °С								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0,4	+1,2	+1,5	+2,0	+2,7	+3,4	+5,5	+6,4	+7,0	+8,5
0,5	+0,7	+0,9	+1,2	+1,5	+1,9	+2,4	+2,9	+3,5	+4,3
0,6	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,9	+1,0	+1,2	+1,4	+1,6
0,7	+0,1	+0,1	+0,2	+0,2	+0,2	+1,0	0,0	-0,1	-0,3
0,8	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,4	-0,6	-0,9	1,3	-1,7
0,9	-0,2	-0,3	-0,4	-0,6	-0,8	-1,2	-1,6	-2,3	-3,0
1,0	-0,3	-0,4	-0,6	-0,8	-1,1	-1,6	-2,1	-2,9	-3,9

Амалий ҳисоблашлар учун кўпинча газнинг ҳаво бўйича нисбий зичлигидан $\bar{\rho}$ фойдаланилади, у шу босим ва температурада олинган газ зичлигининг ρ ҳаво зичлигига ρ_x нисбатига тенг:

$$\bar{\rho} = \rho / \rho_x.$$

Нисбий зичлик шуниси билан қулайки, агар ҳаво ва газнинг ута сиқилувчанлик коэффициентларидаги фарққа аҳамият берилмаса, унинг қиймати температура ва босимга боғлиқ эмас. Газнинг нисбий зичлигини нормал шароитда аниқлашда физикада 0°С ва 760 мм симоб устунда, газ саноатида газ ҳажмини аниқлашда — 20°С ва 760 мм ҳисобланади. Ҳавонинг зичлиги мос равишда: 20°С да ва атмосфера босимида $\rho_x = 1,203$ кг/м³, 0°С ва уша босимда $\rho_x = 1,293$ кг/м³.

Мисол. Маълум таркибдаги газнинг зичлигини босим $p = 150$ кгс/см² ва $t = 30^\circ\text{C}$ булганда ҳисоблаш талаб қилинади.

20°C ва 760 мм симоб устунда газнинг зичлик ҳисоби, унинг таркиби буйича II.4-жадвалда берилган.

II.4-жадвал

Газнинг зичлигини ҳисоблаш

Газнинг таркиби	x_i , ҳажм. %	ρ_i (II.1-жадвал буйича)	$\rho_i x_i$
CH ₄	74,10	0,6679	0,4949
C ₂ H ₆	7,48	1,2630	0,0964
C ₁ H _n	3,37	1,872	0,0630
C ₄ H ₁₀	0,76	2,4859	0,0188
C ₄ H ₁₀	1,65	2,5185	0,0423
C ₅ H ₁₂	0,57	3,221	0,0183
C ₅ H ₁₂	0,32	3,221	0,0103
C ₆ H ₁₄	0,63	3,583	0,0225
N ₂	6,09	1,1651	0,0709
H ₂ S	2,00	1,434	0,0286
CO ₂	3,00	1,842	0,0552
	$\Sigma x_i = 100,00$		$\Sigma \rho_i x_i = 0,9192$
$\rho_{II} = 0,9192 \text{ кг/м}^3$		$\rho = 0,9192/1,205 = 0,7628$	

(II.6) формула буйича $z = 1$ деб ҳисобласак, қуйидаги ифода келиб чиқади:

$$\rho = 0,9192 \frac{150 \cdot 293}{1,0332 \cdot 303} = 129,04 \text{ кг/м}^3.$$

Мисол. Қуйидаги дастлабки маълумотлар билан газконденсат аралашмасини зичлигини аниқлаймиз: 20°C ва 760 мм симоб устунда сепаратордан сунгги газнинг зичлиги $\rho = 0,723 \text{ кг/м}^3$ ($\bar{\rho} = 0,6$), конденсатнинг зичлиги $\rho_k = 740 \text{ кг/м}^3$. газдаги конденсатнинг миқдори $300 \text{ см}^3/\text{м}^3$, газнинг дебити 200 минг $\text{м}^3/\text{сутка}$, конденсатнинг молекуляр массаси $M = 149 \text{ кг/кмоль}$. Конденсатнинг суткалик дебитини аниқлаймиз:

$$Q_k = 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^3 = 60 \text{ м}^3/\text{сутка}.$$

(II.9) формула буйича ҳисоблаймиз:

$$a_k = 24 \frac{740}{149} = 119,2.$$

(II.8) формула буйича $\rho_{ар}$ ни топаемиз:

$$\rho_{ap} = \frac{0,723 \cdot 200 \cdot 10^3 + 740 \cdot 60}{200 \cdot 10^3 + 119,2 \cdot 60} = 0,912 \text{ кг/м}^3.$$

II.3. Газнинг критик ва келтирилган параметрлари

Газ ҳолатини тавсифловчи асосий параметрлар ҳажм, босим ва температурадир. Бу параметрларни боғловчи тенглама газ ҳолати тенгламаси деб аталади.

Идеал газлар ҳолати тенгламаси $pV = RT$ молекулалараро ўзаро таъсир ва молекулалар ҳажм бўлмаган шароитдан олинган. Бироқ ҳақиқий газларнинг молекулалари ўлчамга эга ва ўзаро сезиларли таъсир кўрсата олади. Шу боисдан ҳақиқий газларни тавсифлаш учун маълум имкониятга эга бўлган молекулалараро ўзаро таъсир билан боғланган қўшимча параметрлар зарур бўлади. Бу параметрлар молекулалараро ўзаро таъсир σ масофасини ва минимал потенциал энергияни ϵ_0 тавсифлайди.

Молекулалари заряди мунтазам носимметрик тақсимланганлиги билан тавсифланадиган моддалар (мусбат ва манфий зарядли моддалар) учун молекулалараро ўзаро таъсир имконияти баъзи бир қўшимча параметрлар билан тавсифланади. Қудуқ маҳсулотида бўлган сувни, қудуққа киритиладиган метанолни, тузли кислотани мусбат ва манфий зарядлари бўлган бирикмаларга киритиш мумкин. Водород сульфид султ мусбат ва манфий зарядли модда ҳисобланади. Табиий газнинг барча углеводородли компонентлари, шунингдек, азот ва карбонат ангидрид гази мусбат ҳамда манфий зарядга эга бўлмаган бирикма ҳисобланади. Доимий миқдори баён қилинган, қатъий назарий асосга қурилган тавсифий параметрлар билан бевосита боғлиқ бўлган ҳақиқий газлар ҳолатининг умумлашган тенгламаси ҳисоб-китобнинг катталиги, купинча зарур маълумотларнинг булмаслиги билан фойдаланиш учун мураккабдир. Шу боисдан ҳақиқий газларнинг ҳолатини ва уларнинг хусусиятларини ҳисоб-китоб қилишда, одатда ёки бевосита, ёки эмпирик формулалар ёки тенгламалар тузишда фойдаланиладиган тажриба маълумотларига асосланилади.

Муҳандислик ҳисоб-китобларида купинча Менделеев—Клапейроннинг умумлашган тенгламасидан фойдаланиб, унга ҳақиқий газларнинг идеал газлардан оғишини ҳисобга олувчи ва газнинг ўта сиқилувчанлик коэффициенти деб номланувчи коэффициент кирилади:

$$pV = zRT. \quad (II.10)$$

Газ зичлигини солиштирма ҳажм билан алмаштириб, шу тенгламани кўпроқ оммалашган кўринишда ёзамиз:

$$p = \rho zRT, \quad (II.11)$$

бунда: z — газнинг ўта сиқилувчанлигининг ўлчамсиз коэффициентини; R — газ доимийлиги, м³/С.

Критик ҳолат деб моддаларнинг шундай ҳолатига айтиладики, бунда моддалар ва унинг тўйинтирган буг зичлиги бир-бирига тенг бўлади. Бу ҳолатга мувофиқ келадиган параметрлар критик параметрлар деб аталади.

Углеводород ва ноуглеводород компонентлар аралашмасидан иборат бўлган табиий газ учун критик параметрлар газ таркиби бўйича псевдо (сохта) критик параметрлар сифатида аниқланади.

Табиий газ таркибида юқори температурада қайновчи углеводород фракциялар ва ноуглеводород компонентлар миқдори 10 ҳажмий % дан кам бўлса, псевдокритик параметрлар қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$p_{п.кр} = \sum_{i=1}^n x_i p_{кри}, \quad (II.12)$$

$$T_{п.кр} = \sum_{i=1}^n x_i T_{кри}, \quad (II.13)$$

бунда: $p_{п.кр}$ — газнинг псевдокритик босими, кгс/см²; $T_{п.кр}$ — псевдокритик температура, К; $p_{кри}$, $T_{кри}$ — i компонентнинг мос равишда II.1-жадвал бўйича аниқланадиган критик босим ва температураси; x_i — i компонентнинг моль (ҳажмий) таркиби.

Газконденсат конларидаги газлар ҳамда таркибида 10 ҳажмий % дан кўп оғир углеводород ва ноуглеводород компонентлари бўлган газлар учун (II.12), (II.13) формулаларда хатолик юзага келади. Шу боисдан юқори аниқликни талаб қиладиган ҳисоб-китоблар учун қуйидаги формуладан фойдаланиш керак:

$$p_{п.кр} = K^2/J^2,$$

$$T_{п.кр} = K^2/J,$$

$$K = \sum_{i=1}^n x_i \frac{T_{кри}}{\sqrt{p_{кри}}}, \quad (II.14)$$

$$J = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \left[(T_{кри}/p_{кри})^{1/3} + (T_{крj}/p_{крj})^{1/3} \right]^3$$

Газ конлари учун C_{7+10} фракциясининг компонент таркиби тўғрисида маълумотлар бўлмаган ҳолларда бу фракцияларнинг псевдокритик параметрларини гептаннинг критик параметрлари билан алмаштириш мумкин. Газконденсат конлари учун C_{7+10} нинг псевдокритик параметрлари молекуляр массага боғлиқ ҳолда II.1-расмнинг градиенти бўйича аниқланади.

Газнинг компонент таркиби номаълум бўлган ҳолларда псевдо-критик параметрларни газнинг нисбий зичлигига қараб аниқлаш мумкин (II.2, II.3-расмлар). Газда азот, водород сульфид, карбонат ангидрид бўлса, псевдокритик параметрларга тегишли белги билан тузатишлар киритилади.

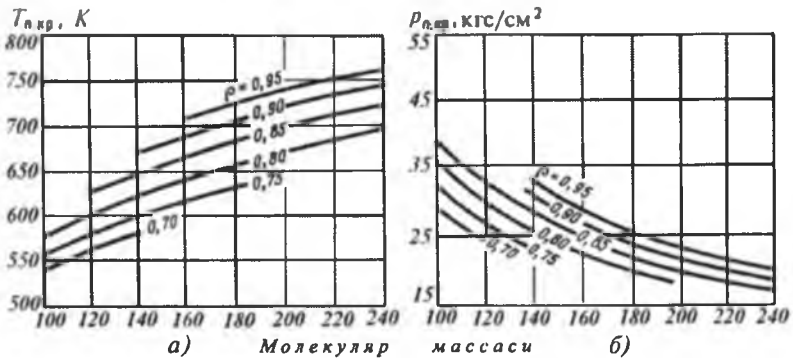
Бундай параметрларнинг қийматини уларнинг критик қийматига нисбати келтирилган параметрлар дейилади:

$$\begin{aligned} P_{кел} &= P / P_{кр}, \\ T_{кел} &= T / T_{кр}. \end{aligned} \quad (II.15)$$

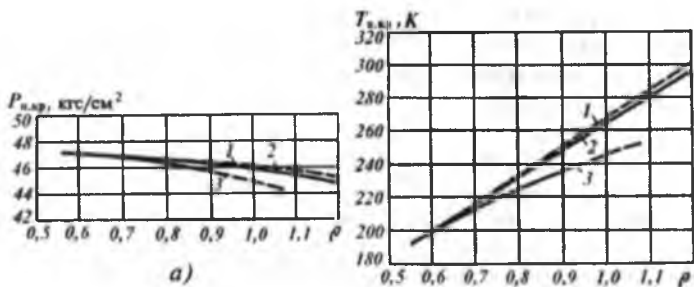
Табий газнинг келтирилган параметрлари босим ва температуранинг уларнинг псевдокритик қийматига нисбати орқали аниқланади.

Критик ва келтирилган параметрларнинг мувофиқлик ҳолати тамойилдан газнинг ўта сиқилувчанлик, қовушқоқлик коэффи-циентларини ва айрим бошқа хусусиятларини аниқлашда фойдаланиш имкониятини беради.

Мувофиқлик ҳолати тамойили шундан иборатки, агар иккита ёки бир нечта моддалар келтирилган тенглама ҳолатини қаноатлан-тирса, у ҳолда келтирилган учта параметрдан иккитаси бир хил параметрга эга бўлса, демак келтирилган учинчи параметр ҳам олдингилари билан бир хил бўлади. Критик нуқтада келтирилган параметрлар бир хил ва бирга тенг бўлгани учун барча моддаларнинг критик ҳолати ҳам мос келади.

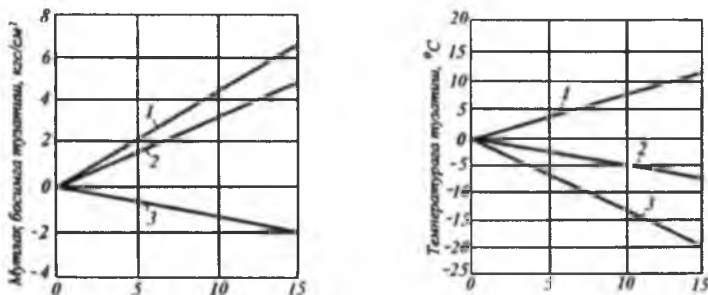


II.1-расм. C_{7+10} учун псевдокритик температура (а) ва босим (б).



б)

11.2- расм. Табiiй газларнинг псевдокритик босим (а) ва температураси (б).
1- углеводород газлар; 2- газлар аралашмаси; 3- газконденсат кудуқлари маҳсулотлари.



а) Углерод бўлмаган компонент миқдори, ҳажм % б)

11.3- расм. 11.2- расм буйича аниқланган, таркибда аралашмалар бўлган газлар учун псевдокритик босим (а) ва температураларга (б) тузатишлар.
Аралашма: 1- H₂S; 2- CO₂; 3- N₂.

Умумий ҳолда барча моддалар учун истисносиз мос келадиган мувофиқлик ҳолатининг ягона келтирилган тенгламаси мавжуд эмас. Бироқ кимёвий бирикмаларнинг маълум бир типига мансуб бўлган ва критик параметрларининг қиймати ўзаро яқин бўлган моддалар учун мувофиқлик ҳолати қонуни сақланади.

Газ бирикмаларида бошқа туркумга мансуб компонентлар мавжуд бўлса, мувофиқлик ҳолатидан фойдаланганда, бу компонентлар миқдори қанча юқори бўлса, бажариладиган ҳисоб-китобларнинг аниқлиги шу даражада камайиб боради. Бу ҳолатда тузатиш киритиш керак бўлади, уни ёки қўшимча графиклар буйича, ёки келтирилган ҳолат тенгламасига учинчи параметрни киритиб аниқланади.

Мисол. Газнинг псевдокритик параметрларини ҳисобланг, унинг таркиби ва зичлиги II.4-жадвалда келтирилган. $p_{кр}$ ва $T_{кр}$ ни (II.12) ва (II.13) формулалар буйича ҳисоблаш II.5-жадвалда келтирилган.

II.5-жадвал

Критик босим ва температурани аниқлаш

Газ таркиби	Миқдори ҳажмий % да	Компонентларнинг критик параметрлари		Псевдокритик параметрлар	
		$p_{крит}^{ас}$ кгс/см ²	T, K	$p_{кр}^{пс}$ кгс/см ²	$T_{кр}, K$
CH ₄	74,1	46,95	190,55	34,79	141,22
C ₂ H ₆	7,48	49,76	306,43	3,72	22,85
C ₃ H ₈	3,37	43,33	369,82	1,46	12,46
<i>i</i> -C ₄ H ₁₀	0,76	37,19	408,13	0,28	3,10
<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	1,68	38,71	425,16	0,65	7,14
<i>i</i> -C ₅ H ₁₂	0,57	34,48	460,39	0,19	2,62
<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	0,32	34,35	469,65	0,11	1,50
C ₆ H ₁₄	0,63	30,72	507,35	0,19	3,19
N ₂	6,09	34,65	126,26	2,11	7,69
H ₂ S	2,00	91,85	373,60	1,84	7,47
CO ₂	3,00	75,27	304,20	2,26	0,13
	100			$p_{пс} = 47,60$	$T_{пс} = 218,37$

II.2- ва II.3- расмлар буйича нисбий зичлиги $\bar{\rho} = 0,763$ га тенг булган газконденсат учун эгри чизикдан фойдаланиб, критик параметрларни топамиз.

Критик босимни асосий график буйича аниқлаймиз: $p_{кр} = 46,5$ кг/см². Тузатишларни топамиз: H₂S миқдорига (2 ҳаж. %) + 0,8 кг/см²; CO₂ миқдорига (3 ҳаж. %) + 1 кгс/см²; азот миқдорига (6,09 ҳаж. %) - 0,7 кгс/см². Шундай қилиб, $p_{кр} = 46,5 + 0,8 + 1 - 0,7 = 47,6$ кгс/см².

Шундай тартибда аниқланган критик температура

$$T_{кр} = 220 + 2 - 1,8 - 1,5 = 218,7 K.$$

Мисол. Олдинги мисолдаги газ учун $\rho = 150$ кгс/см³ ва $T = 303$ -K булганда келтирилган параметрларни ҳисобланг.

(II.15) формула буйича қуйидагиларни топамиз:

$$p_{кел} = 150/47,60 = 3,15;$$

$$T_{кел} = 303/218,37 = 1,388.$$

II.4. Табиий газнинг қовушқоқлиги

Газнинг қовушқоқлиги деганда бир зарранинг бошқасига нисбатан силжишига қаршилик кўрсатиш хусусияти тушунилади. Бир майдондаги газнинг икки қатлами ўртасидаги ишқаланиш кучи узунлик бирлигидаги тезликнинг ўзгаришига пропорционалдив. Пропорционаллик коэффициентини деб газнинг мутлақ ёки динамик коэффициентига айтилади. Газнинг қовушқоқлиги, температураси, босими ва ҳажми сингари параметрлари унинг ҳолатини ифодаловчи функцияси булиб, газни тавсифлашда ундан фойдаланиш мумкин.

Қовушқоқлик майдон бирлигига сурилиш кучи сифатида белгиланиб тезлик градиентига тенглаштирилади, у қуйидаги ўлчам бирлигига эга: куч вақт/(узунлик)² ёки масса/узунлик · вақт. Ҳар икки ўлчам бирлиги ҳам қўлланилади, гарчи пуаз ва сантипуаз кўпроқ тарқалган булса ҳам. Турли системалардаги қовушқоқликнинг ўлчов бирлиги ва улар ўртасидаги нисбат II.6-жадвалда берилган.

II.6-жадвал

Қовушқоқликни ўлчов бирлиги

Ўлчов бирлиги	кг с/м ²	кг соат/м ²	Н·с/м ²	Пуаз	lbt s/ft ²
кг · с/м ²	1	2,7778·10 ⁴	0,8066	98,0066	0,20482
кг · соат/м ²	3600	1	35304	353040	737,34
Н с/м ²	0,10197	2,8325·10 ⁵	1	10	0,020885
Пуаз	0,010197	2,8325·10 ⁶	0,1	1	0,002088
lbt · s/ft ²	4,8824	1,3562·10 ³	47,880	478,80	1

1П = 1 дин с/см² = 0,1 Н·с/см² = 10² сП = 10⁶ мкП.

Берилган ўлчов бирлигини (чапдаги устун) қайта ҳисоблаш учун талаб қилинган (жадвалнинг юқоридаги сатри) зарур кўпайтиргич устунлар ва сатрлар кесишган жойдан топилади. Масалан, кг·соат/м² да берилган қовушқоқликни пуазда ифодалаш учун, унинг миқдорини 0,35304·10⁶ га кўпайтириш керак.

Табиий газнинг, шунингдек, унинг айрим компонентларининг қовушқоқлиги ҳам температура ва босимга боғлиқ. Маълум шароитларда қовушқоқликни ҳисоблаш икки босқичда амалга оширилади. Дастлаб маълум температура ва атмосфера босимидаги қовушқоқлик $\mu_{\text{ат}}$ аниқланади, сўнг $\mu_{\text{ат}}$ нинг олинган қиймати маълум босимга қайта ҳисобланади.

$\mu_{\text{ат}}$ нинг қийматини газнинг маълум таркиби бўйича аналитик усулда ва унинг нисбий зичлиги бўйича график усулда аниқлаш

мумкин. Иккинчи усул амалий ҳисоблашлар учун қулайроқ, юқори аниқликни талаб қилмайди.

II.4.1. Атмосфера босимида газ қовушқоқлигини график усулда аниқлаш

Атмосфера босимидаги ва маълум температурадаги газнинг қовушқоқлиги газнинг нисбий зичлиги бўйича II.4-расмда келтирилган график ёрдамида аниқланади. Бунда ноуглеводород компонентларнинг таъсири унга тузатишлар киритиш билан ҳисобга олинади, газдаги компонентларнинг тегишли концентрациялари учун бундай тузатишлар қўшимча график бўйича аниқланади. Асосий график бўйича аниқланган тузатишларнинг қиймати қовушқоқлик қийматидан айрилиши керак.

Мисол. Атмосфера босимидаги ва температураси 67°C (340 K) бўлган ва қуйидаги таркибдаги газнинг қовушқоқлиги ҳисоблансин: CH_4 —74,10; C_2H_6 —7,48; C_3H_8 —3,37; n - C_4H_{10} —1,68; i - C_4H_{10} —0,76; i - C_3H_{12} —0,32; n - C_3H_{12} —0,57; C_6H_{14} —0,63; N_2 —6,09; H_2S —2,00; CO_2 —3,00 ҳаж. %. Газнинг нисбий зичлиги II.2-бандда келтирилган усул билан ҳисобланади. Мазкур таркиб учун $\bar{\rho} = 0,763$ га тенг.

II.4-расм бўйича аниқланган: $\bar{\rho} = 0,763$ га ва $t = 67^\circ\text{C}$ га тенг.

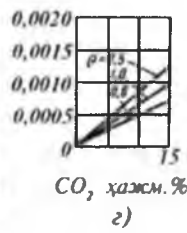
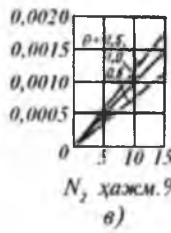
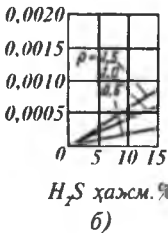
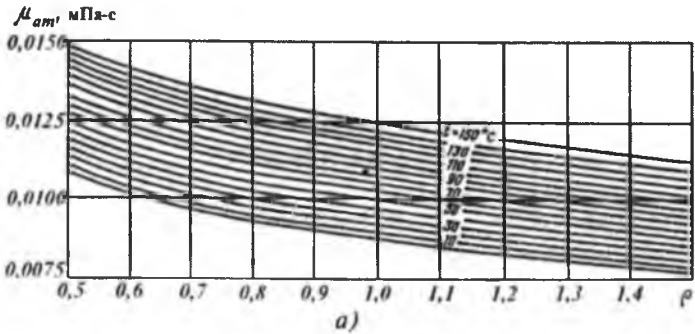
$$\mu_{\text{гр}} = 0,0112 - 0,0005 - 0,0001 - 0,0002 = 0,0104.$$

II.4.2. Атмосфера босимидаги қовушқоқликни аналитик усулда аниқлаш

Газнинг маълум таркиби бўйича қовушқоқлиги $\mu_{\text{гр}}$ ни ҳисоблаш қуйидаги формула орқали амалга оширилади:

$$\mu_{\text{гр}} = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i x_i \sqrt{M_i}}{\sum_{i=1}^n x_i \sqrt{M_i}},$$

бунда: μ_i — $\rho_{\text{гр}}$ даги ва T - температурадаги i - компонентнинг қовушқоқлиги, сП; x_i - газдаги i - компонентнинг газдаги моль (ҳажмий) концентрацияси, бирлик улушида; M_i — II.1-жадвал бўйича аниқланадиган i - компонентнинг молекуляр массаси.



II.4-расм. Углеводород газлар қовушқоқлигининг газнинг ҳавога нисбатан (а) нисбий зичлигига боғлиқлиги ва таркибда H_2S (б), N_2 (в) ва CO_2 (г) бўлган газлар қовушқоқлигига киритилган тузатишлар.

Қовушқоқлик μ_i миқдорини айрим компонентлар қовушқоқлигининг температурага боғлиқлигини график ёрдамида ифодалаш орқали ёки таҳлилий йўл билан аниқлаш мумкин.

Қовушқоқлик μ_i миқдори ҳар бир компонент учун $\mu_{ат}$ каби графикда II.5-расм буйича аниқланади.

Мисол. Қовушқоқлик $\mu_{ат}$ ни аввалги мисолда берилган дастлабки маълумотлар буйича аналитик усулда ҳисобланг.

II.5-расм буйича ҳар бир компонентнинг $67^\circ C$ даги қовушқоқлиги μ , ни аниқлаймиз.

II.1-жадвал буйича ҳар бир компонентнинг молекуляр массасини топамиз. (II.16) формула буйича маълум таркибдаги газнинг атмосфера босимидаги ва $67^\circ C$ даги қовушқоқлигини ҳисоблаймиз.

Ҳисоблашнинг бошланғич маълумотлари ва натижалари II.7-жадвалда келтирилган. Изланаётган миқдор

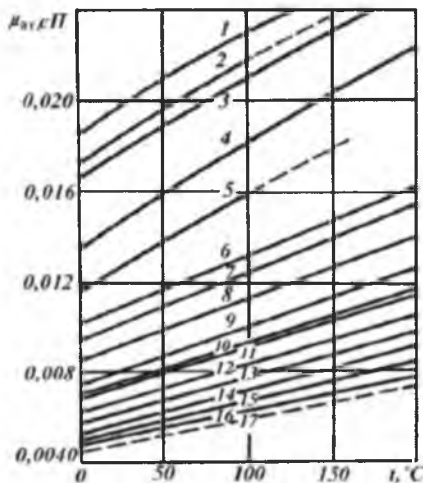
$$\mu_{ат} = 0,0564/4,5597 = 0,0124 \text{ сП га тенг.}$$

Атмосфера босимидаги газ қовушқоқлигини ҳисоблашга мисол

Газ таркиби	x_i	μ_i	$\mu_i x_i$	M_i	$\sqrt{M_i}$	$\mu_i x_i \sqrt{M_i}$	$x_i \sqrt{M_i}$
CH_4	0,7410	0,0123	0,00911	16,042	4,0052	0,0365	2,9678
C_2H_6	0,0748	0,0104	0,00078	30,068	5,483	0,0043	0,4101
C_3H_8	0,0337	0,0081	0,00031	44,091	6,640	0,0020	0,2238
$i-C_4H_{10}$	0,0076	0,0088	0,00007	58,120	7,623	0,0005	0,0579
$n-C_4H_{10}$	0,0168	0,0085	0,00014	58,120	7,623	0,0010	0,1281
$i-C_5H_{12}$	0,0057	0,0078	0,00004	72,151	8,494	0,0003	0,0184
$n-C_5H_{12}$	0,0032	0,0078	0,00002	72,151	8,494	0,0001	0,0272
C_6H_{14}	0,0063	0,0072	0,00004	85,178	9,366	0,0003	0,0581
N_2	0,0609	0,0197	0,00120	28,016	5,293	0,0063	0,3223
H_2S	0,0200	0,0148	0,00030	34,082	5,837	0,0018	0,1167
CO_2	0,0300	0,0169	0,00050	44,011	6,634	0,0033	0,1990
						$\Sigma = 0,0564$	$\Sigma = 4,5597$

μ_i ни аналитик йўл билан ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилади:

$$\mu_i = 0,002669 \frac{\sqrt{M_i T}}{\sigma_i^2 \Omega_{\mu_i}}, \quad (II.17)$$



II.5- расм. Газларнинг муфтақ қовушқоқлигининг атмосфера босимидаги температурага боғлиқлиги.

1-гелий; 2-ҳаво; 3-азот; 4-карбонат ангидрид гази; 5-водород сульфид; 6-метан; 7-этилен; 8-этан; 9-пропан; 10-изобутан; 11-н-бутан; 12-н-пентан; 13-н-гексан; 14-н-гептан; 15- н-октан; 16- н-нонан; 17- н-декан.

бунда: Ω_{μ_1} — мусбат ва манфий зарядлари булмаган моддалар учун

II.8-жадвал буйича $T_i^* = \frac{T}{(\epsilon/k)_i}$ га боғлиқ ҳолда мусбат ва манфий зарядлари булган компонентлар учун — II.9-жадвал буйича T_i^* ва δ_i га боғлиқ ҳолда аниқланадиган тўқнашувлар интегрالي.

σ_i , $(\epsilon/k)_i$ ва δ_i параметрлар қиймати II.1-жадвал буйича аниқланади (мусбат ва манфий зарядлари булмаган моддалар учун $\delta = 0$).

Мисол. 67°C температурада метан қовушқоқлигини μ_{CH_4} ҳисобланг.

II.1-жадвал буйича метан учун $M = 16,042$ ни топамиз; $\sigma = 3,808$ ($\epsilon/k=140$; $\delta=0$).

$T = (67+273)/148=2,43$ миқдорни ҳисоблаймиз.

II.8-жадвал буйича $T^* = 2,43$ учун $\Omega_{\mu_1} = 1,103$ ни топамиз. Формула (II.17) буйича қовушқоқликни ҳисоблаймиз:

$$\mu_{CH_4} = \frac{0,002669 \sqrt{16,042 \cdot 340}}{3,808^2 \cdot 1,103} = 0,0123 \text{ сП.}$$

II.8-жадвал

Турли келтирилган температураларда T^* мусбат ва манфий зарядлари булмаган компонентлар учун тўқнашув интегралининг Ω_{μ_1} қиймати

T^*	Ω_{μ_1}	T^*	Ω_{μ_1}	T^*	Ω_{μ_1}	T^*	Ω_{μ_1}
0,30	2,785	1,35	1,375	2,8	1,058	4,9	0,9305
0,35	2,628	1,40	1,353	2,9	1,048	5	0,9269
0,40	2,492	1,45	1,333	3,0	1,039	6	0,8963
0,45	2,368	1,50	1,314	3,1	1,030	7	0,8727
0,50	2,257	1,55	1,296	3,2	1,022	8	0,8538
0,55	2,156	1,60	1,279	3,3	1,014	9	0,8379
0,60	2,065	1,65	1,264	3,4	1,007	10	0,8242
0,65	1,982	1,70	1,248	3,5	0,9999	20	0,7432
0,70	1,908	1,75	1,234	3,6	0,9932	30	0,7005
0,75	1,841	1,80	1,221	3,7	0,9870	40	0,6718
0,80	1,780	1,85	1,209	3,8	0,9811	50	0,6504
0,85	1,725	1,90	1,197	3,9	0,9755	60	0,6335
0,90	1,675	1,95	1,186	4,0	0,9700	70	0,6194
0,95	1,629	2,00	1,175	4,1	0,9649	80	0,6076
1,00	1,587	2,10	1,156	4,2	0,9600	90	0,5973
1,05	1,549	2,20	1,138	4,3	0,9553	100	0,5882
1,10	1,514	2,30	1,122	4,4	0,9507	200	0,5320
1,15	1,482	2,40	1,107	4,5	0,9464	300	0,5016
1,20	1,452	2,50	1,093	4,6	0,9432	400	0,4811
1,25	1,424	2,60	1,081	4,7	0,9382		
1,30	1,399	2,70	1,069	4,8	0,9343		

Мусбат ва манфий зарядли компонентлар учун туқияшув интегралининг қиймати Ω_c

T°	δ							
	0	0,25	0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
0,1	4,1005	4,266	4,833	5,742	6,739	8,624	10,34	11,89
0,2	3,2626	3,305	3,516	3,914	4,439	5,570	6,637	7,618
0,3	2,8399	2,836	2,936	3,168	3,511	4,329	5,126	5,874
0,4	2,5310	2,522	2,586	2,749	3,004	3,640	4,282	4,985
0,5	2,2837	2,277	2,329	2,460	2,665	3,187	3,723	4,249
0,6	2,0838	2,081	2,130	2,243	2,417	2,862	3,329	3,786
0,7	1,9220	1,924	1,970	2,072	2,225	2,614	3,028	3,435
0,8	1,7902	1,795	1,840	1,934	2,070	2,417	2,788	3,560
0,9	1,6823	1,689	1,733	1,820	1,944	2,258	2,596	2,933
1,0	1,5929	1,601	1,644	1,725	1,838	1,124	2,435	2,746
1,2	1,4551	1,465	1,504	1,574	1,670	1,913	2,181	2,451
1,4	1,3551	1,365	1,400	1,461	1,544	1,754	1,989	2,228
1,6	1,2800	1,289	1,321	1,376	1,447	1,630	1,838	2,053
1,8	1,2219	1,231	1,259	1,306	1,370	1,532	1,718	1,912
2,0	1,1757	1,184	1,209	1,251	1,307	1,451	1,618	1,795
2,5	1,0933	1,100	1,119	1,150	1,193	1,304	1,435	1,578
3,0	1,0388	1,044	1,059	1,083	1,017	1,204	1,310	1,428
3,5	0,99863	1,004	1,016	1,035	1,062	1,133	1,220	1,319
4,0	0,96988	0,9732	0,9830	0,9991	1,021	1,079	1,153	1,236
5,0	0,92676	0,9291	0,9360	0,9473	0,9628	1,005	1,058	1,121
6,0	0,89616	0,8979	0,9030	0,9114	0,9230	0,9545	0,9955	1,044
7,0	0,87272	0,8741	0,8780	0,8845	0,8935	0,9181	0,9505	0,989
8,0	0,85379	0,8549	0,8580	0,8632	0,8703	0,8901	0,9164	0,948
9,0	0,83795	0,8338	0,8414	0,8456	0,8515	0,8678	0,8895	0,916
10,0	0,82435	0,8251	0,8273	0,8308	0,8356	0,8493	0,8676	0,890
12,0	0,80184	0,8024	0,8039	0,8065	0,8101	0,8201	0,8337	0,850
14,0	0,78363	0,7840	0,7852	0,7872	0,7899	0,7976	0,8081	0,821
16,0	0,76834	0,7687	0,7696	0,7712	0,7790	0,7730	0,7878	0,7983
18,0	0,75516	0,7554	0,7562	0,7575	0,7592	0,7642	0,7711	0,7797
20,0	0,73464	0,7435	0,7445	0,7455	0,7470	0,7512	0,7569	0,7642
25,0	0,71982	0,7200	0,7204	0,7211	0,7221	0,7250	0,7289	0,7339
30,0	0,70097	0,7011	0,7014	0,7019	0,7026	0,7047	0,7076	0,7112
35,0	0,68545	0,6855	0,6858	0,6861	0,6867	0,6883	0,6905	0,6932
40,0	0,67232	0,6724	0,6726	0,6728	0,6733	0,6745	0,6762	0,6784
50,0	0,65099	0,6510	0,6512	0,6513	0,6516	0,6524	0,6534	0,6546
75,0	0,61397	0,6141	0,6143	0,6145	0,6147	0,6148	0,6148	0,6147
100,0	0,58870	0,5889	0,5894	0,5900	0,3903	0,5901	0,5895	0,5885

Мисол. Водород сульфиднинг атмосфера босимидаги ва 67°C температурадаги қовушқоқлигини ҳисобланг.

II.1-жадвал бўйича H_2S учун $M = 34,082$; $\sigma = 3,49$; $(\epsilon/k) = 343$; $\delta = 0,21$ ни топамиз.

T^* ҳисоблаймиз:

$$T^* = (67+273)/343=0,991.$$

$T^*=0,991$ ва $\delta=0,21$ бўлганда II.9-жадвал буйича $\Omega\mu = 1,6077$ ни топамиз.

II.17 формула буйича қовушқоқликни ҳисоблаймиз:

$$\mu_{H_2S} = \frac{0,00269 \sqrt{34,082 \cdot 340}}{3,49^2 \cdot 1,6077} = 0,0148 \text{ сП.}$$

II.4.3. Берилган босимда қовушқоқликни ҳисоблаш

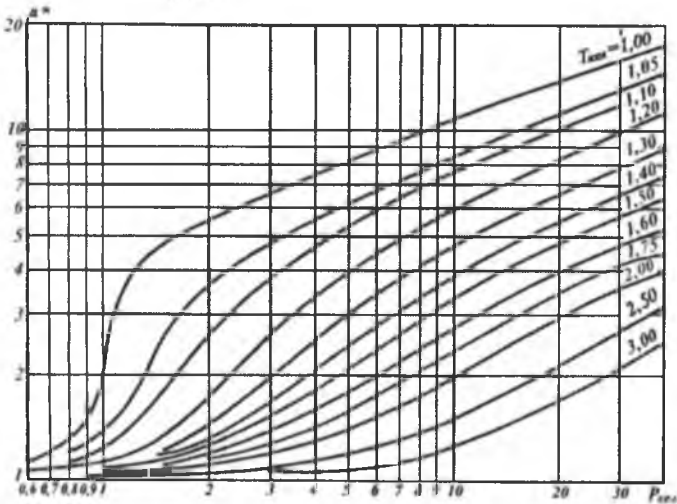
Берилган босим p ва температура T да газнинг қовушқоқлигини аниқлаш учун қуйидагилар зарур:

1. Юқорида қайд қилинган усуллардан бири буйича атмосфера босимидаги ва T температурадаги газнинг қовушқоқлиги $\mu_{ат}$ ни аниқлаш.

2. II.3- бандга мувофиқ газнинг критик ва келтирилган параметрларини топиш.

3. II.6-расмда келтирилган графикдан топилган $p_{кел}$ ва $T_{кел}$ буйича қовушқоқлик $\mu^* = \mu/\mu_{ат}$ ни аниқлаш.

4. Аниқланган $\mu_{ат}$ ва μ^* буйича зарур қовушқоқликни берилган p ва T ёрдамида $\mu = \mu^* \mu_{ат}$ ҳисоблаш.



II.6- расм. Қовушқоқлик нисбатининг μ^* турли келтирилган температуралар $T_{кел}$ ва келтирилган босимлар $p_{кел}$ га боғлиқлиги.

Мисол. Таркиби II.7-жадвалда келтирилган, 67°C ва 150 кгс/см² босимдаги газнинг қовушқоқлигини аниқланг.

Атмосфера босимидаги $\mu_{\text{ат}}$ қовушқоқликни 0,0124 сП га тенг деб қабул қиламиз.

Мазкур таркибдаги газнинг критик параметрлари $p_{\text{кел}} = 47,6$ кг/см², $T_{\text{кел}} = 218,4$ К.

Келтирилган параметрларни аниқлаймиз:

$$p_{\text{кел}} = 150/47,6=3,15; \quad T_{\text{кел}} = 340/218,4=1,56.$$

II.6-расм буйича $\mu^* = 1,5$ ни топамиз.

Босим 150 кгс/см² ва температура 340 К да газнинг қовушқоқлигини ҳисоблаймиз:

$$\mu = 1,5 \cdot 0,0124 = 0,0186 \text{ сП.}$$

II.5. Табиий газнинг ўта сиқилувчанлик коэффициенти

Газнинг ўта сиқилувчанлик коэффициенти — газ босими, температураси ва таркиби функциясидир.

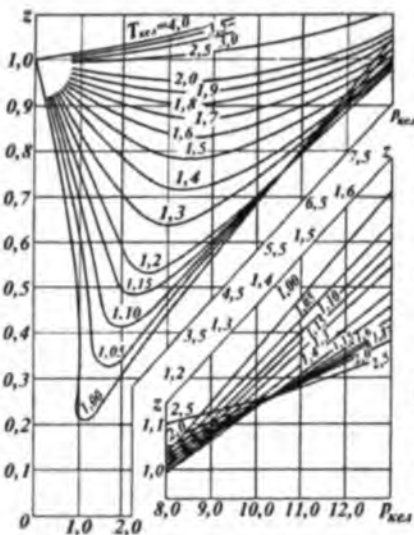
Ўта сиқилувчанлик коэффициентини газ таркибидан келиб чиқиб аниқлаш керак. Ўта сиқилувчанлик коэффициентини аниқлашнинг кўпгина методлари мувофиқлик ҳолати принципларига асосланган бўлиб, унинг келтирилган параметрларга боғлиқлигидан фойдаланилади. Табиий газда кўп миқдорда оғир углеводородлар ёки ноуглеводород компонентлар мавжуд бўлган ҳолларда, ўта сиқилувчанлик коэффициентини келтирилган икки параметр буйича аниқлаш жиддий нуқсонлар келиб чиқишига сабаб бўлиши мумкин. Бу ҳолда учинчи, тавсифий параметрни киритиш тавсия этилади.

II.5.1. Келтирилган икки параметр буйича ўта сиқилувчанлик коэффициентини аниқлаш

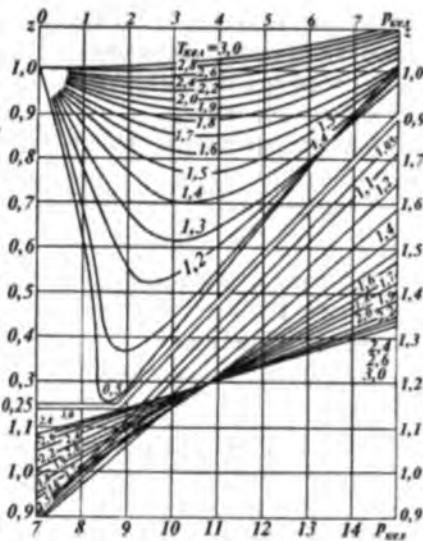
Газда ноуглеводород ва оғир углеводород компонентлар миқдори 10 ҳажм % дан кам бўлган ҳолларда ўта сиқилувчанлик коэффициенти z икки параметр — $p_{\text{кр}}$ ва $T_{\text{кр}}$ буйича аниқланади. Аниқлаш тартиби қуйидагича:

1. II.3-бандда баён қилинган усуллар буйича критик параметрлар $p_{\text{кр}}$ ва $T_{\text{кр}}$ топилади.

2. Келтирилган параметрлар $p_{\text{кел}}$ ва $T_{\text{кел}}$ ҳисобланади.



II.7- расм. Ўта сиқилувчанлик коэффициентини метан учун келтирилган босим ва температурага боғлиқлиги.



II.8- расм. Табиий газ учун ўта сиқилувчанлик коэффициентининг келтирилган босим ва температурага боғлиқлиги.

3. II.7- ва II.8-расмларда келтирилган график буйича ҳисобланган $P_{кр}$ ва $T_{кр}$ учун коэффициент z аниқланади. Бунда метаннинг газдаги миқдори 98 ҳажм % дан ортиқ бўлган ҳолларда II.7-расмдан фойдаланилади. Газнинг компонент таркиби номаълум, фақат нисбий зичлиги маълум бўлган ҳолларда ҳам шу усул билан ўта сиқилувчанлик коэффициенти аниқланади.

Мисол. Таркиби II.4-жадвалда келтирилган газнинг $p = 150$ кг/см² ва $T = 303$ да ўта сиқилувчанлик коэффициенти аниқланган.

Газнинг критик параметрларини аниқлаймиз:

$$p_{кр} = 47,6 \text{ кг/см}^2; \quad T_{кр} = 218,4 \text{ К.}$$

Келтирилган параметрларни топамиз:

$$p_{кр} = 150/47,6 = 3,15; \quad T_{кр} = 303/218,4 = 1,388.$$

II.8-расмдаги график буйича олинган $p_{кр}$ ва $T_{кр}$ учун $z = 0,7$ ни топамиз.

II.5.2. Урта параметр буйича ута сиқилувчанлик коэффициентини аниқлаш

Юқори температурада қайновчи углеводород ва ноуглеводород компонентларнинг жами моль концентрацияси 10 % дан ортса, шунингдек, газда мусбат ва манфий зарядли моддалар мавжуд бўлса, коэффициент z ни аниқлаш учун учинчи параметр киритилади. Тавсифий параметр сифатида энг кўп қўлланиладиган параметрлардан бири молекуланинг ацентриклик омилидирки ω , аралашма учун у қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$\omega = \sum_{i=1}^n x_i \omega_i, \quad (II.18)$$

бунда: ω_i — i компонентнинг ацентриклик омили.

Табиий газ компоненти учун ацентриклик омили II.1-жадвалда келтирилган. C_{7+} фракцияси учун, агар фракция таркиби номаълум бўлса, ацентриклик омилини қуйидаги формула буйича аниқлаш мумкин

$$\omega_i = \frac{3}{7} \cdot \frac{\lg \frac{p_{крi}}{p_{ат}}}{\frac{T_{крi}}{T_{қайi}} - 1} - 1, \quad (II.19)$$

бунда: $T_{қайi}$ — i -компонентнинг қайнаш температураси.

Бунда критик параметрлар график буйича фракциянинг молекуляр массасига боғлиқ ҳолда аниқланади.

Ута сиқилувчанлик коэффициенти z уч параметр буйича қуйидагича аниқланади:

$$z = z^{(0)} + \omega z^{(1)}. \quad (II.20)$$

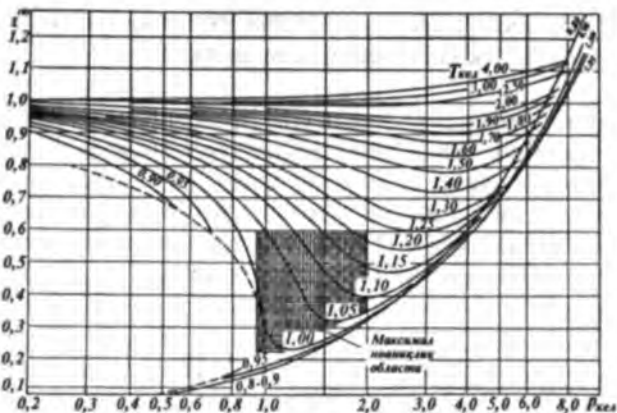
$z^{(0)}$ ва $z^{(1)}$ қиймати $p_{кел}$ ва $T_{кел}$ га боғлиқ ҳолда II.9- ва II.10-расмларда келтирилган график буйича топилади.

Мисол. Босим $p = 150$ кгс/см² ва температура $T = 303$ К бўлганда газнинг ута сиқилувчанлик коэффициенти ни ҳисобланг. Газ таркиби II.4-жадвалда келтирилган.

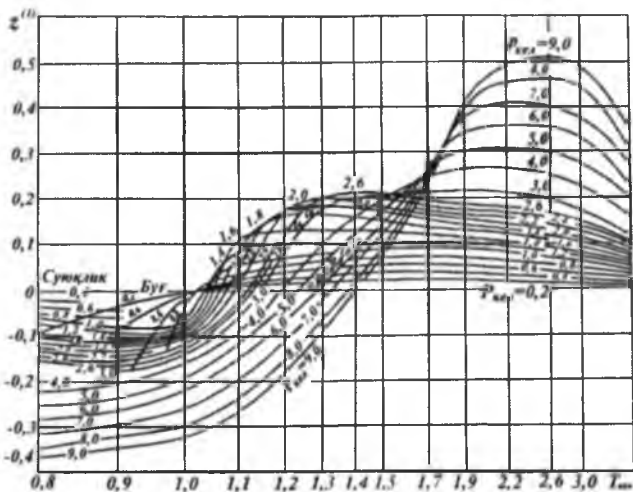
II.1-жадвал буйича ω , нинг айрим компонентларининг ацентриклик омилини топамиз.

II.18 формула буйича ушбу таркибдаги газнинг ацентриклик омилини ҳисоблаймиз; $\omega = 0.04034$; ω ҳисоби II.10-жадвалда келтирилган.

II.3-бандда ёзилган усулда газнинг критик параметрларини аниқлаймиз; ушбу мисол учун $p_{кр} = 47,6$ кгс/см²; $T_{кр} = 218,4$ К.



II.9- расм. Оддий моддаларнинг сиқилувчанлик коэффицентини $z^{(0)}$ аниқлаш графиги.



II.10- расм. Молекулаларнинг келтирилган температура ва келтирилган босимда сферик эмаслигини ҳисобга олувчи $z^{(1)}$ функциясини аниқлаш графиги.

Келтирилган параметрларни ҳисоблаймиз:

$$p_{\text{кел}} = 150/47,6 = 3,15 ; \quad T_{\text{кел}} = 303/218,4 = 1,39 .$$

Олинган $p_{\text{кел}}$, $T_{\text{кел}}$ учун II.9 ва II.10-расмлар буйича $z^{(0)}$ ва $z^{(1)}$ ни топамиз: $z^{(0)} = 0,715$; $z^{(1)} = 0,195$.

(II.20) формула буйича газнинг ута сиқилувчанлик коэффицентини топамиз:

$$z = 0,715 + 0,04034 \cdot 0,195 = 0,723 .$$

Табиий газнинг ацентриклик омилини ҳисоблаш

Газнинг таркиби	x_i	w_i	$x_i w_i$
CH ₄	0,7410	0,0104	0,007710
C ₂ H ₆	0,0748	0,0986	0,007375
C ₃ H ₈	0,0337	0,1524	0,005135
<i>i</i> -C ₄ H ₁₀	0,0076	0,1849	0,001405
<i>n</i> -C ₄ H ₁₀	0,0163	0,1010	0,003376
<i>i</i> -C ₅ H ₁₂	0,0057	0,2223	0,001267
<i>n</i> -C ₅ H ₁₂	0,0032	0,2539	0,000812
C ₆ H ₁₄	0,0063	0,3007	0,001894
N ₂	0,0609	0,0400	0,002436
H ₂ S	0,0200	0,1000	0,002000
CO ₂	0,0300	0,3310	0,006930
			$w = 0,040340$

II.5.3. Ута сиқилувчанлик коэффициентини аниқлашнинг аналитик методлари

Коэффициент z ни аналитик йул билан аниқлаш зарурати тугилган ҳолларда, хусусан, ЭХМ ёрдамида ҳисоблаш учун вириал коэффициентли газ ҳолати тенгласига асосланган методдан фойдаланиш мумкин.

I. z коэффициентни икки параметр буйича аниқлаш учун қуйидаги тенгламадан фойдаланиш мумкин:

$$z = \frac{1}{1-h} - \frac{a^{*2}}{b^*} \cdot \frac{h}{1+h}, \quad (\text{II.21})$$

бунда: $h = pb^*/z$;

$$b^* = 0,0867 T_{кр}/p_{кр} T, \quad (\text{II.22})$$

$$a^{*2} = 0,4278 T^{2.5}/p_{кр} T^{2.5}.$$

Аралашма учун (II.21) тенглама коэффициенти қуйидаги формулалар буйича аниқланади:

$$a_{ap}^* = \sum_{i=1}^n a_i^* x_i, \quad (\text{II.23})$$

$$b_{ap}^* = \sum_{i=1}^n b_i^* x_i.$$

Мисол. Газнинг қуйидаги таркиби учун 303 К ва 150 кгс/см² да аналитик йўл билан z ни аниқланг: $C_1H_4=0,92$; $C_2H_6=0,06$; $C_3H_8=0,02$.

(II.22) формула бўйича ҳар бир компонент учун a^* ва b^* коэффицентларни аниқлаймиз:

$$a^*_{ap} = 0,05715; \quad b^*_{ap} = 0,001228.$$

Тенглама тузамиз:

$$z^3 - z^2 + 0,272z - 0,0905 = 0.$$

z га нисбатан тенгламани ечамиз. Ушбу ҳолатда битта ҳақиқий илдиз ҳосил бўлади $z = 0,8006$.

Тенгламани ечганда учинчи даражали илдиз ҳосил бўлиши муносабати билан ҳисоблашни ўнли белгини олтинчи сонигача амалга ошириш керак.

II. Ацентриклик омилини ҳисобга олган ҳолда z коэффицент қуйидаги тенглама ёрдамида аниқланади:

$$z = z_0 + z^* + z^{**}, \quad (II.24)$$

бунда: z_0 — тенглама (II.21) бўйича ҳисобланган z коэффицент.

$$z^* = -A_1 p_{кел}^3 / \{1 + A_2 (T_{кел} - 1)^2 + A_3 [p_{кел} - A_4 - A_5 (T_{кел} - 1)^4]\} + \frac{B_1 p_{кел} (T_{кел} - B_2 - B_3 p_{кел} + B_4 p_{кел} T_{кел}^2)(1 - B_5 p_{кел} + B_6 p_{кел} T_{кел})}{1 + B_7 (T_{кел} - B_3 - B_7 p_{кел} - B_8 p_{кел} T_{кел})^4} + B_{11} T_{кел}^3 p_{кел}^3 / (T_{кел}^4 + B_{12} p_{кел}^4); \quad (II.25)$$

$$z^{**} = \frac{T_{кел} p_{кел} (T_{кел} - 1 - 0,049 p_{кел})(C_1 + C_2 p_{кел} - C_3 p_{кел} T_{кел} + C_4 T_{кел})}{T_{кел}^4 + C_5 (T_{кел} - C_6 - C_7 p_{кел} + C_8 p_{кел} T_{кел})^4}. \quad (II.26)$$

(II.25), (II.26) тенгламалар константа (ўзгармас сон)лари II.11-жадвалда келтирилган.

II.11-жадвал

(II.25) ва (II.26) тенгламаларнинг константалари қиймати

Константа	Қиймати	Константа	Қиймати
A ₁	0,0350	B ₉	0,0112141
A ₂	14137,6	B ₁₀	0,0495574
A ₃	1397,124	B ₁₁	0,000442593
A ₄	1,030	B ₁₂	0,0692768
A ₅	13,440	C ₁	0,825714
B ₁	0,00260913	C ₂	0,00736587
B ₂	3,19325	C ₃	0,00255204
B ₃	1,77486	C ₄	0,00115729
B ₄	0,434418	C ₅	0,101212
B ₅	0,144392	C ₆	2,46596
B ₆	0,007044658	C ₇	0,220411
B ₇	616,830	C ₈	0,0161963
B ₈	1,00122		

z коэффициентни (II.24)—(II.26) формулалар ёрдамида ҳисоблаш аниқлиги II.5.2-бандда келтирилган метод билан ухшаш.

III. Енгил углеводород аралашмалари ва SO_2 , H_2S , CO_2 ва N_2 учун энг кўп текширилган тенглама Бенедикт — Вебб — Рубинларники ҳисобланиб, у ўта сиқилувчанлик коэффициентни учун қуйидаги кўринишга эга:

$$z = pV/RT = 1 + (B_0 - A_0)/RT - C_0/RT^3 \left(\frac{1}{V} + (b - a/RT) \frac{1}{V^2} + (a\alpha/RT) \frac{1}{V^3} + (c/RT^3) \left[(1 + \gamma V^{-2}) / \frac{1}{V^2} \right] e^{-\gamma V^{-2}} \right), \quad (\text{II.27})$$

бунда: p — босим, кгс/см²; $R = 0,08207 \frac{\text{л} \cdot \text{кгс/см}^2}{\text{моль} \cdot /^\circ\text{C}}$ (моль/л даги зичлик); A_0 , B_0 , C_0 , a , b , α , c , γ константалари алоҳида моддалар учун II.12-жадвалда келтирилган.

Аралашмалар учун тенгламалар константалари тақрибан соф компонентлар қиймати бўйича қуйидаги формулаларга биноан аниқланади:

$$B_{0\text{ap}} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n x_i B_{0i} + \frac{3}{4} \left(\sum_{i=1}^n x_i B_{0i}^{1/3} \right) \left(\sum_{i=1}^n x_i B_{0i}^{2/3} \right);$$

$$A_{0\text{ap}} = \left(\sum_{i=1}^n x_i A_{0i}^{1/2} \right)^2;$$

$$C_{0\text{ap}} = \left(\sum_{i=1}^n x_i C_{0i}^{1/2} \right)^2.$$

Эслатма:

$$a_{\text{ap}} = \left(\sum_{i=1}^n x_i a_i^{1/3} \right); \quad (\text{II.28})$$

$$b_{\text{ap}} = \left(\sum_{i=1}^n x_i b_i^{1/3} \right)^3;$$

$$c_{\text{ap}} = \left(\sum_{i=1}^n x_i c_i^{1/3} \right)^3;$$

$$\alpha_{\text{ap}} = \left(\sum_{i=1}^n x_i \alpha_i^{1/3} \right)^3;$$

$$\gamma_{\text{ap}} = \left(\sum_{i=1}^n x_i \gamma_i^{1/2} \right)^2.$$

Тенгламалар константалари (II.27)

Компонент	λ_0	R	$C_0 \cdot 10^4$	σ	δ	$c \cdot 10^{-6}$	$a \cdot 10^1$	$g \cdot 10^2$
Метан	1.85500	0,42600	0,02257	0,49400	0,00338004	0,002545	0,124359	0,6000
Этан	4,15556	0,027724	0,179592	0,345160	0,0111220	0,0327670	0,243389	1,18000
Пропан	6,87225	0,097313	0,508256	0,947700	0,0226000	0,139000	0,607175	2,20000
Бутан	10,0847	0,124361	0,992830	1,88231	0,0399987	0,316400	1,10132	3,40000
Изобутан	10,26264	0,137544	0,849943	1,93763	0,0424352	0,286910	1,07403	3,40000
Пентан	12,1794	0,156751	2,12121	4,07480	0,0668120	0,824170	1,81000	4,75000
Изопентан	12,7959	0,160053	1,744632	3,75620	0,0338120	0,695900	1,70000	4,63000
Гексан	14,4373	0,177813	3,31935	7,11671	0,109131	1,51276	2,81086	6,66849
Гептан	17,5206	0,139005	4,744574	10,36475	0,151954	2,47000	4,35611	9,0000
Декан	25,2325	0,0645222	3,88626	381,637	0,646261	5,75722	5,70791	15,3030
Табийий газдаги CO ₂	1,97575	0,0338945	0,0778086	1,75020	0,00527242	0,00978903	0,0698624	0,460598
Аралашмалардаги CO ₂ (>40 ҳажм%)	2,46616	0,0484030	0,0841636	6,32033	0,00358992	0,00409736	0,961331	0,539386
N ₂	1,19257	0,0458013	0,0058894	0,143013	0,00198165	0,00548110	0,291569	0,750042
SO ₂	2,12054	0,0261827	0,793879	8,44395	0,0146542	0,113362	0,0719604	0,592380
H ₂ S	2,78413	0,0669750	0,221172	0,77460	0,0068946	0,03126	0,538738	1,90774

Эслатма: Босим кг/с² да, зичлик моль/л да ифодаланган. $R = 0,08207 \text{ л} \cdot (\text{кгс}/\text{с}^2) / (\text{моль} \cdot ^\circ\text{C})$.

Аралашманинг солиштирма ҳажмини аниқлаш учун (II.27) тенгламадан фойдаланилади ва унга (II.28) формула буйича аниқланган аралашмалар константаларининг қиймати қўйилади.

II.6. Газлардаги намлик миқдори

Газдаги сув буғлари миқдори мутлақ ёки нисбий намлик билан тавсифланади.

Мутлақ намлик W деб газ ҳажми бирлигидаги сув буғлари миқдорига айтилади. Мутлақ намлик $г/м^3$ ёки $кг/1000 м^3$ да ўлчанади.

Нисбий намлик \bar{W} — маълум босим ва температурада газ ҳажми бирлигидаги мавжуд сув буғлари миқдорининг унинг намлик сифмига, яъни ўша ҳажм, босим ва температурада тўлиқ туйинган сув буғлари миқдори нисбатига тенг. Нисбий намлик бирлик улушда ёки фоизларда ўлчанади.

Табиий газдаги намлик миқдори босимга, температурага, газ таркибига ва сувнинг минераллашганлигига боғлиқ.

Нисбий зичлиги 0,6 бўлган табиий газдаги намлик миқдорини II.11-расмда келтирилган номограмма буйича 10 % гача аниқликда топиш мумкин. II.12-расмда келтирилган тузатиш коэффициентлари сувнинг шўрлиги C_s , газ температураси C_t ва зичлигининг C_g таъсирини ҳисобга олади. Шўр сув билан туташ, нисбий зичлиги 0,6 дан юқори бўлган газдаги намлик миқдори қўйидаги ифода билан аниқланади:

$$W = W_{0,6} C_s C_g, \quad (II.29)$$

бунда: $W_{0,6}$ — II.11-расм буйича аниқланган газнинг намлиги.

Шуни таъкидлаш керакки, C_g га киритиладиган тузатиш, миқдори ва белгиси буйича намлик миқдорига турлича таъсир кўрсатадиган ноуглеводород компонентларнинг мавжудлигидан қатъий назар фақат нисбий зичликнинг ортишини ҳисобга олади. Жумладан, азотнинг мавжудлиги табиий газдаги намликни камайтиради, карбонат ангидрид ва водород сульфиднинг мавжудлиги эса кўпайтиради. Шу боисдан, ноуглеводород компонентлар мавжудлигида номограммдан фақат ҳисоблашларнинг аниқлигини баҳолашда фойдаланиш мумкин. Намлик миқдорини аналитик йўл билан ҳисоблашда қўйидаги формуладан фойдаланилади:

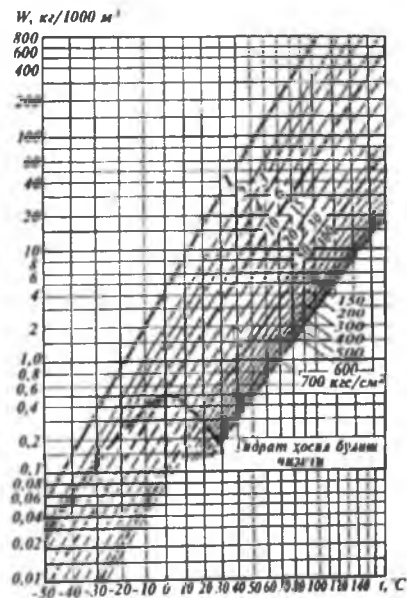
$$W = \frac{A}{p} + B, \quad (II.30)$$

бунда: A — идеал газдаги намлик миқдорига тенг коэффициент; B — газ таркибига боғлиқ коэффициент; p — берилган босим, $кг/см^2$.

A ва B коэффициентлар қийматини температурага боғлиқ ҳолда узгариши II.13-жадвалда келтирилган.

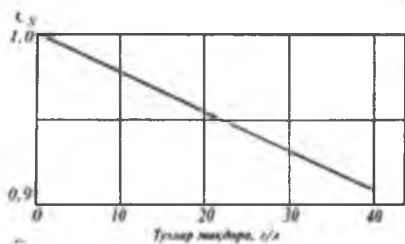
A коэффициентни қуйидаги формула билан ҳам ҳисоблаш мумкин:

$$A = \frac{p_{с.б} M \cdot 1,033 \cdot 10^3}{0,0848 \cdot 293 \cdot z}, \quad (II.31)$$

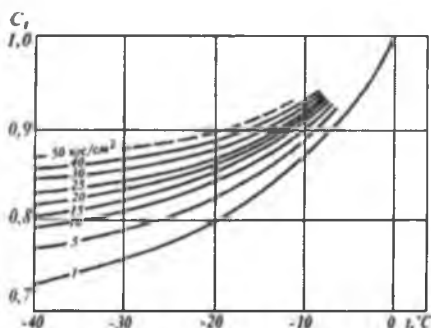


бунда: $p_{с.б}$ — берилган температурадаги сув буғларининг эластиклиги, кгс/см²; z — p ва T да газнинг ута сиқилувчанлик коэффициенти; M — сув буғларининг молекуляр массаси (18 га тенг).

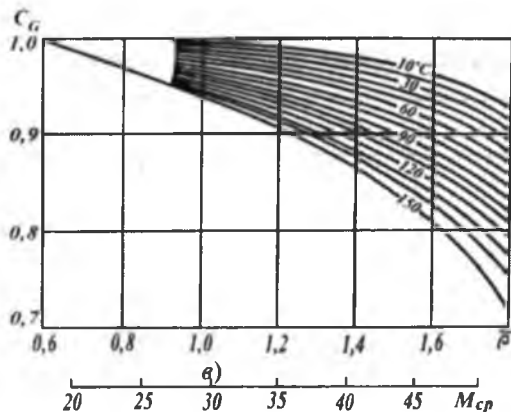
II.11-расм. Нисбий зичлиги 0,6 бўлган табиий газнинг мувозанатли намлик миқдорининг номограммаси.



а)



б)



II.12-расм. Намликка киритиладиган тузатиш коэффициентлари.

а- туз миқдорига;
б- температурага;
в- газ зичлигига.

II.13-жадвал

Газнинг намлик миқдори тенгласидаги А ва В коэффициентлар қиймати

$t, ^\circ\text{C}$	A	B	$t, ^\circ\text{C}$	A	B	$t, ^\circ\text{C}$	A	B
-40	0,1451	0,00347	8	8,200	0,0630	56	126,00	0,487
-38	0,1780	0,00402	10	9,390	0,0696	58	138,0	0,521
-36	0,2189	0,00465	12	10,72	0,0767	60	152,0	0,562
-34	0,2670	0,00538	14	12,39	0,0855	62	166,5	0,599
-32	0,3235	0,00623	16	13,94	0,0930	64	183,3	0,645
-30	0,3930	0,00710	18	15,75	0,1020	66	200,5	0,691
-28	0,4715	0,00806	20	17,87	0,1120	68	219,0	0,741
-26	0,5660	0,00921	22	20,15	0,1227	70	238,5	0,793
-24	0,6775	0,01043	24	22,80	0,1343	72	260,0	0,841
-22	0,8090	0,01168	26	25,50	0,1453	74	283,0	0,902
-20	0,9600	0,01340	28	28,70	0,1595	76	306,0	0,965
-18	1,1440	0,01510	30	32,30	0,1740	78	335,0	1,023
-16	1,350	0,01705	32	36,10	0,1895	80	363,0	1,083
-14	1,590	0,01927	34	40,50	0,207	82	394,0	1,148
-12	1,868	0,021155	36	45,20	0,224	84	427,0	1,205
-10	2,188	0,02290	38	50,80	0,242	86	462,0	1,250
-8	2,550	0,0271	40	56,25	0,263	88	501,0	1,290
-6	2,990	0,03035	42	62,70	0,285	90	537,5	1,327
-4	3,480	0,03380	44	69,25	0,310	92	582,5	1,327
-2	4,030	0,0377	46	76,70	0,335	94	624,0	1,405
0	4,670	0,0418	48	85,29	0,363	96	672,0	1,445
2	5,400	0,0464	50	94,99	0,391	98	725,0	1,487
4	6,225	0,0515	52	103,00	0,422	100	776,0	1,530
6	7,150	0,0571	54	114,00	0,454	110	1093,0	2,620

Сув буғларининг температурага боғлиқ бўлган эластиклиги

$t, ^\circ\text{C}$	$p_{с,г}$ кгс/см ²	$t, ^\circ\text{C}$	$p_{с,г}$ кгс/см ²	$t, ^\circ\text{C}$	$p_{с,г}$ кгс/см ²
-40	0,00013	10	0,0125	60	0,2031
-35	0,60023	15	0,174	65	0,2550
-30	0,00038	20	0,0238	70	0,3178
-25	0,00064	25	0,0323	75	0,3931
-20	0,00105	30	0,0435	80	0,4829
-15	0,00168	35	0,0573	85	0,5894
-10	0,00265	40	0,0752	90	0,7149
-5	0,00490	45	0,0977	95	0,8619
0	0,00620	50	0,1258	100	1,0332
+5	0,00890	55	0,1605	110	1,4609

Сув буғларини эластиклигининг температурага боғлиқлиги II.14-жадвалда келтирилган.

II.11-расмда келтирилган номограмма шарти учун (II.30) формула ўринлидир ва барча тузатишларни ўшанга киритиш керак.

Мисол. Нисбий зичлиги 0,7, 10% тузи бўлган сув билан туташ бўлган, босим $p = 100$ кгс/см² ва температураси $t = 60^\circ\text{C}$ даги газнинг намлик миқдори аниқлансин.

II.11-расм буйича $p = 100$ кгс/см² ва $t = 60^\circ\text{C}$ бўлганда $W_{0,6}$ ни аниқлаймиз.

$$W_{0,6} = 2,1 \text{ кг}/1000 \text{ м}^3.$$

II.13-жадвал буйича $t = 60^\circ\text{C}$ бўлганда $A = 152$; $B = 0,562$ ни топамиз ва (II.30) формула буйича ҳисоблаймиз:

$$W_{0,6} = \frac{152}{100} 0,562 = 2,082 \text{ кг}/1000 \text{ м}^3.$$

$\bar{p} = 0,7$ ни $C_G = 0,98$ учун аниқлаймиз.

Сувнинг шўрлилигига тузатиш киритамиз $C_S = 0,93$.

Изланаётган намлик қуйидагига тенг:

$$W = 2,1 \cdot 0,98 \cdot 0,93 = 1,914 \text{ кг}/1000 \text{ м}^3 \text{ га тенг.}$$

II.7. Газнинг иссиқлик сифими

Газнинг иссиқлик сифими деб маълум бир термодинамик жараёнда унга тенглаштирилган иссиқликнинг газ температурасининг ўзгариши нисбатига айтилади.

Иссиқлик сифимининг газ миқдори бирлигига нисбати солиштирма (умумий ёки моль) иссиқлик сифими дейилади.

Солиштирма иссиқлик сифимининг ўлчов бирлиги $\text{Ж/кг}\cdot^\circ\text{C}$, $\text{ккал/кг}\cdot^\circ\text{C}$, $\text{кал/г}\cdot^\circ\text{C}$ ($1 \text{ кал/г}\cdot^\circ\text{C} = 4,1868 \text{ Ж/кг}\cdot^\circ\text{C}$) ёки бир моль газга нисбатан $\text{Ж/моль}\cdot^\circ\text{C}$, $\text{ккал/моль}\cdot^\circ\text{C}$.

Амалий ҳисоблашлар учун C_p доимий босим (изобарик иссиқлик сифими)да масса ёки моляр иссиқлик сифими қўлланилади.

Газнинг T температура ва p босим бўлгандаги изобарик иссиқлик сифими қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$C_p = C_p^0 + \Delta C_p, \quad (II.32)$$

бунда: C_p^0 атмосфера босими p даги ва берилган температура T даги изобара иссиқлик сифими, $\text{ккал/кг}\cdot^\circ\text{C}$; ΔC_p — босимга тузатиш, $\text{ккал/кг}\cdot^\circ\text{C}$.

Маълум таркибдаги табиий газ учун C_p миқдори қуйидаги формула бўйича аниқланади:

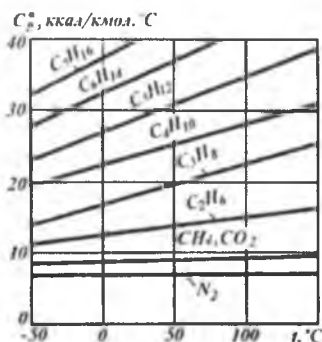
$$C_{p \text{ ар.}}^0 = \sum_{i=1}^n g_i C_{pi}^0, \quad (II.33)$$

бунда: C_{pi}^0 — температура T даги ва атмосфера босими p даги i - компонентнинг изобара иссиқлик сифими, $\text{ккал/кмоль}\cdot^\circ\text{C}$ ёки $\text{ккал/кг}\cdot^\circ\text{C}$; g_i — i - компонентнинг масофа улуши, бирлик улушида.

C_{pi}^0 катталик II.13-расм бўйича аниқланади ёки қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$C_{pi}^0 = E_i + nF_i + n^2G_i + n^3H_i + \frac{N_i}{n}, \quad (II.34)$$

бунда: E_i , F_i , G_i , H_i , N_i — ҳар бир компонент учун II.15-жадвал бўйича аниқланган коэффициентлар; $n = T/100$; T — температура, К.

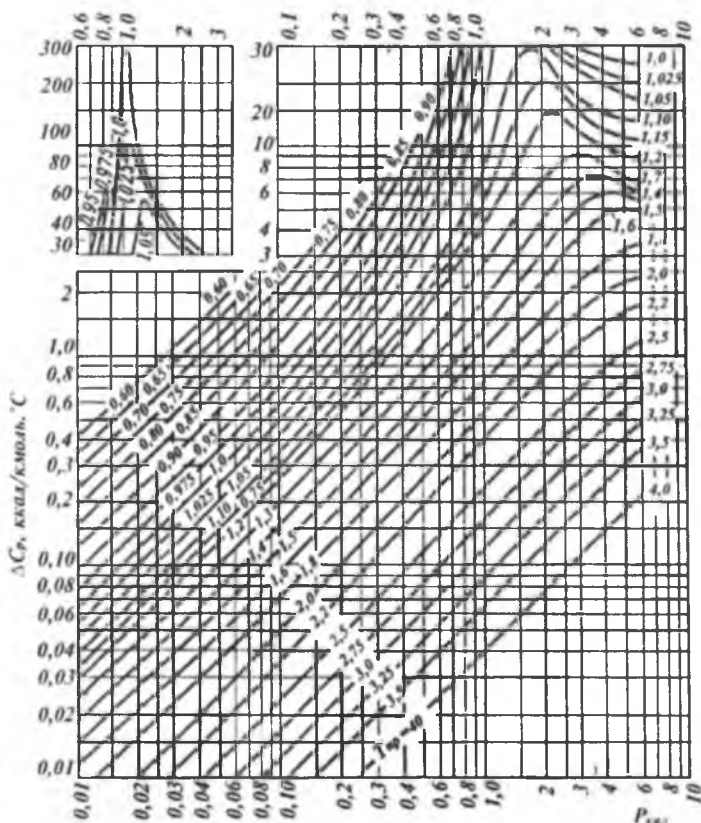


II.13- расм. Атмосфера босимидаги углеводородларнинг изобарик иссиқлик сифимининг темиратурага боғлиқлиги.

ΔC_p босимга тузатиш икки ёки учта параметр бўйича газ таркибига қараб аниқланиши керак (методни танлаш усули II.5.1 ёки II.5.2-бандларда ёзилганига ўхшашдир).

I. ΔC_p ни икки параметр бўйича аниқлаш учун II.14-расмда берилган графикдан фойдаланилади. Псевдокритик ва псевдо-келтирилган параметрлар II.3-банддаги сингари аниқланади.

II.13, II.14-расмларда ΔC_p ккал/кмоль·°C да берилгани боис, C_p^0 ҳам уша бирликларда аниқланади. Натижада (II.32) формула бўйича олинган иссиқлик сифими C_p ҳам ккал/кмоль·°C да ифодланади. Агар кейинги ҳисоблашлар учун ккал/кг·°C даги C_p қиймати зарур бўлса, олинган миқдорни қуйидаги формула бўйича аниқладиган газнинг молекуляр массасига бўлиш керак:



II.14- расм. ΔC_p нинг $p_{\text{кк}}$ ва $T_{\text{кк}}$ га боғлиқлиги.

(И.34) тенглама коэффициентлари

Компонент	M	E		F10 ²		-G10 ⁻³		H10 ¹		M10	
		C _P ⁰ ккал/кз/°С	C _P ⁰ юдж/кюдж/°С	C _P ⁰ ккал/кз/°С	C _P ⁰ юдж/кюдж/°С	C _P ⁰ ккал/кз/°С	C _P ⁰ юдж/кюдж/°С	C _P ⁰ ккал/кз/°С	C _P ⁰ юдж/кюдж/°С	C _P ⁰ ккал/кз/°С	C _P ⁰ юдж/кюдж/°С
Метан	16,04	0	0	13,9778	224,203	3,63405	58,2901	-0,71104	-11,2928	4,43679	71,1661
Этан	30,07	0	0	14,9416	449,293	6,12969	184,320	8,5988	258,565	0,798489	24,0090
Пропан	44,09	0	0	15,8422	698,483	7,82632	345,062	14,8790	656,015	-0,186798	-8,23567
Бутан	58,12	0	0	15,7191	913,595	7,92549	460,630	15,3555	892,491	0,0009222	0,0535982
Изобутан	—	0	0	16,2779	946,072	8,78718	504,899	18,1292	1053,67	-0,40259	-23,3985
Пентан	72,15	0	0	15,7071	1133,26	8,07657	582,725	15,9910	1153,75	-0,02678	-1,93242
Изопентан	—	0	0	15,7191	1151,82	8,28487	597,754	16,6134	1198,66	-0,36553	-26,3732
Гексан	86,18	0	0	15,7782	1359,77	8,30555	715,772	16,9376	1459,68	-0,109444	-9,43192
Гептан	100,20	0	0	15,7734	1580,49	8,38146	839,822	7,60467	661,774	-0,120294	-12,0535
Октан	114,22	0	0	15,7864	1803,12	8,47111	967,569	17,6414	2515,00	-0,134128	-15,3201
Нонан	128,26	0	0	15,7605	2021,45	8,47869	1087,48	17,6840	2268,15	0,124772	-16,0033
Декан	142,29	0	0	15,7618	2242,70	8,52149	1212,50	17,8629	2541,66	-0,131244	-18,6744
Кислород	32,00	0	0	5,16411	165,25152	3,93096	125,79072	10,8545	347,343	2,87836	92,10755
Водород	2,02	0	0	78,907122	158,07675	70,346688	141,81931	224,910	454,319	47,940622	96,8406
Сув	18,02	0	0	9,58901	172,7556	6,64028	119,63128	18,9227	340,988	6,30786	143,7332
Гелий	4,00	1,24	4,96	0	0	0	0	0	0	0	0
Аргон	39,95	0,12437	4,9686	0	0	0	0	0	0	0	0
Криптон	83,80	0,0594	4,9777	0	0	0	0	0	0	0	0
Хлорли водород	36,46	0,177044	6,45591	0,345655	12,9325	0,04478	1,63292	0,0122594	0,459225	0,07491	2,73161
Водорди сульфид	64,86	0	0	4,56145	292,23385	3,69804	236,91798	10,49818	672,513	1,22039	78,24764
Олпингугурт икки оксиди	34,08	0	0	5,82291	198,683	3,98313	135,745	10,9436	372,958	2,79027	95,0917
Азот	28,01	0	0	5,193740	145,5280	3,852420	107,9448	10,7919	302,280	3,685390	103,24662
Углерод икки оксиди	44,01	0	0	6,14927	270,636	4,64030	204,224	12,7669	563,323	1,65387	72,7885
Углеводород оксиди	28,01	0	0	5,27029	147,626	3,86785	108,3342	10,6507	298,337	3,62987	101,676

$$M = \sum_{i=1}^n x_i M_i, \quad (\text{II.35})$$

бунда: M_i — i - компонентнинг киломоль массаси, кг/кмоль; x_i — i - компонентнинг молдаги улуши, бирлик улушида.

Мисол. Қуйидаги таркибдаги газ учун $p = 10$ кгс/см² ва $t = 137^\circ\text{C}$ даги C_p аниқлансин: CH_4 —97,7; C_2H_6 —3,04; C_3H_8 —1,05; C_4H_{10} —0,72; C_5H_{12} —0,17; CO_2 —0,72; N_2 —0,61 ҳажмий % да.

II.13-расм ёки (II.34) формула бўйича $t = 137^\circ\text{C}$ даги ҳар бир компонент учун $C_{p_i}^0$ ни аниқлаймиз.

(II.1) формула бўйича ҳар бир компонент учун g_i ни топамиз.

(II.33) формула бўйича $C_{p_{ар}}^0 = 10,825$ ккал/кмоль $^\circ\text{C}$ ни ҳисоблаймиз. $C_{p_{ар}}^0$ ҳисоби II.16-жадвалда келтирилган.

$p_{кел}$, $T_{кел}$ ни аниқлаймиз (ҳисоби II.16-жадвалда келтирилган).

Келтирилган параметрларни ҳисоблаймиз

$$p_{кел} = 150,0/47,38 = 3,16; \quad T_{кел} = (273+137)/200 = 2,05.$$

II.14-расм бўйича $p_{кел}$, $T_{кел}$ нинг олинган қийматлари учун $\Delta C_p = 1,6$ ккал/кмоль $^\circ\text{C}$ га тенг эканлигини топамиз. (II.32) формула бўйича C_p ни ҳисоблаймиз:

$$C_p = 10,825 + 1,6 = 12,425 \text{ ккал/кмоль}^\circ\text{C}.$$

C_p ни ккал/кмоль $^\circ\text{C}$ да олиш учун олинган миқдорни киломоль масса $M = 17,431$ га буламиз.

$$C_p = 12,425/17,431 = 0,713 \text{ ккал/кг}^\circ\text{C}.$$

II. C_p нинг миқдорини учинчи параметрни ҳисобга олган ҳолда аниқлаш қуйидаги формула бўйича амалга оширилади:

$$\Delta C_p = \frac{R}{M} (\Delta C_p^{(0)} + \omega \Delta C_p^{(1)}), \quad (\text{II.36})$$

бунда: $R = 1,986$ ккал/кмоль $^\circ\text{C}$; M — киломоль массаси, кг/кмоль; $\Delta C_p^{(0)}$, $\Delta C_p^{(1)}$ — II.15 ва II.16-расмларда берилган $p_{кел}$ нинг 0,3 дан 4 гача ва $T_{кел}$ нинг 0,8 дан 2 гача қиймати учун келтирилган босим ва температурага боғлиқ ҳолдаги ўлчовсиз функциялари.

M , ω , $p_{кел}$, $T_{кел}$ миқдорларни (II.36) формула бўйича ҳисоблаш учун газ таркибига кўра (II.35), (II.18), (II.12), (II.15) формулалар бўйича ҳисобланиши керак.

Мисол. ΔC_p ни уч параметр буйича ҳисобланг, дастлабки маълумотларнинг олдинги мисолдан олинган $\rho = 150$ кгс/см² ва $T = 400$ К.

II.16-жадвалда $\rho_{\text{кел.кр}}$, $T_{\text{кел.кр}}$, M , ω нинг ҳисоби келтирилган.

Ҳисобланган $\rho_{\text{кел.кр}}$ ва $T_{\text{кел.кр}}$ буйича $\rho_{\text{кел}} = 3,16$ ва $T_{\text{кел}} = 2$ эканлигини аниқлаймиз.

$\rho_{\text{кел}}$, $T_{\text{кел}}$ ни топиш учун II.15 ва II.16-расмлар буйича топаем:

$$\Delta C_p^{(0)} = 0,87; \quad \Delta C_p^{(0)} = 9,12.$$

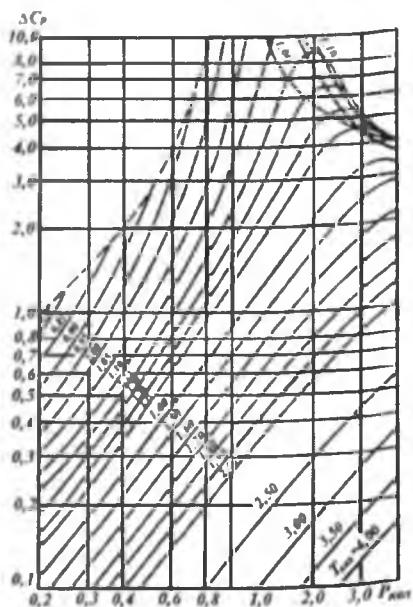
(II.36) формула буйича ΔC_p ни ҳисоблаймиз:

$$\Delta C_p = \frac{1,896}{17,431} (0,87 + 0,12 \cdot 0,0812) = 0,0948 \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{C}.$$

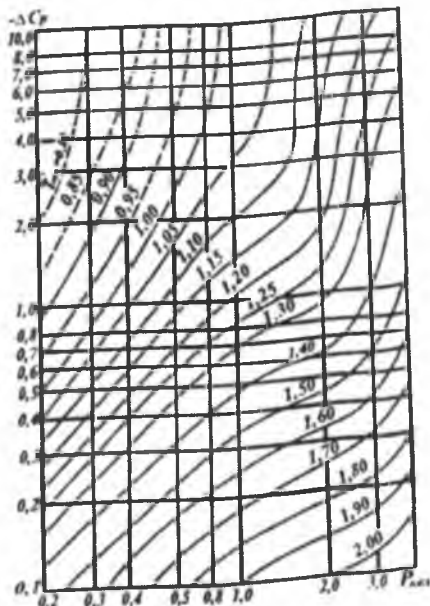
Агар олинган миқдорни ккал/кмоль⁰С га утказилса, қуйидагига эга бўламиз

$$\Delta C_p = 0,0948 \cdot 17,431 = 1,65 \text{ ккал/кмоль} \cdot ^\circ\text{C}.$$

Аввалги мисолда икки параметр буйича ҳисобланган бу миқдор 1,6 ккал/кмоль⁰С ни ташкил этган эди.



II.15- расм. $\Delta C_p^{(0)}$ тузатиш функциясининг $\rho_{\text{кел}}$ ва $T_{\text{кел}}$ га боғлиқлиги.



II.16- расм. $\Delta C_p^{(1)}$ тузатиш функциясининг аниқлаш учун график.

Табий газнинг иссиқлик сифимини ҳисоблашга мисол

Газ таркиби	x_i ҳажм %	$C_p^{0,i}$	M_i	β_i	C_p^{0,ig_i}	M_{F_i}	P_{oi}	P_{oi}^*	T_{oi}	T_{oi}^*	v_i	v_{F_i}
CH ₄	93,70	9,5	16,042	0,8620	8,189	15,03	46,95	43,99	190,55	178,54	0,0104	0,0097
C ₂ H ₆	3,04	15,0	30,068	0,0524	0,786	0,914	49,76	1,51	305,43	9,28	0,0986	0,0029
C ₃ H ₈	1,05	24,0	44,094	0,0265	0,636	0,463	43,33	0,45	369,82	3,88	0,1524	0,0016
C ₄ H ₁₀	0,71	30,0	58,120	0,0236	0,708	0,413	36,71	0,27	425,5	3,02	0,2010	0,0014
C ₅ H ₁₂	0,17	38,0	72,151	0,0070	0,266	0,123	34,48	0,06	469,65	0,80	0,2539	0,0004
CO ₂	0,72	9,5	44,011	0,0181	0,172	0,317	75,27	0,54	304,20	2,19	0,2310	0,0016
H ₂ S	0,61	7,0	28,016	0,0097	0,068	0,171	91,35	0,56	373,60	2,28	0,1000	0,0006

100,00

$$C_p^0 = 10,825; \quad M = 17,431; \quad P_{\text{вал.кр}} = 47,38; \quad T_{\text{вал.кр}} = 200,0; \quad \omega = 0,0182.$$

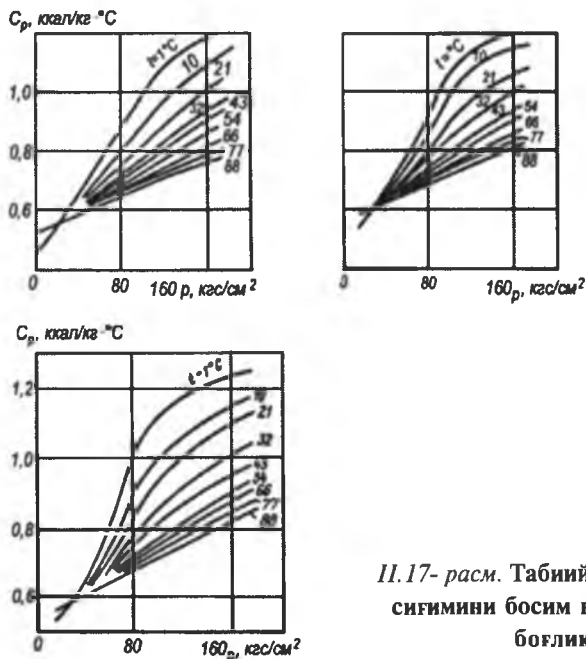
Шундай қилиб, икки параметр буйича ҳисоблаш ҳатолиги қуйидагича бўлади:

$$\delta = \frac{(1,65 - 1,6)}{1,65} 100 = 3,12\%$$

Газнинг компонент таркиби номаълум бўлганида ва тахминий ҳисоблашлар учун берилган босим ва температурада газнинг иссиқлик сифими II.17-расмда турли нисбий зичликлар учун кўрсатилган график буйича аниқланади.

II.8. Газнинг дросселлаш Жоул—Томсон коэффициенти

Газнинг адиабатик кенгайиши (дросселлаш) натижасида унинг температурасини ўзгаришининг босим ўзгаришига нисбатини дроссель эффекти ёки Жоул—Томсон эффекти дейилади. Адиабатик жараёнлар деб атроф-муҳит орасидаги иссиқлик ўтказмайдиган моддалар билан изоляцияланган системаларда амалга ошириладиган жараёнларга айтилади. Бунда система ташқарига иссиқлик ажратиб чиқармайди ва ташқаридан қабул ҳам қилмайди.



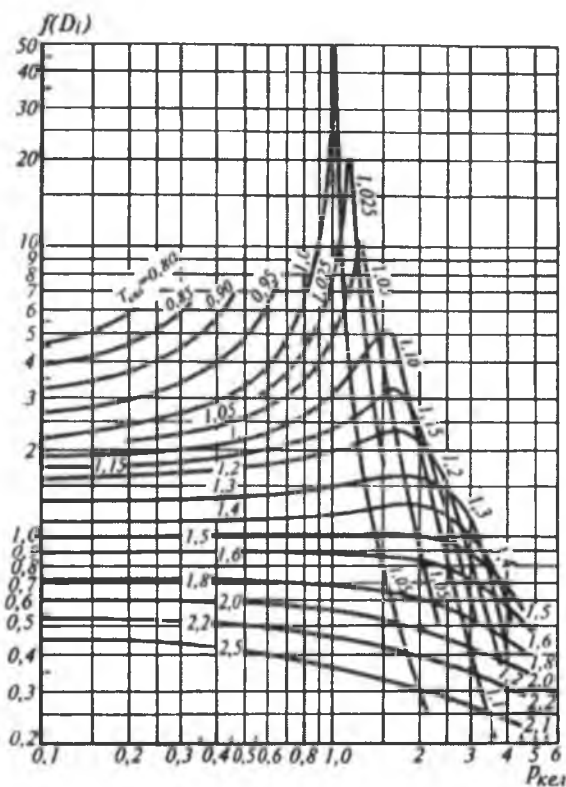
II.17- расм. Табиий газнинг иссиқлик сифимини босим ва температурага боғлиқлиги.

Босим 1 кгс/см² га пасайганда температуранинг узгариши Жоул—Томсон коэффиценти дейилади. Бу коэффицент кенг кўламда узгаради ва мусбат ёки манфий бўлиши мумкин.

Табиий газ учун Жоул—Томсон коэффиценти қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$D_i = \frac{T_{кр} f(D_i)}{p_{кр} C_p}, \quad (11.37)$$

бунда: C_p — изобара иссиқлик сизими, ккал/кг·°С; $f(D_i)$ — II.18-расмда кўрсатилган график бўйича $p_{кел}$ ва $T_{кел}$ га боғлиқ ҳолда аниқланадиган функция, ккал/кмоль · С. C_p миқдори II.7-бандда баён қилинган усулда, $p_{кел}$ ва $T_{кел}$ миқдорлар эса II.3-бандда баён қилинган усул билан аниқланади.



II.18- расм. Жоул—Томсоннинг умумлаштирилган функциясини келтирилган босим ва температурага боғлиқлиги.

Мисол. Таркиби II.16-жадвалда берилган, дастлабки температураси 137°C булган газ босими $p_1 = 260$ кгс/см² дан $p^2 = 150$ кгс/см² гача пасайганда Жоул—Томсон коэффициенти аниқлансин.

II.7-бандда ёзилган усуллардан бири билан газ иссиқлик сифими C_p ни $p_{ур} = (p_1 + p_2)/2 = (260 + 150)/2 = 205$ кгс/см² ва $t = 137^\circ\text{C}$ учун аниқлаймиз. $C_p = 12,76$ ккал/кмоль $^\circ\text{C}$ га эга буламиз.

$p_{кел}$ ва $T_{кел}$ ни аниқлаймиз:

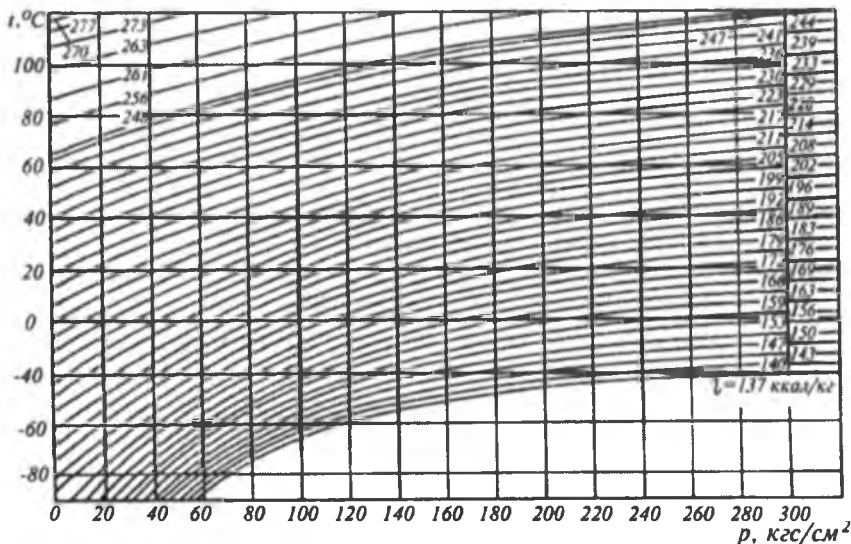
$$p_{кел} = 205/47,38 = 4,33; \quad T_{кел} = 410/200 = 2,05.$$

II.18-расм буйича ҳисобланган $p_{кел}$ ва $T_{кел}$ учун $f(D) = 0,35$ ни топамиз. (II.37) формула буйича

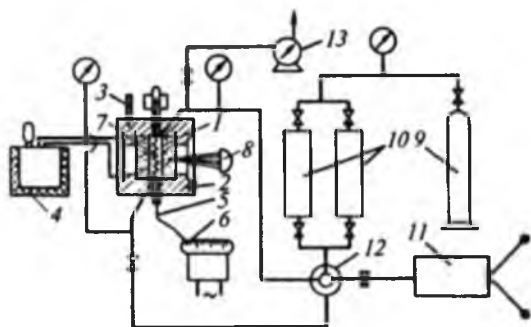
$$D_1 = \frac{200}{47,38} \cdot 0,35 = 1,47.$$

Газнинг дросселлаш пайтидаги температурасининг ўзгаришини баҳолаш учун II.19-расмда берилган графикдан фойдаланиш мумкин.

Дросселлашдан сўнг газ температурасини аниқлаш учун бошланғич босим p_1 ва температура t_1 га (дросселлашгунга қадар) мос келадиган нуқталар координаталари топилади, сўнг бу нуқтани параллель равишда яқин чизиққа, яъни сўнгги босим p_2 томон (дросселлаштирилгандан сўнг) силжитилади ва температура шкаласидан сўнгги температура t_2 аниқланади:



II.19- расм. Метаннинг интеграл дроссель-эффектини аниқлаш учун номограмма.



II.20- расм. Гидрат ҳосил бўлиш шароитини ўрганиш учун лаборатория қурилмасининг принципаал схемаси.

1-гидрат камераси; 2-термостатланадиган рубашка; 3-симобли термометр; 4-термостат; 5-термопара; 6-потенциометр; 7-электромагнитли қориттиргич; 8-телескопик лупа (икки томони қабарик шиша); 9-гази тадқиқ қилинадиган баллон; 10-қисқич-намунаолгичлар; 11-қулпресси; 12-юқори босим манифольди (тақсимлагич); 13-барабанли газ ҳисоблагичи.

$$D_{гп} = \frac{\Delta t}{\Delta p} = \frac{t_1 - t_2}{p_1 - p_2} \quad (II.38)$$

Мисол. Бошланғич температураси $t_1 = 120^\circ\text{C}$ бўлган газни 260 дан 150 кгс/см² гача дросселлашдан сўнг температурасини аниқланг. Газ таркиби II.16-жадвалда келтирилган.

II.19-расмда 120°C ли бошланғич температура нуқтасидан ва 260 кгс/см² босимдан яқин чизикқа параллел қилиб $p_2 = 150$ кгс/см² босимигача чизик утказамиз. Бу нуқтада температура 102°C га тенг.

Жоул—Томсоннинг ўртача коэффициенти

$$D_{гп} = (120 - 102) / (260 - 150) = 0,164^\circ\text{C} / (\text{кгс}/\text{см}^2).$$

II.9. Гидрат ҳосил бўлиш шароитини аниқлаш

Турли компонентларнинг (метан, пропан, этан, изобутан, азот, карбонат ангидрид гази, водород сульфид ва б.) аралашмасидан иборат бўлган табиий газ сув билан бирикканда маълум шароитда гидратлар — қаттиқ кристал бирикмалар ҳосил қилади. Мувофиқ

шароитларда қудуқ туби зонасида, қудуқ стволида ва ер устидаги коммуникацияларда гидрат ҳосил бўлиши қудуқларни тадқиқ қилиш ва ишлатишни анча мураккаблаштиради. Босим ва температуранинг (гидрат ҳосил бўлиш шароитини) мувозанат ҳолатини аниқлаш бир нечта методлар билан амалга оширилади.

1. Гидрат ҳосил бўлишини аниқлашнинг энг аниқ методи лабораторияларда ва кон шароитида кичик ҳажмли асбоб ёрдамида амалга ошириладиган экспериментал методдир. Гидрат ҳосил бўлиш шароитини аниқлайдиган қурилманинг қатъий схемаси II.20-расмда кўрсатилган. Қурилманинг асосий узели—органик ойнадан тайёрланган юқори босимли камерадир. Бундай камералар 250 кгс/см^2 босимда ва -30°C дан $+50^\circ\text{C}$ температурада гидрат ҳосил бўлиш жараёнини тадқиқ қилиш имконини беради. Бундай камера ҳажми $40-90 \text{ см}^3$ га тенг. Босим 250 кгс/см^2 дан ортганида камерани қуриш тирқиши бўлган, металлдан тайёрланган ҳимоя қопламасига жойлаш керак. Гидрат ҳосил бўлиш шароитини урганиш жараёнида камера термостатли қобикқа жойлаштирилади, унда (ТС-16 типидagi) термостат ёрдамида зарур температура сақланади. Паст температурага эга бўлиш учун совутиш агрегати (BCP-0,35 типидagi)дан фойдаланиш мумкин. Фазалар электр магнитли чилчўп билан алмаштирилади. Гидратлар ҳосил бўлиши чамалаб аниқланади. Камерада тегишли босим намунаолгичда қўл пресси (МП-100 тип) ёки насос (ИР-1) ёрдамида ҳосил қилинади. Ҳозирги вақтда гидрат ҳосил бўлиш жараёнини ва дала шароитида ишлатиш мумкин бўлган ПУИТ-1 ингибиторининг таъсирини тадқиқ қилиш учун кўчма қурилманинг тажриба намунасини тайёрлаш учун зарур ҳужжатлар ишлаб чиқилган.

2. Айниқса излов ва разведка майдонларида бундай экспериментларни амалга ошириш учун имконият йўқ. Шу сабабли экспериментал маълумотларни таҳлил қилиш асосида гидрат ҳосил бўлишининг тенг қийматли шароитларини аниқлашда эҳтимоллий аналитик боғлиқликни тахминий аниқлаш муҳим ҳисобланади.

Кўп сонли экспериментал тажрибалар маълумотларидан маълум бўлишича, гидрат ҳосил бўлишига сабаб бўладиган бир хил қийматли температуранинг босимга боғлиқлигини қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин:

$$t_p = a \lg p_p \pm b, \quad (\text{II.39})$$

бунда: a ва b — ҳар бир кон учун тажриба маълумотлари асосида аниқланадиган коэффициентлар (II.17-жадвал).

Турли конлар учун a ва b коэффициентлар қиймати

Конлар	Метан миқдори, %	a	b
Уренгой	98—99,6	19,9	28,5
Медвежье	98—99,6	19,9	28,5
Комсомольское	98—99,6	19,9	28,5
Губкин	98—99,6	19,9	28,5
Мессоях	98—99,6	19,9	28,5
Надим	98—99,6	19,9	28,5
Вуктиль	81,2	12,25	8,2
Оренбург	84,2	16,7	14,2
Уренгой	86,7	14,7	11,1
Зальцведель-Пекензен	34,7	19,0	3,3

Жадвал маълумотларидан куришиб турибдики, коэффициентлар қиймати газ таркибига ҳам боғлиқ экан.

Босим 90 кгс/см^3 гача бўлганда гидрат ҳосил булиш температурасини тахминан баҳолаш мумкин:

мусбат температураларда

$$t_p = 18,47 \lg p_p - B, \quad (\text{II.40})$$

$$\lg p_p = 0,0541 (t_p + B);$$

манфий температураларда

$$t_p = -58,5 \lg p_p + B_1; \quad (\text{II.41})$$

$$\lg p_p = 0,0171(B_1 - t_p);$$

бунда: B ва B_1 — II.21-расм бўйича аниқланадиган коэффициентлар бўлиб, ўрганилаётган газнинг порциаль зичликлари йиғиндисини

$\sum_{i=1}^n x_{ir} \bar{\rho}_{ir}$ уларнинг газдаги ҳажмий (бирлик улушида) концентра-

циялари йиғиндисига $\sum_{i=1}^n x_{ir}$ нисбати орқали ҳисобланади, бу коэффициентлар мазкур газнинг гидрат ҳосил қилиш қобилиятини унинг умумий ўртача зичлигига нисбатан аниқ тавсифлайди.

Газда гидрат ҳосил қилувчи компонентларнинг ҳажмий (моль) концентрацияси ва газнинг таркиби маълум булганда (II.40) ва (II.41) формулалардан фойдаланиш мумкин.

Мисол. Маълум температурада $t_p = +10^\circ\text{C}$ гидрат ҳосил бўлиш босимини аниқланг. Газ таркиби II.18-жадвалда келтирилган.

$$\epsilon = \frac{\sum_{i=1}^n x_{гi} \bar{\rho}_{гi}}{\sum_{i=1}^n x_{гi}} = \frac{0,545}{0,94} = 0,580.$$

Графикдан $B = 19$ эканлигини аниқлаймиз. Бунда

$$\lg p = 0,054 (10+19) = 1,57;$$

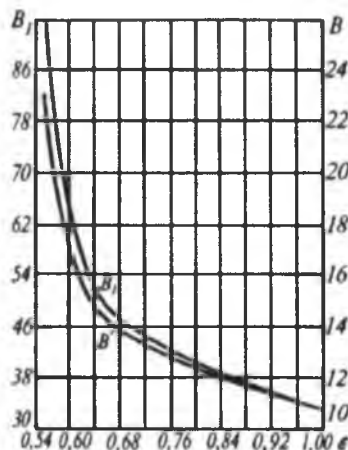
$$p_p = 37,1 \text{ кгс/см}^2.$$

Мисол. Газнинг гидрат ҳосил бўлиш босими 50 кгс/см^2 га тенг. Газ таркиби II.18-жадвалда келтирилган. Гидрат ҳосил буладиган бир хил қийматли температурани аниқланг.

$\epsilon = 0,580$ да $B = 19$ (II.22-расмга қаранг). Бунда

$$t_p = 18,47 \lg 50 - 19 = 18,47. \quad 1,78 - 19 = 31,4 - 19 = 12,4^\circ\text{C}.$$

Бундай ҳисоблашларни синовнинг турли режимларида босимнинг кутилаётган қиймати учун ўтказиш керак. Берилган дебитлар учун кутилаётган босимнинг тахминий қиймати газнинг қатламдаги икки ҳадли формуласини ва газнинг қудуқ стволидан оғзигача ҳаракатини ҳисобга олган ҳолда баҳоланади.



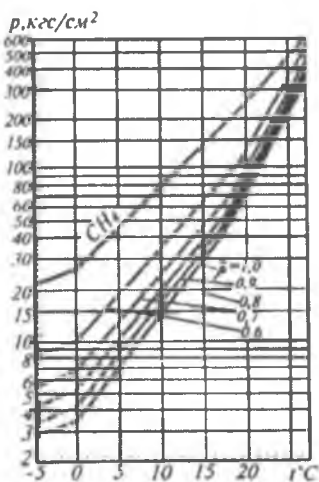
II.21- расм. В ва В₁ коэффициентларининг қиймати.

3. Энг содда, лекин нисбатан ҳақиқатга бирмунча яқин методлардан бири график методи бўлиб, унинг ёрдамида айрим компонентлар учун, шунингдек, умуман табиий газлар учун уларнинг нисбий зичлигига боғлиқ ҳолда тузилган эгри чизиқ бўйича бир хил қийматли температуранинг ва гидрат ҳосил бўлиш босимини аниқлаш мумкин. Бир хил қийматли эгри чизиқ бўйича гидрат ҳосил бўлишини аниқлаш методи қуйидагича булади.

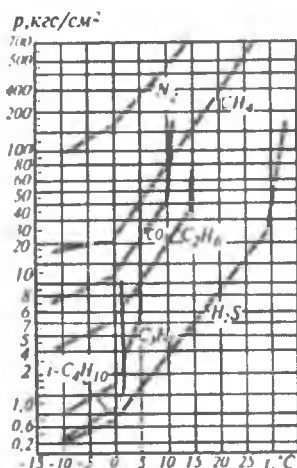
II.18-жадвал

Гидрат ҳосил бўлиш босимини аниқлаш бўйича ҳисоблаш натижалари

Компонент	Газдаги компонентларнинг моль концентрацияси, %	$x_{гг}$	$\bar{\rho}_{гг}$	$x_{гг} \bar{\rho}_{гг}$
Метан	90	0,900	0,554	0,499
Этан	2	0,020	1,049	0,621
Пропан	1	0,810	1,562	0,015
Изобутан	0,5	0,005	2,864	0,010
н-Бутан	0,5	—	—	—
Изопентан	0,5	—	—	—
н-Пентан	0,5	—	—	—
Гексан+олий	0,4	—	—	—
Азот	4,6	—	—	—
Жами	—	0,94	—	0,545



II.22- расм. Гидрат ҳосил қилувчи табиий газларнинг тенг қийматли параметрларини уларнинг зичлигига боғлиқлиги.



II.23- расм. Табиий газ компонентларининг гидрат ҳосил қилиш эгри чизиқлари.

Газнинг зичлиги ва қатламдан қуритиш системасигача бўлган масофада ҳисобланган босимнинг тақсимланишига мувофиқ гидрат ҳосил бўлиш температураси аниқланади (II.22-расм). Бу графикда гидратлар мавжуд буладиган жой эгри чизиқдан юқорида ва чапдадир. Газ босими ва зичлиги қанча юқори бўлса, гидрат ҳосил бўлиш температураси ҳам шунча юқори бўлади.

Газ таркибида азот, карбонат ангидрид гази, водород сульфид мавжуд бўлганида гидрат ҳосил бўлиш шароитлари мувозанати ўзгаради. Жумладан, газ таркибида CO_2 ва H_2S мавжуд бўлганида, шундай зичликка эга бўлган, лекин таркибида бундай компонентлари бўлмаган газга нисбатан гидратлар анча тез ҳосил бўлади. II.23-расмда табиий газнинг асосий компонентларининг гидрат ҳосил қилиш эгри чизиғи кўрсатилган, II.24-расмда эса турли концентрациядаги айрим компонентларнинг метан билан аралашганида гидрат ҳосил бўлишига таъсири кўрсатилган. Келтирилган эгри чизиқлар ўхшаш таркибдаги ёки ўрганилаётган газга таркиби яқин гази бўлган конларда гидрат ҳосил бўлиши мумкинлигини баҳолаш имконини беради. Газ таркиби II.24-расмда келтирилганидан озгина фарқ қилганида гидрат ҳосил бўлиш шароитини шундай таркибдаги, фақат у ёки бу компонент концентрацияси билан фарқланадиган газлар учун эгри чизиқларни интерполяция қилиш йўли билан баҳолаш мумкин. Ушбу методдан фойдаланиш қатлам гази таркибини билишни талаб қилади.

4. Гидрат ҳосил бўлиш шароити мувозанат доимийлиги бўйича аниқланиб, газ-гидрат фазавий мувозанат доимийлигидан фойдаланиб қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$K_i = y_i / x_i, \quad (\text{II.42})$$

бунда: y_i — газ фазасидаги табиий газнинг i - компонентининг моляр улуши; x_i — гидратдаги газнинг i - компонентининг моляр улуши.

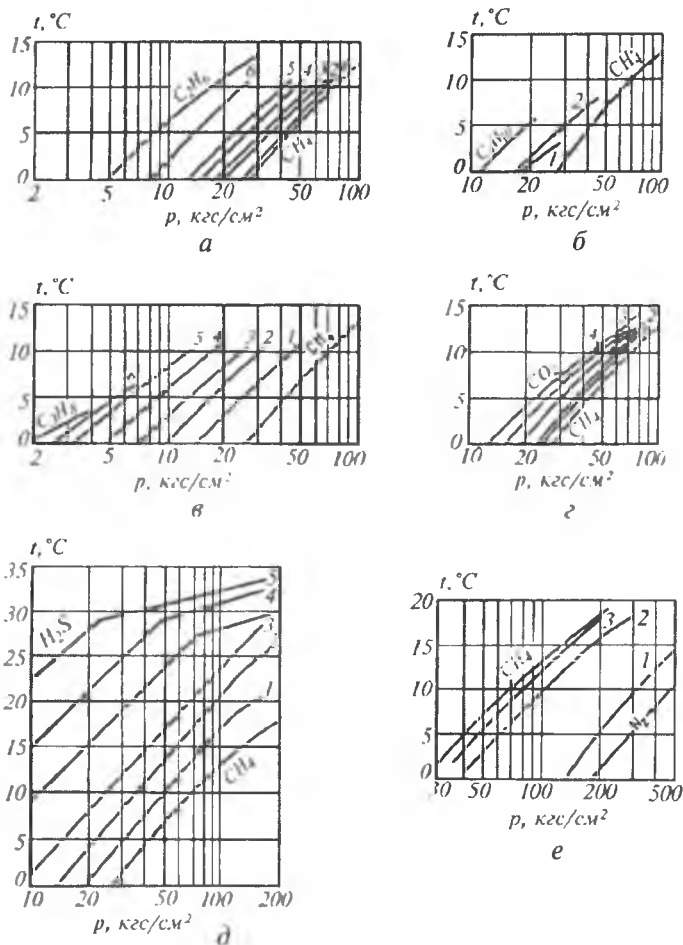
Берилган шароит учун фазавий мувозанат доимийлигининг маълум қиймати K_i ни ва газ таркибидаги компонентларнинг моляр улушини қуйидаги ифода билан ҳисоблаш мумкин:

$$x_i = y_i / K_i.$$

Агар $\sum y_i / K_i < 1$ бўлса, у ҳолда бу шароитда гидрат ҳосил бўлмайди.

Гидратлар ҳосил бўлишининг мувозанатли шароитлари қуйидаги тенгликда ифодаланadi:

$$\sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i / K_i = 1. \quad (\text{II.43})$$



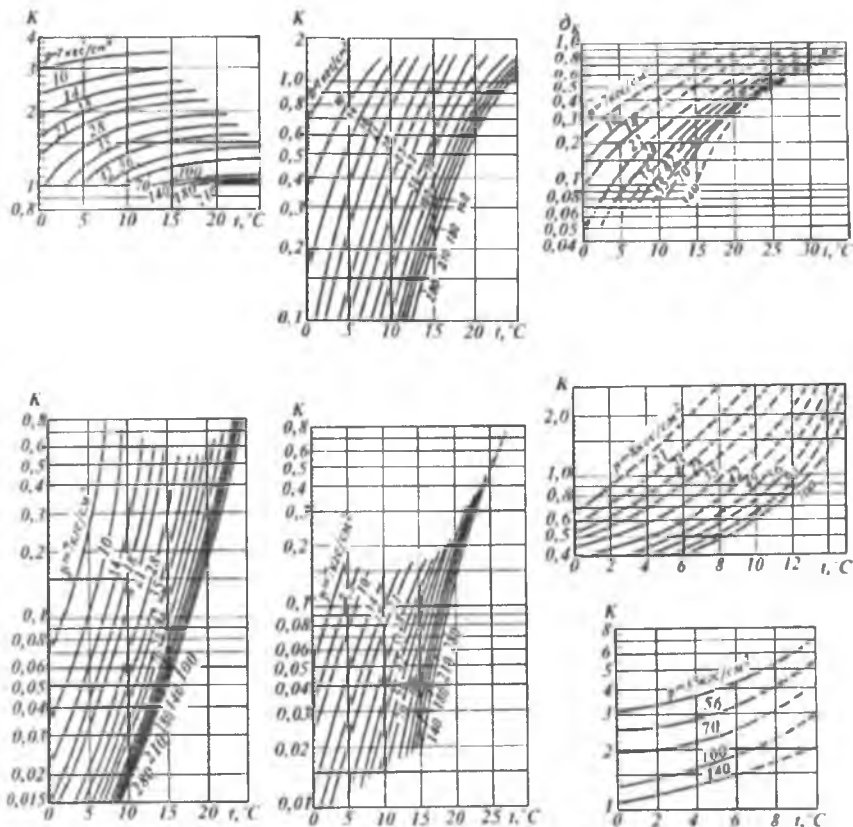
11.24- расм. Углеводородлар C_2H_6 - C_4H_{10} , CO_2 , H_2S ва N_2 нинг метан билан аралашганда гидрат ҳосил бўлиш шароитига таъсири.

а- C_2H_6 - C_2H_6 ; 1-1,2; 2-2,2; 3-2,9; 4-5,0; 5-9,6; 6-аралашмасида C_2H_6 43,6 ҳажмий % да; б- CH_4 - C_4H_{10} ; 1-2,5; 2- C_4H_{10} аралашмасида 26 ҳажмий % да; в- CH_4 - C_2H_6 ; 1-1,0; 2-2,6; 3-4,8; 4-11,2; 5-28,8; 6-аралашмасида C_2H_6 63,8 ҳажмий % да; г- CH_4 - CO_2 ; 1-7; 2-12,5; 3-32; 4- CO_2 аралашмасида 60 ҳажмий % да; д- CH_4 - H_2S ; 1-2; 2-6; 3-10; 4-27; 5- H_2S аралашмасида 60 ҳажмий % да; е- CH_4 - N_2 ; 1-63; 2-49,7; 3- N_2 аралашмасида 26,9 ҳажмий % да.

Газ - гидратнинг фазавий мувозанат доимийлиги газ босими, температураси ва таркибига боғлиқ. Мувозанат доимийлиги мусбат температурада II.25-расмда келтирилган график буйича, манфий температурада II.26-расмда келтирилган график буйича аниқланади.

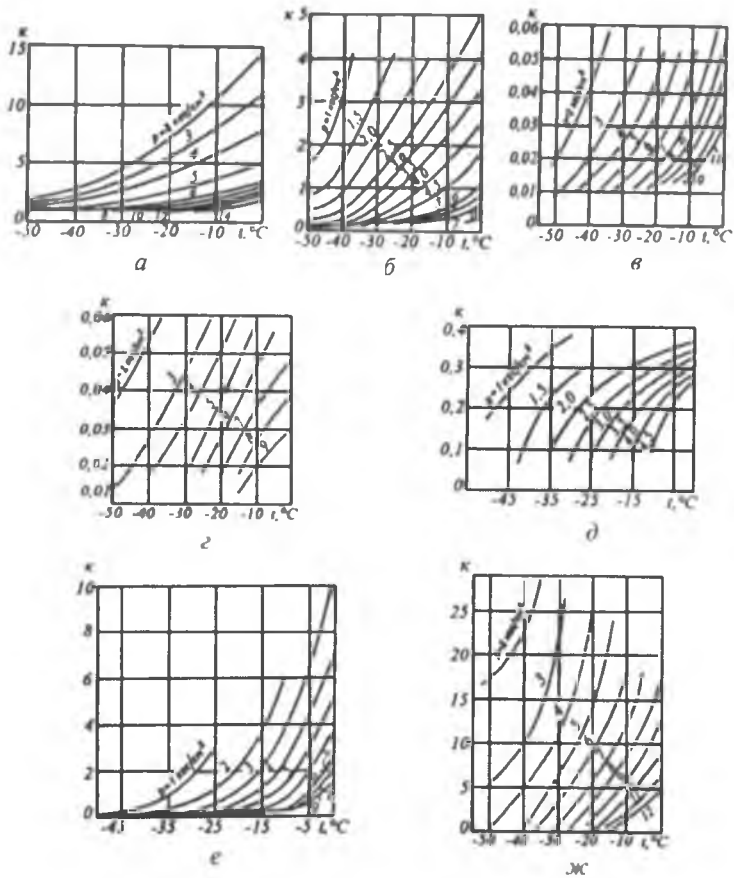
Фазавий мувозанат доимийлиги буйича гидрат ҳосил булишнинг бир хил шароитини аниқлаш тартиби қуйидагича бўлади.

Берилган p ва T учун мувозанат доимийлиги ҳар бир гидрат ҳосил қилувчи компонент учун танланади.



II.25- расм. Табиий газ компонентларининг мусбат температурадаги газ-гидрат мувозанат доимийлиги.

Гидратлар: а-метанники; б-этанники; в-пропанники; г-изобутанники; д-водород сульфидники; е-карбонат ангидрид газиники; ж-азотники.



11.26- расм. Табiiй газ компонентларининг манфiiй температурадаги газ-гидрат мувозанат доимiiйлиги.
 а—ж - 11.25-расмдаги белгиларга қаранг.

Ҳар бир компонентнинг фоиздаги миқдори унинг мувозанат доимiiйлигига булинади.

Олинган натижалар жамланади ва агар топилган йиғинди 100 дан ортиқ бўлса, у ҳолда берилган p ва T да гидратлар ҳосил бўлиши мумкин, агар йиғинди 100 дан кам бўлса, гидратлар ҳосил бўлмаслиги мумкин. Агар олинган йиғинди 100 га тенг бўлса, гидрат ҳосил бўлишнинг мувозанатли шароити мавжуд бўлади. p ва T нинг озгина ўзгариши гидрат ҳосил бўлишига олиб келиши мумкин.

Мисол. $p_1=35,2$ кгс/см², $t = 8^\circ\text{C}$ булганда ва $p_2 = 42,2$ кгс/см², $t = 8^\circ\text{C}$ булганда (II.19-жадвал) берилган таркибдаги газда гидрат ҳосил булиш шароитини аниқланг.

II.19-жадвалдан маълум булганда, газларнинг берилган таркибида, $p_1 = 35,2$ кгс/см² ва $t = 8^\circ\text{C}$ булганда олинган йиғинди 94,34 га тенг булиб, у 100 дан кам, яъни гидрат ҳосил булиши учун имконият мавжуд, $p_2 = 42,2$ кгс/см² ва $t = 8^\circ\text{C}$ булганда гидрат ҳосил булиш имконияти мавжуд эмас. Мувозанат доимийлиги буйича гидрат ҳосил булишнинг мувозанатли босимини аниқлаш тартиби қуйидагича.

1. p_1 ва p_2 босимлар фарқи ҳисобланади:

$$p_1 - p_2 = 42,2 - 35,2 = 7,0 \text{ кгс/см}^2.$$

2. Фарқ ҳисобланади:

$$\left(\frac{y_i}{K_i}\right)_2 - \left(\frac{y_i}{K_i}\right)_1 = 110,95 - 94,34 = 16,61.$$

3. Гидрат ҳосил булишининг мувозанатли босими қуйидаги формула билан аниқланади:

$$p_p = p_1 + \frac{(p_2 - p_1)[100 - \left(\frac{y_i}{K_i}\right)_1]}{\left(\frac{y_i}{K_i}\right)_2 - \left(\frac{y_i}{K_i}\right)_1} = 35,2 + \frac{7 \cdot 5,66}{16,61} = 37,6 \text{ кгс/см}^2.$$

Келтирилган мисолдан маълум буладики, берилган таркибдаги ва температурадаги газ учун гидрат ҳосил булишининг мувозанатли босими 37,6 кгс/см² га тенг.

II.19-жадвал

**Гидрат ҳосил булиш шароитларини аниқлаш буйича
 ҳисоблаш натижалари**

Газ таркиби	Компонентлар миқдори y_i , %	$p = 35,2$ кгс/см ² да $t = 8^\circ\text{C}$ да K_i	$\left(\frac{y_i}{K_i}\right)_1$	$p = 42,2$ кгс/см ² ва $t = 8^\circ\text{C}$ да K_i	$\left(\frac{y_i}{K_i}\right)_2$
N ₂	2,24	—	—	—	—
CO ₂	0,11	0,8170	0,14	0,7150	0,15
CH ₄	93,20	1,3940	66,85	1,2630	73,8
C ₂ H ₆	3,28	0,2390	13,72	0,1680	19,5
C ₁ H ₈	0,35		10,20	0,0278	12,6
C ₄ H ₁₀	0,82	1,2390	3,43	0,1680	4,9
			Σ 94,34		Σ 110,95

III БОБ

БОСИМ ВА ТЕМПЕРАТУРАНИ АНИҚЛАШНИНГ АНАЛИТИК МЕТОДЛАРИ

III.1. Газнинг мутлақ босимини аниқлаш

Газнинг мутлақ босими p ортиқча (манометрик) p_{op} ва барометрик p_6 босимлар йиғиндиси сифатида аниқланади

$$p = p_{op} + p_6. \quad (III.1)$$

Ортиқча босим манометр билан (IV бобга қаранг), барометрик босим — барометр билан ўлчанади.

Ўлчанган (маълум) барометрик босимда (мм сим.уст. да) мутлақ босим (кгс/см² да) қуйидагича аниқланади:

$$p = p_{op} + p_6 / 735,56. \quad (III.2)$$

Агар барометрик босим миллибарда берилган бўлса, мутлақ босим (кгс/см² да) берилади:

$$p = p_{op} + 1,0197 \cdot 10^{-3}. \quad (III.3)$$

Агар мазкур жой учун барометрик босимнинг ўртача қиймати стандартлаштирилган бўлса ёки унинг кундалик қиймати ўртача қийматидан 1% дан кўпга ошмаса, у ҳолда барометрик босимни ўзгармас деб қабул қилиш мумкин.

Барометрик босим қийматининг денгиз сатҳидан бўлган баландликка боғлиқлиги III.1-жадвалда берилган, босимнинг асосий ўлчов бирликлари билан узаро нисбати эса III.2-жадвалда берилган.

III.1-жадвал

Барометрик босим қийматлари

Баландлик, м	$t, ^\circ\text{C}$	$P_6, \text{ мм}$ сим.уст.	Баландлик, м	$t, ^\circ\text{C}$	$P_6, \text{ мм}$ сим.уст.
0	15,00	760,0	600	11,10	707,5
100	14,35	751,0	700	10,45	699,0
200	13,70	742,1	800	9,80	690,6
300	13,05	733,3	900	9,15	682,3
400	12,40	724,6	1000	8,50	674,1

III.2. Тўхтатилган қудуқ тубидаги босимни аниқлаш

Беркитилган қудуқ тубидаги босим чуқурлик манометрлари ёрдамида бевосита улчаб аниқланади ёки қудуқ оғзидаги статик босим бўйича ҳисобланади.

Қудуқ беркитилиб, унинг тубидаги босим тўла барқарорлашганидан сўнг олинган миқдор қатлам босими ҳисобланади.

III.2-жадвал

Босимнинг асосий ўлчов бирликлари орасидаги нисбат

Ўлчов бирлиги	бар	атм	кгс/см ²	мм сим. уст.	мм сув уст.	lbf/ft ²	lbf/in ² (psi)
1 бар=10 ⁵ Н/м ²	1,0	0,98692	1,0197	750,06	10197	2088,6	14,504
1 атм	1,0132	1,0	1,0332	760,00	10341	2116,4	14,696
1 кгс/см ²	0,9806	0,96784	1,0	735,56	10 ⁴	2048,17	14,223
1 мм сим. уст.	1,3332·10 ⁻³	1,3158·10 ⁻³	1,3595·10 ⁻³	1,0	13,595	2,7845	0,019337
1 мм сув. уст.	0,98066·10 ⁻⁴	9,6784·10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	7,3556·10 ⁻³	1,0	0,20482	1,422310 ⁻³
1 lbf/ft ²	47,88·10 ⁻⁵	4,725·10 ⁻⁴	4,8824·10 ⁻⁵	0,35913	4,8823	1,0	7,944·10 ⁻³
1 lbf/in ² (psi)	0,068947	0,068046	0,070307	51,715	70309	144,0	1,0

Агар қудуқ беркитилганидан сўнг босим узоқ вақт мобайнида ортиб борса ёки техник сабабларга биноан қудуқни тўхтатиш мумкин бўлмаса, қатлам босимини қудуқнинг турли режимларида тадқиқ қилиш натижалари бўйича ҳисоблашнинг тахминий методлари ёки босимнинг тикланиш эгри чизиғи методи қўлланилади.

Тўхтатилган қудуқ тубидаги босим қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$p_m = p_0 \exp \left(0,03415 \frac{\rho L}{z_{yp} T_{yp}} \right) \quad (III.4)$$

ёки

$$p_m = p_0 e^S, \quad (III.5)$$

бунда

$$S = 0,03415 \frac{\rho L}{z_{yp} T_{yp}}, \quad (III.6)$$

p_0 , p_m — мос равишда қудуқ оғзидаги ва тубидаги босим, кгс/см²; L — қудуқ чуқурлиги, м; ρ — газнинг нисбий зичлиги; z_{yp} — p_{yp} ва T_{yp} даги газнинг ута сиқилувчанлик коэффициенти.

Қудуқдаги ўртача температура қуйидаги формуладан аниқланади:

$$T_{yp} = (T_m - T_0) / \ln \frac{T_m}{T_0},$$

бунда T_m , T_0 — мос равишда қудуқ оғзи ва тубидаги температура, К.

(III.4) — (III.6) формулалар бўйича қудуқ туби босимини аниқлаш тартиби қуйидагича.

III.3-бандда ёзилган усуллардан бири билан $p_{кр}$ ва $T_{кр}$ нинг критик параметрлари аниқланади.

Қудуқ оғзидаги босим p_0 бўйича келтирилган босим $p_{кел0} = p_0/p_{кр}$ ҳамда ўртача келтирилган температура $T_{кел} = T_{yp}/T_{кр}$ топилади.

Топилган $p_{кел0}$ ва $T_{кел}$ учун z_0 аниқланади (зарур бўлган ҳолларда ацентриклик омили ω дан ҳам фойдаланилади).

S ни ҳисоблаб, III.3-жадвал бўйича $e_{ма}^S$ нинг, сунгра

$$p_{ур.ма} = p_m \left(\frac{1 + e_{ма}^S}{2} \right) \text{ нинг тахминий қиймати аниқланади.}$$

S га боғлиқ булган e^S нинг қиймати

S	e^S	S	e^S	S	e^S	S	e^S
0,010	1,01005	0,057	1,05866	0,104	1,10960	0,149	1,16067
0,011	1,01106	0,058	1,05971	0,105	1,11071	0,150	1,16183
0,012	1,01207	0,059	1,06078	0,106	1,11182	0,151	1,16300
0,013	1,01308	0,060	1,06184	0,107	1,11293	0,152	1,16416
0,014	1,01410	0,061	1,06290	0,108	1,11405	0,153	1,16532
0,015	1,01511	0,062	1,06396	0,109	1,11516	0,154	1,16649
0,016	1,01613	0,063	1,06503	0,110	1,11628	0,155	1,16768
0,017	1,01715	0,064	1,06609	0,111	1,11739	0,156	1,16883
0,018	1,01816	0,065	1,06716	0,112	1,11851	0,157	1,17000
0,019	1,01918	0,066	1,06823	0,113	1,11963	0,158	1,17117
0,020	1,02020	0,067	1,06930	0,114	1,12075	0,159	1,17234
0,021	1,02122	0,068	1,07037	0,115	1,12187	0,160	1,17351
0,022	1,02224	0,069	1,07144	0,116	1,12300	0,161	1,17468
0,024	1,02429	0,070	1,07251	0,117	1,12412	0,162	1,17586
0,025	1,02532	0,071	1,07358	0,118	1,12524	0,163	1,17704
0,026	1,02634	0,073	1,07573	0,119	1,12637	0,164	1,17821
0,027	1,02737	0,074	1,07681	0,120	1,12750	0,165	1,17939
0,028	1,02840	0,075	1,07788	0,121	1,12862	0,166	1,18057
0,029	1,02942	0,076	1,07896	0,122	1,12975	0,167	1,18175
0,030	1,03045	0,077	1,08004	0,123	1,13088	0,168	1,18294
0,031	1,03149	0,078	0,08112	0,124	1,13202	0,169	1,18412
0,032	1,03252	0,079	0,08220	0,125	1,13315	0,170	1,18530
0,033	1,03353	0,080	1,08329	0,126	1,13428	0,171	1,18649
0,034	1,03458	0,081	1,08437	0,127	1,13542	0,172	1,18768
0,035	1,03562	0,082	1,08546	0,128	1,13655	0,173	1,18887
0,036	1,03666	0,083	1,08654	0,129	1,13760	0,174	1,19006
0,037	1,03769	0,084	1,08763	0,130	1,13883	0,175	1,19125
0,038	1,03873	0,085	1,08872	0,131	1,13997	0,176	1,19244
0,039	1,03977	0,086	1,08981	0,132	1,14111	0,177	1,19363

III.3-жадвалнинг давоми

Ў	Ў	Ў	Ў	Ў	Ў	Ў	Ў
0,040	1,04081	0,087	1,09090	0,133	1,14225	0,178	1,19483
0,041	1,04185	0,088	1,09199	0,134	1,14339	0,179	1,19602
0,042	1,04289	0,089	1,09308	0,135	1,14454	0,180	1,19722
0,043	1,04394	0,090	1,09417	0,136	1,14568	0,181	1,19842
0,044	1,04498	0,091	1,09527	0,137	1,14683	0,182	1,19961
0,045	1,04603	0,092	1,09635	0,138	1,14798	0,183	1,20081
0,046	1,04707	0,093	1,09746	0,139	1,14912	0,184	1,20202
0,048	1,04917	0,094	1,09836	0,140	1,15027	0,185	1,20322
0,049	1,05022	0,095	1,09966	0,141	1,15142	0,186	1,20442
0,050	1,05127	0,096	1,10076	0,142	1,15258	0,187	1,20563
0,051	1,05232	0,098	1,10296	0,143	1,15373	0,188	1,20683
0,052	1,05338	0,099	1,10407	0,144	1,15488	0,189	1,20804
0,053	1,05443	0,100	1,10517	0,145	1,15604	0,190	1,20925
0,064	1,05548	0,101	1,10628	0,146	1,15780	0,191	1,21046
0,055	1,05634	0,102	1,10738	0,147	1,15835	0,192	1,21167
0,056	1,05760	0,103	1,10849	0,148	1,15151	0,193	1,21288
0,194	1,21410	0,239	1,26998	0,284	1,32843	0,329	1,38958
0,195	1,21531	0,240	1,27125	0,285	1,32976	0,330	1,39097
0,196	1,21633	0,241	1,27232	0,286	1,33109	0,331	1,39236
0,197	1,21774	0,242	1,27379	0,287	1,33242	0,332	1,39375
0,198	1,21896	0,243	1,27507	0,288	1,33376	0,333	1,39515
0,199	1,22018	0,244	1,27634	0,289	1,33509	0,334	1,39654
0,200	1,22140	0,245	1,27762	0,290	1,33643	0,335	1,39794
0,201	1,22262	0,246	1,27890	0,291	1,33776	0,336	1,39934
0,202	1,22385	0,247	1,28018	0,292	1,33910	0,337	1,40074
0,203	1,22507	0,248	1,28146	0,293	1,34044	0,338	1,40214
0,204	1,22630	0,249	1,28274	0,294	1,34178	0,339	1,40354
0,205	1,22733	0,250	1,28403	0,295	1,34313	0,340	1,40495
0,206	1,22875	0,251	1,28531	0,296	1,34447	0,341	1,40635
0,207	1,22998	0,252	1,28660	0,297	1,34582	0,342	1,40776
0,208	1,23121	0,253	1,28788	0,298	1,34716	0,343	1,40917
0,209	1,23244	0,254	1,28917	0,299	1,34851	0,344	1,41058
0,210	1,23368	0,255	1,29046	0,300	1,34986	0,345	1,41199

III.3-жадвалнинг давоми

\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}
0,211	1,23491	0,256	1,29175	0,301	1,35121	0,346	1,41340
0,212	1,23615	0,257	1,29305	0,302	1,35256	0,347	1,41482
0,213	1,23738	0,258	1,29434	0,303	1,35391	0,348	1,41623
0,214	1,23862	0,259	1,29563	0,304	1,35527	0,349	1,41764
0,215	1,23986	0,260	1,29693	0,305	1,35663	0,350	1,41907
0,216	1,24110	0,261	1,29823	0,306	1,35798	0,351	1,42049
0,217	1,24234	0,262	1,29953	0,307	1,35934	0,352	1,42191
0,218	1,24359	0,263	1,30083	0,308	1,36070	0,353	1,42333
0,219	1,24483	0,264	1,30213	0,309	1,36206	0,354	1,42476
0,220	1,24608	0,265	1,30343	0,310	1,36343	0,355	1,42618
0,221	1,24732	0,266	1,30474	0,311	1,36479	0,356	1,42761
0,222	1,24857	0,267	1,30604	0,312	1,36615	0,357	1,42904
0,223	1,24982	0,268	1,30735	0,313	1,36752	0,358	1,43047
0,224	1,25107	0,269	1,30866	0,314	1,36889	0,359	1,43190
0,225	1,25232	0,270	1,30996	0,315	1,37022	0,360	1,43333
0,226	1,25358	0,271	1,31128	0,316	1,37163	0,361	1,43476
0,227	1,25483	0,272	1,31259	0,317	1,37300	0,362	1,43620
0,228	1,25609	0,273	1,31390	0,318	1,37438	0,363	1,43764
0,229	1,25734	0,274	1,31521	0,319	1,37575	0,364	1,43907
0,230	1,25860	0,275	1,31653	0,320	1,37713	0,365	1,44051
0,231	1,25986	0,276	1,31785	0,321	1,37851	0,366	1,44196
0,232	1,26112	0,277	1,31917	0,322	1,37988	0,367	1,44340
0,233	1,26238	0,278	1,32049	0,323	1,38127	0,368	1,44484
0,234	1,26364	0,279	1,32181	0,324	1,38265	0,369	1,44629
0,235	1,26491	0,280	1,32313	0,325	1,38403	0,370	1,44773
0,236	1,26617	0,281	1,32445	0,326	1,38542	0,371	1,44918
0,237	1,26744	0,282	1,32578	0,327	1,38680	0,372	1,45063
0,238	1,26871	0,283	1,32711	0,328	1,38819	0,373	1,45208
0,374	1,45354	0,419	1,52044	0,464	1,5904	0,509	1,6636
0,375	1,45499	0,420	1,52196	0,465	1,5930	0,510	1,6653

III.3-жадвалнинг давоми

0,376	1,45645	0,421	1,52348	0,466	1,5936	0,511	1,6670
0,377	1,45790	0,422	1,52501	0,467	1,5952	0,512	1,6686
0,378	1,45936	0,423	1,52653	0,468	1,5968	0,513	1,6703
0,379	1,46082	0,424	1,52806	0,469	1,5984	0,514	1,6720
0,380	1,46228	0,425	1,52959	0,470	1,6000	0,515	1,6736
0,381	1,46375	0,426	1,53112	0,471	1,6016	0,516	1,6753
0,382	1,46521	0,427	1,53265	0,472	1,6032	0,517	1,6770
0,383	1,46768	0,428	1,53419	0,473	1,6048	0,518	1,6787
0,384	1,46815	0,429	1,53572	0,474	1,6064	0,519	1,6803
0,385	1,46961	0,430	1,53726	0,475	1,6080	0,520	1,6820
0,386	1,47108	0,431	1,53880	0,476	1,6096	0,521	1,6837
0,387	1,47256	0,432	1,54034	0,477	1,6112	0,522	1,6854
0,388	1,47403	0,433	1,54188	0,478	1,6128	0,523	1,6871
0,389	1,47550	0,434	1,54340	0,479	1,6145	0,524	1,6888
0,390	1,47698	0,435	1,54496	0,480	1,6161	0,525	1,6905
0,391	1,47846	0,436	1,54651	0,481	1,6177	0,526	1,6922
0,392	1,47994	0,437	1,54806	0,482	1,6193	0,527	1,6938
0,393	1,48142	0,438	1,54960	0,483	1,6209	0,528	1,6955
0,394	1,48290	0,439	1,55116	0,484	1,6226	0,529	1,6972
0,395	1,48438	0,440	1,55271	0,485	1,6242	0,530	1,6989
0,396	1,48587	0,441	1,55426	0,486	1,6258	0,531	1,7006
0,397	1,48736	0,442	1,55582	0,487	1,6274	0,532	1,7023
0,398	1,48884	0,443	1,55737	0,488	1,6291	0,533	1,7040
0,399	1,49033	0,444	1,55893	0,489	1,6307	0,534	1,7057
0,400	1,49182	0,445	1,56049	0,490	1,6323	0,535	1,7074
0,401	1,49332	0,446	1,56205	0,491	1,6339	0,536	1,7092
0,402	1,49481	0,447	1,56361	0,492	1,6356	0,537	1,7109
0,403	1,49631	0,448	1,56518	0,493	1,6372	0,538	1,7126
0,404	1,49780	0,449	1,56674	0,494	1,6389	0,539	1,7143

III.3-жадвалнинг давоми

\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}
0,405	1,49930	0,450	1,56831	0,495	1,6405	0,540	1,7160
0,406	1,50080	0,451	1,56991	0,496	1,6421	0,541	1,7177
0,407	1,50238	0,452	1,5715	0,497	1,6438	0,542	1,7194
0,408	1,50381	0,453	1,5730	0,498	1,6454	0,543	1,7212
0,409	1,50531	0,454	1,5746	0,499	1,6471	0,544	1,7229
0,410	1,50682	0,455	1,5762	0,500	1,6487	0,545	1,7246
0,411	1,50833	0,456	1,5778	0,501	1,6504	0,546	1,7263
0,412	1,50983	0,457	1,5793	0,502	1,6520	0,547	1,7281
0,413	1,51135	0,458	1,5809	0,503	1,6537	0,548	1,7298
0,414	1,51286	0,459	1,5825	0,504	1,6553	0,549	1,7315
0,415	1,51437	0,460	1,5841	0,505	1,6570	0,550	1,7333
0,416	1,51589	0,461	1,5857	0,506	1,6586	0,551	1,7350
0,417	1,51740	0,462	1,5872	0,507	1,6603	0,552	1,7367
0,418	1,51892	0,463	1,5888	0,508	1,6620	0,553	1,7385
0,554	1,7402	0,599	1,8203	0,644	1,9041	0,689	1,9917
0,555	1,7410	0,600	1,8221	0,645	1,9060	0,690	1,9937
0,556	1,7437	0,601	1,8239	0,646	1,9079	0,691	1,9957
0,557	1,7454	0,602	1,8258	0,647	1,9098	0,692	1,9977
0,558	1,7472	0,603	1,8276	0,648	1,9117	0,693	1,9997
0,559	1,7489	0,604	1,8294	0,649	1,9136	0,694	2,0017
0,560	1,7507	0,605	1,8313	0,650	1,9155	0,695	2,0037
0,561	1,7524	0,606	1,8331	0,651	1,9175	0,696	2,0057
0,562	1,7542	0,607	1,8349	0,652	1,9194	0,697	2,0077
0,563	1,7559	0,608	1,8368	0,653	1,9213	0,698	2,0097
0,564	1,7577	0,609	1,8386	0,654	1,9232	0,699	2,0117
0,565	1,7594	0,610	1,8404	0,655	1,9251	0,700	2,0138
0,566	1,7612	0,611	1,8423	0,656	1,9271	0,701	2,0158
0,567	1,7638	0,612	1,8441	0,657	1,9290	0,702	2,0178
0,568	1,7647	0,613	1,8460	0,658	1,9309	0,703	2,0198

III.3-жадвалнинг давоми

Ў	Ў	Ў	Ў	Ў	Ў	Ў	Ў
0,569	1,7665	0,614	1,8473	0,659	1,9329	0,704	2,0218
0,570	1,7683	0,615	1,8497	0,660	1,9348	0,705	2,0238
0,571	1,7700	0,616	1,8515	0,661	1,9367	0,706	2,0259
0,572	1,7718	0,617	1,8534	0,662	1,9387	0,707	2,0279
0,573	1,7736	0,618	1,8552	0,663	1,9406	0,708	2,0299
0,574	1,7754	0,619	1,8571	0,664	1,9425	0,709	2,0320
0,575	1,7771	0,620	1,8589	0,665	1,9445	0,710	2,0340
0,576	1,7784	0,621	1,8608	0,666	1,9464	0,711	2,0360
0,577	1,7807	0,622	1,8836	0,667	1,9484	0,712	2,0381
0,578	1,7825	0,623	1,8645	0,668	1,9503	0,713	2,0401
0,579	1,7843	0,624	1,8664	0,669	1,9523	0,714	2,0421
0,580	1,7860	0,625	1,8682	0,670	1,9542	0,715	2,0442
0,581	1,7870	0,626	1,8701	0,671	1,9562	0,716	2,0462
0,582	1,7896	0,627	1,8720	0,672	1,9581	0,717	2,0483
0,583	1,7914	0,628	1,8739	0,673	1,9601	0,718	2,0503
0,584	1,7932	0,629	1,8757	0,674	1,9621	0,719	2,0524
0,585	1,7950	0,630	1,8776	0,675	1,9640	0,720	2,0544
0,586	1,7968	0,631	1,8795	0,676	1,9660	0,721	2,0565
0,587	1,7986	0,632	1,8814	0,677	1,9680	0,722	2,0585
0,588	1,8004	0,633	1,8833	0,678	1,9699	0,723	2,0606
0,589	1,8022	0,634	1,8851	0,679	1,9719	0,724	2,0627
0,590	1,8040	0,635	1,8870	0,680	1,9739	0,725	2,0647
0,591	1,8058	0,636	1,8889	0,681	1,9759	0,726	2,0668
0,592	1,8076	0,637	1,8908	0,682	1,9778	0,727	2,0689
0,593	1,8094	0,638	1,8927	0,683	1,9798	0,728	2,0709
0,594	1,8112	0,639	1,8946	0,684	1,9818	0,729	2,0730
0,595	1,8130	0,640	1,8963	0,685	1,9838	0,730	2,0751
0,596	1,8148	0,641	1,8984	0,686	1,9858	0,731	2,0772
0,597	1,8167	0,642	1,9003	0,687	1,9877	0,732	2,0792
0,598	1,8185	0,643	1,9022	0,688	1,9897	0,733	2,0813

III.3-жадвалнинг давоми

\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}	\mathcal{S}
0,734	2,0834	0,779	2,1793	0,824	2,2796	0,869	2,3845
0,735	2,0855	0,780	2,1815	0,825	2,2819	0,870	2,3869
0,736	2,0876	0,781	2,1837	0,826	2,2842	0,871	2,3893
0,737	2,0897	0,782	2,1858	0,827	2,2864	0,872	2,3917
0,738	2,0917	0,783	2,1880	0,828	2,2887	0,873	2,3941
0,739	2,0938	0,784	2,1902	0,829	2,2910	0,874	2,3965
0,740	2,0959	0,785	2,1924	0,830	2,2933	0,875	2,3989
0,741	2,0980	0,786	2,1946	0,831	2,2956	0,876	2,4013
0,742	2,1001	0,787	2,1968	0,832	2,2979	0,877	2,4037
0,743	2,1022	0,788	2,1990	0,833	2,3002	0,878	2,4061
0,744	2,1043	0,789	2,2012	0,834	2,3035	0,879	2,4085
0,745	2,1064	0,790	2,2034	0,835	2,3048	0,880	2,4109
0,746	2,1085	0,791	2,2056	0,836	2,3071	0,881	2,4133
0,747	2,1107	0,792	2,2078	0,837	2,3094	0,882	2,4157
0,748	2,1128	0,793	2,2100	0,838	2,3117	0,883	2,4181
0,749	2,1149	0,794	2,2122	0,839	2,3141	0,884	2,4206
0,750	2,1170	0,795	2,2144	0,840	2,3164	0,885	2,4230
0,751	2,1191	0,796	2,2167	0,841	2,3187	0,886	2,4254
0,752	2,1212	0,797	2,2189	0,842	2,3210	0,887	2,4278
0,753	2,1234	0,798	2,2211	0,843	2,3233	0,888	2,4303
0,754	2,1255	0,799	2,2233	0,844	2,3257	0,889	2,4327
0,755	2,1276	0,800	2,2255	0,845	2,3280	0,890	2,4351
0,756	2,1297	0,801	2,2278	0,846	2,3303	0,891	2,4376
0,757	2,1319	0,802	2,2300	0,847	2,3326	0,892	2,4400
0,758	2,1340	0,803	2,2322	0,848	2,3350	0,893	2,4424
0,759	2,1361	0,804	2,2345	0,849	2,3373	0,894	2,4449
0,760	2,1383	0,805	2,2367	0,850	2,3396	0,895	2,4473
0,761	2,1404	0,806	2,2389	0,851	2,3420	0,896	2,4498
0,762	2,1426	0,807	2,2412	0,852	2,3443	0,897	2,4522
0,763	2,1447	0,808	2,2434	0,853	2,3467	0,898	2,4547
0,764	2,1468	0,809	2,2457	0,854	2,3490	0,899	2,4571
0,765	2,1490	0,810	2,2479	0,855	2,3514	0,900	2,4596
0,766	2,1511	0,811	2,2502	0,856	2,3537	0,901	2,4621

III.3-жадвалнинг давоми

Ў	Ў	Ў	Ў	Ў	Ў	Ў	Ў
0,767	2,1533	0,812	2,2524	0,857	2,3561	0,902	2,4645
0,768	2,1555	0,813	2,2547	0,858	2,3584	0,903	2,4670
0,769	2,1576	0,814	2,2569	0,859	2,3608	0,904	2,4695
0,770	2,1598	0,815	2,2592	0,860	2,3632	0,905	2,4719
0,771	2,1619	0,816	2,2614	0,861	2,3655	0,906	2,4744
0,772	2,1641	0,817	2,2637	0,862	2,3679	0,907	2,4769
0,773	2,1663	0,818	2,2660	0,863	2,3703	0,908	2,4794
0,774	2,1684	0,819	2,2682	0,864	2,3726	0,909	2,4818
0,775	2,1706	0,820	2,2705	0,865	2,3750	0,910	2,4843
0,776	2,1728	0,821	2,2728	0,866	2,3774	0,911	2,4868
0,777	2,1749	0,822	2,2750	0,867	2,3798	0,912	2,4893
0,778	2,1771	0,823	2,2773	0,868	2,3821	0,913	2,4918
0,914	2,4943	0,933	2,5574	0,964	2,6222	0,989	2,6885
0,915	2,4968	0,943	2,5600	0,965	2,6248	0,990	2,6912
0,916	2,4993	0,941	2,5625	0,966	2,6274	0,991	2,6939
0,917	2,5018	0,942	2,5651	0,967	2,6300	0,992	2,6966
0,918	2,5043	0,913	2,5677	0,968	2,6327	0,993	2,6993
0,919	2,5068	0,944	2,5702	0,969	2,6353	0,994	2,7020
0,920	2,5093	0,945	2,5728	0,970	2,6379	0,995	2,7047
0,921	2,5118	0,916	2,5754	0,971	2,6406	0,996	2,7074
0,922	2,5143	0,917	2,5780	0,972	2,6432	0,997	2,7101
0,923	2,5168	0,918	2,5805	0,973	2,6459	0,998	2,7129
0,924	2,5193	0,949	2,5831	0,974	2,6485	0,999	2,7156
0,925	2,5219	0,950	2,5857	0,975	2,6512	1,000	2,7183
0,926	2,5244	0,951	2,5883	0,976	2,6538		
0,927	2,5269	0,952	2,5909	0,977	2,6565		
0,928	2,5294	0,953	2,5935	0,978	2,6591		
0,929	2,5330	0,954	2,5961	0,979	2,6618		
0,930	2,5345	0,955	2,5987	0,980	2,6645		
0,931	2,5370	0,956	2,6013	0,981	2,6671		
0,932	2,5396	0,957	2,6039	0,982	2,6698		
0,933	2,5421	0,958	2,6055	0,983	2,6725		
0,934	2,5447	0,959	2,6091	0,984	2,6751		
0,935	2,5472	0,960	2,6117	0,985	2,6778		
0,936	2,5498	0,961	2,6143	0,986	2,6805		
0,937	2,5523	0,962	2,6169	0,987	2,6832		
0,938	2,5549	0,963	2,6195	0,988	2,6859		

Тахминий келтирилган уртача босим $p_{T_{\text{ур.та}}} = p_{\text{ур.та}}/p_{\text{кр}}$ аниқланади ва унинг ёрдамида $T_{\text{ур}}$ учун $z_{\text{ур}}$ топилади.

$z_{\text{ур}}$ буйича S ва III.3-жадвал буйича e^S аниқланади.

$p_m = p_o e^S$ ҳисобланади.

Ҳисоблаш натижаларини текшириш ва аниқлаш учун олинган $p_{\text{ур}} = (p_m + p_o)/2$ қабул қилинган $p_{\text{ур.та}}$ билан таққосланади. Агар бу катталиклардаги фарқ $z_{\text{ур}}$ га таъсир қилмаса, ҳисоблашни тўғри деб билиш мумкин. Акс ҳолда $z_{\text{ур}}$ ни аниқлаш учун $p_{\text{ур.та}}$ нинг янги қиймати қабул қилиниб, такрорий ҳисоблаш ўтказилади.

Мисол. Чуқурлиги 2000 м ва қуйидаги бошланғич маълумотларга эга бўлган қудуқнинг қудуқ туби статик босими ҳисоблансин: газнинг нисбий зичлиги $\bar{\rho} = 0,57$; қудуқ оғзидаги температура $t_o = 7^\circ\text{C}$ (280 К), қудуқ тубидаги $t_m = 47^\circ\text{C}$ (320 К), қудуқ оғзидаги статик мутлақ босим $p_o = 180$ кгс/см².

Қудуқдаги уртача температурани аниқлаймиз:

$$T_{\text{ур}} = (320 \cdot 280) / \ln \frac{320}{280} \approx 300 \text{ К.}$$

II.2-расмдаги график буйича $\bar{\rho} = 0,57$, $p_{\text{кр}} = 47,5$ кгс/см², $T_{\text{кр}} = 198$ К лиги аниқланади.

(II.15) формула буйича қудуқ оғзидаги келтирилган босим ва уртача температурани ҳисоблаймиз:

$$p_{\text{кел.о}} = 180 / 47,5 = 3,8;$$

$$T_{\text{кел.о}} = 300 / 198 = 1,5.$$

II.7-расм буйича қудуқ оғзидаги босим учун z ни аниқлаймиз:

$$z_o = 0,793.$$

(III.6) формула буйича S нинг тахминий қийматини ҳисоблаймиз:

$$S = 0,03415 \frac{0,57 \cdot 2000}{0,793 \cdot 300} = 0,164.$$

III.3-жадвал буйича $e^S_{\text{та}} = 1,17821$ ни топамиз.

(III.5) формула буйича босимнинг тахминий қийматини аниқлаймиз (кгс/см²):

$$p_{\text{та}} = 180 \cdot 1,17821 = 212,1.$$

Уртача тахминий босимни топамиз (кгс/см² да):

$$p_{\text{ур.та}} = (p_o + p_{\text{та}}) / 2 = (180 + 212,1) / 2 = 196,05.$$

Келтирилган босимни ҳисоблаймиз:

$$p_{\text{кел.ур.га}} = 196,05/47,5 = 4,13.$$

$p_{\text{кел}} = 4,13$ ва $T_{\text{кел}} = 1,5$ учун II.7-расм бўйича $z_{\text{ур}} = 0,790$ ни топамиз. (III.6) формула бўйича $z_{\text{ур}}$ учун S ни ҳисоблаймиз:

$$S = 0,03415 \cdot 0,57 \cdot 2000/0,790 \cdot 300 = 0,165.$$

III.3-жадвал бўйича $e^S = 1,17939$.

(III.5) формула бўйича қуйидагини топамиз:

$$p_m = 180 \cdot 1,17939 = 212,3 \text{ кгс/см}^2.$$

Ҳисобланган $p_{\text{ур}} = (212,3+180)/2=196,2$ ни илгари қабул қилинган $p_{\text{ур.га}} = 196,05$ билан таққослаб кураимиз, $z_{\text{ур}} = 0,793$ нинг қиймати ҳар икки ҳолда ҳам мос келади, шу сабабли мутлақ статик қудуқ туби босимини $p_m = 212,3$ кгс/см² га тенг деб қабул қилиш мумкин.

Агар босимнинг ва ўта сиқилувчанлик коэффициентининг ўртача қийматидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлмаса, у ҳолда қудуқ тубининг статик босими қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\bar{p}_m = \bar{p}_o + 0,03415 \frac{\bar{\rho}L}{T_{\text{ур}}}, \quad (III.7)$$

бунда

$$\bar{p}_m = \int_{0,2}^{p_{m,\text{кел}}} \frac{z}{p_{\text{кел}}} dp_{\text{кел}}, \quad \bar{p}_o = \int_{0,2}^{p_{o,\text{кел}}} \frac{z}{p_{\text{кел}}} dp_{\text{кел}}. \quad (III.8)$$

p_m ни (III.7) формула бўйича аниқлаш учун қуйидагиларни топиш керак:

1) II.3-бандда ёзилган усуллардан бири билан қудуқ оғзидаги келтирилган босим $p_{o,\text{кел}}$ ва температура $T_{\text{кел.ур}}$ топилсин;

2) III.4 ёки III.5-жадвал бўйича аниқланган $p_{o,\text{кел}}$ ва $T_{\text{кел.ур}}$ учун \bar{p}_o топилсин;

3) $0,03415 \frac{\bar{\rho}L}{T_{\text{ур}}}$ ҳисоблансин;

4) (III.7) тенглама бўйича \bar{p}_m аниқлансин;

5) III.4 ёки III.5-жадвал бўйича аниқланган \bar{p}_m ва $T_{\text{кел.ур}}$ га мувофиқ келадиган келтирилган қудуқ туби босими $p_{\text{т.кел}}$ топилсин;

6) $p_{\text{т.кел}}$ ни $p_{\text{кр}}$ га қупайтириб, тўхтатилган қудуқдаги қудуқ туби босими аниқлансин

$$p_{\text{т}} = p_{\text{т.кел}} \cdot p_{\text{кр}}$$

$$P_{\text{кел}} = \int_{0,2}^z \frac{dp_{\text{кел}}}{P_{\text{кел}}} \text{ НИНГ ҚИЙМАТИ}$$

P _{кел}	T _{кел}																			
	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
0,4	0,615	0,619	0,623	0,626	0,628	0,630	0,632	0,633	0,634	0,635	0,636	0,637	0,638	0,639	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640
0,5	0,805	0,816	0,826	0,834	0,839	0,844	0,848	0,851	0,854	0,856	0,860	0,862	0,864	0,866	0,867	0,868	0,869	0,869	0,869	0,869
0,6	0,955	0,971	0,985	0,998	1,011	1,022	1,032	1,040	1,045	1,048	1,049	1,050	1,050	1,050	1,051	1,051	1,052	1,052	1,052	1,052
0,7	1,078	1,100	1,124	1,145	1,162	1,178	1,190	1,190	1,203	1,207	1,210	1,211	1,213	1,214	1,216	1,218	1,219	1,220	1,220	1,220
0,8	1,175	1,207	1,239	1,264	1,285	1,300	1,313	1,322	1,322	1,340	1,347	1,352	1,357	1,359	1,360	1,363	1,364	1,364	1,364	1,364
0,9	1,256	1,300	1,335	1,365	1,386	1,403	1,417	1,429	1,440	1,450	1,462	1,472	1,480	1,485	1,489	1,492	1,494	1,495	1,495	1,495
1,0	1,327	1,375	1,420	1,455	1,479	1,500	1,515	1,530	1,541	1,551	1,568	1,580	1,590	1,598	1,602	1,607	1,608	1,608	1,610	1,610
1,1	1,380	1,438	1,485	1,528	1,552	1,573	1,591	1,606	1,616	1,631	1,653	1,667	1,676	1,684	1,691	1,699	1,702	1,706	1,709	1,711
1,2	1,433	1,500	1,550	1,600	1,625	1,645	1,666	1,682	1,690	1,710	1,737	1,753	1,761	1,770	1,780	1,790	1,795	1,802	1,808	1,812
1,3	1,463	1,545	1,602	1,657	1,684	1,709	1,731	1,746	1,758	1,779	1,810	1,828	1,836	1,845	1,858	1,868	1,875	1,883	1,890	1,896
1,4	1,492	1,590	1,654	1,713	1,742	1,772	1,795	1,810	1,825	1,847	1,882	1,903	1,911	1,920	1,935	1,945	1,954	1,964	1,972	1,980
1,5	1,510	1,620	1,690	1,757	1,791	1,824	1,848	1,867	1,884	1,906	1,938	1,962	1,973	1,984	1,997	2,010	2,019	2,027	2,036	2,045
1,6	1,527	1,649	1,726	1,800	1,839	1,875	1,900	1,923	1,943	1,964	1,993	2,021	2,035	2,047	2,059	2,074	2,083	2,090	2,100	2,110
2,2	1,617	1,761	1,876	1,971	2,031	2,086	2,125	2,160	2,187	2,212	2,252	2,288	2,315	2,334	2,349	2,366	2,380	2,394	2,404	2,420
2,3	1,631	1,779	1,897	1,994	2,059	2,116	2,157	2,193	2,222	2,249	2,288	2,329	2,354	2,375	2,391	2,407	2,422	2,437	2,448	2,465
2,4	1,644	1,797	1,919	2,018	2,087	2,145	2,190	2,227	2,256	2,285	2,325	2,369	2,395	2,417	2,433	2,447	2,465	2,481	2,491	2,510
2,5	1,658	1,815	1,940	2,041	2,115	2,175	2,223	2,260	2,290	2,321	2,362	2,410	2,436	2,459	2,475	2,488	2,507	2,524	2,535	2,555
2,6	1,672	1,830	1,958	2,061	2,137	2,198	2,249	2,288	2,318	2,350	2,392	2,442	2,469	2,492	2,508	2,523	2,544	2,562	2,574	2,593

III.4-жадвалнинг давоми

P _{н.с.}	T _{н.с.}																				
	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
2,7	1,695	1,845	1,976	2,081	2,159	2,221	2,275	2,316	2,347	2,379	2,423	2,474	2,502	2,525	2,541	2,559	2,581	2,595	2,612	2,630	
2,8	1,699	1,860	1,994	2,101	2,180	2,245	2,302	2,344	2,375	2,407	2,453	2,506	2,534	2,557	2,575	2,595	2,617	2,637	2,651	2,668	
2,9	1,712	1,875	2,012	2,121	2,202	2,268	2,328	2,372	2,404	2,436	2,484	2,538	2,567	2,590	2,608	2,630	2,654	2,674	2,689	2,705	
3,0	1,726	1,890	2,030	2,140	2,224	2,291	2,354	2,400	2,432	2,465	2,514	2,570	2,600	2,623	2,641	2,665	2,691	2,712	2,728	2,743	
3,1	1,740	1,904	2,046	2,157	2,243	2,311	2,376	2,423	2,455	2,489	2,540	2,597	2,628	2,652	2,670	2,694	2,722	2,744	2,759	2,775	
3,2	1,754	1,918	2,062	2,175	2,261	2,331	2,397	2,446	2,478	2,512	2,569	2,623	2,657	2,681	2,700	2,723	2,753	2,775	2,790	2,806	
3,3	1,767	1,932	2,078	2,192	2,280	2,350	2,419	2,449	2,502	2,536	2,591	2,650	2,685	2,709	2,729	2,752	2,783	2,807	2,821	2,838	
3,4	1,781	1,946	2,094	2,210	2,298	2,370	2,440	2,492	2,525	2,559	2,616	2,676	2,714	2,738	2,759	2,781	2,814	2,838	2,852	2,869	
3,5	1,795	1,960	2,110	2,227	2,317	2,390	2,462	2,515	2,548	2,583	2,642	2,703	2,742	2,767	2,788	2,810	2,845	2,870	2,883	2,901	
3,6	1,808	1,974	2,125	2,243	2,333	2,407	2,480	2,535	2,568	2,603	2,664	2,726	2,766	2,792	2,813	2,836	2,872	2,910	2,911	2,929	
3,7	1,822	1,988	2,140	2,259	2,349	2,424	2,498	2,556	2,588	2,624	2,686	2,748	2,791	2,817	2,839	2,862	2,899	2,950	2,938	2,958	
3,8	1,835	2,002	2,155	2,275	2,365	2,440	2,517	2,576	2,609	2,644	2,708	2,771	2,815	2,843	2,864	2,888	2,925	2,990	2,966	2,984	
3,9	1,849	2,016	2,170	2,291	2,381	2,457	2,535	2,597	2,629	2,665	2,730	2,793	2,840	2,868	2,890	2,914	2,952	3,030	2,997	3,012	
4,0	1,862	2,030	2,186	2,306	2,397	2,474	2,533	2,617	2,649	2,685	2,752	2,816	2,864	2,893	2,915	2,940	2,979	3,070	3,031	3,040	
4,1	1,875	2,044	2,201	2,321	2,413	2,490	2,569	2,634	2,667	2,703	2,771	2,836	2,885	2,915	2,938	2,963	3,002	3,081	3,045	3,064	
4,2	1,889	2,058	2,216	2,336	2,429	2,506	2,586	2,651	2,685	2,721	2,789	2,856	2,907	2,937	2,960	2,985	3,025	3,092	3,069	3,088	
4,3	1,902	2,073	2,230	2,351	2,444	2,523	2,602	2,669	2,702	2,740	2,808	2,875	2,928	2,958	2,983	3,008	3,049	3,103	3,094	3,112	
4,4	1,916	2,087	2,245	2,366	2,460	2,539	2,619	2,686	2,720	2,758	2,826	2,895	2,950	2,980	3,005	3,030	3,072	3,114	3,118	3,136	
4,5	1,929	2,101	2,260	2,381	2,476	2,555	2,635	2,703	2,738	2,776	2,845	2,915	2,971	3,002	3,028	3,053	3,095	3,125	3,142	3,160	
4,6	1,942	2,115	2,274	2,395	2,491	2,570	2,651	2,719	2,754	2,793	2,863	2,933	2,990	3,022	3,048	3,074	3,117	3,147	3,164	3,182	
4,7	1,955	2,128	2,288	2,409	2,507	2,586	2,666	2,735	2,770	2,810	2,881	2,952	3,009	3,041	3,068	3,095	3,139	3,168	3,186	3,203	

III.4-жадвалнинг давоми

P _{в.ст}	T _{к.с.}																			
	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
4,8	1,969	2,142	2,301	2,423	2,522	2,604	2,682	2,752	2,786	2,826	2,899	2,970	3,027	3,061	3,088	3,115	3,161	3,190	3,209	3,225
4,9	1,982	2,155	2,315	2,437	2,538	2,617	2,697	2,768	2,802	2,843	2,917	2,989	3,046	3,080	3,108	3,136	3,183	3,211	3,231	3,246
5,0	1,995	2,169	2,329	2,451	2,533	2,632	2,713	2,784	2,818	2,860	2,935	3,007	3,065	3,100	3,128	3,157	3,205	3,233	3,253	3,268
5,1	2,009	2,183	2,342	2,465	2,567	2,646	2,728	2,799	2,834	2,876	2,952	3,024	3,082	3,118	3,146	3,177	3,225	3,253	3,274	3,288
5,2	2,024	2,197	2,355	2,479	2,581	2,661	2,743	2,914	2,850	2,892	2,968	3,042	3,099	3,136	3,164	3,196	3,244	3,273	3,295	3,308
5,3	2,038	2,210	2,369	2,492	2,595	2,675	2,758	2,830	2,865	2,908	2,985	3,059	3,117	3,153	3,182	3,216	3,264	3,294	3,315	3,328
5,4	2,053	2,224	2,382	2,506	2,609	2,690	2,773	2,845	2,881	2,924	3,001	3,077	3,134	3,171	3,200	3,235	3,283	3,314	3,336	3,348
5,5	2,067	2,238	2,395	2,520	2,683	2,704	2,788	2,860	2,897	2,940	3,018	3,094	3,151	3,189	3,218	3,255	3,303	3,334	3,357	3,368
5,6	2,079	2,251	2,408	2,533	2,636	2,718	2,801	2,874	2,912	2,955	3,037	3,110	3,168	3,206	3,235	3,273	3,321	3,352	3,375	3,386
5,7	2,091	2,264	2,421	2,547	2,650	2,731	2,815	2,888	2,926	2,970	3,049	3,125	3,185	3,224	3,252	3,291	3,339	3,370	3,393	3,405
5,8	2,102	2,277	2,435	2,560	2,663	2,745	2,828	2,902	2,941	2,985	3,065	3,141	3,201	3,241	3,270	3,309	3,356	3,389	3,412	3,423
5,9	2,114	2,290	2,448	2,574	2,677	2,758	2,842	2,916	2,955	3,000	3,080	3,156	3,218	3,259	3,287	3,327	3,374	3,407	3,430	3,442
6,0	2,126	2,303	2,461	2,587	2,690	2,772	2,855	2,930	2,970	3,015	3,096	3,172	3,235	3,276	3,304	3,345	3,392	3,425	3,448	3,460
6,1	2,139	2,316	2,474	2,600	2,703	2,785	2,869	2,943	2,984	3,029	3,111	3,187	3,250	3,292	3,321	3,362	3,409	3,442	3,466	3,477
6,2	2,152	2,328	2,486	2,612	2,716	2,799	2,882	2,956	2,997	3,043	3,125	3,202	3,266	3,308	3,337	3,379	3,426	3,459	3,483	3,494
6,3	2,165	2,341	2,499	2,625	2,729	2,812	2,896	2,970	3,011	3,056	3,140	3,218	3,281	3,323	3,354	3,395	3,443	3,476	3,501	3,511
6,4	2,178	2,353	2,511	2,637	2,742	2,826	2,909	2,983	3,024	3,070	3,154	3,233	3,297	3,339	3,370	3,412	3,460	3,493	3,518	3,528
6,5	2,191	2,366	2,524	2,650	2,755	2,839	2,923	2,996	3,038	3,084	3,169	3,248	3,312	3,355	3,387	3,429	3,477	3,510	3,536	3,545
6,6	2,204	2,379	2,536	2,662	2,768	2,852	2,936	3,009	3,051	3,098	3,183	3,262	3,327	3,370	3,402	3,444	3,493	3,526	3,551	3,561
6,7	2,217	2,391	2,548	2,675	2,864	2,949	3,022	3,064	3,112	3,197	3,276	3,341	3,385	3,417	3,459	3,508	3,542	3,567	3,577	3,494
6,8	2,229	2,404	2,560	2,687	2,794	2,877	2,963	3,034	3,077	3,126	3,210	3,291	3,356	3,339	3,432	3,475	3,524	3,557	3,582	3,592

III.4-жадвалнинг давоми

P _{кв.1}	T _{кв.1}																				
	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
6.9	2,242	2,416	2,572	2,700	2,807	2,889	2,976	3,047	3,090	3,140	3,224	3,305	3,370	3,414	3,447	3,490	3,539	3,573	3,598	3,608	
7.0	2,255	2,429	2,584	2,712	2,820	2,902	2,989	3,060	3,103	3,154	3,238	3,319	3,385	3,429	3,462	3,505	3,555	3,589	3,613	3,624	
7.1	2,268	2,442	2,597	2,724	2,832	2,915	3,002	3,073	3,116	3,167	3,251	3,332	3,399	3,443	3,477	3,520	3,570	3,604	3,628	3,639	
7.2	2,281	2,454	2,609	2,737	2,844	2,928	3,014	3,085	3,129	3,180	3,264	3,345	3,413	3,457	3,491	3,534	3,584	3,618	3,643	3,654	
7.3	2,294	2,467	2,622	2,749	2,856	2,941	3,027	3,098	3,141	3,194	3,278	3,359	3,427	3,472	3,506	3,549	3,599	3,633	3,659	3,670	
7.4	2,307	2,479	2,634	2,762	2,868	2,954	3,039	3,110	3,154	3,207	3,291	3,372	3,441	3,486	3,520	3,563	3,613	3,647	3,674	3,685	
7.5	2,320	2,492	2,647	2,774	2,880	2,967	3,052	3,123	3,167	3,220	3,304	3,385	3,455	3,500	3,535	3,578	3,628	3,662	3,689	3,700	
7.6	2,333	2,505	2,660	2,786	2,892	2,979	3,065	3,135	3,180	3,233	3,317	3,398	3,468	3,514	3,548	3,591	3,642	3,676	3,703	3,714	
7.7	2,346	2,517	2,672	2,799	2,904	2,991	3,077	3,147	3,192	3,246	3,330	3,411	3,482	3,528	3,562	3,605	3,656	3,690	3,718	3,728	
7.8	2,359	2,530	2,685	2,811	2,916	3,003	3,090	3,160	3,205	3,260	3,344	3,424	3,495	3,541	3,575	3,618	3,670	3,704	3,732	3,742	
7.9	2,372	2,542	2,697	2,824	2,928	3,015	3,102	3,172	3,217	3,272	3,357	3,437	3,509	3,555	3,589	3,632	3,684	3,718	3,747	3,756	
8.0	2,385	2,555	2,710	2,836	2,940	3,027	3,115	3,184	3,230	3,287	3,370	3,450	3,522	3,569	3,602	3,645	3,698	3,732	3,761	3,770	
8.1	2,398	2,568	2,723	2,848	2,952	3,039	3,127	3,197	3,242	3,299	3,382	3,462	3,534	3,581	3,615	3,658	3,711	3,745	3,774	3,783	
8.2	2,411	2,580	2,736	2,861	2,964	3,051	3,139	3,209	3,254	3,311	3,394	3,474	3,546	3,594	3,627	3,671	3,723	3,758	3,788	3,796	
8.3	2,424	2,593	2,748	2,873	2,977	3,064	3,151	3,222	3,266	3,323	3,407	3,486	3,559	3,606	3,640	3,684	3,736	3,771	3,801	3,810	
8.4	2,437	2,605	2,761	2,886	2,989	3,076	3,163	3,234	3,278	3,335	3,419	3,498	3,571	3,619	3,652	3,697	3,748	3,784	3,815	3,823	
8.5	2,450	2,618	2,774	2,898	3,001	3,088	3,175	3,247	3,290	3,347	3,431	3,510	3,583	3,631	3,665	3,710	3,761	3,797	3,828	3,836	
8.6	2,462	2,631	2,787	2,910	3,013	3,100	3,187	3,259	3,302	3,359	3,441	3,523	3,595	3,643	3,677	3,722	3,773	3,810	3,840	3,849	
8.7	2,475	2,643	2,799	2,923	3,025	3,112	3,119	3,270	3,315	3,370	3,456	3,535	3,607	3,655	3,690	3,734	3,786	3,823	3,853	3,862	
8.8	2,487	2,656	2,812	2,935	3,038	3,124	3,211	3,282	3,327	3,382	3,468	3,548	3,619	3,666	3,702	3,746	3,798	3,835	3,865	3,875	
8.9	2,500	2,668	2,824	2,948	3,050	3,136	3,223	3,293	3,340	3,393	3,481	3,560	3,631	3,678	3,715	3,758	3,811	3,848	3,878	3,888	

P _{н.с.}	T _{н.с.}																				
	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
9,0	2,512	2,681	2,837	2,960	3,062	3,148	3,235	3,305	3,352	3,405	3,493	3,573	3,643	3,690	3,727	3,770	3,823	3,861	3,890	3,901	
9,1	2,524	2,693	2,849	2,972	3,074	3,159	3,246	3,317	3,364	3,417	3,505	3,585	3,655	3,702	3,739	3,782	3,835	3,873	3,902	3,913	
9,2	2,536	2,706	2,861	2,985	3,085	3,170	3,257	3,329	3,376	3,429	3,517	3,597	3,667	3,714	3,750	3,794	3,847	3,885	3,915	3,925	
9,3	2,549	2,718	2,872	2,997	3,097	3,182	3,268	3,340	3,388	3,440	3,530	3,608	3,678	3,725	3,762	3,806	3,859	3,897	3,927	3,938	
9,4	2,561	2,731	2,884	3,010	3,108	3,193	3,279	3,352	3,400	3,452	3,542	3,620	3,690	3,737	3,773	3,818	3,871	3,909	3,940	3,950	
9,5	2,573	2,743	2,896	3,022	3,120	3,204	3,290	3,364	3,412	3,464	3,554	3,632	3,702	3,749	3,785	3,830	3,883	3,921	3,952	3,962	
9,6	2,585	2,755	2,908	3,034	3,131	3,216	3,302	3,376	3,424	3,475	3,565	3,644	3,713	3,760	3,797	3,842	3,895	3,933	3,964	3,974	
9,7	2,597	2,767	2,919	3,045	3,142	3,228	3,314	3,388	3,435	3,487	3,576	3,656	3,724	3,772	3,809	3,854	3,907	3,945	3,976	3,986	
9,8	2,610	2,780	2,931	3,057	3,153	3,239	3,326	3,399	3,447	3,498	3,588	3,667	3,736	3,783	3,820	3,865	3,918	3,957	3,987	3,999	
9,9	2,622	2,792	2,942	3,068	3,164	3,251	3,338	3,411	3,458	3,510	3,599	3,679	3,747	3,795	3,832	3,877	3,930	3,969	3,999	4,011	
10,0	2,634	2,804	2,954	3,080	3,175	3,263	3,350	3,423	3,470	3,521	3,610	3,691	3,758	3,806	3,844	3,889	3,942	3,981	4,011	4,023	
10,1	2,646	2,816	2,966	3,092	3,187	3,274	3,361	3,434	3,482	3,532	3,622	3,702	3,769	3,817	3,855	3,900	3,953	3,992	4,023	4,035	
10,2	2,658	2,828	2,978	3,103	3,199	3,286	3,372	3,446	3,494	3,544	3,633	3,714	3,780	3,828	3,867	3,911	3,965	4,004	4,035	4,046	
10,3	2,671	2,840	2,989	3,115	3,211	3,297	3,382	3,457	3,506	3,555	3,645	3,725	3,790	3,840	3,878	3,923	3,976	4,015	4,046	4,058	
10,4	2,683	2,852	3,001	3,126	3,223	3,309	3,393	3,469	3,518	3,567	3,656	3,737	3,801	3,851	3,890	3,934	3,988	4,027	4,058	4,069	
10,5	2,695	2,864	3,013	3,138	3,235	3,320	3,404	3,480	3,530	3,578	3,668	3,748	3,812	3,862	3,901	3,945	3,999	4,038	4,070	4,081	
10,6	2,707	2,876	3,025	3,150	3,246	3,332	3,416	3,492	3,541	3,588	3,679	3,758	3,823	3,873	3,912	3,956	4,010	4,049	4,081	4,092	
10,7	2,719	2,888	3,037	3,161	3,258	3,343	3,428	3,504	3,552	3,598	3,689	3,769	3,834	3,883	3,923	3,967	4,021	4,060	4,093	4,104	
10,8	2,732	2,900	3,048	3,173	3,269	3,355	3,440	3,515	3,562	3,609	3,700	3,779	3,844	3,894	3,933	3,978	4,031	4,071	4,104	4,115	
10,9	2,744	2,912	3,060	3,184	3,281	3,366	3,452	3,527	3,573	3,619	3,710	3,790	3,855	3,904	3,944	3,989	4,042	4,082	4,116	4,127	
11,0	2,756	2,924	3,072	3,196	3,292	3,378	3,464	3,539	3,584	3,629	3,721	3,800	3,866	3,915	3,955	4,000	4,053	4,093	4,127	4,138	

III.4-жадвалнинг давоми

p _{кел}	T _{кел}																				
	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
11,1	2,768	2,936	3,084	3,208	3,304	3,389	3,475	3,551	3,595	3,639	3,732	3,811	3,877	3,926	3,966	4,011	4,064	4,104	4,138	4,149	
11,2	2,780	2,948	3,096	3,220	3,315	3,401	3,486	3,562	3,605	3,650	3,743	3,822	3,888	3,937	3,977	4,022	4,075	4,116	4,150	4,160	
11,3	2,793	2,960	3,108	3,231	3,327	3,412	3,497	3,574	3,616	3,660	3,753	3,832	3,899	3,947	3,988	4,033	4,087	4,127	4,161	4,172	
11,4	2,805	2,972	3,120	3,243	3,338	3,424	3,508	3,585	3,626	3,671	3,764	3,843	3,910	3,958	3,999	4,044	4,098	4,139	4,173	4,183	
11,5	2,817	2,984	3,132	3,255	3,350	3,435	3,519	3,597	3,637	3,681	3,775	3,854	3,921	3,969	4,010	4,055	4,109	4,150	4,184	4,194	
11,6	2,829	2,996	3,144	3,267	3,361	3,446	3,529	3,607	3,648	3,692	3,786	3,865	3,932	3,980	4,022	4,067	4,121	4,161	4,195	4,205	
11,7	2,841	3,008	3,156	3,279	3,373	3,456	3,540	3,517	3,658	3,702	3,797	3,876	3,943	3,991	4,034	4,079	4,132	4,172	4,206	4,216	
11,8	2,854	3,020	3,168	3,290	3,384	3,467	3,550	3,628	3,669	3,713	3,808	3,886	3,955	4,003	4,045	4,090	4,144	4,183	4,217	4,227	
11,9	2,866	3,032	3,180	3,302	3,396	3,477	3,561	3,638	3,679	3,723	3,819	3,897	3,966	4,014	4,057	4,102	4,155	4,194	4,228	4,238	
12,0	2,878	3,044	3,192	3,314	3,407	3,488	3,571	3,648	3,690	3,734	3,830	3,908	3,977	4,025	4,069	4,114	4,167	4,205	4,239	4,249	

$$\int_{P_{кел}}^{0,2} z dp_{кел} , \int_{P_{кел}}^{0,2} \frac{z}{P_{кел}} dp_{кел} \text{ НИНГ ҚИЙМАТИ}$$

$T_{кр}$	$\int_{P_{кел}}^{0,2} z dp_{кел}$					$\int_{P_{кел}}^{0,2} \frac{z}{P_{кел}} dp_{кел}$			
	$P_{кел}$								
	0,2	0,16	0,10	0,05	0	0,2	0,15	0,10	0,05
1,05	0	0,0472	0,0953	0,1441	0,1937	0	0,275	0,666	1,333
1,10	0	0,0477	0,0961	0,1451	0,1948	0	0,276	0,670	1,338
1,15	0	0,0479	0,0964	0,1455	0,1952	0	0,277	0,674	1,342
1,20	0	0,0482	0,0969	0,1460	0,1957	0	0,278	0,677	1,346
1,25	0	0,0484	0,0970	0,1466	0,1964	0	0,279	0,679	1,349
1,30	0	0,0486	0,0973	0,1471	0,1969	0	0,280	0,681	1,352
1,35	0	0,0487	0,0977	0,1472	0,1970	0	0,280	0,683	1,355
1,40	0	0,0488	0,0980	0,1474	0,1973	0	0,281	0,685	1,358
1,45	0	0,0490	0,0982	0,1476	0,1976	0	0,282	0,687	1,360
1,50	0	0,0492	0,0984	0,1480	0,1978	0	0,283	0,688	1,361
1,60	0	0,0493	0,0988	0,1485	0,1981	0	0,284	0,690	1,365
1,70	0	0,0494	0,0990	0,1488	0,1987	0	0,285	0,691	1,367
1,80	0	0,0495	0,0992	0,1491	0,1990	0	0,285	0,692	1,368
1,90	0	0,0496	0,0993	0,1492	0,1991	0	0,286	0,693	1,370
2,00	0	0,0497	0,0994	0,1493	0,1992	0	0,286	0,693	1,371
2,20	0	0,0498	0,0996	0,1496	0,1995	0	0,286	0,693	1,372
2,40	0	0,0499	0,0998	0,1498	0,1998	0	0,286	0,693	1,373
2,60	0	0,0499	0,0999	0,1499	0,1999	0	0,286	0,693	1,373
2,80	0	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000	0	0,286	0,693	1,373
3,00	0	0,0500	0,1000	0,1500	0,2000	0	0,286	0,693	1,373

Мисол. Агар $L = 1765$ м; $\bar{\rho} = 0,6$; $\rho_o = 161,7$ кгс/см²; $t_{yp} = 47^\circ\text{C}$ булса, газ қудугидаги статик қудуқ туби босимини ҳисобланг.

II.2-расм буйича $p_{кр} = 47,2$ кгс/см² ва $T_{кр} = 199$ К ни аниқлаймиз.

(II.15) формула буйича қуйидагиларни ҳисоблаймиз:

$$p_{o,кел} = 161,7/42,7 = 3,426; T_{кел,yp} = (47+273)/199 = 1,61.$$

III.4-жадвал буйича бу қийматлар учун $p_{o,кел}$ ва $T_{кел,yp}$

$$\int_{0,2}^{p_{o,кел}} \frac{z}{dp_{кел}} dp_{кел} = 2,629;$$

$$0,03415 \rho L / T_{ур} = 0,03415 \cdot 0,6 \cdot 1765 / (47 + 273) = 0,113 .$$

(III.7) тенглама бўйича қуйидагини топамиз:

$$\int_{0,2}^{p_{т,кел}} \frac{z}{p_{кел}} dp_{кел} = 2,629 + 0,113 = 2,742.$$

III.4-жадвал бўйича бу катталиқ $T_{кел} = 1,61$ да $p_{т,кел} = 3,918$ га мос келади. Бундан қудуқ тубидаги статик босим $p_m = 3,918 \cdot 47,2 = 184,9$ кгс/см².

III.3. Ишлаётган қудуқ тубидаги босимни аниқлаш

Ишлаётган газ қудуғи тубидаги босимни бевосита чуқурлик манометри билан ўлчаб ёки қудуқ оғзидаги босимни ҳисоблаш йўли билан аниқлаш мумкин. Агар қудуқ фаввора қувурлари (қувур орти бўшлиғи) билан ишлатилса, бу ҳолда қувур орти бўшлиғида (фаввора қувурларида) худди тухтатилган қудуқлардаги сингари газнинг ҳаракатланмайдиган устуни пайдо бўлади. Бундай ҳолатда қудуқ тубидаги босимни III.2-бандда ёзилган усул билан ҳисоблаш мумкин.

Бироқ қудуқларни тадқиқ қилиш амалиётида ҳаракатланмайдиган устун бўлганда қуйидаги ҳолларда формулаларни қўллаш мумкин эмас.

Қудуқдаги фаввора қувурлари ва қувур орти бўшлиғи бир пайтда ишлатилади.

Қудуқнинг фаввора қувурлари бўлмайди.

Қудуқ пакер билан жиҳозланган. Бундай ҳолларда қудуқ туби босими қуйидаги формула билан аниқланади:

$$p_m = \sqrt{p_o^2 e^{2S} + 1,377 \lambda \frac{z_{ур}^2 T_{ур}^2}{d_{иц}^5} (e^{2S} - 1) Q^2}, \quad (III.9)$$

бунда: λ — гидравлик қаршиликнинг ўлчамсиз коэффиценти; $d_{иц}$ — фаввора қувурлари (ишлатиш қувурлари) бирикмасининг ички диаметри, см; Q — 20°C ва 760 мм симоб устунда газ дебети, минг м³/сут.

Ватанимиздаги ва хориждаги фаввора ҳамда мустақамлаш қувурларининг асосий ўлчамлари III.6, III.7-жадвалларда берилган.

Ватанимиздаги фаввора ва мустаҳкамловчи қувурларнинг асосий ўлчамлари

Қувурлар	Қувурлар диаметри, мм		Муфталар, мм		Долотолар		d ⁵ _{иқ} , см ⁵
	d _{тш}	d _{иқ}	d _{тш}	узун-лиги	номе-ри	d, мм	
Фавворали ГОСТ 3845-75	48,3	40,3	56,0	96			1 063
	60,3	50,3	73,0	110			3 219
	73,0	62,0	89,0	132			9 161
		59,0					7 149
	88,9	76,0	107,0	146			25 355
	101,6	88,6	121,0	150			54 598
	114,3	100,3	132,5	156			101 500
Мустаҳкам- ловчи ГОСТ 6238-77	114,3	102,3	133	158	6в	145	112 041
		100,3		158			101 509
		98,3		177*			91 784
		96,3		177*			83 819
	127	115	146	165	7	161	201 135
		113		165			184 243
		111		196*			168 506
		109		196*			153 862
	139,7	127,7	159	171 203*	8	190	339 589
		125,7					313 816
		123,7					289 633
		121,7					266 964
		119,7					245 737
	117,7	225 882					
146	133	166	177 215*	8	190	416 158	
	132					400 746	
	130					371 293	
	128					343 597	
	126					317 580	
124	293 162						
168,3	155,3	188	184 222*	10	243	903 352	
	154,3					874 640	
	152,3					819 407	
	150,3					766 999	
	148,3					717 308	
	146,3					670 226	
	144,3					625 653	
140,3	543 611						
177,8	163,8	198	184	10	243	1 179 151	
	161,8					1 108 900	
	159,8					1 042 039	
	157,8					978 442	
	155,8					917 989	
	153,8					860 561	
	149,8					754 326	

III.6-жадвалнинг давоми

Кувурлар	Кувурлар диаметри, мм		Муфталар, мм		Долотолар		d ^д _{нч} , см ⁵
	d _{тш.}	d _{нч}	d _{тш.}	узунлиги	номери	d, мм	
Мустақкам-ловчи ГОСТ 6238-77	193,7	179,7	216	190	10	243	1 873 874
		177,7					1 771 891
		175,7					1 674 398
		173,7					1 581 245
		169,7					1 407 373
165,7	235*	1 249 144					
219,1	205,1	245	196	11	269	3 629 345	
	203,1					3 455 808	
	201,1					3 288 973	
	199,1					3 128 645	
	195,1					254*	2 826 743
244,5	230,5	270	196	12	295	6 506 608	
	228,5					6 229 182	
	226,5					5 961 300	
	224,5					5 702 716	
	220,5					266*	5 212 463
	216,5					4 756 522	
273,1	259,1	299	203	13	320	11 677 155	
	257,1					11 233 378	
	255,1					10 803 197	
	253,1					10 386 297	
	249,1					14	346
298,5,	282,5	324	203	16	394	17 992 531	
	280,5					17 364 582	
	278,5					16 754 289	
	276,5					16 161 277	
	274,5					15 585 518	

III.6-жадвалнинг давоми

Қувурлар	Қувурлар диаметри, мм		Муфталар, мм		Долотолар		$d_{нч}^5$, см ⁵
	$d_{гш}$	$d_{нч}$	$d_{гш}$	узуңлиги	номе-ри	d , мм	
Мустаҳкам-ловчи ГОСТ 6238-77	323,9	305,9	351	203	16	394	26 785 353
		303,9					25 921 104
		301,9					25 079 309
		299,9					24 259 527
	339,7	321,7	365	203	16	394	34 445 242
		319,7					33 397 440
317,7		32 365 779					
315,7		31 359 773					
351	330	376	229	18	445	40 946 913	
	331					39 731 960	
	329					38 546 000	
	327					37 388 562	
377	359	402	229	18	445	59 631 020	
	357					57 988 395	
	355					56 382 165	
	353					54 811 733	
406,4	388,4	432	228	20	490	88 388 569	
	386,4					86 136 176	
	384,4					83 929 936	
	382,4					81 769 138	
426	406	451	229	20	490	110 313 882	
	404					107 623 430	
	402					104 985 730	

* Муфталар улчами резъбаси узайтирилган қувурларга тегишли.

**Хориждаги фаввора ва мустаҳкамловчи
қувурларнинг асосий ўлчамлари**

Қувурларнинг маркалари	Қувурлар диаметри, мм		Муфтalar, мм		Долотолар		d ¹ _{нч} , см ⁴	
	d _{танш.}	d _{ич.}	d _{танш.}	узуң- лиги	номе- ри	d, мм		
Фавворали API, Mannesmann H-40, J-55, C-75, N-80, P-105	48,3	40,9	55,9 63,5	95,2 98,4			1 144	
	60,3	47,4 50,7 51,8	73 77,8	108 123,8			2 393 3 350 3 729	
		73	50,7 57,4 59 62	88,9 93,2	130,2 133,4			3 350 6 231 7 149 9 161
			88,9	62 69,8 74,2 76 77,9	108 114,3	142,9 146		
	101,6	88,3 90,1		120 127	146 152,4			53 679 59 377
	114,3	100,5	132,1 141,3	155,6 158,8			102 525	
Мустаҳкамловчи H-40, J-55, C-75, N-80, P-110, K-55, C-95	114,3	97,2 99,6 101,6 102,9 103,9 108,6	127 141,3	158,8 177,8 165,1	6в	145	86 762 98 016 108 260 115 366 121 081 151 060	
					7	161		

III.7-жадвалнинг давоми

Қувурларнинг маркалари	Қувурлар диаметри, мм		Муфтлар, мм		Долотолар		$d_{\text{м}}^5$, см ⁵
	$d_{\text{тш}}$	$d_{\text{ич}}$	$d_{\text{тш}}$	узун- лиги	номе- ри	d, мм	
Мустаҳкамловчи Н-40, J-55, С-75, N-80, Р-110, К-55, С-95	127	112 114,1 115,8		196,8			176 231 193 387 208 229
	139,7	115,5 118,6 121,4 124,3 125,7 127,3	153,7	171,4 203,2	8	190	203 546 234 611 263 690 296726 313 817 334 304
	168.3	144.1 147,1 150,4 153,6	187.8	184.2 222,2	10	243	621 326 688 753 679 554 854 980
	177,8	150,4 152,5 154,8 157,1 159,4 161,7 164,0 166,1	194,5	184,2 228,6 254,0	10	243	769 554 824 801 888 904 956 931 1 029 062 1 105 478 1 186 367 1 264 294
	193,7	168,3 171,8 174,6 177,0 178,4	215,9	190,5 235,0 263,5	11	269	1 350 270 1 496 634 1 622 636 1 737 266 1 807 067
	219,1	190,8 193,7 196,2 198,8 201,2 203,6 205,7	244,5	196,8 254,0	11 12	269 295	2 528 668 2 726 767 2 907 334 3 105 145 3 297 159 3 498 556 3 682 743

III.7-жадвалнинг давоми

Қувурларнинг маркалари	Қувурлар диаметри, мм		Муфталар, мм		Долотолар		d ³ _{ич} , см ³
	d _{таш}	d _{ич}	d _{таш}	узуң- лиги	номе- ри	d, мм	
Мустаҳкамловчи Н-40, J-55, С-75, N-80, Р-110, К-55, С-95	244,5	216,8	269,8	196,8 266,7	12 13	295 320	4 789 568
		220,5					5 212 463
		222,4					5 440 939
		224,4					5 690 026
		226,6					5 974 472
	273,0	235,0	298,4	203,2	13	320	7 167 031
							237,5
		240,0	14	346	7 962 624		
					242,8	8 438 075	
		245,5	8 899 647				
		247,9	9 312 302				
		250,2	9 804 750				
		252,7	10 304 483				
		255,3	10 845 612				
		258,9	11 632 157				
	298,4	273,6	323,8	203,2	16	394	15 331 352
		276,4					16 132 073
		279,4					17 026 759
		281,5					17 676 325
	339,7	308,8	365,1	203,2	18	445	28 079 311
311,8		29 470 028					
313,6		30 330 549					
315,3		31 161 607					
317,9		32 467 783					
320,4		33 764 672					
323,0		35 157 065					

Гидравлик қаршилик коэффиценти λ қиймати газнинг ҳаракат режимига ва қувур девори сиртига боғлиқ. Газ қудуқларида амалда учрайдиган тезликларнинг асосий параметрлари, қуйидаги формула билан аниқланадиган Рейнольдс Re сони ва нисбий ғадир-будурлик ϵ коэффиценти бўлиб, λ қиймати ушбу параметрларга боғлиқ

$$Re = k \frac{Q\bar{p}}{d_{ин}\mu}, \quad (III.10)$$

$$\epsilon = 2 l_k/10 d_{ин}, \quad (III.11)$$

бунда l_k — мутлақ ғадир-будурлик, мм; Q — газ дебети, минг m^3 /сут; $d_{ин}$ — ички диаметр, см; μ — динамик қовушқоқлик, сП; k — бир улчовдаги коэффицент, $кг \cdot c^2/m^4$.

20°C ва 760 мм симоб устунида $k = 1777$; 0 °C ва 760 мм симоб устунида $k = 1910$ га тенг.

Ламинар (текис) оқимда λ амалда ғадир-будурликка боғлиқ бўлмайди ва қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\lambda = 64/Re. \quad (III.12)$$

Газ қудуқларида, одатда, вужудга келадиган турбулент (уюрма) оқимда, λ Re ва ϵ нинг функцияси ҳисобланади ва қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\lambda = \frac{1}{4 \left[\lg \left(\frac{5,62}{Re^{0,9}} + \frac{\epsilon}{7,41} \right) \right]^2} \quad (III.13)$$

Газ сарфи катта бўлганда турбулент оқим юзага келади, бунда λ қиймати Re га боғлиқ бўлмайди ва қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\lambda = \left[\frac{1}{2 \lg \frac{7,41}{\epsilon}} \right]^2 \quad (III.14)$$

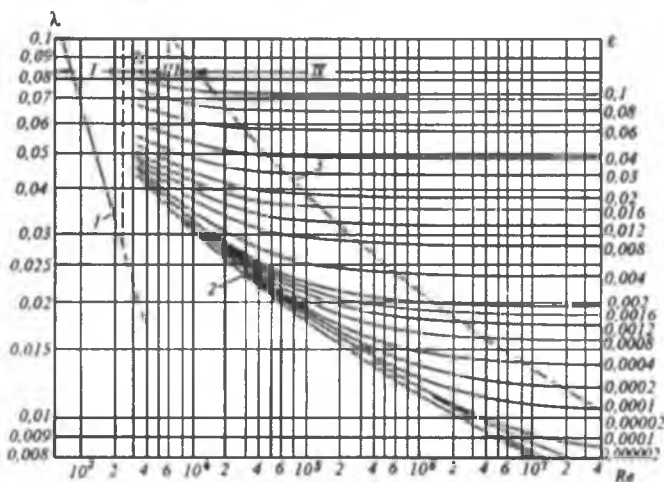
Re ва ϵ қиймати маълум бўлганда гидравлик қаршилик коэффиценти (III.13) га ўхшаш формула бўйича тузилган график (III.1-расм) асосида аниқлаш мумкин. Турли диаметрдаги қувурларнинг нисбий ғадир-будурлиги ϵ III.2-расм бўйича аниқланади.

III.1-расмдаги эгри чизиқ 3 турбулент оқимли зонанинг чегарасини кўрсатади, бунда λ қиймати фақат ғадир-будурликка боғлиқ бўлади. Қувурларнинг мутлақ ғадир-будурлиги унга ишлатилган материалга, тайёрлаш усулига, шунингдек, ишлатиш

муддатига ва шароитига боғлиқ. Қувурнинг айрим элементлардан таркиб топган қаршилиги, шунингдек, унинг туташган жойларидаги унча катта бўлмаган қийшайишлар натижасида юзага келадиган нотекистиклар ва маҳаллий қаршиликларни ҳам ўз ичига олади. Қувурларнинг қаршилигига ундаги қаттиқ ва суyoқ аралашмаларнинг мавжудлиги, қудуқ иш режимига қараб ўзгарадиган қувур деворларининг кирланиши (ёки уларнинг кўчиши) ҳам таъсир кўрсатиши мумкин.

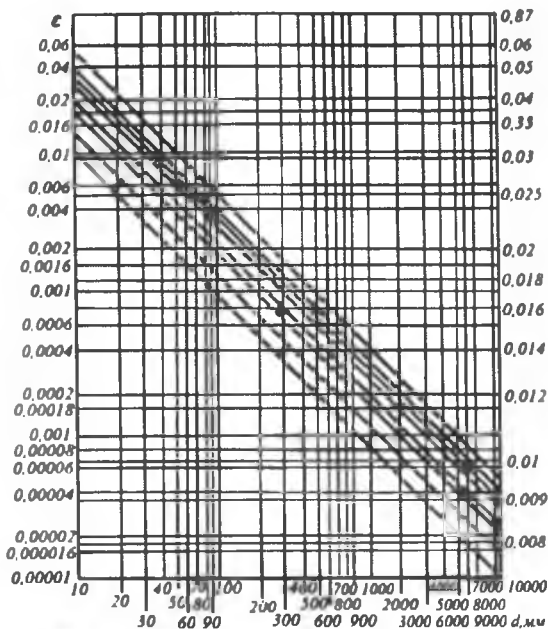
Агар қувурлар узoқ вақт ишлатилган бўлса, айниқса газда агрессив компонентлар ва қаттиқ аралашмалар мавжуд бўлганида, ғадир-будурлик қиймати бошланғич қийматга мос келмаслиги мумкин. Бу ҳолда λ нинг (III.12) — (III.14) формулалар ёки график аниқланган қиймати аслига мос келмайди.

Шуни таъкидлаш керакки, турбулент оқим бошланадиган зонадаги минимал дебитни Q_{min} ғадир-будурлиги маълум бўлган қувурлар учун III.1-расмдаги 3 эгри чизик бўйича аниқлаш мумкин. Масалан, диаметри $d_{\text{uz.}} = 62$ мм, нисбий ғадир-будурлиги $\epsilon = 0,005$ ($k = 0,155$ мм), $Q_{\text{min}} = 28$ минг м³/сут. бўлган қувурлар учун $\lambda = 0,025$



III.1- расм. Ғадир-будурлиги юқори бўлган қувурларда гидравлик қаршилиқ коэффициентини аниқлаш учун график.

I-ламинар ҳаракат зонаси; II-критик зона; III-турбулент ҳаракат зонаси; IV-турбулентли автомоделлик зонаси (λ Re га боғлиқ эмас); 1-ламинар режим; 2-силлиқ қувурлардаги турбулент оқим; 3- λ Re га боғлиқ бўлмаган зона чегараси.



Турбулентли автономеллик зонасида қувурларнинг ғадир-будурлиги учун қаршилик коэффициентни, λ

III.2- расм. Пулат ва чўян қувурларнинг нисбий ғадир-будурлиги ϵ ни аниқлаш учун номограмма.

Мутлақ ғадир-будур бўлган янги пулат қувурлар учун (эгри чизиқларни рақамлаш пастдан юқорига қараб), мм. 1-0,05; 2-0,07; илгари ишлатилган пулат қувурлар учун, мм: 3-0,10; 4-0,12; 5-0,15; 6-0,18; чўян қувурлар учун, мм: 7-0,20; 8-0,25.

булади. Шундай диаметрдаги, қувурлардаги ғадир-будурлиги $\epsilon = 0,004$ ($l_k = 0,0124$ мм), $Q_{\min} = 418$ минг·м³/сут бўлганда $\lambda = 0,014$ га тенг булади.

Барча санаб ўтилган ҳолларда қудуқ туби босимини (III.9) формула бўйича аниқ ҳисоблаш учун гидравлик қаршиликнинг ҳақиқий коэффициентини ўтказилган тадқиқотлар асосида қуйидаги формулага мувофиқ аниқлаш зарур

$$\lambda = \frac{(p_m^2 - p_r^2 e^{2S}) d_m^3}{1,377 Q^2 z_{yp}^2 T_{yp}^2 (e^{2S} - 1)}, \quad (III.15)$$

бунда p_m — чуқурликдаги ўлчовлар натижасида ёки қувур орти бўшлиғидаги босим бўйича аниқланадиган қудуқ туби босими.

Мисол. Фаввора қувурлари билан ишлатилаётган қудуқ туби босимини қуйидаги бошланғич маълумотлар билан аниқланг: қудуқнинг чуқурлиги $L = 2000$ м, фаввора қувурларининг диаметри 63 мм, қувур учигаги муғлақ босим 100 кгс/см², газ дебити 150 минг м³/сут, $t_{\text{гп}} = 27$ С ($T_{\text{гп}} = 300$ К), $\bar{\rho} = 0,57$. қувурларнинг чамаланаётган ғадир-будирлиги $l_k = 0,12$ мм.

z , S ва e^{2S} ни аниқлаймиз. $z = 0,83$; $S = 0,156$; $2S = 0,312$; $e^{2S} = 1,36615$.

II.5-бандга биноан динамик қовушқоқликни μ ҳисоблаймиз: $\mu = 0,014$.

(III.10) формула бўйича Re ни аниқлаймиз:

$$Re = 1777 \cdot 50 \cdot 0,57 / 6,3 \cdot 0,014 = 1722600.$$

(III.11) формула бўйича нисбий ғадир-будирликни топамиз:

$$\epsilon = 2 \cdot 0,12 / 63 = 0,0038.$$

III.1-рasm бўйича топилган ϵ учун $R_{\text{иср}} = 8 \cdot 10^5$ ни ҳисоблаб, унинг ёрдамида Q_{min} ни аниқлаймиз:

$$Q_{\text{min}} = 106 \cdot 6,3 \cdot 0,014 / 1777 \cdot 0,57 = 70 \text{ минг м}^3/\text{сут}.$$

Қудуқ дебити Q_{min} дан ортиқ бўлганлиги сабабли λ да Re га боғлиқ бўлмайди ва у ϵ га боғлиқ ҳолда (III.14) формула бўйича аниқланади:

$$\lambda = \left[\frac{1}{2 \lg \frac{7,41}{0,0038}} \right]^2 = 0,023$$

ёки III.1-рasm бўйича $\epsilon = 0,0038$; $\lambda = 0,023$ га тенг.

Қудуқ туби босимининг тахминий қийматини ҳисоблаймиз:

$$p_{m.ma} = \sqrt{100^2 \cdot 1,36615 + \frac{1,377 \cdot 0,023 \cdot 0,783^2 \cdot 300^2}{6,3^5} (1,36615 - 1) 150^2} = 123,6 \text{ кгс/см}^2.$$

$p_{m \text{ гп}}$ нинг топилган қиймати бўйича $p_{\text{гп.та}}$ ва $p_{\text{кел.гп.та}}$ ни аниқлаймиз:

$$p_{\text{гп.та}} = (123,6 + 100) / 2 = 111,8 \text{ кгс/см}^2,$$

$$p_{\text{кел.гп.та}} = 111,8 / 47,5 = 2,35.$$

$z = 0,815$ ни топамиз.

Янги $z \cdot S = 0,159$; $2S = 0,318$; $e^{2S} = 1,37438$ билан p_m ни такроран ҳисоблаймиз

$$p_m = \sqrt{100^2 \cdot 1,37438 + \frac{1,377 \cdot 0,023 \cdot 0,815^2 \cdot 300^2}{6,3^5} (1,37438 - 1) 150^2} = 123,85 \text{ кгс/см}^2.$$

Қураепмизки, босимдаги фарқ бор-йўғи 0,25 кгс/см² ни ташкил этади, бу z нинг қийматига деярли таъсир қилмайди.

Газ қувур ортидаги бушлиқда ҳалқасимон кесимдаги қувурга ҳос чизиқли ҳаракат қилади, шу сабабли (III.9) формула ўзгаради.

(III.9) га кирувчи миқдор d_m икки қисмдан иборат: D^4 кўндаланг кесимдаги майдони квадратига $(\pi D^2)^2$ тегишли бўлиб, тезлик аниқланганида киритилади. Қувур ортидаги бушлиқда тезликни туғри аниқлаш учун кўндаланг кесим майдони бўйича эквивалент (тенг) диаметрни D_2 танлаш, яъни кўндаланг кесим майдони бир хил бўлган қувур диаметрини олиш керак:

$$D_2 = \sqrt{D^2 - d_{\text{таш}}^2}, \quad (\text{III.16})$$

бунда D — мустақамлаш қувурлари бирикмасининг ички диаметри; $d_{\text{таш}}$ — фаввора қувурларининг ташқи диаметри.

Бешинчи кўпайтиргич D ишқаланиш кучи ишини ифодалашга мос бўлиб, бунинг учун чизиқли кўндаланг ўлчам сифатида гидравлик диаметр қабул қилинади

$$D_i = D - d_{\text{таш}}. \quad (\text{III.17})$$

Натижада (III.9) формуладаги d_{uz}^5 ифода $(D-d_i)^3(D+d_{\text{таш}})^2$ билан алмаштирилади ва қувур ортидаги бушлиқ учун формула қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$p_m = \sqrt{p_m^2 e^{2S} + 1,377\lambda \frac{z_{yp}^2 T_{yp}^2 Q^2 (e^{2S} - 1)}{(D-d_{\text{таш}})^3 (D+d_{\text{таш}})^2}}. \quad (\text{III.18})$$

λ коэффиценти (III.14) формула ёки III.1-рasm бўйича аниқланади, бунда Re ни ҳисоблаш учун (III.17) формула бўйича аниқланадиган гидравлик диаметр қўлланилади, гадир-будурлик фаввора қувурларининг сиртқи девори бўйича олинади.

Муфта мавжудлигида λ коэффицентиға қўшимча қаршилиқни қўшиш лозим, уни тахминан қуйидаги формула бўйича баҳолаш мумкин:

$$\lambda_k = \left[\left(\frac{d_m^2 - d_{\text{таш}}^2}{D^2 - d_m^2} \right)^2 + 0,05 \right] \frac{D + d_{\text{таш}}}{l}, \quad (\text{III.19})$$

бунда d_m — бириктирувчи муфтанинг сиртқи диаметри, см; l — битта фаввора қувурининг узунлиги, см; 0,05 — муфта билан мустақамловчи қувурлар бирикмаси орасидан ўтаётган газ оқимининг ингичкалашуви коэффиценти.

(III.18), (III.19) формулалар бўйича осон ҳисоблаш учун III.8, III.9-жадваллар келтирилган.

**Газнинг қувур орти бушлиғида ҳаракатланиши маълумотлари асосида
қудуқ туби босимини ҳисоблаш (ватанимизда
ишлаб чиқарилган қувурлар учун)**

$d_{\text{ТММ}}, \text{ см}$	$D, \text{ см}$	$\frac{(D-d_{\text{ТММ}})^3 \times \pi}{4(D-d_{\text{ТММ}})^2}$	$(D-d_{\text{ТММ}}), \text{ см}$	$(D-d_{\text{ТММ}}), \text{ см}$	$d_{\text{ТММ}}^2, \text{ см}^2$	$D, \text{ см}^2$	$\frac{d_{\text{ТММ}}^2 - d_{\text{М}}^2}{D^2 - d_{\text{М}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
4,83	10,23	35 713	5,4	15,06	23,329	104,653	0,28488
	10,03	31 049	5,2	14,86		100,601	0,30436
	9,83	26 864	5,0	14,66		96,629	0,2624
	9,63	23 123	4,8	14,46		92,737	0,35095
4,83	11,5	79 131	6,67	16,33	23,329	132,250	0,19838
	11,3	70 131	6,47	16,13		127,690	0,20886
	11,1	62 550	6,27	15,93		123,210	0,22029
	10,9	55 337	6,07	15,73		118,810	0,23280
4,83	12,77	155 055	7,94	17,60	23,329	163,073	0,14814
	12,57	140 384	7,74	17,40		158,073	0,15458
	12,37	126 815	7,54	17,20		153,017	0,16148
	12,17	114 284	7,34	17,00		148,109	0,16891
	11,97	102 733	7,14	16,80		143,281	0,17691
	11,77	92 107	6,94	16,60		138,533	0,18555
4,83	13,3	203 492	8,47	18,13	23,329	176,890	0,13304
	13,2	190 619	8,37	18,03		174,240	0,13779
	13,0	173 367	8,17	17,83		169,000	0,14126
	12,8	157 354	7,97	17,63		163,840	0,14721
	12,6	142 513	7,77	17,43		158,760	0,15358
	12,4	128 782	7,57	17,23		153,760	0,16041
4,83	15,53	507 816	10,7	20,36	23,329	241,181	0,09023
	15,43	488 873	10,6	20,26		238,085	0,09165
	15,23	452 649	10,4	20,06		231,953	0,09460
	15,03	418 558	10,2	19,86		225,901	0,09770
	14,83	386 515	10,0	19,66		219,929	0,10097
4,83	14,63	356 421	9,8	19,46	23,329	214,037	0,10442
	14,43	328 190	9,6	19,26		208,225	0,10805
	14,03	276 979	9,2	19,06		196,841	0,11596
4,83	16,38	693 146	11,55	21,21	23,329	268,304	0,07945
	16,18	645 423	11,35	21,01		261,792	0,08179
	15,98	600 298	11,15	20,81		255,360	0,08425
	15,78	557 696	10,95	20,61		249,008	0,08683
	15,58	517 498	10,75	20,41		242,736	0,08953
	15,38	479 611	10,55	20,21		236,544	0,09237
	14,98	410 362	10,15	19,81		224,400	0,09850

III.8-жадвалнинг давоми

$d_{\text{там}}$, см	D , см	$(Dd_{\text{там}}) \times$ $\times (Dd_{\text{там}})^2$	$(Dd_{\text{там}})$, см	$(Dd_{\text{там}})$, см	$d_{\text{там}}^2$, см ²	D , см ²	$\frac{d_{\text{там}}^2 - d_{\text{там}}^2}{D^2 - d_{\text{там}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
6,03	17,97	980 467	11,94	24,00	36,361	322,921	0,06278
	17,77	916 556	11,74	23,80		315,773	0,06449
	17,57	855 936	11,54	23,60		308,705	0,06628
	17,37	798 490	11,34	23,40		301,717	0,06814
	16,97	692 639	10,94	23,00		287,981	0,07213
	16,57	598 049	10,54	22,60		274,565	0,07650
7,3	10,23	7728	2,93	17,53	53,290	104,653	1,01874
	10,03	6110	2,73	17,33		100,601	1,21172
	9,83	4750	2,53	17,13		96,737	1,91616
7,3	11,5	26 185	4,2	18,80	53,290	132,250	0,48868
	11,3	22 141	4,0	18,60		127,690	0,53465
	11,1	18 577	3,8	18,40		123,210	0,58909
	10,9	15 454	3,6	18,20		118,810	0,65454
7,3	12,77	65 926	5,47	20,07	53,290	163,073	0,30907
	12,57	57 785	5,27	19,87		158,005	0,32895
	12,37	50 422	5,07	19,67		153,017	0,35118
	12,17	43 784	4,87	19,47		148,109	0,36200
	11,97	37 816	4,67	19,27		143,281	0,40455
	11,77	32 480	4,47	19,07		138,533	0,43693
7,3	13,3	91 662	6,0	20,60	53,290	176,89	0,26535
	13,2	86 311	5,9	20,50		174,24	0,27275
	13,0	76 316	5,7	20,30		169,00	0,28867
	12,8	67 217	5,5	20,10		163,84	0,30627
	12,6	58 957	5,3	19,90		158,76	0,32583
	12,4	51 480	5,1	19,70		153,76	0,34768
7,3	15,53	290 542	8,23	22,83	53,290	241,181	0,16002
	15,43	277 632	8,13	22,73		238,085	0,16314
	15,23	253 129	7,93	22,53		231,953	0,16969
	15,03	230 311	7,73	22,33		225,901	0,17669
	14,83	209 097	7,53	22,13		219,929	0,18419
	14,63	189 403	7,33	21,93		214,037	0,19224
	14,43	171 156	7,13	21,73		208,225	0,20090
	14,03	138 684	6,73	21,33		196,841	0,22035
	7,3	16,38	419 777	9,08		23,68	53,290
16,18		386 042	8,88	23,48	261,792	0,14196	
15,98		354 426	8,68	23,28	255,360	0,14714	
15,78		824 832	8,48	23,08	249,008	0,15265	
15,58		297 167	8,28	22,88	242,736	0,15850	
15,38		271 344	8,08	22,68	236,544	0,16474	
14,98		224 858	7,68	22,28	224,400	0,17852	

III.8-жадвалнинг давоми

$d_{\text{ТМ}}, \text{CM}$	D, CM	$\frac{(Dd_{\text{ТМ}})^3 \times}{(D-d_{\text{ТМ}})^2}$	$(Dd_{\text{ТМ}}), \text{CM}$	$(D-d_{\text{ТМ}}), \text{CM}$	$d_{\text{ТМ}}^2, \text{CM}^2$	D, CM^2	$\frac{d_{\text{М}}^2 - d_{\text{ТМ}}^2}{D^2 - d_{\text{М}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
7,3	17,97	775 713	10,67	25,27	53,290	322,921	0,10635
	17,77	721 354	10,47	25,07		315,773	0,10956
	17,57	669 977	10,27	24,87		308,705	0,11294
	17,37	621 479	10,07	24,67		301,717	0,11649
	16,97	532 621	9,67	24,27		287,981	0,12415
	16,57	453 882	9,27	23,87		274,565	0,13268
7,3	20,51	1 757 282	13,21	27,81	53,290	420,660	0,07511
	20,31	1 654 433	13,01	27,61		412,496	0,07777
	20,11	1 556 339	12,81	27,41		404,412	0,07970
	19,91	1 462 830	12,61	27,21		396,408	0,08171
	19,51	1 288 940	12,21	26,81		380,640	0,08559
7,3	23,05	3 598 807	15,75	30,35	53,290	531,302	0,05733
	22,85	3 417 925	15,55	30,15		522,122	0,05852
	22,65	3 244 278	15,35	29,95		513,022	0,05974
	22,45	3 077 592	15,15	29,75		504,002	0,06101
	22,05	2 764 305	14,75	29,35		486,202	0,06368
	21,65	2 476 576	14,35	28,95		468,722	0,06654
8,89	13,3	42 236	4,41	22,19	79,032	176,89	0,56823
	13,2	39 067	4,31	22,09		174,24	0,59343
	13,0	33 276	4,11	21,89		169,00	0,65048
	12,8	28 122	3,91	21,69		163,84	0,71850
	12,6	23 583	3,71	21,49		158,76	0,80094
	12,4	19 600	3,51	21,29		153,76	0,90292
8,89	15,53	174 577	6,64	24,42	79,032	241,181	0,27987
	15,43	165 447	6,54	24,32		238,085	0,28688
	15,23	148 259	6,34	24,12		231,953	0,30186
	15,03	132 439	6,14	23,92		225,901	0,31826
	14,83	117 918	5,84	23,72		219,929	0,33628
	14,63	104 619	5,74	23,52		214,037	0,35619
	14,43	92 449	5,54	23,32		208,225	0,37827
	14,03	71 334	5,14	22,92		196,841	0,43057
	8,89	16,38	268 321	7,49		25,27	79,032
16,18		243 495	7,29	25,07	261,792	0,13544	
15,98		220 439	7,09	24,87	255,360	0,13885	
15,78		199 076	6,89	24,67	249,008	0,14239	
15,58		179 275	6,69	24,47	242,736	0,14607	
15,38		161 018	6,49	24,27	236,544	0,14990	
14,98		128 690	6,09	23,87	224,400	0,15801	

III.8-жадвалнинг давоми

$d_{\text{ТММ}}$, см	D , см	$(Dd_{\text{ТММ}})^2 \times (Dd_{\text{ТММ}})^2$	$(Dd_{\text{ТММ}})$, см	$(Dd_{\text{ТММ}})$, см	$d_{\text{ТММ}}^2$, см ²	D , см ²	$\frac{d_{\text{ТММ}}^2 - d_{\text{М}}^2}{D^2 - d_{\text{М}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
8,89	17,97	540 085	9,08	26,86	79,032	322,921	0,10980
	17,77	497 690	8,88	26,66		315,773	0,11228
	17,57	457 865	8,68	26,46		308,705	0,11486
	17,37	420 510	8,48	26,26		301,717	0,11752
	16,97	352 760	8,08	25,86		287,981	0,12312
	16,57	293 629	7,68	25,46		274,565	0,12914
8,89	20,51	1 356 167	11,62	29,40	79,032	420,660	0,11581
	20,31	1 269 879	11,42	29,20		412,496	0,11898
	20,11	1 187 885	11,22	29,00		404,412	0,12230
	19,91	1 110 015	11,02	28,80		396,408	0,12577
	19,51	966 073	10,62	28,40		380,640	0,13322
8,89	23,05	2 896 408	14,16	31,94	79,032	531,302	0,08506
	22,85	2 740 754	13,96	31,74		522,122	0,08698
	22,65	2 591 658	13,76	31,54		513,022	0,08897
	22,45	2 448 934	13,56	31,34		504,002	0,09103
	22,05	2 181 764	13,16	30,94		486,202	0,09539
	21,65	1 937 713	12,76	30,54		468,722	0,10009
8,89	25,91	5 970 863	17,02	34,80	79,032	671,328	0,06367
	25,71	5 696 782	16,82	34,60		661,004	0,06488
	25,51	5 432 628	16,20	34,40		650,760	0,06611
	25,31	5 178 113	16,42	34,20		640,596	0,06739
	24,91	4 697 005	16,02	33,80		620,508	0,07007
8,89	28,25	10 009 192	19,16	37,14	79,032	798,062	0,05187
	28,05	9 597 985	19,16	36,94		786,802	0,05274
	27,85	9 200 114	18,96	36,74		775,622	0,05363
	27,65	8 815 203	18,76	36,54		764,522	0,05454
	27,45	8 443 135	18,56	36,34		753,502	0,05548
10,16	15,53	102 200	5,37	25,69	103,225	241,181	0,45567
	15,43	95 845	5,27	25,59		138,085	0,47106
	15,23	84 011	5,07	25,39		225,901	0,54326
	15,03	73 289	4,87	25,19		219,929	0,58739
	14,83	63 603	4,67	24,99		214,037	0,63857

III.8-жадвалнинг давоми

$d_{\text{там}}$, CM	D , CM	$(Dd_{\text{там}})^2 \times (Dd_{\text{там}})^2$	$(Dd_{\text{там}})$, CM	$(Dd_{\text{там}})$, CM	$d_{\text{там}}^2$, CM ²	D , CM ²	$\frac{d_{\text{там}}^2 - d_{\text{там}}^2}{D^2 - d_{\text{там}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
10,16	16,38	169 500	6,22	26,54	103,225	268,304	0,35428
	16,18	151 363	6,02	26,34		261,792	0,37427
	15,98	134 704	5,82	26,14		255,360	0,39637
	15,78	119 437	5,62	25,94		249,008	0,40910
	15,58	105 191	5,42	25,74		242,736	0,44832
	15,38	92 779	5,22	25,54		236,544	0,47912
	14,98	70 773	4,82	25,14		224,400	0,55372
10,16	17,97	376 955	7,81	28,13	103,225	322,921	0,24465
	17,77	343 754	7,61	27,93		315,773	0,25498
	17,57	312 864	7,41	27,73		308,705	0,26608
	17,37	284 061	7,21	27,53		301,717	0,27806
	16,97	232 455	6,81	27,13		287,981	0,30504
	16,57	188 176	6,41	26,73		274,565	0,33697
10,16	20,51	1 042 897	10,35	30,67	103,225	420,660	0,15746
	20,31	970 831	10,15	30,47		412,496	0,16229
	20,11	902 595	9,95	30,27		404,412	0,16738
	19,91	838 071	9,75	30,07		396,408	0,17274
	19,51	719 564	9,35	29,67		380,640	0,18437
10,16	23,05	2 362 089	12,89	33,21	103,225	531,302	0,11220
	22,85	2 226 775	12,69	33,01		522,122	0,11494
	22,65	2 097 488	12,49	32,81		513,022	0,11779
	20,45	1 974 044	12,29	32,61		504,002	0,12076
	22,05	1 743 922	11,89	32,21		486,202	0,12709
	21,65	1 534 915	11,49	31,81		468,722	0,13398
10,16	25,91	5 083 156	15,75	36,07	103,225	671,328	0,08226
	25,71	4 837 830	5,55	35,87		661,004	0,08392
	25,51	4 601 831	10,35	35,67		650,760	0,08562
	25,31	4 374 813	15,15	35,47		640,596	0,08738
	24,91	3 946 765	14,75	35,07		620,508	0,09080
10,16	28,25	8 733 824	18,09	38,41	103,225	798,062	0,06627
	28,05	8 362 509	17,89	38,21		786,802	0,06743
	27,85	7 997 961	17,69	38,01		775,622	0,06863
	27,65	7 648 625	17,49	37,81		764,522	0,06986
	27,45	7 311 245	17,29	37,61		753,502	0,07113

III.8-жадвалнинг давоми

$d_{\text{тнн}}, \text{см}$	$D, \text{см}$	$(D/d_{\text{тнн}})^3 \times$ $\times (D-d_{\text{тнн}})^2$	$(D/d_{\text{тнн}}),$ см	$(D-d_{\text{тнн}}),$ см	$d_{\text{тнн}}^2, \text{см}^2$	$D, \text{см}^2$	$\frac{d_{\text{тнн}}^2 - d_{\text{тнн}}^2}{D^2 - d_{\text{тнн}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
10,16	30,59	14 159 899	20,43	40,75	103,225	935,748	0,05471
	30,39	13 613 476	20,23	40,55		923,552	0,05556
	30,19	13 280 595	20,13	40,35		911,436	0,05644
	29,99	12 761 237	19,93	40,15		899,4	0,05735
10,16	32,17	19 105 375	22,01	42,33	103,225	1034,909	0,04860
	31,97	18 414 065	21,81	42,13		1022,081	0,04931
	31,77	17 742 451	21,61	41,93		1009,333	0,05004
	31,57	17 090 187	21,41	41,73		996,665	0,05079
11,43	15,53	50 095	4,1	26,96	130,645	241,181	0,68451
	15,43	46 173	4,0	26,86		238,085	0,71841
	15,23	3 900	3,8	26,66		231,953	0,79652
	15,03	32 665	3,6	26,46		225,901	0,89229
	14,83	27 100	3,4	26,26		219,929	1,01239
	14,63	22 253	3,2	26,06		214,037	1,16743
	14,43	18 056	3,0	25,86		208,225	1,37516
	14,03	11 393	2,6	25,46		196,841	2,11086
11,43	16,38	93 797	4,95	27,81	130,645	268,304	0,48432
	16,18		4,75	27,61		261,792	0,52089
	15,98	70 770	4,55	27,41		255,36	0,56288
	15,78	60 941	4,35	27,21		249,018	0,61156
	15,58	52 140	4,15	27,01		242,736	0,66866
	15,38	44 298	3,95	26,81		256,544	0,73656
	14,98	31 205	3,55	26,41		224,400	0,91971
	11,43	17,97	241 761	6,54		29,40	130,645
17,77		217 253	6,34	29,20	315,773	0,32035	
17,57		194 616	6,14	29,00	308,705	0,33735	
17,37		173 834	5,94	28,80	301,717	0,35604	
16,97		137 115	5,54	28,40	287,981	0,39954	
16,57		106 464	5,14	28,00	274,565	0,45369	
11,43	20,51	763 369	9,08	31,94	130,645	420,660	0,18326
	20,31	705 428	8,88	31,74		412,496	0,18957
	20,11	650 551	8,68	31,54		404,412	0,19627
	19,91	598 943	8,48	31,34		396,408	0,20338
	19,51	504 977	8,08	30,94		380,640	0,21902

III.8-жадвалнинг давоми

$d_{\text{м}}, \text{CM}$	D, CM	$\frac{(Dd_{\text{м}})^2 \times}{(D-d_{\text{м}})^2}$	$\frac{(Dd_{\text{м}})}{\text{CM}}$	$\frac{(D-d_{\text{м}})}{\text{CM}}$	$d_{\text{ТЭЛ}}, \text{CM}^2$	D, CM^2	$\frac{d_{\text{м}}^2 - d_{\text{ТЭЛ}}^2}{D^2 - d_{\text{м}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
11,43	23,05	1 865 314	11,62	34,48	130,645	531,302	0,12626
	22,85	1 750 162	11,42	34,28		522,122	0,12960
	22,65	1 640 496	11,22	34,08		513,022	0,13310
	22,45	1 536 139	11,02	33,88		504,002	0,13675
	22,05	1 342 593	10,62	33,48		486,202	0,14459
	21,65	1 168 107	10,22	33,08		468,722	0,15521
11,43	25,91	4 233 021	14,48	37,34	130,645	671,528	0,09060
	25,71	4 016 684	14,28	37,14		661,000	0,09252
	25,51	3 808 020	14,08	36,94		650,760	0,09452
	25,31	3 609 439	13,88	36,74		640,596	0,09698
	24,91	3 234 733	13,48	36,34		620,508	0,10094
11,43	28,25	7 492 385	16,82	39,68	130,645	798,062	0,07215
	28,05	7 155 622	16,62	39,48		780,802	0,07348
	27,85	6 830 654	16,42	39,28		775,622	0,07485
	27,65	6 517 203	16,22	39,08		764,522	0,07626
	27,45	6 214 985	16,02	38,88		753,502	0,07771
11,43	30,59	12 419 337	19,16	42,02	130,645	935,748	0,05908
	30,39	11 920 185	18,96	41,82		923,552	0,06105
	30,19	11 436 752	18,76	41,62		911,436	0,06103
	29,99	10 968 673	18,56	41,42		899,400	0,06205
11,43	32,17	16 258 958	20,74	43,60	130,645	1034,909	0,05226
	31,97	16 322 271	20,54	43,40		1022,081	0,05306
	31,77	15 704 353	20,34	43,20		1009,333	0,05387
	31,57	15 104 814	20,14	43,00		996,665	0,05470

Газнинг қувур орти бўшлиғида ҳаракатланиши
маълумотлари асосида қудуқ туби босимини ҳисоблаш
(Хорижда ишлаб чиқарилган қувурлар учун)

$d_m, \text{см}$	$D, \text{см}$	$(D-d_m),$ см	$(D-d_m)^2 \times$ $\times (D-d_m)$	$(D-d_m),$ см	$d_{\text{тнш.}}^2, \text{см}^2$	$D, \text{см}^2$	$\frac{d_m^2 - d_{\text{тнш.}}^2}{D^2 - d_m^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
4,83	9,72	4,89	24 754	14,55	23,329	94,478	0,12524
	9,96	5,13	29 530	14,79		99,201	0,11653
	10,16	5,33	34 024	14,99		103,225	0,11002
	10,29	5,46	37 211	15,12		105,884	0,10610
	10,39	5,56	39 815	15,22		107,952	0,10324
4,83	10,86	6,03	53 495	15,69	23,329	117,939	0,09135
	11,20	6,37	66 418	16,03		125,440	0,08407
	11,41	6,58	75 136	16,24		130,188	0,08004
	11,58	6,75	82 818	16,41		134,096	0,07699
	11,65	6,72	81 419	16,38		133,402	0,07752
	11,86	7,03	96 778	16,69		140,658	0,07238
4,83	12,14	7,31	112 490	16,97	23,329	147,379	0,06819
	12,43	7,60	130 774	17,26		154,505	0,06425
	12,57	7,74	140 385	17,40		158,005	0,06247
	12,73	7,90	152 030	17,56		162,053	0,06054
	14,41	9,58	325 467	19,24		207,648	0,04489
	14,71	9,88	368 230	19,54		216,384	0,04277
4,83	15,04	10,21	420 215	19,87	23,329	226,201	0,04062
	15,25	10,42	456 174	20,08		232,562	0,03933
	15,36	10,53	475 953	20,19		235,929	0,03869
	15,48	10,65	498 274	20,31		239,630	0,03800
	15,71	10,88	543 358	20,54		246,804	0,03674
4,83	15,94	11,11	591 382	20,77	23,329	254,083	0,03554
	16,17	11,34	643 099	21,00		261,469	0,03439
	16,40	11,57	698 068	21,23		268,960	0,03331
	16,61	11,78	751 424	21,44		275,892	0,03237
	16,83	12,00	810 700	21,66		283,249	0,03142
	17,18	12,35	912 515	22,01		295,152	0,03001
4,83	17,46	12,63	1 000 987	22,29	23,329	304,851	0,02894
	17,70	12,87	1 082 073	22,53		313,290	0,02808
	17,84	13,01	1 134 791	22,67		318,265	0,02759

III.9-жадвалнинг давоми

$d_{\text{н}}, \text{см}$	$D, \text{см}$	$(D/d_{\text{н}}), \text{см}$	$(D/d_{\text{н}})^2 \times (D/d_{\text{н}})^3$	$(D/d_{\text{н}}), \text{см}$	$d_{\text{ТЭМ}}, \text{см}^2$	$D, \text{см}^2$	$\frac{d_{\text{н}}^2 - d_{\text{ТЭМ}}^2}{D^2 - d_{\text{н}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
6,03	9,72	3,69	12 463	15,75	36,361	94,478	0,41102
	9,96	3,93	15 519	15,99		99,201	0,36873
	10,16	4,13	18 464	16,19	36,361	103,225	0,33902
	10,29	4,26	20 590	16,32		105,884	0,32188
	10,39	4,36	22 346	16,42		107,952	0,30370
	10,86	4,83	32 144	16,89		117,939	0,26186
6,03	11,20	5,17	41 024	17,23	36,361	125,440	0,23463
	11,41	5,38	47 363	17,44		130,188	0,22015
	11,58	5,55	53 013	17,61		134,096	0,20994
	11,55	5,52	51 980	17,58		133,402	0,21131
	11,86	5,83	63 418	17,89		140,658	0,19376
	12,14	6,11	75 307	18,17		147,379	0,17992
	12,43	6,40	89 331	18,46		154,505	0,16726
	12,57	6,54	96 774	18,60		158,005	0,16167
	12,73	6,70	105 848	18,76		162,053	0,15579
	14,41	8,38	245 863	20,44		207,648	0,10967
	14,71	8,68	281 303	20,74		216,384	0,10380
	15,04	9,01	324 714	21,07		226,201	0,09790
	15,36	9,33	371 592	21,39		235,929	0,09269
	15,25	9,22	354 924	21,28		232,562	0,09443
	15,48	9,45	390 455	21,51		239,630	0,09085
15,71	9,68	428 692	21,74	246,804	0,08748		
6,03	15,94	9,91	469 764	21,97	36,361	254,083	0,08431
	16,17	10,14	513 835	22,20		261,469	0,08132
	16,40	10,37	561 037	22,43		268,960	0,07849
	16,61	10,58	607 028	22,64		275,892	0,07605
	16,83	10,80	658 293	22,86		283,249	0,07362
	17,18	11,15	746 751	23,21		295,152	0,06999
	17,46	11,43	823 959	23,49		304,851	0,06729
	6,03	17,70	11,67	894 955		23,73	36,361
17,84		11,81	838 536	23,87	318,265	0,06389	
19,08		13,05	1 401 275	25,11	364,046	0,05447	
19,37		13,34	1 531 545	25,40	375,197	0,05259	
19,62		13,59	1 651 319	25,65	384,844	0,05104	

III.9-жадвалнинг давоми

$d_{\text{м}}, \text{см}$	$D, \text{см}$	$(D-d_{\text{м}}), \text{см}$	$(D-d_{\text{м}})^2 \times (D-d_{\text{м}})$	$(D-d_{\text{м}}), \text{см}$	$d_{\text{там}}^2, \text{см}^2$	$D, \text{см}^2$	$\frac{d_{\text{м}}^2 - d_{\text{там}}^2}{D^2 - d_{\text{м}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
6,03	19,88	13,85	1 783 544	25,91	36,361	395,214	0,04951
	20,12	14,09	1 912 829	26,15		404,814	0,04816
	20,36	14,33	2 049 356	26,39		414,529	0,04686
	20,57	14,54	2 174 968	26,60		423,125	0,04577
	21,68	15,65	2 943 146	27,71		470,022	0,04062
	22,05	16,02	3 241 767	28,08		486,202	0,03910
	22,24	16,21	3 404 082	28,27		494,617	0,03886
6,03	22,44	16,41	3 581 780	28,47	36,361	503,553	0,03760
	22,66	16,63	3 785 511	28,69		513,475	0,03678
	22,86	16,83	3 978 691	28,89		522,579	0,03610
7,3	10,86	3,56	14 880	18,16	53,290	117,939	0,66163
	11,20	3,90	20 302	18,50		125,440	0,55469
	11,41	4,11	24 301	18,71		130,188	0,50320
	11,58	4,28	27 946	18,88		134,096	0,46749
	11,55	4,25	27 274	18,85		133,402	0,47346
	11,86	4,56	34 809	19,16		140,658	0,41771
	12,14	4,84	42 848	19,44		147,379	0,37663
7,3	12,43	5,13	52 552	19,73	53,290	154,505	0,34107
	12,57	5,27	57 785	19,87		158,005	0,32596
	12,73	5,43	64 232	20,03		162,053	0,31006
7,3	14,41	7,11	169 403	21,71	53,290	207,648	0,20014
	14,71	7,41	197 104	22,01		216,384	0,18741
	15,04	7,74	231 411	22,34		226,201	0,17491
	15,36	8,06	268 856	22,66		235,929	0,16407
	15,25	7,95	255 502	22,55		232,562	0,16767
	15,48	8,18	284 030	22,78		239,630	0,16029
	15,71	8,41	314 923	23,01		246,804	0,15343
7,3	15,94	8,64	348 346	23,24	53,290	254,083	0,14705
	16,17	8,87	384 409	23,47		261,469	0,14110
	16,40	9,10	423 273	23,70		268,960	0,13553
	16,61	9,31	461 323	23,91		275,892	0,13076
	16,83	9,53	503 943	24,13		283,249	0,12600
	17,18	9,88	577 954	24,48		295,152	0,11911

III.9-жадвалнинг давоми

$d_{\text{ТЭМ}}, \text{CM}$	D, CM	$(D-d_{\text{ТЭМ}}), \text{CM}$	$(D-d_{\text{ТЭМ}})^2 \times (D-d_{\text{ТЭМ}})^3$	$(D-d_{\text{ТЭМ}}), \text{CM}$	$d_{\text{ТЭМ}}^2, \text{CM}^2$	D, CM^2	$\frac{d_{\text{М}}^2 - d_{\text{ТЭМ}}^2}{D^2 - d_{\text{М}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
7,3	17,46	10,16	642 956	24,76	53,290	304,851	0,11399
	17,70	10,40	703 037	25,00		313,290	0,10989
	17,84	10,54	740 031	25,14		318,265	0,10760
	19,08	11,78	1 137 588	26,38		364,046	0,09032
	19,37	12,07	1 250 730	26,67		375,197	0,08692
	19,62	12,32	1 355 134	26,92		384,944	0,08415
7,3	19,88	12,58	1 470 752	27,18	53,290	395,214	0,08141
	20,12	12,82	1 584 161	27,42		404,814	0,07901
	20,36	13,06	1 704 252	27,66		414,529	0,07673
	20,57	13,27	1 815 040	27,87		423,125	0,07481
	21,68	14,38	2 497 316	28,98		470,022	0,06584
	22,05	14,75	2 764 305	29,35		486,202	0,06322
7,3	22,24	14,94	2 909 863	29,54	53,290	494,617	0,06194
	22,44	15,14	3 069 438	29,74		503,553	0,06064
	22,66	15,36	3 252 800	29,96		513,475	0,05925
	22,86	15,56	3 426 814	30,16		528,579	0,05726
7,3	23,50	16,20	4 033 171	30,80	53,290	552,250	0,05439
	23,75	16,45	4 289 980	31,05		564,062	0,05307
	24,00	16,70	4 562 867	31,30		576,000	0,05180
	24,28	16,98	4 882 444	31,58		589,518	0,05042
7,3	24,54	17,24	5 194 637	31,84	53,290	602,211	0,04920
	24,79	17,49	5 509 465	32,09		614,544	0,04807
	25,02	17,72	5 812 056	32,32		626,000	0,04732
	25,27	17,97	6 155 734	32,57		637,573	0,04600
	25,53	18,23	6 529 829	32,83		651,781	0,04494
	25,89	18,59	7 077 053	33,19		670,292	0,04354
7,3	27,36	20,06	9 697 259	34,66	53,290	748,569	0,03845
	27,64	20,34	10 273 025	34,94		763,969	0,03758
	27,94	20,64	10 919 455	35,24		780,643	0,03670
	28,15	20,85	11 390 701	35,45		792,422	0,03608
	30,88	23,58	19 111 775	38,18		953,574	0,02943
	31,18	23,88	20 163 722	38,48		972,192	0,02882

III.9-жадвалнинг давоми

$d_{\text{тр}}, \text{см}$	$D, \text{см}$	$(D-d_{\text{тр}}), \text{см}$	$(D-d_{\text{тр}})^2 \times (D-d_{\text{тр}})^3$	$(D-d_{\text{тр}}), \text{см}$	$d_{\text{тр}}^2, \text{см}^2$	$D, \text{см}^2$	$\frac{d_{\text{тр}}^2 - d_{\text{тр}}^2}{D^2 - d_{\text{тр}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
7,3	31,36	24,06	20 816 578	38,66	53,290	983,499	0,02846
	31,53	24,23	21 448 314	38,83		994,141	0,02813
	31,79	24,49	22 438 290	39,09		1010,604	0,02763
	32,04	24,74	23 435 072	39,34		1026,561	0,02717
	32,30	25,00	24 502 500	39,60		1043,290	0,02670
8,89	11,55	2,66	7 863	20,44	79,032	133,402	2,24364
	11,86	2,97	11 279	29,75		140,658	1,56582
	12,14	3,25	15 182	21,03		147,379	1,22346
	12,43	3,54	20 163	21,32		154,505	0,99324
	12,57	3,68	22 951	21,46		158,005	0,90917
	12,73	3,84	26 467	21,62		162,053	0,82813
8,89	14,41	5,52	92 015	23,30	79,032	207,648	0,41324
	14,71	5,82	109 799	23,60		216,384	0,37704
	15,04	6,15	133 203	23,93		226,201	0,34326
	15,36	6,47	159 271	24,25		235,929	0,31527
	15,25	6,36	149 915	24,14		232,562	0,32442
	15,48	6,59	169 967	24,37		239,630	0,30578
8,89	15,94	7,05	216 031	24,83	79,032	254,083	0,27362
	16,17	7,28	242 302	25,06		261,469	0,25967
	16,40	7,51	270 902	25,29		268,960	0,24690
	16,61	7,72	299 180	25,50		275,892	0,23615
8,89	16,83	7,94	331 129	25,72	79,032	283,249	0,22572
	17,18	8,29	387 207	26,07		295,152	0,21067
	17,46	8,57	437 020	26,35		304,851	0,19982
	17,70	8,81	483 458	26,59		313,290	0,19124
	17,84	8,95	512 227	26,73		318,265	0,18652
8,89	19,08	10,19	827 773	27,97	79,032	364,032	0,15201
	19,37	10,48	919 220	28,26		375,197	0,14545
	19,62	10,73	1 004 133	28,51		384,944	0,14017
	19,88	10,99	1 098 681	28,77		395,214	0,13500
	20,12	11,23	1 191 879	29,01		404,814	0,13050
	20,36	11,47	1 291 044	29,05		414,529	0,12625
	20,57	11,68	1 382 898	29,46		423,125	0,12271

III.9-жадвалнинг давоми

d_{mm}, CM	D, CM	$(Dd_{\text{mm}}),$ CM	$(Dd_{\text{mm}})^2 \times$ $\times (D+d_{\text{mm}})^3$	$(D+d_{\text{mm}}),$ CM	$d_{\text{ТММ}}, \text{CM}^2$	D, CM^2	$\frac{d_{\text{ТММ}}^2 - d_{\text{ТММ}}^2}{D^2 - d_{\text{ТММ}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
8,89	21,68	12,79	1 955 213	30,57	79,032	470,022	0,10642
	22,05	13,16	2 181 745	30,94		486,202	0,10176
	22,24	13,35	2 305 695	31,13		494,617	0,09950
	22,44	13,55	2 441 947	31,33		503,553	0,09720
	22,66	13,77	2 598 896	31,55		513,475	0,09477
	22,86	13,97	2 748 381	31,75		528,579	0,09129
8,89	23,50	14,61	3 271 656	32,39	79,032	552,250	0,08633
	23,75	14,86	3 495 882	32,64		564,062	0,08405
	24,00	15,11	3 731 828	32,89		576,000	0,08187
	24,28	15,39	4 010 572	33,17		589,518	0,07953
8,89	24,54	15,85	4 283 626	33,43	79,032	602,211	0,07745
	24,79	15,90	4 559 693	33,68		614,544	0,07553
	25,02	16,13	4 825 678	33,91		626,000	0,07383
	25,27	16,38	5 128 316	34,16		638,573	0,07205
	25,53	16,64	5 458 554	34,42		651,781	0,07027
	25,89	17,00	5 943 002	34,78		670,292	0,06793
8,89	27,36	18,47	8 279 737	36,25	79,032	748,569	0,05951
	27,64	18,75	8 796 367	36,53		763,969	0,05809
	27,94	19,05	9 377 538	36,83		780,643	0,05664
	28,15	19,26	9 801 911	37,04		792,422	0,05665
8,89	30,88	21,99	16 818 506	39,77	79,032	953,574	0,04493
	31,18	22,29	17 781 512	40,07		972,192	0,04396
	31,36	22,47	18 379 771	40,25		983,449	0,04338
	31,53	22,64	18 959 272	40,42		994,141	0,04286
	31,79	22,90	19 873 226	40,68		1010,604	0,04207
	32,04	23,15	20 784 341	40,93		1026,561	0,04133
	32,30	23,41	21 766 397	41,19		1043,290	0,04058
	10,16	14,41	4,25	46 301		24,57	103,225
14,71		4,56	58 258	24,87	216,384	0,56331	
15,04		4,89	74 285	25,20	226,201	0,49604	
15,36		5,20	91 568	25,52	235,929	0,44355	

III.9-жадвалнинг давоми

$d_{\text{там}}, \text{см}$	$D, \text{см}$	$(D/d_{\text{там}}),$ см	$(D/d_{\text{там}})^2 \times$ $\times (D/d_{\text{там}})^3$	$(D/d_{\text{там}}),$ см	$d_{\text{там}}^2, \text{см}^2$	$D, \text{см}^2$	$\frac{d_{\text{там}}^2 - d_{\text{там}}^2}{D^2 - d_{\text{там}}^2}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	
10,16	15,25	5,09	85 144	25,41	103,225	232,562	0,46041	
	15,48	5,32	98 986	25,64		239,630	0,42638	
	15,71	5,55	114 509	25,87		246,804	0,39663	
10,16	15,94	5,78	131 541	26,10	103,225	254,683	0,37040	
	16,17	6,01	150 485	26,33		261,469	0,34710	
	16,40	6,24	171 399	26,56		268,960	0,32630	
	16,61	6,45	192 294	26,77		275,892	0,30915	
10,16	16,83	6,67	216 163	26,99	103,225	283,249	0,29282	
	17,18	7,02	258 552	27,34		295,152	0,26976	
10,16	17,46	7,30	296 754	27,62	103,225	304,851	0,25349	
	17,70	7,54	332 717	27,86		313,290	0,24086	
	17,84	7,68	355 136	28,00		318,265	0,23398	
10,16	19,08	8,92	606 803	29,24	103,225	364,040	0,18530	
	19,37	9,21	681 249	29,53		375,197	0,17636	
	19,62	9,46	750 797	29,78		384,944	0,16923	
10,16	19,88	9,72	828 702	30,04	103,225	395,214	0,16231	
	20,12	9,96	905 876	30,28		404,814	0,15634	
	20,35	10,20	988 476	30,62		414,529	0,15072	
	20,57	10,41	1 065 311	30,73		423,125	0,14608	
10,16	21,68	11,52	1 549 873	31,84	103,225	470,023	0,12507	
	22,05	11,89	1 743 907	32,21		486,202	0,11915	
	22,24	12,08	1 850 517	32,40		494,617	0,11629	
	22,44	12,28	1 968 019	32,60		503,552	0,11340	
	22,66	12,50	2 103 786	32,82		513,475	0,11036	
	22,86	12,70	2 233 412	33,02		528,579	0,10602	
	23,50	13,34	2 689 618	33,66		103,225	552,250	0,09988
	23,75	13,59	2 886 104	33,91			564,062	0,09707
	24,00	13,84	3 093 466	34,16			576,000	0,09438
	24,28	14,12	3 339 099	34,44			589,518	0,09152

III.9-жадвалнинг давоми

$d_{\text{ТШЛ}}, \text{CM}$	D, CM	$(Dd_{\text{ТШЛ}}), \text{CM}$	$(Dd_{\text{ТШЛ}})^2 \times (Dd_{\text{ТШЛ}})^3$	$(Dd_{\text{ТШЛ}}), \text{CM}$	$d_{\text{ТШЛ}}^2, \text{CM}^2$	D, CM^2	$\frac{d_{\text{М}}^2 - d_{\text{ТШЛ}}^2}{D^2 - d_{\text{М}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
10,16	24,54	14,38	3 580 434	34,70	103,225	602,211	0,08898
	24,79	14,63	3 824 964	34,95		614,544	0,08665
	25,02	14,86	4 061 142	35,18		626,060	0,08459
	25,27	15,11	4 330 482	35,43		638,573	0,08244
	25,53	15,37	4 625 030	35,69		651,781	0,08030
	25,89	15,73	5 058 209	36,05		670,292	0,07747
10,16	27,36	17,20	7 163 267	37,52	103,225	748,569	0,06744
	27,64	17,48	7 631 434	37,80		763,969	0,06577
	27,94	17,78	8 159 151	38,10		780,643	0,06404
	28,15	17,99	8 545 134	38,31		792,422	0,06288
	30,83	20,72	14 982 476	41,04	103,225	953,574	0,05036
	31,18	21,02	15 872 262	41,34		972,192	0,04923
	31,36	21,20	16 425 642	41,52		983,449	0,04857
10,16	31,53	21,37	16 962 002	41,69	103,225	994,141	0,04796
	31,79	21,63	17 808 743	41,95		1010,604	0,04705
	32,04	21,88	18 653 782	42,20		1026,561	0,04620
	32,30	22,14	19 565 573	42,46		1043,290	0,04534
11,43	14,41	2,98	17 667	25,84	130,645	207,648	1,32328
	14,71	3,28	24 111	26,11		216,384	1,04725
	15,04	3,61	32 959	26,47		226,201	0,84838
	15,36	3,93	43 557	26,79		235,929	0,71402
11,43	15,25	3,82	39 677	26,68	130,645	232,562	0,75543
	15,48	4,05	48 105	26,91		239,630	0,67345
	15,71	4,28	57 748	27,14		246,630	0,60809
	15,94	4,51	68 716	27,37		254,083	0,55114
	16,17	4,74	81 119	27,60		261,469	0,50433
	16,40	4,97	95 078	27,83		268,960	0,46433
	16,61	5,18	109 287	28,04		275,892	0,43258
	16,83	5,40	125 752	28,26		283,249	0,40332
	17,18	5,75	165 603	28,51		295,152	0,36353

III.9-жадвалнинг давоми

$d_{\text{тшл}}, \text{см}$	$D, \text{см}$	$(D-d_{\text{тшл}}), \text{см}$	$(D-d_{\text{тшл}})^2 \times (D-d_{\text{тшл}})^3$	$(D-d_{\text{тшл}}), \text{см}$	$d_{\text{тшл}}^2, \text{см}^2$	$D, \text{см}^2$	$\frac{d_{\text{тшл}}^2 - d_{\text{тшл}}^2}{D^2 - d_{\text{тшл}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
11,43	17,46	6,03	182 993	28,89	130,645	304,851	0,33648
	17,70	6,27	209 169	29,13		313,290	0,31602
	17,84	6,41	225 637	29,27		318,265	0,30550
	19,08	7,75	433 296	30,51		364,046	0,23139
	19,37	7,94	474 851	30,80		375,197	0,21854
	19,62	8,19	529 629	31,05		384,944	0,20841
11,43	19,88	8,45	591 473	31,31	130,645	395,214	0,19872
	20,12	8,69	653 213	31,55		404,814	0,19043
	20,36	8,93	719 671	31,79		414,529	0,18273
	20,57	9,14	781 875	32,00		423,125	0,17641
	21,68	10,25	1 180 575	33,11		470,022	0,14841
	22,05	10,62	1 342 593	33,48		486,202	0,14071
	22,24	10,81	1 432 050	33,67		494,617	0,13701
11,43	22,44	11,01	1 531 022	33,87	130,645	503,552	0,13329
	22,66	11,23	1 645 806	34,09		513,475	0,12939
	22,86	11,43	1 755 793	34,29		528,579	0,12387
	23,50	12,07	2 145 432	34,93		552,250	0,11611
	23,75	12,32	2 314 372	35,28		564,062	0,11258
	24,00	12,57	2 493 121	35,43		576,000	0,10924
	24,28	12,85	2 705 728	35,61		589,518	0,10568
	24,54	13,11	2 918 282	35,97		602,211	0,10254
11,43	24,79	13,36	3 140 432	36,22	130,645	614,544	0,09967
	25,02	13,59	3 334 659	36,45		626,000	0,09714
	25,27	13,84	3 570 605	36,70		638,573	0,09451
	25,53	14,10	3 829 288	36,96		651,781	0,09189
	25,89	14,46	4 211 022	37,32		670,292	0,08846

III.9-жадвалнинг давоми

$d_{\text{там}}$, см	D , см	$(Dd_{\text{там}})$, см	$(Dd_{\text{там}})^2 \times$ $\times (D-d_{\text{там}})^3$	$(D+d_{\text{там}})$, см	$d_{\text{там}}^2$, см ²	D , см ²	$\frac{d_{\text{там}}^2 - d_{\text{там}}^2}{D^2 - d_{\text{там}}^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
11,43	27,36	15,93	6 082 559	37,79	130,645	748,569	0,07640
	27,64	16,21	6 501 824	38,07		763,969	0,07440
	27,94	16,51	6 975 451	38,37		780,643	0,07236
	28,15	16,72	7 322 491	38,58		792,422	0,07098
11,43	30,88	19,45	13 171 785	42,31	130,645	953,574	0,05630
	31,18	19,75	13 986 931	42,61		972,192	0,05498
	31,36	19,93	14 494 619	42,79		983,449	0,05422
	31,53	20,10	14 987 067	42,96		994,141	0,05351
	31,79	20,36	15 765 279	43,22		1010,604	0,05309
	32,04	20,61	16 542 861	43,47		1026,561	0,05147
	32,30	20,87	17 382 924	43,73		1043,290	0,05048

Газ ҳаракатланаётган қувур орти бушлигидаги гадир-будурликнинг аниқ қиймати номаълум бўлганлиги сабабли, ҳар бир қудуқнинг (ёки бир хил конструкциядаги қудуқлар гуруҳининг) ҳалқали бушлигининг гидравлик қаршилик коэффициентини тадқиқот маълумотлари асосида (экспериментал йул билан) аниқлаш энг тўғри усулдир.

Газ икки босқичли қувурлар бирикмасида ҳаракат қилганида қудуқ тубидаги босим куйидаги формула билан ҳисобланади:

$$p_m = \sqrt{p_3^2 e^{2(S_1+S_2)} + k_1 e^{2(S_1+S_2)} - (k_1 - k_2) e^{2S_2} - k_2}, \quad (\text{III.20})$$

бунда

$$2S_1 = 0,0683 \bar{\rho} L_1 / z_{1\text{yp}} T_1 \text{ ўр};$$

$$2S_2 = 0,0683 \bar{\rho} L_2 / z_{2\text{yp}} T_2 \text{ ўр};$$

$$k_1 = 1,377 \lambda_1 \frac{z_{1\text{yp}}^2 T_{1\text{yp}}^2 Q^2}{D_1^5};$$

$$k_2 = 1,377 \lambda_2 \frac{z_{2\text{yp}}^2 T_{2\text{yp}}^2 Q^2}{D_2^5}.$$

Чуқурлик катта булмаганда z_{yp} ва T_{yp} қийматларини ҳисоблаб баҳолаш учун фаввора қувурининг бутун узунлиги бўйича ўртача қиймат қабул қилинади. Бу ҳолда

$$2(S_1 + S_2) \approx 2S = 0,0683\bar{\rho} \frac{L_1 + L_2}{z_{yp} T_{yp}} = 0,0683 \frac{\bar{\rho} L}{z_{yp} T_{yp}}.$$

Мос равишда

$$2S_1 = 0,0683 \frac{\bar{\rho} L_1}{z_{yp} T_{yp}}; \quad 2S_2 = 0,0683 \frac{\bar{\rho} L_2}{z_{yp} T_{yp}}$$

бунда L_1, L_2 — тегишли фаввора қувурларининг юқоридаги ва пастдаги секцияси, м; L — умумий узунлик, м.

$$k_1 = 1,377\lambda_1 \frac{z_{yp}^2 T_{yp}^2 Q^2}{D_1^5}; \quad k_2 = 1,377\lambda_2 \frac{z_{yp}^2 T_{yp}^2 Q^2}{D_2^5}$$

бунда D_1, D_2 — қувурларнинг юқоридаги ва пастдаги секцияларининг диаметрлари, см; λ_1, λ_2 — қувурларнинг юқоридаги ва пастдаги секцияларининг гидравлик қаршилик коэффициентлари.

Фаввора қувурлар бирикмасининг бошмоғи қудуқ тубидан (ёки тешиш оралигидан) анча юқорида жойлашган бўлса, газ ҳаракати икки босқичли қувурлар бирикмасидаги ҳаракат сифатида қаралиши мумкин, бунда пастки секция вазифасини мустақамлаш қувурлари бирикмаси ўтайди.

Агар мустақамлаш қувурлари бирикмасининг диаметри фаввора қувурлари диаметридан анча катта бўлса, пастки участкада газнинг ҳаракатланишидан юзага келадиган ишқаланиш натижасида содир бўладиган ийқотишларга эътибор бермаслик керак, яъни $k_2 \ll k_1$ ва қудуқ туби босимини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш мумкин:

$$p_m = \sqrt{p_r^2 e^{2S} + k_1 e^{2S_2} (e^{2S_1} - 1)}. \quad (III.21)$$

Қудуқ стволи бўйлаб температуранинг ўзгаришида фарқ катта бўлса, қудуқ туби босимини аниқ ҳисоблаш учун қуйидаги формуладан фойдаланиш тавсия этилади:

$$p_m = \sqrt{p_r^2 \left(\frac{T_m}{T_o}\right)^{2S} + \frac{1,377\lambda z_{yp}^2 T_o^2 Q^2}{d_{ич}^5} \left[\left(\frac{T_m}{T_o}\right)^2 - \left(\frac{T_m}{T_b}\right)^{2S} \right]}. \quad (III.22)$$

бунда

$$S = 0,03415 \frac{\bar{\rho}}{\alpha z_{yp}}; \quad \alpha = (T_m - T_o)/L.$$

T_g , T_m — мос равишда қудуқ оғзи ва қудуқ туби температураси, К; L — қудуқнинг чуқурлиги, м.

III.4. Маҳсулотда суюқлик бўлган қудуқларда қудуқ туби босимини аниқлаш

Қудуқ маҳсулотда суюқлик қуйидагиларга боғлиқ ҳолда пайдо бўлади.

Қатламда ва қудуқ стволда бир фазали газконденсат аралаш-масининг ҳаракати жараёнида термодинамик шароитларнинг узгаришидан конденсатнинг чуқишида.

Газда мавжуд бўлган сув буғларининг конденсацияланиши натижасида.

Қудуқнинг сувланиши натижасида.

Гидратга ёки коррозияга қарши қудуққа ингибиторларни насос билан ҳайдаш натижасида ва б.

Купгина ҳолларда қудуқ стволдаги босимнинг йўқолиши соф газ қудуқларидаги босим йўқолишидан фарқ қилади. Шу боисдан суюқ фазани эътиборга олмай қудуқ туби босимини ҳисоблаш анчагина хатоликларга сабаб бўлиши мумкин. Қудуқда газ устуни ҳаракатсиз бўлганда босимни ҳисоблашда барометрик формуладан фойдаланилади, бунда ҳақиқий зичликдан ва қудуқ тубида ва оғзида ўлчанган температурадан фойдаланилади.

Ишлаётган қудуқдаги қудуқ туби босими стволда суюқлик мавжудлигини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$p_m = \sqrt{p_g^2 e^{2S_0} + 1,377\lambda \frac{z_{yp}^2 T_{yp}^2 Q_{ap}^2}{\rho d_{ич}^5} (e^{2S_0} - 1)} \quad (III.23)$$

бунда

$$S_0 = 0,03415 \frac{\bar{\rho} \rho L}{z_{yp} T_{yp}}; \quad \rho = \varphi + (1 - \varphi) \frac{\rho_c}{\rho_{г.и}};$$

$$\rho_{г.и} = \rho_g p_{yp} T_{ба} / p_{ам} T_{yp}; \quad \varphi \leq \beta = Q_{г.и} / (Q_{г.и} + Q_c);$$

$$Q_{г.и} = Q_g p_{ам} T_{yp} / p_{yp} T_{ба}; \quad Q_{ap} = (G_g + G_c) / \rho_g; \quad (III.24)$$

$$G_g = Q_g \rho_g; \quad \bar{\rho} = \rho_g / \rho_x; \quad T_{ба} = 293 \text{ K};$$

ρ_g , ρ_x , ρ_c — мос равишда газ, ҳаво ва суюқлик зичлиги, кг/м³;

$\rho_{г.и}$, $Q_{г.и}$ — мос равишда ишлаётган қудуқ ичидаги газ зичлиги ва

дебити, кг/м³ ва минг м³/сут; G_c , G_r — суюқлик ва газнинг умумий сарфи, т/сут; Q_{sp} , Q_c , Q_r — мос равишда ρ_{sp} ва $T_{ба}$ да газ ва суюқлик аралашмаси, суюқлик ва газнинг ҳажмий сарфи, минг м³/сут.

Газнинг ҳақиқий ҳажмий миқдори φ экспериментал йул билан аниқланади, унинг қиймати қудуқдаги газнинг ҳақиқий ҳажми V_r ни қудуқ стволи ҳажми нисбатига тенг, $\varphi = 4V_r/\pi D^2 L$. Бироқ бундай ўлчовни амалга оширишда катта қийинчиликлар мавжудлиги боис, уни (III.24) формулага асосан сарфланган газ миқдори β бўйича баҳолаш мумкин. Ҳар доим $\varphi < \beta$, бунда φ ўрнига β дан фойдаланиш қудуқ тубидаги босимнинг пасайишга олиб келади. Агар қудуқдаги суюқлик миқдори билан чиқариб олинаётган газ оқимидаги суюқликлар миқдори орасидаги фарқ қанча катта бўлса, қудуқ туби босимининг пасайиши ҳам шунчалик кўп бўлади. Гидравлик қаршилик коэффиценти λ ни қудуқни турли режимларда тадқиқ қилиш натижаларига қараб аниқлаш керак. Агар тадқиқот ўтказишнинг иложи бўлмаса, λ ни тоза газга тегишли методика бўйича баҳолаш мумкин.

ρ_{sp} га боғлиқ булган барча миқдорлар (z_{sp} , $\rho_{r,и}$, $Q_{r,и}$, β ва б.) III.1-бандда ёзилганидек, изчил яқинлашиш методи билан ҳисобланади.

Мисол. Чуқурлиги 3150 м, диаметри 76 мм булган фаввора қувурлари билан ишлатилаётган, қуйидаги маълумотлари булган қудуқ тубидаги босимни ҳисобланг: $\bar{\rho} = 0,715$; $\rho_c = 720$ кг/м³; $T_{sp} = 350$ К; $z_{sp} = 0,8$; $\rho_r = 169$ кгс/см²; $Q_r = 185$ минг м³/сут; $Q_c = 0,136$ минг м³/сут; $\lambda = 0,025$.

$\rho_{sp} = 216$ кгс/см² га тенг булганда ишлаётган газ қудуғи дебитини топамиз:

$$Q_{r,и} = 185 \cdot 1,033 \cdot 350 / 218 \cdot 293 = 1,047 \text{ минг м}^3/\text{сут}.$$

Газнинг зичлиги $\rho_r = \bar{\rho} \rho_{c,г} = 0,715 \cdot 1,205 = 0,862$ кг/м³.

β ни ҳисоблаймиз:

$$\beta = 1,047 / (1,047 + 0,136) = 0,885.$$

Қудуқ стволидаги газ зичлигини аниқлаймиз:

$$\rho_{r,и} = 0,862 \cdot 218 \cdot 293 / 1,033 \cdot 350 = 152,2 \text{ кг/м}^3.$$

$\varphi = \beta$ га тенг булганда

$$\rho = 0,885 + (1 - 0,885) \frac{720}{152,2} = 1,429.$$

Аралашма дебитини ҳисоблаймиз

$$G_r = 185 \cdot 0,862 = 159,39 \text{ т/сут};$$

$$G_c = 0,136 \cdot 720 = 97,92 \text{ т/сут};$$

$$Q_{sp} = (159,39 + 97,92) / 0,862 = 298,5 \text{ минг м}^3/\text{сут}.$$

S_0 ва e^{2S_0} ни ҳисоблаймиз:

$$S_0 = 0,03415 \frac{0,715 \cdot 1,429 \cdot 3150}{0,8 \cdot 350} = 0,392; \quad 2S_0 = 0,784.$$

III.3-жадвал буйича $e^{0,784} = 2,1902$ эканлигини топамиз.
(III.23) формула буйича p_m ни ҳисоблаймиз:

$$p_m = \sqrt{169^2 \cdot 2,1902 + \frac{1,377 \cdot 0,025 \cdot 0,64 \cdot 350^2 \cdot 298,5^2 \cdot 1,1902}{1,429 \cdot 25355}} = 265,5 \text{ кгс/см}^2.$$

Ҳисобланган p_m буйича $p_{\text{тп}}$ ни аниқлаймиз:

$$p_{\text{тп}} = (169 + 265,5)/2 = 217,2 \text{ кгс/см}^2.$$

Қабул қилинган ва ҳисобланган қийматлар фарқи 0,3 %ни ташкил этади, бу миқдор намунали манометрнинг хатосидан ҳам камдир.

Маҳсулотида кўп суюқлик булган ва стволидаги температурада анча фарқ кузатиладиган қудуқлар тубидаги босим куйидаги формула буйича аниқланади:

$$p_m = \sqrt{p_{\Gamma}^2 \left(\frac{T_m}{T_0}\right)^{2S_1} + \frac{1,377 \lambda z_{\text{тп}}^2 T_0^2 \bar{\rho} Q_{\text{ап}}^2}{d_{\text{уз}}^5 (\bar{\rho} \rho - 29,27 \alpha z_{\text{тп}})} \left[\left(\frac{T_m}{T_0}\right)^{2S_1} - \left(\frac{T_m}{T_0}\right)^2 \right]}, \quad (\text{III.25})$$

$$\alpha = (T_m - T_0)/L, \quad S_1 = 0,03415 \frac{\bar{\rho} \rho}{\alpha z_{\text{тп}}}. \quad (\text{III.26})$$

Қолган белгилашлар (III.23) формуладаги сингари булади.

Мисол. $T_0 = 330 \text{ К}$; $T_m = 370 \text{ К}$ эканлигини ҳисобга олган ҳолда аввалги мисол шарти учун температурадаги узгаришларни эътиборга олиб, қудуқ туби босимини ҳисобланг.

Ҳисоблаш тартиби аввалги мисолда ёзилган, ундан температуранинг узгаришига боғлиқ булмаган ҳисобланган миқдорларини оламиз: $Q_{\text{ап}} = 298,5$ минг $\text{м}^3/\text{сут}$; $\rho = 1,429$.

$$\alpha = (370 - 330)/3150 = 0,0127;$$

$$S_1 = 0,03415 \cdot 0,715 \cdot 1,429 / 0,8 \cdot 0,0127 = 3,434; \quad 2S_1 = 6,868;$$

$$\left(\frac{T_m}{T_0}\right)^{2S_1} = \left(\frac{370}{330}\right)^{6,868} = 2,192; \quad \left(\frac{370}{330}\right)^2 = 1,257;$$

$$p_m = \sqrt{169^2 \cdot 2,192 + \frac{1,377 \cdot 0,025 \cdot 330^2 \cdot 0,715 \cdot 298,5^2 \cdot 0,64(2,192 - 1,257)}{25355(0,715 \cdot 1,429 - 29,27 \cdot 0,0127 \cdot 0,8)}} = 265,2 \text{ кгс/см}^2.$$

Қудуқ стволи буйлаб температуранинг узгаришини ҳисобга олмай $p_m = 265,5$ кгс/см² га эга булинади. Қураямизки, температуранинг 40 К га тушиши қудуқ тубидаги босимни аниқ ҳисоблашга деярли таъсир кўрсатмас экан.

III.5. Кудуқ туби жиҳозларида босим йўқолишини аниқлаш

Пакер, клапан-кескич ва б. билан жиҳозланиб ишлатилаётган кудуқларда (айниқса қатламга нисбатан кам депрессия берилган юқори дебитли кудуқларда) кудуқ туби босимини аниқлашда, ушбу ускуналар ҳисобига юзага келадиган йўқотишларни билиш зарур. Ватанимизда ва хорижда ишлаб чиқарилиб қўлланилаётган пакерлар ва клапан-кескичлар конструкциясининг ўзига хослиги, уларда юз берадиган йўқотишларни аниқлаш имконини беради, бунда асосан газнинг қувур булақларидан ёки диафрагмадан утаётганида босимдаги йўқотишлар ҳисобга олинади.

1. Кудуқ тубида пакер мавжудлиги билан боғлиқ йўқотишлар қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$p = p_1 - p_2, \quad (III.27)$$

бунда

$$p_1 = \sqrt{p_0^2 e^{2(S_m + S_n)} + (\theta_m e^{2S_n} + \theta_n) Q^2};$$

$$p_2 = \sqrt{p_0^2 e^2 + \theta_m Q^2};$$

$$\theta_m = 1,377 \lambda_m \frac{(z_{yp}^2 T_{yp}^2)_m}{d_m^5} (e^{2S_m} - 1);$$

$$\theta_n = 1,377 \lambda_n \frac{(z_{yp}^2 T_{yp}^2)_n}{d_n^5} (e^{2S_n} - 1);$$

$$2S_m = 0,0683 \bar{\rho} L_m / (z_{yp} T_{yp})_m;$$

$$2S_n = 0,0683 \bar{\rho} L_n / (z_{yp} T_{yp})_n;$$

p_1, p_2 — мувофиқ равишда пакергача ва ундан сунгги босим, кгс/см²; «т» ва «п» индекслари мос равишда фаввора қувурлари ва пакерга тааллуққидир. $\bar{\rho}, L, L_n, z_{yp}, \lambda_t$ параметрлари III.3-банддаги сингари аниқланади. Турли диаметрдаги пакернинг тешик қисми кесимининг қиймати III.3-расмда келтирилган.

Мисол. Қуйидаги бошланғич маълумотлар пакердаги босим йўқолишини аниқланг: $p_0 = 100$ кгс/см²; $t_0 = 30$ С; $L_t = 1000$ м; $L_n = 2,5$ м; $\bar{\rho} = 0,6$; $t_L = 35^\circ\text{C}$; $d_t = 63,5$ мм; $z = 1$; $Q = 500$ минг м³/сут.

$d_n = 32$ мм бўлганида

$$2S_n = 0,0683 \cdot 0,6 \cdot 2,5 / 305 \cdot 1 = 0,000336;$$

$$2S_t = 0,0683 \cdot 0,6 \cdot 1000 / 0,9 \cdot 305 = 0,1495;$$

$$\theta_m = 1,377 \cdot 0,0151 \frac{0,81 \cdot 90000}{9160} 0,1622 = 0,0268 ;$$

$$\theta_n = 1,377 \cdot 0,0815 \frac{1 \cdot 93000}{335} 0,0004 = 0,0125 ;$$

$$p_1 = \sqrt{10000 \cdot 1,1622 + (0,0268 + 0,0125)500^2} = 146,4 \text{ кгс/см}^2;$$

$$p_2 = \sqrt{10000 \cdot 1,1622 + 0,0268 \cdot 500^2} = 135,3 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\Delta p = 11,1 \text{ кгс/см}^2.$$

$$d_n = 44 \text{ мм булганида}$$

$$\theta_n = 1,377 \cdot 0,0685 \frac{1 \cdot 93000}{1649} 0,0004 = 0,00212 ;$$

$$p_1 = \sqrt{10000 \cdot 1,1622 + (0,0268 + 0,0021)500^2} = 137,3 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\Delta p = 137,3 - 135,3 = 2 \text{ кгс/см}^2.$$

II. «Сатсо» фирмасининг А-3 ва А-4 типдаги клапан-кескичларида босим йўқолиши (III.27) формула буйича клапангача (p_1) ва ундан сунги (p_2) босимлар уртасидаги фарқ сифатида аниқланади.

Агар, қоида буйича, қудуқ оғзидаги босимни улчаб ҳисоблаш орқали аниқланадиган p_2 маълум бўлса, у ҳолда p_1 миқдори қуйидаги формула буйича ҳисобланади:

$$p^1 = p^2 + Q^2/p_2 c^2, \quad (\text{III.28})$$

бунда Q — қудуқ дебити, минг м³/сут, c — III.4-расмдан аниқланадиган клапан сарфи коэффициенти.

Агар, қоида буйича, қувур ортидаги бушлиқда қудуқ оғзидаги босим буйича аниқланадиган p_1 маълум бўлса, p_2 қуйидаги формула буйича ҳисобланади:

$$p_2 = p_1 + \sqrt{p_1^2 - 4Q^2 / c^2} / 2 \quad (\text{III.29})$$

Мисол. $p_1 = 100$ кгс/см², $Q = 300$ минг м³/сут булганида А типдаги клапан-кескичда босим йўқолишини аниқланг.

$$d_k = 19,05 \text{ мм булганида III.4-расмдан } c = 11,707 \text{ ни топамиз:}$$

$$p_2 = \frac{100 + \sqrt{10000 - 4 \cdot 300^2 / 11,707^2}}{2} = 92,9 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\Delta p = 100 - 92,9 = 7,1 \text{ кгс/см}^2.$$

$$d_k = 33,34 \text{ мм булганида III.4-расмдан } c = 34,8 \text{ ни топамиз.}$$

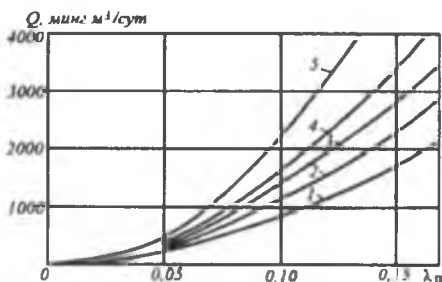
$$p_2 = \frac{100 + \sqrt{10000 - 4 \cdot 300^2 / 34,8^2}}{2} = 99,25 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\Delta p = 100 - 99,25 = 0,75 \text{ кгс/см}^2.$$

III. А-6 типдаги клапан-кескич билан жиҳозланган қудуқ туби-даги босимнинг йўқолиши куйидаги формула билан аниқланади:

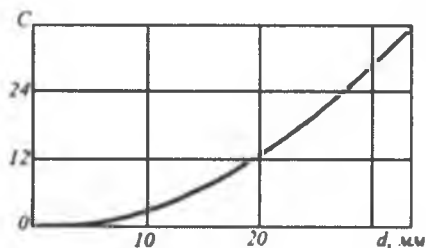
$$\Delta p = (1 - \gamma) p_1, \quad (\text{III.30})$$

бунда $\gamma = p_2/p_1$ — клапандан кейинги босимнинг клапангача булган босимга нисбати, унинг қиймати S га боғлиқ ҳолда куйидагича аниқланади:



III.3- расм. λ_n нинг қудуқ дебити ва пакернинг ўтиш кесими диаметрига боғлиқлиги.

Пакернинг ўтиш кесимидаги диаметри, мм 1—32; 2—44; 3—54; 4—65; 5—88,6.



III.4- расм. Сарф коэффициентининг А-3, А-4 типдаги клапанининг диаметрига боғлиқлиги.

$$S = \sqrt{\frac{k}{k-1} (r^{2/k} - r^{1+1/k})}, \quad (\text{III.31})$$

бунда k — адиабата кўрсаткичи.

Адиабата кўрсаткичи k нинг турли қийматлари учун r нинг S га боғлиқлиги III.5-расмда келтирилган.

S катталиқ куйидаги формула буйича аниқланади:

$$S = 0,02 \frac{Q \sqrt{\bar{\rho} z_{yp} T_{yp}}}{p_1 F}, \quad (III.32)$$

бунда Q — қудуқ дебити, минг $m^3/сут$, $t = 20^\circ C$ ва $p = 1,03$ кгс/см² булганида; $\bar{\rho}$ — газнинг нисбий зичлиги; z — $(p_1 + p_2)/2$ ва $(T_1 + T_2)/2$ булганида ута сиқилувчанлик коэффициентлари; амалий ҳисоблашларда z ни клапангача (p_1 ва T_1) ва клапандан кейинги (p_2, T_2) босим ва температурада аниқлаш мумкин; $T_{yp} = (T_1 + T_2)/2$, К; $F = \pi d^2/4$ — клапан штуцери тешигининг ўтиш кесими майдони, см²; d — штуцер диаметри, см.

Мисол. Агар $p_1 = 188,4$ кгс/см² булганида, $Q = 2140$ минг $m^3/сут$ булса, А— 6 типидagi штуцер диаметри 2,125 мм булган клапандаги босим йўқолишини аниқланг; $t = 54,4^\circ C$; $\bar{\rho} = 0,722$.

Ҳисоблаймиз:

$$F = \frac{\pi}{4} (2,125 \cdot 2,54)^2 = 22,89 \text{ см}^2, \quad z = 1 \text{ деб оламиз.}$$

$$T = 273 + 54,4 = 327,4 \text{ К;}$$

$$S = 0,02 \frac{2140 \sqrt{0,722 \cdot 1 \cdot 327,4}}{188 \cdot 4 \cdot 22,89} = 0,1525.$$

$S = 0,152$ ни билган ҳолда, III.5—расмдан $r = 0,976$ ни аниқлаймиз. У ҳолда босимнинг йўқолиши куйидагича ҳисобланади:

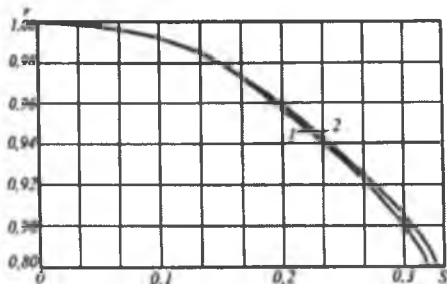
$$\Delta p = 188,4 (1 - 0,976) = 4,52 \text{ кгс/см}^2.$$

IV. RKD типидagi клапанда босимнинг йўқолиши. «RKD» типидagi сақлагич клапани босим ҳосил қиладиган камеранинг зарядлаш босими таъсирида ишлайди. Зарядлаш босими қиймати клапан ўрнатилган чуқурликдаги босим p_{L_k} га ва клапаннинг ишлаши (ёпилиши) учун бериладиган босимга боғлиқ. Клапан ўрнатилган чуқурликдаги босимни P_{L_k} барометрик формула ёки куйидаги тақрибий формула буйича аниқлаш мумкин:

$$P_{L_k} = p_0 (L_k \cdot 0,82 \cdot 10^{-4} + 1), \quad (III.33)$$

бунда L — клапан ўрнатилган чуқурлик, м; p_0 — қудуқ оғзидаги босим, кгс/см².

Клапаннинг ишлаш босими p_{L_k} у ўрнатиладиган чуқурликдаги босим P_{L_k} пасайишининг зарур фоиизи буйича танланади. Масалан, агар клапанни ишлаш босими P_{L_k} ни 10 % га пасайишига тенг деб



III.5- расм. S нинг p га боғлиқлиги: 1 – $k = 1,27$ булганда; 2– $k = 1,50$ булганда.

қабул қилинса, у ҳолда $p_{к.ё} = p_{L_k} (1 - 0,1)$. Агар клапаннинг ёпилиши p_{L_k} ни 20 % га пасайиши содир булса, у ҳолда $p_{к.ё} = p_{L_k} (1 - 0,2)$ ва ҳоказо.

Клапаннинг ишга тушиш босимини билган ҳолда, клапан ўрнатилган чуқурликда босим камерасининг зарядланиш босими қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$p_{зар. L} = p_{к.ё} \alpha + \delta, \quad (III.34)$$

бунда α — босим камерасининг ҳажмий коэффициснти 0,9665 га тенг.

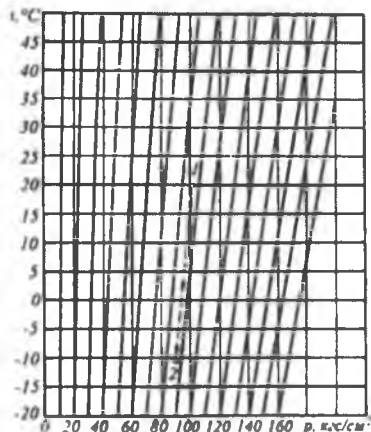
Чуқурликда ишлаётган клапаннинг зарядланиш босимини ер юзасида ишлаётганларига таққослаб қайта ҳисоблаш III.6-расмда кўрсатилган (азот билан зарядлангандаги) ва III.7-расмдаги (табiiй газ билан зарядлангандаги) графиклар ёрдамида амалга оширилади. III.6, III.7-расмлардан фойдаланиб, қудуқ оғзидаги клапаннинг зарядланиш босимини аниқлаш учун клапан ишлаётган чуқурлигидаги босим ва температура, қудуқ оғзидаги зарядланиш температураси ва зарядлаш учун қўлланиладиган газ (азот ёки табiiй газ) маълум бўлиши керак.

Мисол. $L = 1000$ м, $p_o = 100$ кгс/см², $t_L = 20^\circ\text{C}$, $t_o = 10^\circ\text{C}$ булганида қудуқ оғзидаги клапанни азот билан зарядланиш босимини аниқланг. Клапаннинг босими p_{L_k} 10 % га пасайганда клапанни ишлаш босими (III.33) формула бўйича аниқланади:

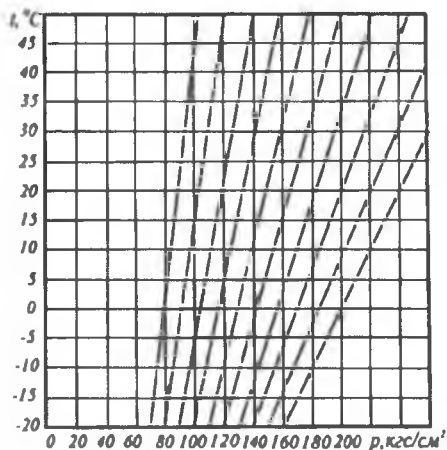
$$p_{L_k} = 100(1000 \cdot 0,82 \cdot 10^{-4} + 1) = 108,2 \text{ кгс/см}^2.$$

Бунда

$$p_{к.ё} = p_{L_k} (1 - 0,1) = 108,2(1 - 0,1) = 97,38 \text{ кгс/см}^2.$$



III.6- расм. Клапани азот билан зарядлаш босимини аниқлаш учун график.



III.7- расм. Клапани табиий газ билан зарядлаш босимини аниқлаш учун график.

Клапан ишлаётган чуқурлигидаги зарядлаш босимини (III.34) формула буйича аниқлаймиз:

$$p_{\text{зар. L}} = 97,38 \cdot 0,9665 + 8 = 102,12 \text{ кгс/см}^2.$$

III.6-расмда. $p_{\text{зар. L}} = 102,12 \text{ кгс/см}^2$ ва $t = 20^\circ\text{C}$ булганда 1- нуқтани топамиз. Бу нуқтадан эгри чизиққа параллел равишда $t = -10^\circ\text{C}$ чизиққача тушамиз ва 2 нуқтани топамиз. 2 нуқтадан вертикал буйлаб абсцисса ўқигача тушамиз ва $p_{\text{зар. o}} = 90 \text{ кгс/см}^2$ ни топамиз.

«RKD» типдаги клапанда босимнинг йўқолиши асосан клапан тешиги кесимининг торайиши билан боғлиқ. Шу боисдан босимнинг йўқолиши клапан тешигининг қаршилик коэффициенти қийматидан келиб чиқиб баҳоланади. Клапангача бўлган босим квадрати p_1^2 ва ундан кейингиси босим квадратлари p_2^2 (яъни Δp^2) оралиғидаги фарқ ва қудуқ дебити квадрати оралиғидаги пропорционаллик коэффициенти $c = 16,8 \cdot 10^{-5}$ га тенг.

Мисол. «RKD» типдаги клапанда $p_2 = 100$ кгс/см² ва $Q = 2000$ минг м³/сут. даги босим йўқолишини аниқланг.

$$p_1^2 = p_2^2 + cQ^2 = 10000 + 16,8 \cdot 10^{-5} \cdot 4 \cdot 10^6 = 10672;$$

$$p_1 = 103,3 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\Delta p = 103,3 - 100 = 3,3 \text{ кгс/см}^2.$$

V. «RKA-03» типдаги сақлагич клапаннида босимнинг йўқолиши.

«RKA-03» типдаги сақлагич клапаннинг ишлаши «Самсо» фирмасининг А типдаги клапан кескичининг ҳаракатланиш принципига ўхшашдир. «RKA-03»нинг конструктив хусусиятлари диафрагманинг тешиги кесимини 25 мм дан 52 мм гача ўзгартириш имконини беради. Ҳар бир диафрагмадаги босимлар фарқи Δp ва қудуқ дебити квадрати ўртасида унга мос келадиган пропорционаллик коэффициентиغا эга. Бу коэффициентларнинг қиймати диафрагмаларнинг турли диаметрлари d ва газнинг клапанга кириш босими p_1 учун III.8-расмда курсатилган ва қуйидаги боғлиқлик билан ифодаланади:

$$\xi_{RKA} = \Delta p / Q^2, \quad (\text{III.35})$$

бунда $p = p_1 - p_2$ — босимдаги фарқ, кгс/см²; Q — газ дебити, минг м³/сут.

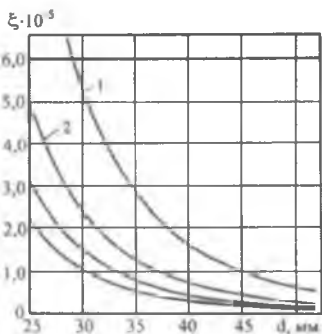
RKA-03 учун аниқланган ξ_{RKA} коэффициент билан $\xi_{A-3, A-4}$ оралиғидаги боғлиқлик А типдаги клапан-кескич учун қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$\xi_{RKA} = 1 / p_2 \xi_{A-3, A-4}^2, \quad (\text{III.36})$$

бунда p_2 — диафрагма устидаги босим, кгс/см²; $\xi_{A-3, A-4}$ А-3, А-4 типдаги клапанларнинг III.4-расмда аниқланган сарф коэффициенти. (III.35)га мувофиқ «RKA-03» типдаги клапанларда босимнинг йўқолиши қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\Delta p = \xi Q^2,$$

бунда ξ — III.8-расм бўйича аниқланадиган пропорционаллик коэффициенти булиб, унинг қиймати диафрагма диаметри ва газнинг кириш босимига боғлиқ; Q — қудуқ дебити, минг м³/сут. Берилган дебит учун диафрагма диаметри қанча катта бўлса, босимнинг йўқолиши шунча кам бўлади. Клапан устидаги босим p_2 маълум бўлса, клапан остидаги босим p_1 қуйидаги формула бўйича аниқланади:



III.8- расм. Клапангача ва клапандан сунги босимлар фарқи оралигидаги пропорционаллик коэффициентининг турли диафрагмалар дебити квадратига боғлиқлиги: p_1 , кгс/см²: 1-30; 2-60; 3-90; 4-120.

$$p_1 = p_2 + \Delta p.$$

Мисол. РКА-03 клапани билан жиҳозланган қудуқдаги босим йўқолишини аниқланг. $p_1 = 100$ кгс/см² ва $Q = 906$ минг м³/сут булганида диафрагма диаметри $d = 33,34$ мм ни ташкил этади. ξ миқдори 3 ва 4 эгри чизиқ маълумотларини (III.8-расмга қаранг) интерполяциялаш йули билан аниқланади. $p_1 = 100$ кгс/см² ва $d = 33,34$ мм учун $\xi = 0,872 \cdot 10^{-5}$.

$$\Delta p = 0,872 \cdot 10^{-5} \cdot 906^2 = 7,2 \text{ кгс/см}^2.$$

А-4 клапани учун босимнинг йўқолиши келтирилган бошланғич маълумотлар асосида қуйидагича ҳисобланади:

$$p_2 = \frac{100 + \sqrt{100^2 - 4 \frac{906^2}{34,8^2}}}{2} = 92,6;$$

$$\Delta p = 100 - 92,6 = 7,4 \text{ кгс/см}^2,$$

ушбу қиймат турли типдаги клапанларда бир хил шароитда босимнинг йўқолишининг яқинлигини кўрсатади.

VI. «OTUS» фирмасининг 22МОХ38150 типдаги сақлагич клапанида босимнинг йўқолиши. «МОХ» типдаги сақлагич клапан тросда чиқариб олинади. У қудуқ оғзида авария булганида ёки клапандан юқорида фаввора қувури шикастланганда қудуқни беркитиш учун мулжалланган.

«МОХ» типдаги клапаннинг конструктив хусусиятлари унинг тешиги кесимини, шунингдек, штуцер ўлчамини алмаштириш йули билан ишлатиш шароитини ўзгартириш имконини беради. Клапанни беркитиш шароити штуцернинг диаметри ва узунлиги билан боғлиқ, унинг ўлчами номограмма буйича аниқланади, 22МОХ38150 сақлагич клапанининг ташқи диаметри 95 мм, штуцерсиз ички диаметри 90,8 мм ва узунлиги 396 мм. Унга қуйидаги ўлчамдаги штуцерларни урна-тиш мумкин:

$$d=15,08+0,794n, \text{ мм}, \quad (\text{III.37})$$

бунда n — 0 дан 31 гача олинадиган бутун сон.

22МОХ38150 клапанида босимнинг йўқолиши қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = 0,6284 \cdot 10^{-3} \frac{\bar{\rho} T_1}{d^4 p_1} Q^2 = k Q^2, \quad (\text{III.38})$$

бунда k — пропорционаллик коэффициенти; $\bar{\rho}$ — газнинг нисбий зичлиги; T_1 — клапан остидаги газнинг температураси, К; d — штуцер диаметри, см; p_1 — клапан остидаги босим, кгс/см²; Q — дебит, минг м³/сут.

Мисол. 22МОХ38150 клапанда штуцер диаметри $d = 2,54$ см, $Q = 430$ минг м³/сут булганда босимнинг йўқолишини аниқлаш; $p_1 = 100$ кгс/см²; $T_1 = 303$ К; $\bar{\rho} = 0,6$.

$$\Delta p = 0,6284 \cdot 10^{-3} \frac{0,6 \cdot 303}{(2,54)^4 \cdot 100} 430^2 = 0,2744 \cdot 10^{-4} \cdot 430^2 = 5 \text{ кгс/см}^2.$$

Келтирилган мисолдан куришиб турибдики, шунга ухшаш шароитларда «РКА-03» клапаннинг III.8-расм бўйича аниқланадиган $C_{\text{РКА}}$ пропорционаллик коэффициенти $p_1 = 100$ кгс/см² ва $d = 25,4$ мм булганда (III.38) формуладаги пропорционаллик коэффициенти k билан тула мос келади.

22МОХ38150 клапандаги йўқотишларни $d = 3,334$ см; $p_1 = 100$ кгс/см²; $\bar{\rho} = 0,6$; $T_1 = 290$ К ва $Q = 906$ минг м³/сут булганда «RKD» клапанидаги ухшаш маълумотлар билан таққослаймиз. (III.38)га биноан 22МОХ38150 клапанидаги йўқотишлар қуйидагича булади:

$$\Delta p = 0,6284 \cdot 10^{-3} \frac{0,6 \cdot 293}{(3,334)^4 \cdot 100} 906^2 = 0,894 \cdot 10^{-5} \cdot 906^2 = 7,3 \text{ кгс/см}^2,$$

бу қиймат барча клапанларда босимнинг йўқолиши амалда бир хил булишини курсатади.

III.6. Қудуқ стволи бўйлаб температуранинг тақсимланишини аниқлаш

Газ захираларини ҳисоблаш ва газ ҳамда газ конденсат конларини ишлатиш лойиҳасини тузиш билан боғлиқ турли ҳисоблар учун қудуқ стволи бўйича температура тақсимланишини билиш керак. Тўхтатилган ва ишлаётган қудуқларда температуранинг узгаришини бевосита ўлчашдан ташқари аналитик йўл билан ҳам аниқлаш мумкин.

III.6.1. Тухтатилган қудуқда температуранинг тақсимланиши

Тухтатилган қудуқда температуранинг тақсимланишини ундаги суюқликни узоқ вақт тинч сақлагандан сунг аниқлаш лозим бўлади. Қоида буйича, тухтаб турган қудуқда температуранинг тақсимланиши бевосита улчаш йули билан аниқланади.

Амалий ҳисоблар учун температуранинг чуқурликда ўзгаришини қуйидаги формула буйича аниқлаш мумкин:

$$t_x = t_{\text{кат}} - \Gamma(L-x), \quad (\text{III.39})$$

бунда t_x — x чуқурликдаги температура, °С; $t_{\text{кат}}$ — L чуқурликда жойлашган қатламдаги температура, °С; Γ — ўртача геотермик градиент, град/м қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$\Gamma = (t_{\text{кат}} - t_{\text{н.к}})/(L - h_{\text{н.к}}). \quad (\text{III.40})$$

бунда: $t_{\text{н.к}}$ — нейтрал қатламнинг температураси, °С; $h_{\text{н.к}}$ — нейтрал қатлам чуқурлиги, м.

Куп йиллик музлоқ зона мавжуд булганда геотермик градиент қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$\Gamma = (t_{\text{кат}} - t_m)/(L - h_m), \quad (\text{III.41})$$

бунда t_m — музлаган грунт температураси, °С; h_m — музлоқ зонанинг пастки чегараси чуқурлиги, м.

(III.41) формуладан фақат куп йиллик музлоқ зонанинг пастки чегарасининг геотермик градиентини аниқлаш учун фойдаланилади.

Куп йиллик музлоқ зонада геотермик градиентни қуйидаги формула буйича баҳолаш мумкин:

$$\Gamma_m = (t_m - t_{\text{н.к}})/(h_m - h_{\text{н.к}}). \quad (\text{III.42})$$

III.6.2. Ишлаётган қудуқ туби атрофида температуранинг ўзгариши

Қудуқ ишлаётган пайтда қатламдаги температуранинг ўзгаришини қуйидаги формула буйича аниқланади

$$\Delta t = t_{\text{кат}} - t_m = D_1(p_{\text{кат}} - p_m) \frac{\lg \left[1 + \frac{GC_{\text{э.л.}} \tau}{\pi HC_{\text{и.с}} R_{\text{к}}^2} \right]}{\lg \frac{R_{\text{к}}}{R_{\text{к}}}}, \quad (\text{III.43})$$

бунда $t_{\text{кат}}$, t_m — мос равишда қатлам ва қудуқ туби температураси, °С; D_1 — қатламдаги Жоул-Томсон коэффициенти, °С/(кгс/см²); $R_{\text{к}}$,

R_{κ} — мос равишда чегара ва қудуқ радиуслари, м; $p_{\text{кат}}, p_{\text{т}}$ — мос равишда қатлам ва қудуқ туби босими, кгс/см²; H — қатламнинг тешилган қалинлиги, м; G — газнинг умумий сарфи, кг/соат; ҳажмий сарфи маълум булганда қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$G = 54\bar{\rho}Q; \quad (\text{III.44})$$

$\bar{\rho}$ — газнинг нисбий зичлиги; Q — газнинг ҳажмий сарфи, минг м³/сут (0°С да); C_{2u} — қатлам шароитида газнинг иссиқлик сифими, ккал/кг °С; II.7-бандга мувофиқ аниқланади; τ — ишлатиш бошлангандан бери қудуқнинг ишлаган вақти, соат; $C_{\text{ис}}$ — тоғ жинсларининг ҳажмий иссиқлик сифими, ккал/м³ °С.

Умуман тоғ жинсларининг иссиқлик сифими $C_{\text{ис}}$ кам узгаради ва қуруқ жинслар учун 0,18 дан 0,20 ккал/кг °С гача ўзгариб туради. Намлик билан тўйиниш жинсларнинг иссиқлик сифимининг ортшига олиб келади. Амалий ҳисоблар учун жинсларнинг намлик билан тўйинганлигини ҳисобга олган ҳолда $C_{\text{ис}}$ 0,3 ккал/кг °С га ёки 700 ккал/м³ °С га тенг деб қабул қилинади.

III.6.3. Кўп йиллик музлоқ зона бўлмаган шароитда ишлаётган қудуқ стволида температуранинг тақсимланиши

Ишлаётган қудуқ стволидаги газ температураси x чуқурликда қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$t_x = t_{\text{кат}} - \Gamma x - \Delta t e^{-\alpha x} + \frac{1 - e^{-\alpha x}}{\alpha} \left[\Gamma - \frac{D_1(p_m - p_x)}{x} - \frac{A}{C_{\text{г.и}}} \right], \quad (\text{III.45})$$

бунда t_x — тешишнинг ўрта оралигидан ҳисоблаганда x чуқурлигидаги газ температураси, °С; Δt — қатламдаги температуранинг (III.43) формула буйича аниқланадиган фарқи, С; Γ — 0 дан x гача булган участкада ўртача геотермик градиенти, С; D_1 — Жоул-Томсоннинг II.8-бандда келтирилган график буйича аниқланадиган қудуқ стволидаги дифференциал коэффициенти °С/(кгс/см²); p_x — қатламнинг тешилган оралигининг ўртасидан ҳисобланган x чуқурликдаги босим, кгс/см²; A — ишнинг термик эквиваленти, 1/427 ккал/кг м; $C_{2u} = p_{\text{т}} = (p_m + p_x)/2$, ккал/кг °С даги газнинг ўртача иссиқлик сифими; α — қуйидаги формула буйича аниқланадиган коэффициент:

$$\alpha = 2\pi\lambda_{\text{в.с}}/GC_{2u}f(\tau), \quad (\text{III.46})$$

бунда λ — тоғ жинсларининг иссиқлик ўтказувчанлиги, ккал/м соат °С; $f(\tau)$ — вақтнинг ўлчамсиз функцияси

$$f(\tau) = \ln \left(1 + \sqrt{\frac{\pi \lambda_{и.с.} \tau}{C_{и.с.} R_k^2}} \right). \quad (III.47)$$

Тоғ жинсларининг иссиқлик утказувчанлиги, худди иссиқлик сизими сингари, нафақат жинсларнинг хусусиятларига, балки унинг нам билан туйинганлигига ҳам боғлиқ. Жинсларнинг иссиқлик утказувчанлиги унинг скелетининг зичлигига боғлиқ ҳолда III.9-расм буйича аниқланади.

Намлиқнинг иссиқлик утказувчанлик коэффициентига таъсири $\lambda_{ск}$ ни III.10-расм буйича аниқланадиган тузатиш коэффициент f га купайтириш билан ҳисобга олинади. Тузатиш коэффициент f нинг намликка таъсирини аниқлашда намликнинг ҳажмий фоизи жинснинг говақлигига тенг деб қабул қилинади.

Ҳар бир оралиқ учун аниқланадиган иссиқлик утказувчанликнинг уртача коэффициенти, кесим буйича қуйидаги формулага биноан ҳисобланади.

$$\lambda_{и.с.} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{и.с.i} h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}, \quad (III.48)$$

бунда $\lambda_{и.с.i}$ — литологик таркиби буйича фарқланадиган айрим оралиқнинг иссиқлик утказувчанлиги; h_i — айрим оралиқларнинг қалинлиги.

Айрим жинслар учун ҳисоблашларда тез-тез фойдаланиладиган $\lambda_{и.с.i}$ нинг коэффициенти қиймати қуйида келтирилган.

Гранит	1,6—1,8	Кварцли қум	0,3
Доломит	2,0	Гилли сланец	2,1
Оҳактош	1,6—2,0	Тоштуз	5,4—6,0
Муз	1,8—2,0	Пўлат	40—45
Бур	0,8	Цементли тош	0,8—1,2

III.11-расмда гил жинсларнинг ётиш чуқурлигига қараб иссиқлик утказувчанлигини узгариши курсатилган.

III.6.4. Кесимда куп йиллик музлоқ зона мавжудлигида ишлаётган қудуқ стволида температуранинг тақсимланиши

Ишлаётган қудуқ кесимида куп йиллик музлоқ зона мавжуд бўлса, қудуқ тубидан куп йиллик музлоқ зона бошланадиган жойгача булган оралиқда температуранинг тақсимланиши (III.45) формула билан аниқланади.

Кўп йиллик музлоқ зонага кириб келаётган газ температураси қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$t_{0M} = t_{\text{хат}} - \Gamma x_{0M} - \Delta t e^{-\alpha x_{0M}} + \frac{1 - e^{-\alpha x_{0M}}}{\alpha} \left[\Gamma - \frac{D_i(p_m - p_{x_{0M}})}{x_{0M}} - \frac{A}{C_{z.u.}} \right] \quad (\text{III.49})$$

бунда t_{0M} — кўп йиллик музлоқ зонага киришдаги температура, °С; x_{0M} — тешиш оралиғи уртасидан музлик зона бошланган жойгача булган масофа, м; Γ — (III.41) формула буйича аниқланган геотермик градиент, °С/м; қолган белгилашлар илгаригидай.

Кўп йиллик музлоқ зона чегарасида қудуқ стволида температуранинг тақсимланиши қуйидаги формула билан аниқланади:

$$t_x = t_{0M} - \Gamma_M x + \frac{1 - e^{-\alpha_M x}}{\alpha_M} \left[\Gamma_M - \frac{D_i(p_{x_{0M}} - p_x)}{x} - \frac{A}{C_{z.u.}} \right] \beta, \quad (\text{III.50})$$

бунда t_x — кўп йиллик музлоқ бошланган жойдан, пастдан юқорига қараб ҳисоблаганда x масофадаги газ температураси, °С; Γ_M — (III.42) формула буйича аниқланган геотермик градиент; x — музлик зонаси бошидан, пастдан юқорига ўзгарувчан координата, м; $p_{x_{0M}}$ — музлоқ зонасига киришдаги босим, кгс/см²; p_x — кўп йиллик музлоқ бошланишидан, пастдан юқорига ҳисоблаганда x чуқурликдаги босим, кгс/см².

α_M — коэффициенти қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\alpha_M = 2\pi\lambda_M / G C_{z.u.} f(\tau), \quad (\text{III.51})$$

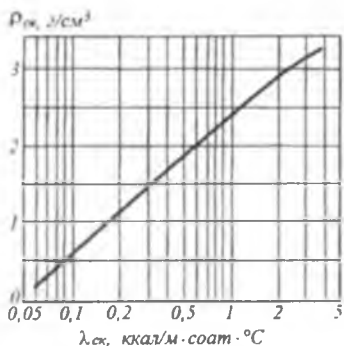
$f(\tau)$ функцияси эса қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$f(\tau) = \ln \left[1 + \sqrt{\frac{\pi\lambda_M}{C_M R_C^2}} \right], \quad (\text{III.52})$$

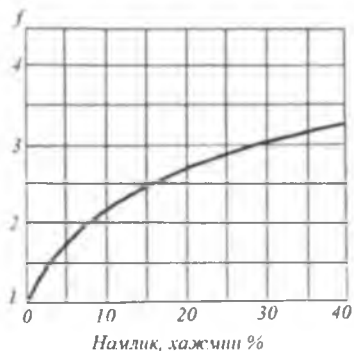
бунда λ_M — музлаган грунтларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги, ккал/м. соат, °С (III.12-расм), C_M — уларнинг иссиқлик сизими, ккал/м³ (III.13-расм); β — манфий температуралар мавжудлигида иссиқлик алмашувининг ўзгараётган тезлигини ҳисобга олувчи ўлчамсиз коэффицент, музлаган грунтлар температурасига боғлиқ ҳолда қуйидаги формула буйича тахминан баҳоланиши мумкин:

$$\beta = \frac{1}{t_{\text{ур.й}}^2} (t_M - t_{\text{ур.й}})^2,$$

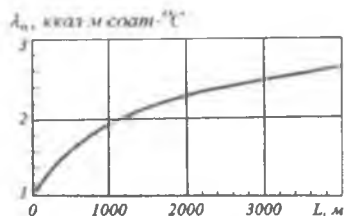
бунда t_M — кўп йиллик музлоқ зонадаги музлаган ёки эриган грунтнинг ўртача температураси, °С; $t_{\text{ур.й}}$ — ер юзасининг ўртача йиллик температураси, °С.



III.9- расм. Қуруқ тоғ жинслари скелети иссиқлик ўтказувчанлигининг уларнинг зичлигига боғлиқлиги.



III.10- расм. Нам тоғ жинсларининг иссиқлик ўтказувчанлигини аниқлаш учун тузатиш коэффициенти.



III.11- расм. Гил жинслар иссиқлик ўтказувчанлигининг ётиш чуқурлигига боғлиқлиги.

Мисол. $Q=1200$ минг $\text{м}^3/\text{сут}$ дебит билан ишлаётган қудуқ стволидаги температуранинг тақсимланишини аниқланг; бошланғич маълумотлар. $t_{\text{квт}}=137$ $^{\circ}\text{C}$; $\rho_{\text{квт}}=261,6$ $\text{кгс}/\text{см}^3$; $\rho_m=221,4$ $\text{кгс}/\text{см}^3$; $H=50$ м; $R_k=500$ м; $R_n=0,1$ м; $\bar{\rho}=0,6$; $\tau=8700$ соат; $\Gamma=0,0325$ $^{\circ}\text{C}/\text{м}$. Жинсининг иссиқлик сифими $C_{\text{н.с}}=700$ $\text{ккал}/\text{м}^3$ $^{\circ}\text{C}$ га тенг деб қабул қилинади; $\lambda_{\text{н.с}}=2,3$ $\text{ккал}/\text{м соат } ^{\circ}\text{C}$. Газ киломоли массаси 17,43 $\text{кг}/\text{кмол}$ га тенг.

Қудуқ оғзидан тешиш оралиғи уртасигача бўлган чуқурлик: $L=400, 1400, 2400, 3400$ м учун ўтказилди.

Ҳисоблаш натижалари III.10-жадвалда берилган. Қуйида бир участка ($L=400$ м) учун ҳисоблаш тартиби келтирилди.

Қудуқ тубидан 400 м чуқурликдаги босимни III.3-банддаги методика бўйича аниқлаймиз:

$$\rho_{400}=214 \text{ кгс}/\text{см}^3.$$

**Қудуқ стволи бўйлаб температуранинг тақсимланишини
ҳисоблаш натижалари**

Қудуқ оғ- зидан чу- қурлиги, м	Қудуқ тубидан масофа, м	Босим p , кгс/см ²	Дросселлаш коэффициенти D , C /(кгс/см ²)	t , °C
0	3400	159,0	—	99,3
1000	2400	177,0	0,191	111,8
2000	1400	195,6	0,128	121,7
3000	400	214,0	0,124	129,1
3400	0	221,4	0,114	131,3
Қатлам	—	261,6	0,0972	137,0

II.7-бандга биноан C_p нинг иссиқлик сифимини

$$p_{ур} = (p_{кат} + p_m)/2 = 246,5 \text{ кгс/см}^2$$

ва бошланғич температурани $t_{кат} = 137^\circ\text{C}$ аниқлаймиз:

$$C_{r,u} = 753 \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{C}.$$

II.8-бандга биноан $D = 0,0972 \text{ }^\circ\text{C}/(\text{кгс/см}^2)$ аниқлаймиз.

(III.43) формула бўйича ҳисоблаймиз:

$$\Delta t = 0,0972(261,6 - 221,4) \frac{\lg \left[1 + \frac{54 \cdot 0,6 \cdot 1200 - 0,753 \cdot 8700}{3,14 \cdot 50 \cdot 700 \cdot 0,01} \right]}{500} = 5,7^\circ\text{C},$$

$$t_m = 137 - 5,7 = 131,3 \text{ }^\circ\text{C}.$$

(III.48) формула бўйича аниқлаймиз:

$$f(\tau) = \ln \left(1 + \sqrt{\frac{3,14 \cdot 2,3 \cdot 8700}{700 \cdot 0,1}} \right) = 4,56.$$

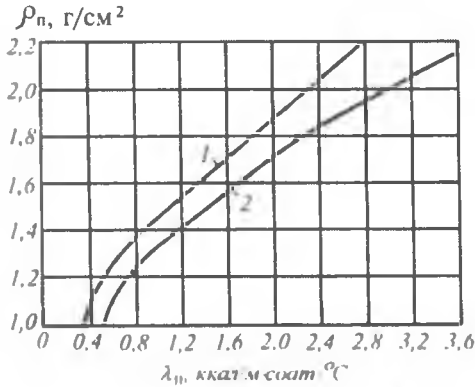
(III.46) формула бўйича топамиз:

$$\alpha = 6,28 \cdot 2,3/4,56 \cdot 0,753 \cdot 38800 = 0,000108.$$

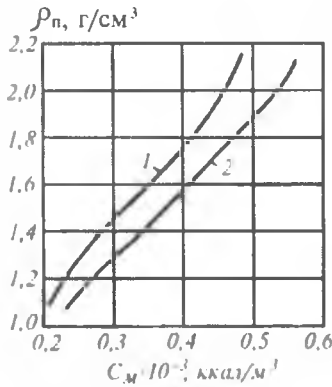
II.7-бандга биноан берилган оралиқ учун иссиқлик сифимини ҳисоблаймиз $C_{r,u} = 13,025 \text{ ккал/кмоль} \cdot ^\circ\text{C}$. Кейинги ҳисобларни осонлаштириш учун $C_{r,u}$ ни ккал/кг \cdot °C га утказамиз, бунинг учун олинган миқдорни киломоль массаси M га буламиз:

$$C_{r,u} = 13,025/17,43 = 0,747 \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{C}.$$

II.8-бандга биноан қудуқ стволининг урганилаётган участка-сида дросселлаш коэффициентини аниқлаймиз:



III.12- расм. Музлаган грунтлар иссиқлик ўтказувчанлигининг зичлигига боғлиқлиги. 1-гил жинс; 2-қумтош.



III.13- расм. Музлаган грунтлар иссиқлик сифимининг зичлигига боғлиқлиги. 1-гил жинс; 2-қумтош.

$$D_1 = 0,114 \text{ } ^\circ\text{C}/(\text{кгс}/\text{см}^2).$$

400 м чуқурликдаги температурани қуйидаги формула буйича ҳисоблаймиз:

$$t_{400} = 137 - 0,0325 \cdot 400 \cdot 5,7e^{0,000108 \cdot 400} +$$

$$+ \frac{1 - e^{-0,000108 \cdot 400}}{0,000108} \left[0,0325 - 0,114 \frac{7,4}{400} - \frac{1}{427 \cdot 0,753} \right] = 129,1 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

IV БОБ

ГАЗ ФИЛЬТРАЦИЯСИНИНГ УЗГАРМАС РЕЖИМЛАРИДА ҚУДУҚЛАРНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ ВА НАТИЖАЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШ МЕТОДЛАРИ

IV.1. Синов ўтказиш методикаси

Фильтрациянинг стационар (узгармас) режимларида қудуқларни тадқиқ қилиш купинча газни барқарор чиқариб олиш методи деб аталиб, турли режимлардаги барқарорлашган газ дебитининг қудуқ туби (оғзи)даги босимларга боғлиқлигига асосланади ва қуйидагиларни аниқлаш имконини беради.

Газ дебитининг қатламга бериладиган депрессияга ва қудуқ оғзидаги босимга боғлиқлигини.

Қудуқ тубидаги ва оғзидаги босимнинг ҳамда температуранинг қудуқ дебити таъсирида ўзгаришини.

Фильтрацион қаршилиқ коэффициентларини.

Турли режимларда чиқариладиган суюқ ва қаттиқ аралашмалар миқдорини.

Қудуқ туби зонасининг бузилиши, қудуқ тубида қаттиқ ва суюқ зарраларнинг тупланиш ва ер юзасига чиқиш шароитларини.

Қудуқ ишлашининг турли омилларни ҳисобга олган ҳолдаги технологик режимини.

Қувурларнинг гидравлик қаршилиқ коэффициентини.

Қудуқ туби зонасини мустаҳкамлаш, унинг унумдорлигини ошириш, ишлаш суръатини жадаллаштириш, қатламда қушимча тешиқлар ҳосил қилиш, цемент куприклар ўрнатиш, фаввора қувурларини алмаштириш каби таъмирлаш-профилактика ишларининг самарадорлиги ва б.ни.

Тадқиқотлар олдиндан режалаштирилган иш дастурига биноан амалга оширилади. Конда бажариладиган қурилишларга боғлиқ ҳолда тегишли асбоб ва ускуналар тайёрланиб, уларни қудуққа I.1, I.2-расмлардаги схемалар бўйича монтаж қилинади.

Қудуқни ўзлаштириш I бобда келтирилган қоидаларга биноан амалга оширилади. Фақат махсус тадқиқотларгина, масалан, қатламда ва қудуқ тубида суюқлик тупланишини ва уни чиқариб олинишининг қудуқни маҳсулдорлигига таъсирини, сувни қудуққа ёриб кириш таъсирини ва б.ни ўрганиш учун амалга ошириладиган тадқиқотлар бундан истиснодир.

Газни барқарор чиқариб олиш методи билан тадқиқотларни бошлашда қудуқ оғзидаги босим статик $p_{ст}$ ҳолатда булиши керак. Қоида буйича, тадқиқот кичик дебитдан бошланиб катта дебитга томон (бевосита) амалга оширилади. Қудуқни кичик дебит билан ишга тушириб уни ишлатишни босим ва дебит тўла барқарорлашгунча давом эттириш лозим. Қудуқнинг босими ва дебити мазкур диафрагмада (шайбада, штуцерда) вақт давомида ўзгармаса индикаторнинг биринчи чизиги танланади. Босим ва дебитнинг барқарорлашув жараёни узлуксиз қайд қилиб борилади ва олинган босимдан қатлам параметрларини аниқлашда фойдаланилади.

Қудуқ тубидаги, оғзидаги (фаввора қувурларидаги), қувур ортидаги ва қувурлар оралиғидаги бушлиқда босимни ва зарур нуқталарда температурани, газ ва суюқлик дебитларини, қаттиқ заррачалар миқдорини тегишли равишда ўлчагандан сўнг қудуқ беркитилади. Қудуқдаги босим тиклана бошлайди. Статик босим $p_{ст}$ нинг тикланиш жараёни ҳам узлуксиз қайд қилиб борилади. Олинган натижалар қайта ишлангандан сўнг қатлам параметрларини босимнинг эгри чизиқли тикланиши буйича аниқлаш мумкин бўлади.

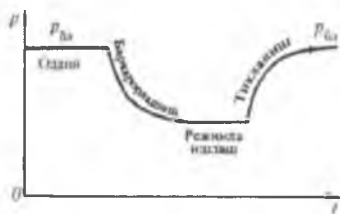
Давлат кон-техника назорати талабларига жавоб берадиган, герметик жиҳозланган қудуқларда қувурлар бирикмаси оралиғида босимни ўлчаш шарт эмас.

IV.1-расмда бир режимда ишлаётган қудуқда босимнинг вақт давомида ўзгаришининг тўла цикли кўрсатилган.

Қудуқларни тадқиқ қилиш тўғри чизиқли режимда 5—6 марта, тескари ҳаракат режимида 2—3 марта амалга оширилади. Барча режимларда биринчи режимда бажарилган шартларга риоя қилиш, босим, температура, газ дебити, суюқлик ва қаттиқ зарраларни худди шундай йўл билан ўлчаб кўриш керак. IV.2-расмда фильтрациянинг стационар режимида индикатор чизигини ифодалашнинг бутун жараёни кўрсатилган.

Газ оқимида суюқлик мавжуд бўлган, тескари йўналишли режимлардан бири энг кам дебитли булиши мақсадга мувофиқдир. Бундай назорат режими маълум конструкцияли қудуқни синаш бошланганда тубида суюқлик борлигини аниқлаш имконини беради.

Қувур орти бушлиғида пакер бўлганда ва газ оқимида анча миқдордаги намлик мавжуд бўлса, қудуқ тубидаги босимни унинг оғзидаги босим буйича



IV.1- расм. Қудуқ бир режимда тадқиқ қилинганда босимнинг ўзгариши.

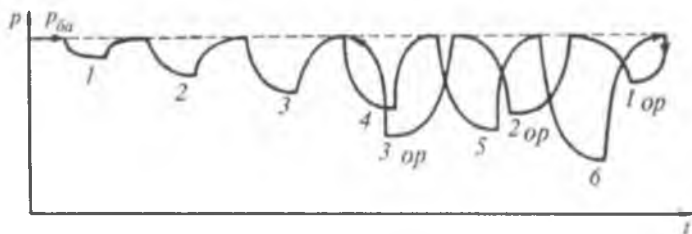
аниқлаш жиддий нуқсонларга олиб келади. Бундай ҳолатда турли режимларда қудуқ туби босимини шу жойнинг узида ўлчайдиган чуқурлик манометрларидан ёки масофадан туриб қайд этадиган (дистанцион) асбоблардан фойдаланилади. Гази нисбатан қуруқ ва туби тоза қудуқдаги босимни ҳисоблаш йўли билан аниқлаш мумкин.

Маҳсулотда анча миқдорда намлик мавжуд бўлганда фаввора қувурлари оғзида улчанган босим ёрдамида қудуқ туби босими тақрибан аниқланади, бунда чиқариб олинаётган газдаги намлик ва тегишли қаршилиқ коэффициентини миқдори ҳисобга олинади.

Агар қудуқ синов бошланишидан аввал ишлаган бўлса, бундай ҳолатда уни статик босим $p_{ст}$ тиклангунга қадар беркитиш керак, сунг қатлам босимини аниқлаш мақсадида босим ва температуранини ўлчаш лозим. Қудуқ тубида суюқлик устунини ҳосил бўлиши имконияти мавжуд бўлганда чуқурлик манометридан фойдаланиш зарур.

Газ конденсат қудуқларини синашда турли режимларда ишлаётган қудуқдаги конденсат миқдорини аниқлаш учун газни икки босқичли сепарациялаш усулидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Бундай иш бажарилаётган қудуқ кондаги газ тайёрлаш пунктига уланмаган бўлса, кучма қурилма ёрдамида бажарилади.

Разведка ва фойдаланиш қудуқларидан олинadиган натижаларнинг ишончлилиги қудуқ конструкциясига ва қудуқ туби ускунасига боғлиқ. Филтрациянинг стационар режимларида синовнинг тўла циклини фақат қудуқни синашда, ишлатиладиган воситалардан ҳар томонлама фойдалангандагина амалга ошириш мумкин. Шу боисдан қалинлиги катта ва маҳсулдор кесимнинг таркиби ҳар хил бўлган конларда уюмларнинг ўрганилмаган қисмларидаги айрим разведка ва ишлатиш қудуқларида фаввора қувурларини қатламнинг устки қисмигача тушириш керак бўлади.



IV.2- расм. Филтрациянинг стационар режимларида газ қудуқларини тадқиқ қилишнинг ўзига хос графиги. Ҳаракат: 1-6- туғрига; 1_{оп}-3_{оп}- қарама-қарши.

Кудуқларни ишлатиш қоидаларига биноан, ғовакли муҳитнинг хусусиятини эътиборга олган ҳолда жорий ва махсус тадқиқотларни бажариш учун махсус жиҳозланган қудуқлар гуруҳи ажратилади, уларнинг фаввора қувурларининг туширилган чуқурлиги, қудуқ тубининг клапан-кесгич ва б. билан жиҳозланганлиги дебитометрия, термометрия ва чуқурликдаги бошқа назорат-ўлчов ишларини амалга оширишга халақит бермайди.

IV.2. Тадқиқот натижаларини қайта ишлаш методлари

Кудуқни стационар режимларда синаш жараёнида газ дебети, фаввора қувурлари оғзидаги ва қувур орти бушлигидаги температура ва босим ўлчанади. Босим ва дебит қудуқ ишга туширилганидан бошлаб унинг ҳар бир ишлаш режимидан то барқарорлашганича мутассил ўлчанади. Ҳар бир миқдоридан индикатор чизигини чизиш ва синов натижаларини қайта ишлашда фойдаланилади.

Тугалланган қудуқ тубига газ оқимининг ҳаракат тенгламаси қатлам энергияси сарфланишининг ($p_{\text{кат}}^2 - p_m^2$) газ дебитига боғлиқлигини тавсифлайди ва қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$p_{\text{кат}}^2 - p_m^2 = aQ + bQ, \quad (IV.1)$$

$$a = \frac{116\mu z T_{\text{кат}}}{\pi k h p_{\text{ат}} T_{\text{ба}}} \ln \frac{R_{\text{к}}}{R_{\text{к}}};$$

$$b = \frac{\rho_{\text{ба}} z p_{\text{ат}} T_{\text{кат}}}{2\pi^2 h^2 T_{\text{ба}}} \left(\frac{1}{R_{\text{к}}} - \frac{1}{R_{\text{к}}} \right); \quad (IV.2)$$

a, b — қатламнинг қудуқ туби зонаси параметрларига ва қудуқ туби конструкциясига боғлиқ филтрацион қаршилик коэффициентлари; $p_{\text{кат}}, p_m$ — тегишлича қатлам ва қудуқ туби босими, кгс/см²; Q — $p_{\text{ат}}$ ва $T_{\text{ба}}$ да газ дебети, минг м³/сут; μ — $p_{\text{кат}}$ ва $T_{\text{кат}}$ да газнинг динамик қовушқоқлиги коэффициенти сП да; k — қатламнинг утказувчанлиги Д; h — фойдали қалинлик, м; $\rho_{\text{ба}} - p_{\text{ат}}$ ва $T_{\text{ба}}$ да газнинг зичлиги; l — макрогадир-будирлик коэффициенти; $R_{\text{к}}, R_{\text{к}}$ — тегишлича таъминлашни чегараси ва қудуқ радиуси, м.

Синов натижалари қайта ишланганида турли радиуслардан фойдаланилади: қудуқнинг таъминланиш радиуси ёки газ ўтказмайдиган айланасимон чегара радиуси, келтирилган қудуқлар ва депрессиядан таъсирланган участканинг ташқи чегара радиуси, шартли,

дренажланиш радиуси ва б. R_k ва R_k ни аниқлашдаги хатоликлар қудуқнинг гидродинамик жиҳатдан такомиллашмаганлиги, ишлатиш жараёнида қудуқ туби шаклининг ўзгарганлиги, дренажланаётган зона чегараси шаклининг номаълумлиги, қатламнинг ҳар хил таркиблилиги, қудуқнинг синовгача ва тадқиқот жараёнидаги ишлаш муддати, қудуқ дебитининг ўзгарувчанлиги ва б.лар билан боғлиқ.

Амалий ҳисобларда R_k нинг қиймати қатламнинг маҳсулдор қатламини очган долото радиуси бўйича олинади. Деформацияланмайдиغان жинслардан таркиб топган коллекторлар учун қазилган туби очиқ қудуқлардан фойдаланилганда R_k нинг миқдори долото бўйича қудуқнинг асл радиусига мос келади.

Агар қудуқ очилиш даражаси ва хусусиятига кўра такомиллашмаган бўлса, (IV.2) формуладаги R_k ни қудуқнинг келтирилган радиуси $R_{k,ж.р} = R_c e^{-(C_1+C_2)}$ билан алмаштириш керак бўлади, бу такомиллашмаган қудуқни $R_{k,ж.р}$ нисбатан кичик радиусли, такомиллашган қудуқ билан алмаштирилганига тенг. $R_{k,ж.р}$ ни аниқлаш учун очиқлиш даражаси C_1 ва очиқлиш характери C_2 бўйича такомиллашмаганлик коэффициентларини билиш керак.

Агар қудуқдан фойдаланиш жараёнида қатламнинг бузилиши ва зарраларнинг юқорига чиқиши рўй берса, у ҳолда қудуқнинг жорий радиуси $R_{ж.р}$ ни қуйидаги формула бўйича баҳолаш мумкин:

$$R_{ж.р} = \sqrt{\frac{0,165}{(1-m)h_{оч\ фк}} \left(\frac{\varphi \Sigma Q}{100} + \frac{\pi D^2 H_{ж}}{4} \right) + R_c^2}; \quad (IV.3)$$

бунда $h_{оч\ фк}$ — очилган фойдали қалинлик, м; φ — газдаги қумнинг ўртача концентрацияси, %; ΣQ — қараб чиқиляётган вақт бўлагида жами чиқариб олинган газ, м³; m — қатламнинг говаклилик коэффициенти; D — қувурлар бирикмасининг диаметри, мм; $H_{ж}$ — қараб чиқиляётган вақт бўлагида қумли тикинларнинг умумий қалинлиги, м.

Оддий ҳисоблаш формуласига эга бўлиши учун қудуқ ишлаганда унинг таъсир чегарасини R_k радиусли айлана кўринишида қабул қилиш керак. Қудуқ таъсирининг амалдаги чегараси радиусини R_k радиусли айлана билан алмаштирилгандаги хатолик қиймати у қадар катта бўлмайди.

Масалан, $R_k = 750$ м ни 250 ва 500 м га алмаштирак, коэффициент a мос равишда 12 ва 4,5 % га ўзгаради. Қоида бўйича, R_k ни тадқиқ қилинаётган ва қўшни қудуқлар оралиғидаги масофанинг

ярми сифатида қуйидаги формула $R_k = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n l_i$ (бунда n — қўшни қудуқларнинг сони; l_i — i - қўшни ва тадқиқ қилинаётган қудуқлар

орасидаги масофа) буйича аниқлаймиз. Бунда қатламнинг ҳар хил таркиблиги, унумдорлиги (депрессияси), қушни қудуқларнинг жойлашуви, шунингдек, қушни ва синалаётган қудуқларнинг тадқиқот бошлангандаги ва тадқиқот жараёнидаги ишлаш муддати ва б.лар ҳисобга олинмайди.

Ҳар бир қудуқ ишга туширилганида унинг атрофида босим тақсимланишининг узлуксиз ушиб борувчи области юзага келади, унинг шакли логарифмли эгри чизиқ қуринишида бўлади. Эгри чизиқ боши тугёнланувчи қудуқ деворидан бошланиб, охири вақт утиши билан ундан узоқлашиб боради. Тугёнланувчи областнинг ташқи чегараси вақтнинг маълум бир лаҳзасида қатламнинг бошланғич босимига тўғри келади ва ўз навбатида таъминлаш области чегараси бўлиб хизмат қилади. Бу қиймат келтирилган таъсир радиуси $R_{кел}$ деб аталиб, стационар масалалар учун R_k га алмаштирилади. Бир хил таркибли қатламда якка қудуқнинг таъсир области айлана шаклига эга бўлади. Бир хил таркибли қатламда бир текис жойлашган ва доимий дебит билан бир пайтда ишлайдиган қудуқларда барқарор таъсир области ҳосил бўлиб, уни R_k радиусли эквивалент айлана билан алмаштириш мумкин.

Агар қудуқлар бурғиланмаган майдонда қазилган қудуқ синалаётган бўлса ёки у тўхтатилган қудуқлар билан уралган ва уларда қудуқ туби босими тула тикланган бўлса, у ҳолда синалаётган қудуқнинг тадқиқот натижаларини қайта ишлашда R_k миқдори $R_{кел}$ билан алмаштирилади ва қуйидаги формула билан аниқланади.

$$R_{кел} = R_k + 1,772\sqrt{\kappa t}, \quad (IV.4)$$

бунда t — тадқиқ этилаётган қудуқнинг ушбу режимдаги ишлаш муддати, с; $\kappa = kp_{кат}/\mu m$ — қатламнинг пьезоўтказувчанлик (босим ўтказувчанлик) коэффиценти, босимнинг қайта тақсимланишини тавсифловчи омил, см²/с; k — ўтказувчанлик коэффиценти, Д; m — қатламнинг ғоваклилиги; μ — динамик қовушқоқлик коэффиценти, сП. κ нинг қийматини кон-геофизик ва лаборатория тадқиқотлари натижалари буйича баҳолаш мумкин.

Тугёнланадиган зона чегарасининг радиусини аниқлашнинг бу усули қудуқ дебитини ҳисобга олмайди.

Шартли радиус $R_{шт}$ деб қудуқдан қатламнинг шундай нуқтасигача бўлган масофага айтиладики, унда мазкур вақтда қатламнинг жорий босими қийматининг бошланғич қийматига нисбати олдиндан белгиланганига тўғри келади. $R_{шт}$ қиймати қатламнинг пьезоўтказувчанлиги κ унинг квадрат илдизига ва қудуқ ишга туширилган вақтдан бошлаб ҳисобланадиган вақт оралиғи t га тўғри пропорционал ўзгаради.

Қудуқ таъсирининг шартли радиусини (м да) қуйидаги формула буйича аниқлаш мумкин:

$$R_{\text{шгг}} = \sqrt{\frac{8t}{0,135(1-\delta^2) \frac{kh}{\mu} \frac{p_{\text{бош}}^2}{p_{\text{ат}}} \frac{1}{Q}} + 0,67}, \quad (\text{IV.5})$$

бунда $p_{\text{таш}}, p_{\text{ат}}$ — мос равишда бошланғич қатлам ва атмосфера босими, кгс/см²; Q — газ дебити, минг м³/сут; t — иш вақти, соат; $\delta = p_{\text{ж}}/p_{\text{бош}}$ — жорий ва бошланғич қатлам босимининг олдиндан белгиланган шартли нисбати.

Газнинг изотроп қатламда уни очиш даражаси ва характериға кўра такомиллашмаган қудуқ томон ҳаракатланишиға буладиган фильтрацион қаршилиқ коэффициентлари қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\begin{aligned} a_{\text{бош}} &= \alpha * \left(\ln \frac{R_{\text{к}}}{R_{\text{к}}} + C_1 + C_2 \right); \\ b_{\text{бош}} &= b * \left(\frac{1}{R_{\text{к}}} - \frac{1}{R_{\text{к}}} + C_3 + C_4 \right); \end{aligned} \quad (\text{IV.6})$$

$$\begin{aligned} a^* &= 116\mu z p_{\text{ат}} T_{\text{кат}} / \pi kh T_{\text{ба}}; \\ b^* &= \frac{\rho_{\text{ба}} z p_{\text{ат}} T_{\text{кат}}}{2\pi^2 l h^2 T_{\text{ба}}}. \end{aligned} \quad (\text{IV.7})$$

C_1, C_3 ва C_2, C_4 — қатламнинг очиш даражаси ва характериға кўра такомиллашмаганлик коэффициентлари.

Қатламни очиш даражаси буйича такомиллашмаганлик коэффициентлари C_1 ва C_3 ни қуйидаги формула буйича аниқлаш лозим:

$$C_1 = \frac{1}{h} \ln \bar{h} + \frac{1-\bar{h}}{\bar{h}} \ln \frac{\delta}{R_{\text{к}}}; \quad C_3 = \frac{1}{h}; \quad (\text{IV.8})$$

бунда $\bar{h} = h_{\text{вк}}/h$ — қатламнинг қудуқ билан нисбий очиш;

$\delta = 1,6(1-\bar{h}^2)$; $\bar{R}_{\text{к}} = R_{\text{к}}/h$ — қудуқнинг нисбий радиуси.

Амалиётда учрайдиган ҳолатлар учун C_1 нинг қиймати IV.1-жадвалда келтирилган.

C_1 коэффициентининг қиймати (қатламни очиш даражаси бўйича такомиллашмаганлик коэффициентини)

$\bar{R}_k = R_k/h$	$\bar{h} = h_{o,k}/h$									
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$0.1 \cdot 10^{-3}$	118,170	63,774	31,462	18,799	12,345	8,291	5,435	3,455	1,957	0,788
$0.5 \cdot 10^{-3}$	88,911	46,433	22,202	13,276	8,603	5,747	3,824	2,438	1,388	0,573
$1 \cdot 10^{-3}$	77,888	41,572	20,408	12,444	8,163	5,477	3,628	2,286	1,276	0,513
$2 \cdot 10^{-3}$	65,393	35,749	17,604	10,919	7,185	4,823	3,193	2,006	1,100	0,441
$3 \cdot 10^{-3}$	58,500	32,424	16,376	10,049	6,622	4,450	2,943	1,846	1,023	0,400
$4 \cdot 10^{-3}$	53,280	29,886	15,197	9,368	6,183	4,155	2,748	1,721	0,950	0,369
$5 \cdot 10^{-3}$	49,415	28,012	14,348	8,853	5,869	3,944	2,609	1,626	0,897	0,346
$6 \cdot 10^{-3}$	46,171	26,376	13,569	8,435	5,621	3,788	2,498	1,549	0,848	0,326
$7 \cdot 10^{-3}$	42,919	24,462	12,832	8,102	5,358	3,574	2,382	1,488	0,802	0,302
$8 \cdot 10^{-3}$	41,627	24,139	12,556	7,820	5,189	3,492	2,306	1,437	0,785	0,298
$9 \cdot 10^{-3}$	39,886	23,351	12,257	7,670	5,098	3,432	2,266	1,409	0,766	0,288
$10 \cdot 10^{-3}$	38,059	22,339	11,727	7,383	4,864	3,294	2,162	1,356	0,773	0,276

Бир маромда жойлашган анизотроп қатламларнинг горизонтал ва вертикал йуналишлардаги утказувчанлиги бир-биридан фарқланади. Қатламни очиш даражасига кура такомиллашмаган кудуқлар учун филтрацион қаршилиқ коэффициентлари қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$a_{\text{бош}} = \frac{a^*}{v} \ln \frac{\bar{R}^v - x}{\bar{h}},$$

$$b_{\text{бош}} = b^* = \frac{\ln \frac{\bar{R}^v - x}{\bar{h}}}{hv \ln \bar{R}}, \quad (\text{IV.6a})$$

бунда $v = \sqrt{k_B/k_r}$ — анизотроплик параметрлари; k_B, k_r — мос равишда вертикал ва горизонтал утказувчанлик; $x = 1 - \bar{h}$; $\bar{R} = R_k/R_x$ — ўлчамсиз радиус.

Анизотроп қатламларни очиш даражасига кура такомиллашмаганлик коэффициентлари қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$C_1 = \frac{1}{v} \ln \frac{\bar{R}^v - x}{\bar{h}} - \ln \bar{R};$$

$$C_3 = (C_1 + \ln \bar{R}) / \bar{h} \ln \bar{R}. \quad (\text{IV.8a})$$

Анизотроп қатламларни очиш характериға кура C_2 ва C_4 тақомиллашмағанлик коэффициентларини беҳато аниқлаш анча мураккаб.

C_2 ва C_4 миқдорлари қувурдағи тешиқлар сони, тешиш типи, каналларнинг чуқурлиғи ва диаметри, говакли муҳитнинг мустақамлиғи ва филтрацион тавсифлари ва б.ға боғлиқ. Сферик оқимни цемент тоши атрофида ярим сфера шаклидағи оқимға айланади деб тахмин қилсақ, C_2 ва C_4 коэффициентларни қуйидағи формулалар буйича баҳолаш мумкин:

$$C_2 = h/nR_0; \quad C_4 = h_2/3n^2R_0^3, \quad (IV.9)$$

бунда R_0 — ярим сфера (ковақлар) радиуси; n — сриқлар сони.

Қатламнинг анизотроплиғи уни очиш характери билан боғлиқ коэффициентларни анчагина қупайтиради. Анизотроп қатламларға (IV.9) формулани қуллаш тешиқлар етарли даражада зич булгандағина узини оқлайди.

$p_{\text{қат}}^2 - p_m^2$ нинг (IV.1) формула буйича Q га боғлиқлиғи индикатор чизиғи деб аталади ва у IV.3-расмда кўрсатилған. a ва b коэффициентларни аниқлаш учун бир нечта методлардан фойдаланилади.

IV.2.1. Қатлам босими маълум булганда a ва b коэффициентларни аниқлашнинг график усули

Қудуқни синаш натижалари буйича ҳар бир режим учун $(p_{\text{қат}}^2 - p_m^2)/Q$ ҳисобланади, олинған қийматлар буйича Q га боғлиқ график тузилади (IV.3-расмға қаранг). a коэффициенти туғри чизиқни ордината уқи билан кесишишидан ҳосил булған қисми буйича, b коэффициенти абсцисса уқи билан туғри чизиқни кесишишидан ҳосил булған оғиш бурчағи тангенс буйича аниқланади.

IV.2.2. Қатлам босими маълум булганда a ва b ни аниқлашнинг миқдорий методи

a ва b коэффициентлари қуйидағи формулалар буйича аниқланади:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta p^2}{Q} \sum_{i=1}^n Q - \sum_{i=1}^n Q \sum_{i=1}^n \Delta p^2}{N \sum_{i=1}^n Q^2 - \left(\sum_{i=1}^n Q \right)^2}, \quad (IV.10)$$

$$b = \frac{N \sum_{i=1}^n \Delta p^2 - \sum_{i=1}^n Q_i \sum_{i=1}^n \frac{\Delta p^2}{Q_i}}{N \sum_{i=1}^n Q_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n Q_i \right)^2}, \quad (\text{IV.11})$$

бунда $\Delta p^2 = p_{\text{кат}}^2 - p_m^2$; N — режимлар сони. Йиғинди Δp^2 ва Q нинг барча улчанган қийматлари буйича олинади.

IV.2.3. Қатлам босими номаълум бўлганда a ва b ни аниқлашнинг график методи

Бирон бир сабаб билан қатлам босимини аниқлаш мумкин бўлмаса, талқикот натижаларини график усулда координаталарда қайта ишлаш мумкин:

$$\frac{p_{mi}^2 - p_{mn}^2}{Q_n - Q_i} = (Q_n + Q_i),$$

бунда $i=1, 2, 3, \dots, m$; n — режимнинг тартиб рақами; m — режимларнинг умумий сони.

Бу координаталарда қайта ишланган синов натижалари тугри чизиқни (IV.4-расм) ордината ўқи билан кесишишидан ҳосил булган қисм буйича (a га тенг) ва тугри чизиқни абсцисса ўқи билан кесишишидан ҳосил булган оғиш бурчаги тангенси буйича (b га тенг) жойлашади.

IV.2.4. Қатлам босими номаълум бўлганда a ва b ни аниқлашнинг миқдорий методи

Қатлам босими номаълум булганда a ва b коэффициентлар қуйидаги формулалар буйича аниқланади:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(p_{mi}^2 - p_{mn}^2)}{Q_n - Q_i} \sum_{i=1}^n (Q_n + Q_i) \sum_{i=1}^n (Q_n + Q_i) \sum_{i=1}^n \frac{(p_{mi}^2 - p_{mn}^2)(Q_n + Q_i)}{Q_n - Q_i}}{N \sum_{i=1}^n (Q_n + Q_i)^2 - \left[\sum_{i=1}^n (Q_n + Q_i) \right]^2}, \quad (\text{IV.12})$$

$$b = \frac{N \sum_{i=1}^n \frac{(p_{mi}^2 - p_{mn}^2)(Q_n + Q_i)}{Q_n - Q_i} - \sum_{i=1}^n (Q_n + Q_i) \sum_{i=1}^n \frac{p_{mi}^2 - p_{mn}^2}{Q_n - Q_i}}{N \sum_{i=1}^n (Q_n + Q_i)^2 - \left[\sum_{i=1}^n (Q_n + Q_i) \right]^2} \quad (IV.13)$$

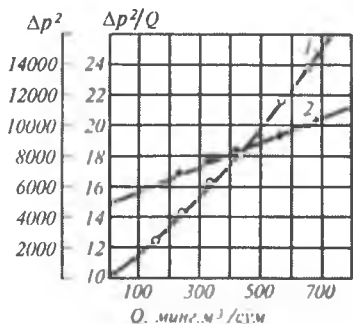
бунда $N = N = \sum (m-1)$ формуласи билан аниқланадиган бирикмалар миқдори. Коэффициентларни (IV.12) ва (IV.13) формулалар буйича ҳисоблашни нуқталар сони кўп бўлганда (15—20) тавсия этилади, акс ҳолда олинган қийматларнинг аниқлиги жуда паст бўлади.

a ва b ни IV.2.3 ва IV.2.4-бандларда ёзилган методлар буйича аниқлаб, қатлам босимини қуйидаги формула буйича ҳисоблаш мумкин:

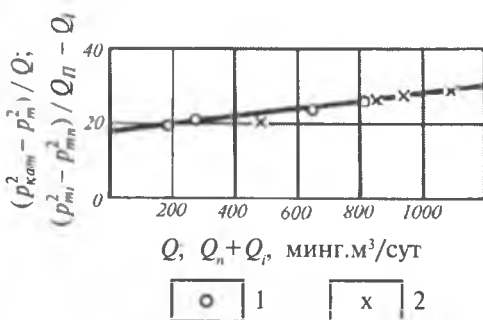
$$p_{\kappa m} = \sqrt{p_m^2 + aQ + bQ^2}. \quad (IV.14)$$

IV.3. Турли омилларнинг индикатор чизиги шаклига таъсири

Қудуқларни синашни туғри амалга ошириш натижасида босимлар фарқи $p_{\kappa m}^2 - p_m^2$ билан дебит Q уртасидаги боғлиқлик аниқланади ва у икки ҳадли (IV.1) формула билан ифодаланади. Баъзан олинган бундай боғлиқлик икки ҳадлидан фарқ қилади. Бундай фарқ газ



IV.3- расм. Δp^2 нинг $Q(1)$ га ва $p_{\kappa m}^2 - p_m^2 / Q$ нинг $Q(2)$ га боғлиқлиги.



IV.4- расм. $(p_{\kappa m}^2 - p_m^2) / Q$ нинг $Q(1)$ га ва $\frac{p_{mi}^2 - p_{mj}^2}{Q_n - Q_i}$ нинг $(Q_n + Q_i)$ (2) га боғлиқлиги.

сатҳини тула барқарорлашмаганлиги сабабли қатлам ва қудуқ туби босимини нотўғри аниқланишидан, қудуқ тубида суюқлик мавжудлигидан ва газнинг қудуқ тубидан қудуқ оғзигача ҳаракатланишида ҳақиқий қаршилик коэффициентларини аниқлашда нуқсонлар борлигидан юзага келади. Бундай ҳолларда синовни такрорлаш керак. Агар бунинг имкони бўлмаса, тадқиқот натижаларини қайта ишлашнинг тахминий методларидан фойдаланиш лозим.

IV.3.1. Қатлам босими тулиқ тикланмагандаги синаш ишлари

Қудуқ синаш олдидан тухтатилганда унинг тубидаги босим тулиқ тикланмайди ва ҳақиқийсидан δ_1 миқдорга фарқ қилган ҳолатини қараб чиқамиз, яъни

$$p_{\text{кат}} = p_{\text{кат}}' + \delta_1, \quad (\text{IV.15})$$

бунда $p_{\text{кат}}$ — улчанган қатлам босими.

Индикатор чизиги тенгламаси қуйидаги курунишга эга бўлади:

$$p_{\text{кат}}'^2 - p_m^2 = aQ + bQ^2 - \Delta_{\text{кат}}, \quad (\text{IV.16})$$

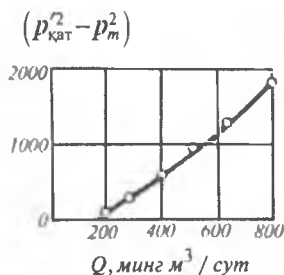
бунда

$$\Delta_{\text{кат}} = 2p_{\text{кат}}' \delta_1 + \delta_1^2.$$

Натижаларни қайта ишлаш учун энг қулай формула қуйидаги курунишга эга:

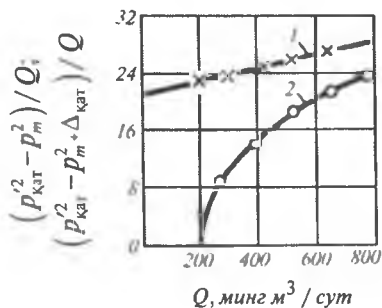
$$\frac{p_{\text{кат}}'^2 - p_m^2}{Q} = a + bQ - \frac{\Delta_{\text{кат}}}{Q}. \quad (\text{IV.17})$$

Индикатор чизиги, яъни $p_{\text{кат}}'^2 - p_m^2$ нинг Q га боғлиқлиги IV.5-расмда, натижаларни координаталарда $(p_{\text{кат}}'^2 - p_m^2)/Q$ қайта ишлашнинг Q га боғлиқлиги IV.6-расмда курсатилган.



IV.5- расм. $(p_{\text{кат}}'^2 - p_m^2)$ нинг Q га боғлиқлиги.

a ва b коэффициентларни графикда қуйидагича аниқлаймиз: ордината ўқидан $\Delta_{\text{кат}}$ га тенг кесмани топамиз ва олинган натижаларни координаталарга $(p_{\text{кат}}'^2 - p_m^2 + \Delta_{\text{кат}})/Q$ ни Q га боғлиқлигини жойлаштираемиз. Ҳосил бўлган тўғри чизиқ ордината ўқида a га тенг бўлган



IV.6- расм. Қудуқларни тадқиқ этишда эгри чизиқли қайта ишлаш.

1-Q дан $(p_{\text{кат}}^2 - p_m^2 + \Delta_{\text{кат}}) / Q$; 2-Q дан $(p_{\text{кат}}^2 - p_m^2) / Q$.

кесмани кесиб утади. Бу тўғри чизиқнинг абсцисса ўқига оғиш бурчагининг тангенси b га тенг.

Ҳақиқий қатлам босими қуйидагича бўлади:

$$p_{\text{кат}} = \sqrt{p_m^2 + \Delta_{\text{кат}}}.$$

Агар қатлам босими номаълум бўлса, бирон-бир ихтиёрий миқдор $p_{\text{кат}}$ ни белгилаш ва синов натижаларини баён қилинган метод бўйича қайта ишлаш мумкин.

IV.3.2. Қудуқ туби босими барқарорлашмагандаги синаш ишлари

Айтайлик, турли режимларда ишлаётган қудуқнинг туби босими барқарорлашмайди ва ҳар бир режимда ҳақиқий босимдан бир хил миқдор δ_2 да фарқланади, яъни:

$$p_m = p_m - \delta_2. \quad (IV.18)$$

Бундай ҳолатда индикатор чизиги IV.7-расмда курсатилган қури-нишга эга бўлади ва қуйидаги тенглама билан тавсифланади:

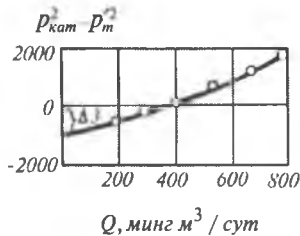
$$p_{\text{кат}}^2 - p_m^2 = aQ + bQ^2 - \Delta_m, \quad (IV.19)$$

бунда

$$\Delta_m = 2p_m^2 \delta_2 + \delta_2^2.$$

Индикатор чизиги координатанинг бошланиш жойи орқали ўтмайди ва ордината ўқида $\Delta_{m0} = 2p_{\text{кам}} \delta_2 + \delta_2^2$ миқдорни кесади, бундан $p_{\text{кат}}$ ни билган ҳолда δ_2 ни қуйидаги формула бўйича баҳолаш мумкин:

$$\delta_2 = \sqrt{p_{\text{кат}}^2 + \Delta_{m0}} - p_{\text{кат}}. \quad (IV.20)$$



IV.7- расм. $(p_{\text{кат}}^2 - p_m^2)$ нинг Q га боғлиқлиги.

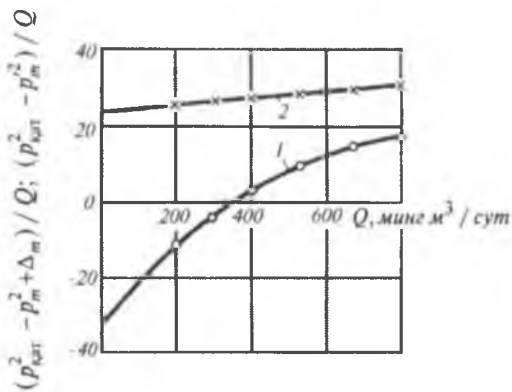
Координаталарда қайта ишланган индикатор чизиғи $(p_{\text{кат}}^2 - p_m^2) / Q - Q$, IV.8-расмда келтирилган ва қуйидаги тенглама билан тавсифланади:

$$(p_{\text{кат}}^2 - p_m^2) / Q = a + bQ - \frac{\Delta_3}{Q}. \quad (IV.21)$$

Синов натижалари қуйидагича қайта ишланади.

Индикатор чизиғи Q дан $(p_{\text{кат}}^2 - p_m^2)$ координаталарда чизилади ва Δ_0 аниқланади, унинг қиймати $Q = 0$ бўлганда ордината ўқида кесилган кесма сифатида аниқланади.

Топилган Δ_0 буйича (IV.20) формуладан фойдаланиб, δ_2 ҳисобланади.



IV.8- расм. $(p_{\text{кат}}^2 - p_m^2) / Q$ нинг $Q(1)$ га ва $(p_{\text{кат}}^2 - p_m^2 + \Delta_{\text{кат}}) / Q$ нинг $Q(2)$ га боғлиқлиги.

Маълум δ_2 ва (IV.19) формула бўйича ҳар бир режим учун Δt топилади.

Шунда $(p_{\text{кат}}^2 - p_m^2 + \Delta_{\text{кат}}) / Q - Q$ координаталарда тўғри чизиқ (IV.7-расм) ҳосил бўлиб, ордината ўқидан a коэффициентига мос келадиган булакни кесади. Тўғри чизиқнинг оғиш бурчаги тангенс b га тенг. Амалиётда шундай ҳоллар учрайдики, бунда δ_2 ўзгарувчан миқдор бўлади, у одатда қудуқ дебити ўсиши билан ортиб боради.

IV.3.3. Қувурларнинг гидравлик қаршилик коэффициенти номаълум бўлганда синаш ишлари

Агар қувурларнинг гидравлик қаршилик коэффициенти номаълум бўлса, демак, қудуқ туби босими тахминан аниқланган бўлади, у ҳолда индикатор чизигини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш керак:

$$p_{\text{кат}}^2 - p_0^2 e^{2S} = aQ + (b + \theta)Q^2, \quad (\text{IV.22})$$

бунда

$$S = \frac{\theta, 03415 \bar{\rho} L}{z_{\text{yp}} T_{\text{yp}}}; \quad \theta = 1,377 \lambda \frac{z_{\text{yp}}^2 T_{\text{yp}}^2}{D^5} (e^{2S} - 1) \quad (\text{IV.22})$$

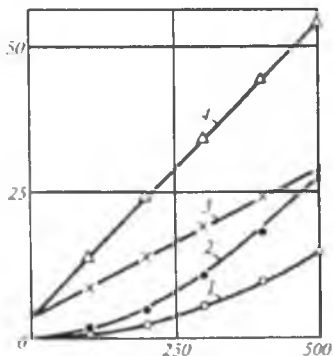
формулага кирадиган параметрларни аниқлаш тартиби ва ўлчами III бобда берилган.

Тадқиқот натижалари $(p_{\text{кат}}^2 - p_0^2 e^{2S})$ координаталарда ва Q дан $(p_{\text{кат}}^2 - p_0^2 e^{2S}) / Q$ гача қайта ишланади.

Бунда олинган тўғри чизиқ ордината ўқидан a га тенг булакни кесиб ўтади. Бу тўғри чизиқнинг оғиш бурчаги тангенс $b + \theta$ га тенг.

Мисол. Қуйидаги бошланғич маълумоти берилган қудуқдаги a ва $b + \theta$ қаршилик коэффициентлари аниқлансин: $p_{\text{кат}} = 250$ кгс/см², қудуқ тубида чуқурлик манометри билан ўлчанган ва қудуқ оғзидаги босимлар, шунингдек, бешта режимдаги дебитлар IV.2-жадвалда келтирилган.

Айрим режимларда чуқурлик манометри билан ўлчанган қудуқ туби босими маълумотлари стандарт методика бўйича қайта ишланган. Олинган маълумотлар IV.9-расмда кўрсатилган. IV.9-расмдан кўришиб турибдики, $p_{\text{кат}}^2 - p_0^2 e^{2S}$ нинг Q га боғлиқлик эгри чизиги $p_{\text{кат}}^2 - p_m^2$ нинг Q га боғлиқлигидан тикроқдир. $(p_{\text{кат}}^2 - p_m^2) / Q$ ва $(p_{\text{кат}}^2 - p_0^2 e^{2S}) / Q$



IV.9- расм. Тадқиқот натижаларини қайта ишлаш.

1-Q дан $(p_{\text{квт}}^2 - p_m^2)$; 2-Q дан $(p_{\text{квт}}^2 - p_0^2 e^{2S})$; 3-Q дан $(p_{\text{квт}}^2 - p_m^2) / Q$; 4-Q дан $(p_{\text{квт}}^2 - p_0^2 e^{2S}) / Q$

нинг Q га боғлиқлик тўғри чизиғи ордината ўқидан тенг кесмани кесади, лекин бу тўғри чизиқларнинг оғиш бурчаги тангенсини мос равишда b ва $b + \theta$ га тенг бўлади.

IV.2-жадвал

Қувурларнинг номаълум қаршилик коэффициентидида тадқиқот ва қайта ишлаш натижалари

Режим	P_0 кгс/ см ²	Улчанган P_m кгс/см ²	Q минг м ³ сут	P_m^2	$P_{\text{квт}}^2 - P_m^2$	$\frac{P_{\text{квт}}^2 - P_m^2}{Q}$	$P_0^2 e^{2S}$	$P_{\text{квт}}^2 - P_0^2 e^{2S}$	$\frac{P_{\text{квт}}^2 - P_0^2 e^{2S}}{Q}$
1	213,8	243,2	100	61600	900	9	61100	1400	14
2	207,8	244,3	200	59700	2800	14	57700	4800	24
3	197,7	238,3	300	56800	5700	19	52300	10200	34
4	183,3	230,0	400	52900	9600	24	44900	17600	44
5	163,1	219,1	500	48000	14500	29	35500	27000	54

IV.4. Қудуқ тубида ва қудуқ туби атрофида суюқ ва қаттиқ зарраларнинг тупланиши ҳамда уларни тозалаш вақтида қудуқларни тадқиқ қилиш

Агар газ қудуқларини синаш жараёнида қудуқ туби зонасининг тозаланиши юз берса, у ҳолда a ва b коэффициентлари бир режимдан иккинчисига ўтишда камайиб боради. Қудуқ туби зонасининг филтрацион хусусиятлари яхшиланиб борса индикатор чизиғи координата бошидан ўтади ва ордината ўқига томон қавариқ шаклда бўлади. Бундай ҳолатда a ва b нинг филтрацион қаршилик коэффициент-

ларини тўғри аниқлаш учун синов ишлари тескари тартибда, яъни катта дебитдан кичик дебитга томон утказилади, ва шу йўл билан олинган натижаларни қайта ишлаб a ва b нинг қиймати топилади.

Агар синов жараёнида бир режимдан иккинчи режимга ўтишда суюқлик ва қаттиқ зарраларнинг тўпланиши рўй берса, бундай ҳолда a ва b коэффициентларининг қиймати ортади. Бунда координата ўқи бошидан утадиган индикатор чизигининг қурилиши қудуқларни тўғридан-тўғри тадқиқ қилиш жараёнида аралашмалар тўпланиши юз бермагандагига нисбатан бир оз тикроқ бўлади. Қудуқда зарралар тўпланадиган бўлса фильтрацион қаршилик коэффициентларининг ҳақиқий қийматини аниқлаш учун суюқликларни ва қаттиқ зарраларни тозалаш мақсадида физик ёки кимёвий методларини қўллаш имкониятларини белгилаш мумкин. Агар суюқлик ва қаттиқ зарраларнинг тўпланиши қудуқ туби зонасининг бурғилаш эритмасидан тозалаш чоғида рўй берган ва паст дебит билан боғлиқ бўлса, у ҳолда синов бошланишидан олдин қудуқ катта дебитда газсимон компонентлардан таркиб топган аралашма билан тозаланади.

IV.5. Газнинг ҳақиқий хусусиятларини босим таъсирида ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда индикатор чизигини қайта ишлаш методикаси

Қудуқлар барқарор дебитли газ олиш методида синалганда олинган натижаларини қайта ишлаш учун кўп ҳолларда формулалардан фойдаланилади. Уларни ҳисоблашда динамик қовушқоқлик коэффициентини μ нинг ва ўта сиқилувчанлик коэффициентини z нинг қиймати доимий деб қабул қилинади. Қатлам босими юқори ($p_{\text{кат}} \geq 150$ кгс/см²) ва депрессия кўлами катта бўлса ($p_{\text{т}}/p_{\text{кат}} < 0,9$) μ ва z нинг доимий қиймати қабул қилинган индикатор чизигининг қурилишининг бузилишига, уларнинг нотўғри талқин қилинишига ва қатлам параметрларининг нотўғри аниқланишига олиб келади. Бундай ҳолларда газнинг ҳақиқий хусусиятларини босимга қараб ўзгаришини ҳисобга олувчи формуладан фойдаланилади:

$$\frac{\Delta p}{Q} = a + b \frac{Q}{\bar{\mu}_{\text{ўр}}}, \quad (IV.23)$$

бунда

$$p = p_{\text{кат}} - p_{\text{м}}, \quad \bar{\mu}_{\text{ўр}} = [\mu(p_{\text{кат}}) + \mu(p_{\text{м}})] / 2\mu(p_{\text{кат}});$$

$p_{\text{кат}}$, $p_{\text{м}}$ — тегишлича қатлам ва қудуқ туби босими, кгс/см²; Q — газ дебети, минг м³/сут; a ва b — фильтрацион қаршилик коэффициентлари; $\bar{\mu}_{\text{ўр}}$ — динамик қовушқоқликнинг уртача арифме-

тик нисбий коэффициенти; $\mu(p_{ур})$, $\mu(p_m)$ — мос равишда қатлам ва қудуқ туби босимининг II.4.3-бандига мувофиқ аниқланадиган динамик қовушқоқлик коэффициентлари, сП.

Қудуқларни синаш натижалари бўйича $\Delta p/Q$ ва $Q/\bar{\mu}_{ур}$ ҳисобланади ва координаталардаги боғлиқлик графиги $\Delta p/Q - Q/\bar{\mu}_{ур}$ тузилади.

Ҳосил бўлган тўғри чизиқнинг оғиш бурчаги тангенс b га ва унинг ордината ўқини кесишишдан ҳосил бўлган кесма a га тенг.

a нинг қиймати маълум бўлса, қатламнинг ўтказувчанлиги қуйидагича аниқланади:

$$\frac{kh}{\mu(p_{кат})} = \frac{18,4259 p_{ам} z(p_{кат}) T_{кат}}{a p_{кат} T_{ур} a_0} \ln \frac{R_k}{R_k}, \quad (IV.24)$$

бунда $z(p_{кат})$ — қатлам шароитидаги ўта сиқилувчанлик коэффициенти; a_0 — формула бўйича аниқланадиган коэффициент

$$a_0 = p_{ур} / p_{кат} \bar{\mu}(p_{ур}) \bar{z}(p_{кат}); \quad (IV.25)$$

$$p_{ур} = (p_{кат} + p_m) / 2; \quad \bar{\mu}(p_{ур}) = \mu(p_{ур}) / \mu(p_{кат}),$$

$$\bar{z}(p_{ур}) = z(p_{ур}) / z(p_{кат}).$$

Мисол. Босим $p_{кат} = 320$ кгс/см², $T_{кат} = 361,3$ К бўлганда ва IV.3-жадвалда келтирилган босим ва дебитлар ўзгаришини ва газнинг ҳақиқий хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда a ва b нинг фильтрацион қаршилик коэффициентлари қиймати аниқлансин.

IV.3-жадвалдаги маълумотлар бўйича $\Delta p/Q$ нинг $Q/\bar{\mu}_{ур}$ га боғлиқлик графиги тузилади (IV.10-расм) ва унга асосланиб a ва b аниқланди $a = 0,03$ ва $b = 0,0001$.

IV.3-жадвал

Газнинг ҳақиқий хусусиятларини босим таъсирида ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда тадқиқот ва қайта ишлаш натижалари

Режим	$p_{ур}$, кгс/см ²	Δp , кгс/см ²	Q , минг м ³ /сут.	$\bar{\mu}_{ур}$, сП	$Q/\bar{\mu}_{ур}$	$\Delta p/Q$
1	262,2	57,8	600	0,902	666	0,0962
2	259,3	60,7	617	0,900	636	0,0986
3	254,2	65,8	647	0,898	720	0,1017
4	246,6	73,4	686	0,893	768	0,1070
5	243,9	76,1	698	0,887	787	0,1090

IV.6. Кудуқни ишлатиш маълумотлари асосида тузилган индикатор чизигини қайта ишлаш методикаси

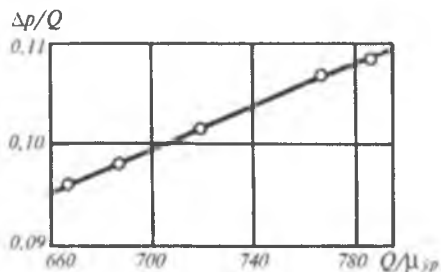
Кудуқни ишлатиш маълумотлари буйича тузилган индикатор чизигидан филтрацион қаршилиқ коэффициентларини аниқлаш учун олинган маълумотларни қайта ишлаш жараёнининг қуйидаги ҳолатларида фойдаланиш мумкин:

- 1) қудуқ туби зонасининг бузилиши юз бермаётган бўлса;
- 2) урганилаётган қудуқ дренажланаётган майдонда газли қатлам чегара ичи ёки остки сувлари билан сувланмайдиган бўлса;
- 3) қудуқ туби зонасининг суюқлик билан тўйинганлиги амалда узгармас бўлса;
- 4) қатлам параметрлари ўзгаришини назорат қилиш учун ҳамма қудуқлардан фойдаланиш фонди буйича тадқиқотлар ўтказиш зарурияти бўлмаса.

Филтрацион қаршилиқ коэффициентларини, бинобарин, қатламнинг утказувчанлигини, сув утказувчанлигини, пьезоутказувчанлигини ва бошқа параметрларини аниқлаш мақсадида индикатор чизигини тузиш ва қайта ишлаш методини қўллаш назарий ва экспериментал тадқиқотлар билан тасдиқланиши лозим.

Кудуқни ишлатиш маълумотлари буйича индикатор чизигини тузиш учун қондан фойдаланиш жараёнида олдиндан режалаштирилган режим ўзгаришлари, шунингдек, қудуқдан вақтинчалик чиқариб олинаётган газ миқдорини кўпайтириш ёки камайтириш билан боғлиқ ўзгаришларни ҳисобга олиш зарур бўлади, бунда газ дебити ва босим ўлчанади ва улар бошланғич маълумот булиб хизмат қилиши мумкин.

Кудуқдан фойдаланиш маълумотлари асосида тузилган индикатор чизиги буйича филтрацион қаршилиқ коэффициентларини аниқлаш методикаси қуйидагича бўлади.



IV.10- расм. Газнинг ҳақиқий хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда тадқиқот натижаларини қайта ишлаш.

Кудуқлардан фойдаланиш маълумотларига асосланиб қатлам ва қудуқ туби босимлари ва дебитлари маълум булганда, камида олтига-саккизга турли режимлар танлаб олинади. Бунда танлаб олинган вақт оралиғида нуқталар сони қанча кўп булса, индикатор чизигини тузиш шунча ишончли бўлади.

Айрим ёки барча режимларда қатлам босими улчанмаган булса, у моддий баланс тенгламаси бўйича аниқланади. Қоида бўйича ҳар бир кон учун қатлам босимини газ чиқариб олинишига қура ўзгариши уюмни ишлатиш лойиҳасида берилади ва унга қудуқни ишлатиш жараёнида аниқлик киритиб борилади.

Айрим ҳолларда индикатор чизигини изобара харитасидан фойдаланиб ва қатлам босимини ўрганилаётган қудуқ чуқурлигига мос ҳолатга келтириб тузиш мумкин.

Қудуқ туби босими айрим режимларда олинган улчовлар бўйича ёки қувурлар оғзидаги ёки қувур орти бушлиғидаги босимлар бўйича ҳисобланади.

Танланган режимлар икки ҳадли формулада қайта ишланади:

$$p_{\text{кат}}^2(t_i) - p_m^2(t_i) = aQ_i + bQ_i^2, \quad (IV.26)$$

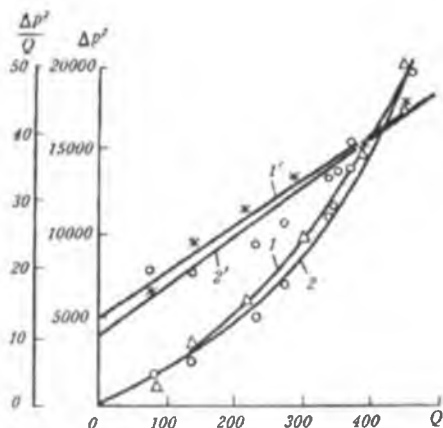
бунда $p_{\text{кат}}(t_i)$, $p_m(t_i)$ — t_i вақтига мувофиқ ксладиган қатлам ва қудуқ туби босими; Q — t_i вақтидаги дебит.

Баён қилинган методика бўйича Шебелинск конидаги қудуқлардан бирдан фойдаланиш маълумотлари бўйича тузилган индикатор чизиги қайта ишланди. Таққослаш учун индикатор чизиги ва қудуқни синаш пайтида қайта ишлангани берилди. IV.11-расмда қайта ишлаш натижалари кўрсатилган.

1 ва 1' эгри чизиклар — мос равишда Δp^2 ва $\Delta p^2/Q$ нинг Q га боғлиқлигини билдириб синов натижалари бўйича тузилади. 2 ва 2' эгри чизиклар 1 ва 1' эгри чизикларга ўхшаш бўлиб, ушбу қудуқни ишлатиш маълумотлари бўйича тузилади. 1' ва 2' эгри чизикни таққослашдан қуринаяптики, улар бўйича аниқланган фильтрацион қаршилиқлар коэффициентлари қиймати бир-бирига яқин ($a_1 = 12,5$; $a_2 = 10,5$ ва $b_1 = 0,07$; $b_2 = 0,073$) ва шу сабабли қатлам параметрларининг ва қудуқ унумдорлигининг ўзгаришини назорат қилишда қудуқни ишлатиш маълумотларидан фойдаланиш мумкин.

IV.7. Газузаткич қувурига газ юбориб (чиқариб) қудуқларни синаш методикаси

Қудуқни газузаткич қувурига газ юбориш билан синалганда дебитнинг ўзгариш диапазони, атмосферага чиқариб синалганда эришиладиган диапазонга нисбатан анча тораяди. Қудуқ дебити



IV.11- расм. Тадқиқот натижаларини қайта ишлаш.

1 ва 1'- синов маълумотлари бўйича мос ҳолда Δp^2 нинг Q га ва $\Delta p^2/Q$ нинг Q боғлиқлиги; 2 ва 2'- мос равишда фойдаланиш маълумотлари бўйича Δp^2 нинг Q га ва $\Delta p^2/Q$ нинг Q га боғлиқлиги.

Ўзгаришида диапазон торайишининг асосий сабаби газ кирадиган сепарациялаш системасида ёки газузатгич қувирида диафрагмадан сўнг сақлаб туриладиган босимдир. Сепарациялаш системаси ёки газузатгич қувиридаги босим кучи қудуқдан келаётган газ босимини чеклайди, шу сабабли қатламнинг маҳсулдорлигига ва қудуқнинг ўтказиш имкониятига ҳамда газни чиқариш қувири (шлейф) сарфига боғлиқ ҳолда ҳаминша ҳам индикатор чизигини сифатли олиш мумкин бўлмайди.

Говакли муҳитнинг хусусиятларига ва қудуқ конструкциясига боғлиқ ҳолда дебитнинг энг катта қиймати газни атмосферага чиқариб қудуқни синашда қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$Q = \frac{-a + \sqrt{a^2 + 4(b + \theta)(p_{\kappa am}^2 - p_{am}^2 e^{2S})}}{2(b + \theta)} \quad (IV\ 27)$$

Газни йиғиш ва узатиш системасида диафрагмадан сўнг белгиланган босим p^2 ни сақлаб турган ҳолда қудуқнинг энг юқори унумдорлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади

$$Q = \frac{-a + \sqrt{a^2 + 4(b + \theta)(p_{\kappa am}^2 - p_2^2 e^{2S})}}{2(b - \theta)} \quad (IV\ 28)$$

(IV.27) ва (IV.28) формулаларга кирувчи фильтрацион қаршилик коэффициентлари a , b ва θ ва S коэффициентлари III ва IV бобларда баён қилинган методикага мувофиқ аниқланади.

Шундай қилиб, агар (IV.27) ёки (IV.28) формулалар буйича аниқланадиган қудуқ дебити (IV.6) формула буйича аниқланадиган дифманометр шкаласи максимумининг 80% га мос келса, бундай ҳолатда газузатгич қувурига газ чиқариш билан қудуқни синашда индикатор чизигининг сунги участкасини олишни чекловчи сабаблар юзага келмайди.

Бироқ қудуқни газузатгич қувурига газ чиқариш билан тадқиқ қилиш жараёнида дебитни дифманометр билан ўлчаш системаси бўлмаганда айрим ҳолларда индикатор чизигини тулиқ олишни чекловчи шароит юзага келади. Умуман бундай чеклашлар қуйидаги ҳолатларда юзага келади.

Тулақонли индикатор чизигини олиш учун диафрагмадан сунг босимни амалда атмосфера босимигача пасайтириш керак. Бу ҳодиса, қоида буйича, қатламнинг маҳсулдорлиги ва қудуқ стволининг ўтказиш имконияти билан боғлиқ.

Мавжуд дифманометр билан ўлчанган минимал дебит, унинг аниқлигини пастлиги сабабли индикатор чизигининг бошланғич участкасини сифатли ифодалаш имконини бермайди.

Бу камчиликларни қуйидаги ҳолларда бартараф этиш мумкин.

Газ йиғиш системасида ва айрим қудуқлар дебитини ўлчашда газ йиғиш пунктидагига ёки газузатгич қувурининг бош қисмидагига нисбатан кам босим талаб қилинадиган режимларда газни машъалага ҳайдаш учун айланма қувурлар ётқизилади.

Ўлчаш пунктида қўшимча дифманометр ўрнатилади, унинг энг юқори сарфи мавжуд дифманометр ўлчаши мумкин бўлган дебитининг минимал чегарасига мос келиши керак.

Одатда бир гуруҳга кирувчи газ йиғув пунктида маҳсулдорлиги турлича бўлган қудуқлар учрайди. Ўлчаш пунктида ҳар бир қудуқ дебитини алоҳида ўлчаш линияси ўрнатилганда сарфўлчагич миқдори энг юқори дебитли қудуқнинг энг юқори маҳсулдорлигини ўлчаш кўзда тутилиши керак. Бундай дебитни (IV.27) формула билан баҳолаш мумкин. Унинг қиймати шкаланинг максимумини, яъни 80% ни ташкил этиши керак. Ушбу дифманометр билан ўлчанадиган минимал дебит максимал шкаланинг 30% га тенг бўлиши керак. Қўшимча сарфўлчагич танланганда унинг энг юқори кўрсаткичи асосий сарфўлчагич сарфининг 30% га мос келиши керак. Ўлчов стендида босимлар фарқини ўлчашнинг қўшалок системаси индикатор чизигини тузишда диафрагмани алмаштирмаган ҳолда

дебит ўзгаришининг талаб этилган диапазонини қамраб олиш имконини беради.

Барқарорлашган дебитли газ чиқариб олиш методида газни газузатгич қувурига чиқариш билан қудуқларни синаш тартиби қуйидагича бўлади.

Тадқиқ қилинаётган қудуқ дебити (IV.27) ёки (IV.28) формулалар билан аввал бажарилган тадқиқотларда олинган бошланғич маълумотлар бўйича баҳоланади. Агар қудуқ биринчи марта тадқиқ этилаётган бўлса, у ҳолда геологик-техник маълумотлари ухшаш қушни қудуқлар маълумотлари, шунингдек, қудуқни газсимон компонентлардан таркиб топган аралашма билан тозалаш маълумотлари асосида чамалаб баҳоланади.

Қузда тугилган режимлар сонига боғлиқ ҳолда олинган қудуқ дебити бу режимлар сонига бир текис тақсимланади, бунда энг юқори дебитли режим улчагич шкаласи максимумининг 80% га мос келиши керак. Дебити бўйича улчов шкаласининг 30% дан пастига тушадиган режимлар максимуми биринчисининг 30% га мос келадиган бошқа дифманометр билан тадқиқ қилиниши керак.

Агар тадқиқот тезкор методлардан бири билан амалга оширилса, барча параметрларнинг тўла барқарорлашувини талаб этадиган режимлардан бири шундай танланадики, унда қудуқ стволлида суюқлик ёки қумлик тиқин тупланмаслиги керак. Шунингдек, дебит ва қатламга бўладиган депрессия ўртасидаги ўзига хос боғлиқликка қатламнинг қайишқоқлик хусусиятларининг ва қатлам омилининг таъсири бўлмаслиги керак.

Агар қудуқ дебити дифманометрнинг юксак унумдорликдаги ишининг белгиланган юқори чегарасидан анча паст бўлса, у ҳолда барча ёки купгина режимларда тадқиқот паст унумдорликка эга булган сарфулчагич билан ўтказилади.

Диафрагмагача бўлган босимни ва босимлар фарқини дифманометр билан улчаш мумкин, шунингдек, айрим намунали манометрлар билан бир вақтнинг ўзида қудуқ оғзида ҳам қудуқ тубида улчовларни амалга ошириш мумкин.

Агар дебит сепарацияга қадар улчанса, у ҳолда газдаги намликни дебитга таъсирини VI.3.1 ва VI.3.2-бандларда келтирилган тавсияларга биноан ҳисобга олиш керак.

Агар дебит сепарациядан сунг улчанса, шкаланинг номинал интервали чегарасидаги аниқлик даражаси ортади.

Диафрагмадан кейинги зарурий босим қудуқ оғзидаги босимни, газни чиқарувчи қувур (шлейф) узунлигини ва сепарация ёки газни узатиш босимларини ҳисобга олган ҳолда олдиндан аниқланади ва штуцерлар ёки бошқариладиган сурма клапандан фойдаланиб ўрнатилади.

IV.8. Гидратлар ҳосил бўлиши шароитида қудуқларни тадқиқ қилиш методикаси

Шимолда жойлашган конлардаги қатламларнинг температураси паст бўлганлиги сабабли қудуқларни барқарорлашган газ сарфи методи билан синаш жараёнида гидратлар ҳосил бўлиши учун шароитлар юзага келади. Бундай шароитлар биринчи навбатда газ таркибига, ундаги намлик миқдорига, газнинг ҳаракат йулидаги босимга, газнинг иссиқлик физик хусусиятларига ва қудуқ стволи атрофи муҳитига боғлиқ бўлади. Санаб ўтилган параметрларнинг ҳар хил конларда турлича бўлиши гидрат ҳосил бўлиш шароитини ҳам турлича бўлишига сабаб бўлади. Бу жараён газли қатламнинг қалинлиги ва майдони бир кон доирасида катта бўлганда ҳам гидрат ҳосил бўлишига олиб келади.

Турли режимларда синалаётган қудуқларда гидрат ҳосил бўлиш имкониятлари бир режимда ишлаётганлариникидан юқори бўлади, бу жараён тадқиқот пайтида босим ва дебитнинг катта диапазонда узгариши билан боғлиқ бўлади.

Қатламнинг қудуқ туби зонасида, қудуқ стволида, газни чиқариб юбориш қувурида, штуцерда ва диафрагмаларда гидратлар ҳосил бўлиши қудуқни синашда мураккабликлар келтириб чиқаради ва олинган нагижаларда хатолик пайдо бўлади.

Гидрат ҳосил қиладиган ингибиторларни қўлаб ва қўламасдан мураккабликларсиз тадқиқотлар ўтказиш асосан уюм жойлашган районга ва унинг ётиш чуқурлигига боғлиқ. Бунда қатлам босими ва температураси газ таркиби, ундаги намлик миқдори, кўп йиллик музлоқ зоналарнинг мавжудлиги ва уларнинг хусусиятлари ва б. ҳисобга олинади.

Гидратлар ҳосил бўлиш шароити бир хил босим ва температурада p_p ва T_p гидрат ҳосил бўлиши орқали ифодаланadi. Турли режимларда синов ўтказиш жараёнида қудуқ туби зонасида ва қудуқ стволида қудуқ оғзи босими ва температураси p_p ва T_p дан юқори бўлса гидрат ҳосил бўла олмайди.

Коннинг хусусиятларига қўра, қудуқ туби зонасида ва қудуқ стволида гидратлар ҳамма ёки фақат айрим режимлардагина ҳосил бўлиши мумкин. III бобда санаб ўтилган усулларда қайд қилинганидек, гидратлар ҳосил бўлиш шароитларини юзага келиш эҳтимоли бўлганда газни барқарор дебитда чиқариб олиш методи бўйича қудуқларни сифатли тадқиқ қилиш учун (махсус тадқиқотларни истисно қилганда) фақат ингибиторларни ёки қудуқ тубини қиздирадиган усулларни қўлаганда эришилади. Газ саноатида

қулланиладиган асосий ингибиторларга метил спирти (метанол), хлорли кальций, гликолар (этиленгликоль, диэтиленгликоль, триэтиленгликоль) ва б. кирази. Ингибитор сарфи газдаги намлик миқдориға қараб белгиланади. Ингибиторлар хусусиятлари ва самарадорлиги уларнинг эритмадаги концентрациясига қараб узғариб боради.

Гидрат ҳосил қиладиган ингибиторлар гидрат ҳосил қилиш температурасини пасайтиради ва депрессия таъсирида газ ҳаракати йулидаги ва газ сарфидаги чеклашларни бартараф этади. Гидрат ҳосил қиладиган ингибиторни танлаш мезонига: унинг гидрат ҳосил булиш температурасини пасайтириш хусусияти, таннархи, сувда эрувчанлиги, сувли эритмаларнинг музлаш температураси, қовушқоқлиги, конда ингибиторни оз миқдорда сарфланишиға қарамай уни қайта тикланиш имкониятларини кўрсатиш мумкин.

Метанол, этиленгликоль (ЭГ) ва диэтиленгликоль (ДЭГ) учун температуранинг бир хилда пасайиши куйидаги формула буйича аниқланади:

$$\Delta t = k C_2 / M (100 - C_2), \quad (IV.29)$$

бунда C_2 — ишлатилиб булган ингибиторнинг оғирлик концентрацияси, %; M — молекуляр масса; k — экспериментал йул билан аниқланадиган коэффициент.

Метанол, ЭГ ва ДЭГ учун M ва k нинг қиймати куйида келтирилган.

Ингибитор	M	k
Метанол	32	1295
ЭГ	62	1220
ДЭГ	106	2430

Хлорли кальцийни қўллаганда температуранинг бир хилда пасайишини эмпирик формула буйича аниқлаш мумкин:

$$\Delta t = 0,0275(C_2)^2. \quad (IV.30)$$

Қудуққа ҳайдаладиган ингибитор миқдорини қатлам шароитидаги ва қудуқ оғзидаги газнинг намлик миқдорига, қудуқ дебитига ва ингибиторнинг керакли концентрациясига қараб аниқланади:

$$q_y = \frac{W_1 - W_2}{C_1 - C_2} C_2, \quad (IV.31)$$

бунда: q_y — учувчан булмаган ингибитор сарфи, кг/1000 м³; W_1 , W_2 — қатлам ва қудуқ оғзи шароитларида қудуққа ингибитор киритилгунга қадар булган газдаги намлик миқдори, кг/1000 м³; C_1 , C_2 — янги ва ишлатилиб булинган ингибиторнинг мос равишда умумий концентрацияси.

Агар ингибитор, масалан, метанол сингари учувчан бўлса, у ҳолда унинг миқдори қуйидаги ифода билан аниқланади

$$q_y = \frac{C_2(W_1 - W_2)}{C_1 - C_2} + 0,001 C_2 M_{c.r.}, \quad (IV.32)$$

бунда $M_{c.r.}$ — газни тўйинтириш учун зарур бўлган газдаги метанол миқдорининг суюқликдаги метанол концентрациясига нисбати IV.12-расмдан аниқланади.

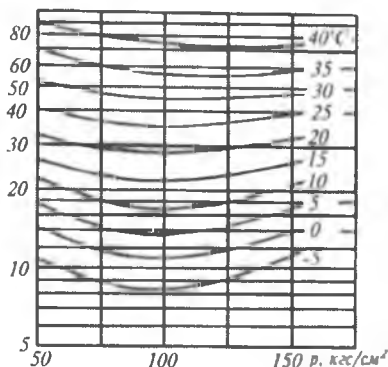
Ингибиторнинг суткалик сарфи қуйидаги ифодада аниқланади:

$$q' = qQ,$$

бунда Q — газ дебети, минг м³/сут.

IV.9. Кўп қатламли уюмдаги қатламларнинг параметрларини аниқлаш

Турли хусусиятларга эга бўлган, ўзаро гидродинамик боғланмаган бир нечта қатламларни бир вақтда очган қудуқларни фильтрациянинг стационар режимларида синашда, уларнинг қатламлар буйича дебит ва босимлари туғрисида маълумотлар йўқлиги боис параметрларини аниқлашда баъзи бир қийинчиликлар юзага келади. Алоҳида режимларда қудуқ дебитини ер юзасида ўлчаш маълумотлари буйича тузилган индикатор чизиги шаклига қараб, уюмнинг кўп қатламлилигини олдиндан билмасдан қудуқни турли хусусиятли бир нечта қатламчалардан фойдаланаётганини аниқлаш



IV.12- расм. Қуруқ газларда эриган метанол $M_{c.r.}$ миқдорининг ўзгариши (сувли эритмадаги метанолнинг 1 оғирлигига туғри келадиган % миқдори, мг/м³ да).

қийин. Куп қатламли уюмнинг ҳар бир қатлами учун икки ҳадли қонун мавжудлигига қарамай, турли тавсифли ва бир хил қатлам босимига эга булган қатламлардаги газнинг умумий оқими икки ҳадли формула билан ёзилади.

Δp_i^2 ҳамма қатламлар учун доимий деб тахмин қилинса, Δp_i^2 ни аниқлайдиган ифода қуйидаги кўринишга эга булади:

$$\Delta p^2 = \frac{Q^2 + Q \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{b_i} + \frac{1}{4} \left[\sum_{i=1}^n \frac{a_i}{b_i} \right]^2}{\left[\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{1}{b_i}} \sqrt{1 + \frac{a_i^2}{4b_i \Delta p^2}} \right]^2}, \quad (\text{IV.33})$$

бунда

$$\Delta p^2 = p_{\text{қат}}^2 - p_m^2; \quad Q = \sum_{i=1}^n q_i, \quad (\text{IV.34})$$

$p_{\text{қат}}$, p_m — мос равишда қатлам ва қудуқ туби босими, кгс/см²; Q — барча қатламлардаги қудуқларнинг жами дебети, минг м³/сут; a_i , b_i — i - қатламнинг фильтрацион қаршилик коэффициенти; n — қатламлар сони.

(IV.33) формуладан кўриниб турибдики, $\Delta p^2/Q$ нинг Q га боглиқлиги бир пайтда бир нечта қатламдан фойдаланаётган қудуқ учун қавариқ томони юқорига йўналган эгри чизиқ булиб, у ордината уқидан кесма A_1 ни кесади [$Q \rightarrow 0$ ($\Delta p^2 \rightarrow 0$) булганда]

$$A_1 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{a_i}}. \quad (\text{IV.35})$$

$Q \rightarrow 0$ ($\Delta p^2 \rightarrow 0$) булганда (IV.33) формула билан баён қилинган эгри чизиқ силлиқлашиб, тўғри чизиққа яқинлашади. Бунда формулани тахминан қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\Delta p^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i}{b_i}}{\left[\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{1}{b_i}} \right]^2} Q + \frac{1}{\left[\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{1}{b_i}} \right]^2} Q^2, \quad (\text{IV.36})$$

бунда A ва B нинг умумий фильтрацион қаршилик коэффициенти қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i}{b_i}}{\left[\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{1}{b_i}} \right]^2}; \quad B = \frac{1}{\left[\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{1}{b_i}} \right]^2}. \quad (\text{IV.37})$$

Барча қатламларнинг маълум жамланган дебити Q да, қатлам ва қудуқ туби босимлари тенг бўлганда тузилган индикатор чизиғи қуйидаги тенглама билан ёзиладиган тўғри чизиқлар оралиғида ётади

$$\Delta p^2/Q = A_1 + BQ; \quad \Delta p^2/Q = A + BQ, \quad (\text{IV.38})$$

бунда A_1 ҳар доим A дан кичик. (IV.36) формула $\epsilon_1 = a_i^2 / 4b_i \Delta p^2 \ll 1$ деб тахмин қилинганда мазмунга эга бўлади, бунда Δp^2 га нисбатан $a_i^2 / 4b_i$ нинг қиймати кичик бўлганда йўл қўйилади. Шу боисдан (IV.35)—(IV.38) формулалардан фойдаланилганда $p_{\text{кв}}$ ва p_m нинг ҳамда ϵ_1 параметрнинг қиймати бир хил эканлигини текшириш керак.

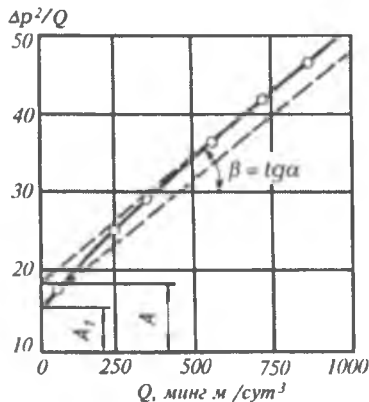
Агар айрим қатламларнинг қудуқ туби босими асосан газ устуни оғирлиги ҳисобига бир-биридан фарқланса, у вақтда филтрацион қаршилиқ коэффициентлари A_1 , A ва B қуйидаги формулалар бўйича аниқланиши керак

$$A_1 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{e^{2S_{i-1}}}{a_i}},$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i}{b_i}}{\left[\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{e^{2S_{i-1}}}{b_i}} \right]^2}, \quad (\text{IV.39})$$

$$B = \frac{1}{\left[\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{e^{2S_{i-1}}}{b_i}} \right]^2}.$$

Бешта газли горизонтларни очган, филтрацион қаршилиқ коэффициентлари $a_i = 80,4; 188; 57; 32; 61$ ва $b_i = 0,37; 1,23; 1,22; 0,18; 0,935$ бўлган, қудуқда ўлчанган индикатор чизиғининг шакли IV.13-расмда кўрсатилган, шунга асосан аниқланган $A_1 = 15,65$; $A = 18,4$ ва $B = 0,0324$. A_1 , A ва B нинг ҳисоблаш йўли билан аниқланган миқдори график йўл билан аниқланган натижаларга мос келади.



IV.13- расм. Бир хил қатлам босимиға ва турли хил параметрларға эга бўлган бир неча қатламларни очган қудуқларнинг индикатор чизигини қайта ишлаш натижалари.

Агар қудуқ турли қатлам босимларига ва фильтрацион қаршилиқ коэффициентларига эга бўлган бир нечта газли қатламни очса, у ҳолда дебитларни қатламлар бўйича ажратмасдан олинган индикатор чизигини қайта ишлаш ҳам a_1 , b_1 ни ҳар бир қатламча учун (агар қатламчалар иккита бўлса ҳам) аниқлаш имконини бермайди. Ҳозирги вақтда айрим қатламчалар дебитини улчамасдан туриб бу қатламларнинг параметрларини ер юзасида бажариладиган улчаш маълумотлари асосида аниқлашнинг имконияти йуқ. Қудуқ ишлаётганда ёки тўхтатилганда дебитулчагичдан фойдаланиш йули билан масалани муваффақиятли ҳал этиш мумкин.

Турлича қатлам босимларига $p_{кват1} < p_{кват2}$ ва қатлам параметрларига эга бўлган икки қатламни дебитулчагич билан тадқиқ қилиш натижаларини қайта ишлаш методикаси қуйидагича бўлади.

Икки қатламни очган берк қудуқда, қатлам босимларининг фарқи ҳисобига 2-қатламдан 1-қатламга газ оқиб ўтиши содир бўлади. Бунда қудуқнинг оғзидаги дебити Q_c нолга, қудуқ тубидаги босим миқдори p_c га тенг бўлади, бунда бир қатламдан иккинчисига газнинг оқиб ўтиши энг юқори миқдорга чиқади.

Ҳар бир қатлам учун икки ҳадли қонун ўринлидир.

$$\begin{aligned} p_{кват2}^2 - p_0^2 &= a_2 Q_n^2 \max + b_2 Q_n^2 \max, \\ p_0^2 - p_{кват1}^2 &= a_1 Q_n^2 \max + b_1 Q_n^2 \max, \end{aligned} \quad (IV.40)$$

бунда p_0 — тўхтатилган қудуқдаги қудуқ туби босими, кгс/см²; $p_{кат1}$, $p_{кат2}$ биринчи ва иккинчи қатламнинг мос равишда қатлам босими, кгс/см²; a_1 , a_2 , b_1 , b_2 биринчи ва иккинчи қатламнинг фильтрацион қаршилиқ коэффициентлари; $Q_{ж\max}$ тўхтатилган қудуқда юқори босимли қатламдан паст босимли қатламга оқиб ўтадиган газнинг энг юқори дебети.

Қудуқ ишга туширилганда унинг оғзидаги дебитга боғлиқ ҳолда қудуқ туби босими p_0 дан пасаяди. Q_k миқдорини шундай танлаш мумкинки, бунда $p_{кат1} < p_{т1} < p_0$ бўлсин. Бунда юқори босимли қатламдаги газ дебети қуйидагича бўлади:

$$Q_2 = Q_{ж1} + Q_{жj}, \quad (IV.41)$$

бунда Q_2 — 2-қатламдаги дебит (юқори босимли қатлам), минг м³/сут; $Q_{жj}$ — j режимда ва $p_{т1}$ бўлганда биринчи қатламга оқиб ўтувчи газ дебети бўлиб, чуқурликда бажарилган ўлчов маълумотлари бўйича аниқланади; $Q_{ж1}$ — ўша режимдаги қудуқ оғзи дебети, минг м³/сут.

$p_{кат1} < p_{mj} < p_0$ — бўлганда бир нечта режимни белгилаб ва ер устидаги ва чуқурликдаги ўлчовлар бўйича ҳар бир режимда дебитни аниқлаб, 2-қатлам учун индикатор чизигини қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин:

$$p_{кат2}^2 - p_{mj}^2 = a_2 Q_2 + b_2 Q_2^2, \quad (IV.42)$$

бунда Q_2 — ер юзасидаги ва чуқурликдаги ўлчов маълумотлари бўйича (IV.41) ифодадан аниқланадиган газ дебети, сўнгра иккинчи қатлам параметрлари a^2 ва b^2 аниқланади.

Ҳар бир режимда чуқурликда бажарилган ўлчовлар бўйича тегишли миқдорлар $Q_{жj}$ олиниб, қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

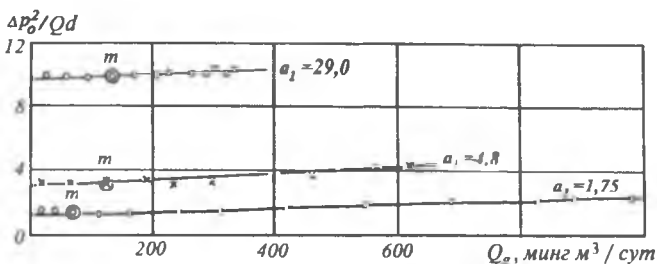
$$p_{mj}^2 - p_{кат1}^2 = a_1 Q_{mj} + b_1 Q_{mj}^2, \quad (IV.43)$$

биринчи қатлам параметрлари a_1 ва b_1 ни аниқлаш мумкин.

Агар $p_{кат1}$ ва $p_{кат2}$ миқдорларидаги фарқ катта бўлмаса 1-қатлам ишга туширилгунга қадар ундан сифатли индикатор чизигини олиш мумкин бўлмайди, у ҳолда $p_{mj} = p_{кат1}$ бўлган лаҳзадан бошлаб 2-қатламдан 1-қатламга газнинг оқиб ўтиши нолга тенг бўлади, яъни $Q_x = 0$, бу демак:

$$p_{кат2}^2 - p_{кат1}^2 = a_2 Q_x + b_2 Q_x^2, \quad (IV.44)$$

бунда Q_x — 2-қатламнинг тўла дебети бўлиб, фақат қудуқ оғзида ўлчанади $Q_x = 0$.



IV.14- расм. $p_2 = 61,0$ ва $p_1 = 46,1$ кгс/см² бўлганда $\Delta p_0^2 / Q_d$ га боғлиқлиги.

$p_{\text{ны}} < p_{\text{кэт } 1}$ шартда индикатор чизигини олиш ва қатлам параметрларини аниқлаш учун турли режимлар белгиланади, бу икки қатламнинг бир пайтда ишлашига тенг. Бунда қудуқ оғзида ўлчанадиган дебит биринчи ва иккинчи қатлам дебитларидан ташкил топади, яъни

$$Q_{\text{д}} = q_{\text{к}1} + q_{\text{к}2}, \quad (\text{IV.45})$$

бунда $q_{\text{к}1}$, $q_{\text{к}2}$ j -режимдаги 1 ва 2-қатламларнинг дебители, чуқурлик дебит ўлчагичлар, термометрлар ёки шовқин ўлчагичлар ёрдамида $Q_{\text{д}}$ дан фоизда аниқланади. Уларни аниқлаш методикаси VI ва VIII-болларда ёзилган.

Ҳар бир қатламнинг дебитини ўлчаган ҳолда бир нечта режимда тадқиқотлар утказиб, индикатор эгри чизигини тузиш ва қатламлар параметрларини аниқлаш қийин бўлмайди.

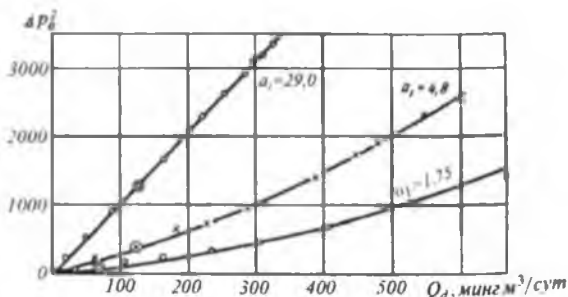
Агар қатлам босими номаълум бўлса у ҳолда, қатлам параметрларини аниқлаш тамойиллари IV.2.3 ва IV.2.4-бандларда баён қилингандек, график ёки миқдорий методлар билан амалга оширилиб, бунда ҳар бир қатламчанинг солиштирма дебитидан ва қуйидаги формулардан фойдаланилади:

$$\frac{p_{\text{тк}}^2 - p_{\text{м}j}^2}{q_{\text{к}j1} - q_{\text{к}к1}} = a_1 + b_1(q_{\text{к}j1} - q_{\text{к}к1}), \quad (\text{IV.46})$$

$$\frac{p_{\text{тк}}^2 - p_{\text{м}j}^2}{q_{\text{к}j} - q_{\text{к}к2}} = a_2 + b_2(q_{\text{к}j2} - q_{\text{к}к2}),$$

бунда $j=1, 2, 3, \dots, m$; m — режимларнинг умумий сони; k — режимларнинг тартиб рақами.

a_1 , a_2 , b_1 , b_2 коэффициентларини ва айрим қатламчаларнинг дебитини билган ҳолда чуқурликда бажарилган ўлчовлар билан қатлам босимини аниқлаш мумкин.



IV.15-расм. $p_2 = 61,0$ ва $p_1 = 46,1$ кгс/см² булганда Δp_o^2 нинг Q_d га боғлиқлиги.

Учта ва ундан ортиқ қатлам булганида индикатор эгри чизигини қайта ишлаш принципи, агар уларнинг дебитлари ва қатлам босимлари маълум булса, икки қатламдаги сингари булади.

Амалга оширилган назарий ва экспериментал тадқиқотларга кўра.

1) икки қатламни очган қудуқдан олинган индикатор чизиқлари, ўз шакли бўйича босими паст булган қатламнинг ишга тушириш вақтини ҳамиша ҳам аниқлаш имконини бермайди (IV.14, IV.15-расмлар);

2) айрим қатламларнинг фильтрацион қаршилик коэффициентларида сезиларли фарқ мавжудлигида, Q_d ни $\Delta p_o^2 / Q_d$ га боғлиқлик графигидан аниқланган A ва B нинг умумий коэффициентлари миқдори паст қаршилик коэффициентига эга булган қатлам параметрларига яқиндир.

IV.10. Қудуқ туби босими ва дебити узоқ муддат барқарорлашган қудуқларни тадқиқ қилиш методлари

Газни барқарорлашган дебитда чиқариб олиш методидан маълум бўлишича, ҳар бир режимда босим ва дебитнинг тула барқарорлашуви унинг зарурий шarti ҳисобланади. Бу шарт юқори маҳсулдор қатламларда етарли даражада тез (ҳар бир режимда бир неча минутдан бир неча соатгача) бажарилади.

Маҳсулдорлиги паст булган қатламларни очган қудуқларни тадқиқ қилиш шуни кўрсатадики, ҳар бир режимда қудуқ туби босими ва дебитининг тула барқарорлашувига ва режимлар оралигида босимнинг тула тикланишига эришиш, II.4-расмда кўрсатиб ўтилганидек, бундай қудуқларни синашни бир ой ва ундан кўпроқ муддатга узайтириб юборади. Шу боисдан маҳсулдорлиги паст коллекторларни очган қудуқлар учун уларни синаш муддатини анча

қисқартириш имконини берадиган турли методлари ишлаб чиқилган. Босими ва дебети узоқ муддат барқарорлашган қудуқларни фильтрациянинг стационар режимларида синашнинг такомиллашган методларига изохрон, экспресс-метод, тезкор-изохрон методлар ва дебитнинг бир хил-погонали ўзгариш методи мансубдир.

Барча тезкор методлар қудуқнинг ҳамма режимларда бир хил вақт давомида ишлашини ва ушбу режимларнинг бирида узоқ вақт ишлашини ҳамда босим ва дебитнинг тула барқарорлашувини талаб этади. Конлардаги куплаб кузатувлардан ва икки ҳадли формуланинг таҳлилидан шундай хулоса қилиш мумкинки, b коэффиенти a коэффиентида анча тез барқарорлашади ва t_p режимида қисқа вақт ишлаганидан сўнг уни ўзгармас режим сифатида қабул қилиш мумкин. Бу ҳолат тезкор методларнинг асосий шартларидан биридир.

Умуман изохронлик шarti ҳодисаси $Q_{\kappa_0}/Q = \text{const}$ орқали ифодаланиши керак, агар турли режимларда дебит нисбатан тез барқарорлашадиган бўлса $t_p = \text{const}$ шarti билан алмаштирилиши мумкин. Бу вақт қатламнинг параметрларига боғлиқ ҳолда ҳар бир қудуқ учун тахминан белгиланади.

Тезкор методларнинг фарқи қудуқларнинг навбатдаги иш режимига ўтказиш усулига ва режимлар оралиғидаги босимларга боғлиқ.

IV.10.1. Изохрон метод

Изохрон методнинг моҳияти қуйидагичадир.

Қудуқ ҳар бир режимда бир вақтда t_p ишлаган, бу вақт босим ва дебитнинг тула барқарорлашуви учун зарур бўлган вақтдан $t_{\text{ба}}$ анча кам бўлиб, тахминан қуйидаги формула билан аниқланади:

$$t_p > \frac{3R_{\kappa}^2 m \mu}{k p_{\text{кат}}}, \quad (\text{IV.47})$$

бунда R_{κ} — қудуқ радиуси, см; m — ғовақлилик, бирлик улуши; μ — газнинг динамик қовушқоқлиги коэффиенти, сП; k — ўтказувчанлик коэффиенти, Д; $p_{\text{кат}}$ — қатлам босими, кгс/см². Амалиётда t_p миқдорини амалда 30—60 минутга тенг деб қабул қилиш мумкин.

Ҳар бир режимдан сўнг бошқа режимга ўтиш учун қудуқни беркитиш ва босим $p_{\text{ба}}$ тула тиклангунга қадар t_p вақт давомида кутиб туриш керак. Қудуқлар изохрон методда сигналганда босимнинг барқарорлашуви ва тикланишининг ўзига хос кўриниши IV.16-расмда кўрсатилган. IV.16-расмдан маълум бўлаяптики, қудуқ ишга туширилганидан сўнг ҳар бир режимда бир хил вақт давомида $t_p = \text{const}$ босимнинг тулиқ барқарорлашуви юз бермайди, шу сабабли ҳар режимдан сўнг $p_{\text{ба}}$ статик босимгача тула тикланади.

Тадқиқот натижаларини қайта ишлаш учун ҳар бир режим охирида босим $p_{m,p}$ ни, температура ва Q_p дебитларни, шунингдек, режимлар оралигида статик босимни ўлчаш зарур. Индикатор эгри чизиги қуйидаги формула бўйича қайта чизилади:

$$(p_{kam}^2 - p_{m,p}^2) / Q_p = a(t_p) + bQ_p. \quad (IV.48)$$

Графикда ҳосил бўлган тўғри чизиқ t_p га хос бўлган b нинг ҳақиқий қийматини ва $a(t_p)$ қийматини аниқлаш имконини беради.

Турли омиллар таъсиридан (қудуқ туби зонасида ва қудуқ стволида суюқлик ёки кумли тикинлар, гидратлар ҳосил бўлиши ва б.) ҳоли бўлган, дебити бўйича ўртача режимлардан бирида ишлаётган қудуқ туби босими p_{m6} ва дебити Q_6 тулиқ барқарорлашгунгача ишлаши керак. Олинган натижалардан t_{6a} га мос келувчи барқарорлашиш (вақтга боғлиқ бўлмаган ҳолда) коэффициенти a ни қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз:

$$a = \frac{p_{kam}^2 - p_{m6}^2 - bQ_6^2}{Q_6}. \quad (IV.49)$$

Агар тадқиқот бошлангунга қадар қудуқ узоқ вақт ишлаган бўлса, у ҳолда p_{m6} ва Q_6 сифатида мазкур режимнинг мос равишда параметрларидан фойдаланиш мумкин.

Агар p_{m6} ва Q_6 га эга бўлиш учун қудуқни газ йиғиш пунктига улаш мумкин бўлмаса, у ҳолда қудуқни синаш далолатномасида t_p нинг қайси қийматида коэффициент $a(t_p)$ аниқланганлигини кўрсатиш керак.

Айрим ҳолларда ишлаётган қўшни қудуқлар мавжудлигида тадқиқ қилинаётган қудуқнинг дренажлаш (сиздириш) радиусини қуйидаги формула бўйича баҳолаш мумкин бўлади:

$$R_x = \frac{R_6}{2} \sqrt{\frac{Q_x}{Q_x + 0,5Q_6}},$$

бунда R_x — қўшни қудуқларгача бўлган масофанинг ўртача арифметик қиймати; Q_x — тадқиқ қилинаётган қудуқ дебити; Q_6 — қўшни қудуқларнинг жами дебити.

R_x ни билган ҳолда, қуйидаги формула бўйича t_{6a} ни тахминан аниқлаш мумкин:

$$t_{6a} = 0,34 \frac{R_x^2}{R}, \quad (IV.50)$$

бунда $t_{\text{ба}}$ — барқарорлашув вақти, соат; R_k — сиздирилган зонанинг чегара радиуси, м; κ — пьезоўтказувчанлик коэффициенти, см²/с.

Ҳисоблаб аниқланган $t_{\text{ба}}$ ни билган ҳолда a нинг барқарорлашган қийматини қуйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин

$$a = a(t_p) + \beta \lg \frac{t_{\text{ба}}}{t_p}, \quad (\text{IV.51})$$

бунда $\beta - p_m^2 \lg t$ координатларда қайта ишланган босимнинг тикланиш эгри чизигининг тўғри чизиқли участкасининг оғиш бурчаги тангенси. Агар бу эгри чизиқ иккита тўғри чизиқли участкага эга бўлса, у ҳолда a қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$a = a(t_p) + \beta_1 \lg \frac{t_0}{t_p} + \beta_2 \lg \frac{t_{\text{ба}}}{t_0}, \quad (\text{IV.52})$$

бунда β_1, β_2 — мос равишда биринчи ва иккинчи тўғри чизиқли участкаларнинг оғиш бурчаги тангенси; $\lg t_0$ — икки тўғри чизиқли участкаларнинг кесишиш нуқтаси координатлари.

Мисал. Қудуқ изоҳрон метод билан $t = 1$ соат режимларда ишлатилганда гадқиқ қилинган. Барқарорлашган режимдаги параметрлар қуйидагича: $p_{m6} = 100,8$ кгс/см², $Q_0 = 105,4$ минг м³/сут; $p_{\text{к.ор}} = 142,6$ кгс/см². IV.4-жадвал ва IV.16-расмда қайта ишлаш натижалари келтирилган.

График усулда қайта ишлаш натижасида $b = 0,15$ (сут/минг·м³), $a = (1 \text{ соат}) = 17$ сут/минг·м³.

a нинг барқарорлашган қиймати (IV.49) формула бўйича аниқланди ва у қуйидагига тенг:

$$a = (1426^2 - 100,8^2 - 0,15 \cdot 105,4^2) / 105,4 = 80,6 \text{ сут/минг·м}^3.$$

IV.4-жадвал

Изоҳрон метод билан тадқиқот қилиш натижалари

Режим	$p_{\text{к.ор}}$	p_m	Q_p	$p_{\text{қат}}^2 - p_m^2$	$\frac{p_{\text{қат}}^2 - p_m^2}{Q_p}$
1	118,1	136,8	52,0	1300	25,0
2	111,1	131,5	94,6	3056	32,3
3	101,2	110,0	158,8	6179	38,9
4	86,5	101,7	203,0	9984	48,0
5	64,9	74,9	266,5	16037	58,0
6	74,8	86,9	243,5	12790	52,5

IV.10.2. Тезкор-изохрон метод

Газни ўзгармас дебитда чиқариб олиш методи билан қудуқларни изохрон метод билан тадқиқ қилишни таққослаш орқали турли режимларда ишлаётган қудуқларнинг ишлаш муддатини қисқартириш ҳисобига қудуқларни синашга кетадиган умумий вақтни амалда икки барабар камайтириш мумкин бўлади. Амалда босим ва дебитни тўла барқарорлаштириш учун қанча вақт кетса, шунча вақт талаб қиладиган режимлараро босим $p_{ба}$ ни гача тиклаш зарур бўлади, бу айрим ҳолларда изохрон методни қўллаш самарадорлигини пасайтиради.

Агар режим оралиғида босимни тўла тиклаш учун куп вақт сарфлаш зарур бўлса, у ҳолда изохрон методнинг такомиллашган тезкор-изохрон методини қўллаш керак бўлади. Тезкор-изохрон методнинг моҳияти қуйидагичадир.

Ҳар бир режимда тадқиқот худди изохрон методдагидек, t_p нинг бир хил иш вақти билан амалга оширилади.

Бошқа режимга ўтишда қудуқ беркитилади ва изохрон методида бўлганидек, $p_{ба}$ босими тўла тиклангунча кутиб турилмайди. Бунда босимнинг тикланиши айрим шартли $p_{ш}$ миқдоргача кутилади (IV.16-расмга қаранг).

Ҳар бир режимдан сўнг босимнинг тикланиши $p_{ш}$ гача етказилиши керак. Режимлар оралиғида босимни тикланиши энг кам — минимал $p_{ш}$ катталиққа етказилади, уни $p-t$ ёки p_o-t координатларда тузилган босимнинг тикланиш эгри чизиғи бўйича баҳолаш мумкин. Босимнинг жадал кутарилиши тўхтаганда, $p_{ш}$ қиймати босимнинг тикланиш эгри чизиғининг қия участкасида жойлашган нуқталарнинг бирига мос келиши керак.

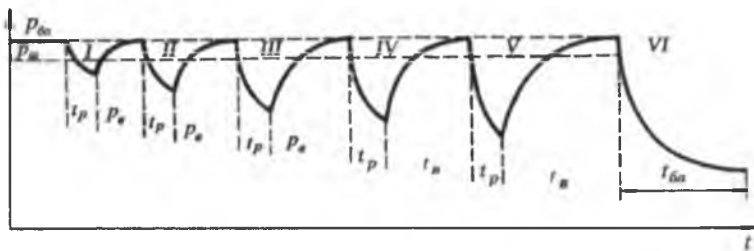
Тадқиқот натижалари қуйидаги формула бўйича қайта аниқланади:

$$\frac{p_{кам, ш}^2 - p_{м, p}^2}{Q_p} = a(t_p) - bQ_p, \quad (IV.53)$$

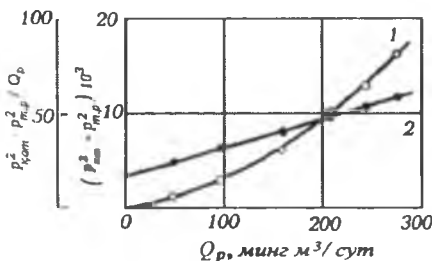
бу b ва $a(t_p)$ нинг t_p га мос келадиган қийматини аниқлаш имконини беради.

Мазкур методика бўйича a нинг барқарорлашган қиймати (IV.49) формула бўйича аниқланади.

Мисол. Турғун режимда ишлаётган қудуқда қуйидагилар аниқланди: $Q_{ш} = 78$ минг $m^3/сут$; $p_{м, ш} = 108,1$ кгс/ cm^2 , $p_{кат} = 133$ кгс/ cm^2 . Тадқиқотлар $t_p = 30$ мин ва $p_{кат, ш} = 130$ кгс/ cm^2 бўлганда тезкор-изохрон методда амалга оширилди. Қолган бошланғич маълумотлар ва ҳисоб натижалари IV.5-жадвалда ва IV.17, IV.18-расмларда келтирилган.

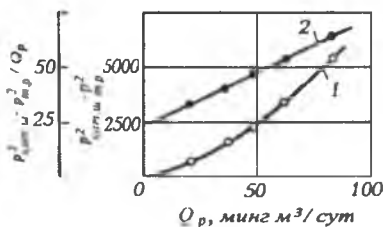


IV.16- расм. Қудуқ тезкор изохорон метод билан тадқиқ қилинганда босимнинг барқарорлашуви ва тикланишининг узига хос графиги. I—VI-режимлар.



IV.17- расм. Қудуқ изохорон метод билан тадқиқ қилингандаги натижалар.

1- $(P_{қат}^2 - P_{м.р}^2)$ нинг Q_p га боғлиқлиги; 2- $(P_{қат}^2 - P_{м.р}^2) / Q_p$ нинг Q_p га боғлиқлиги.



IV.18- расм. Қудуқ тезкор изохорон метод билан тадқиқ қилингандаги натижалар.

1- $(P_{қат.ш}^2 - P_{м.р}^2)$ нинг Q_p га боғлиқлиги; 2- $(P_{қат.ш}^2 - P_{м.р}^2) / Q_p$ нинг Q_p га боғлиқлиги.

Қайта ишлаш натижалари буйича $b = 0,46$ (сут/минг·м³)²; $a = (t_p) = 23$ сут/минг·м³. (IV.49) формула буйича ҳисобланган a нинг барқарорлашган қиймати:
 $a = (133^2 - 108,2^2 - 0,46 \cdot 78^2) / 78 = 41,1$ сут/минг·м³.

IV.5-жадвал

Тезкор-изохорон методда ўтказилган тадқиқотлар натижалари

Реж-им	$P_{қат}$ кгс/см²	$P_{м.р}$ кгс/см²	P_m^2	Q_p минг м³/сут	$P_{қ.ш}^2 - P_{м.р}^2$	$\frac{P_{қ.ш}^2 - P_{м.р}^2}{Q_p}$
1	108,2	127,3	16203	21	697	33,2
2	105,5	124,1	15400	37	1500	40,5
3	102,8	121,0	14644	49	2256	46,0
4	99,1	116,6	13594	63	3306	52,5
5	91,9	108,1	11680	84	5220	62,1

IV.10.3. Экспресс-метод

Ўзгармас дебитда газ чиқариб олиш методи билан қудуқларни тадқиқ этиш муддатини анча қисқартириш учун экспресс-метод таклиф қилинган бўлиб, унинг моҳияти қуйидагича.

Ҳар бир режимдаги тадқиқот, худди илгариги методлардаги сингари, қудуқларнинг бир хил вақт давоми t_p ишлашида ўтказилади.

Бошқа режимга ўтказилганда қудуқ беркитилади ва босимни тикланиши учун t_p га тенг вақт давомида кутиб турилади. Демак, қудуқни экспресс-методда тадқиқ қилиш фақат у ишлатилаётганида эмас, балки режимлар оралиғида тўхтаб турганида ҳам жараёнинг изохронлигини талаб этади. Қудуқларнинг ҳар бир режимдаги ишлаш муддатини ва режимлар оралиғидаги тўхташларни $t_p = t_0 = 20-30$ минутга тенг деб қабул қилиш мумкин. Қудуқларни экспресс-методда синаганда босимнинг вақт давомида ўзгаришининг ўзига хос кўриниши IV.19-расмда кўрсатилган.

Қудуқни экспресс-метод билан тадқиқ этишни t_p вақт давомида кичик дебит билан бошлаш керак. Танланган вақт оралиғи охирида маълум режимдаги босим, дебит ва температура ўлчанади. Сўнг қудуқ $t_p = t_0$ вақтга беркитилади. t_p вақт тугаши билан қудуқ янги режимдаги t_p муддатига ишга туширилади ва б. Экспресс-методнинг умумий шартини барча режимларда $t_{p1} = t_{p2} = t_{p3} = t_{p4}, \dots, t_{pm} = t_{pm}$ бажарилиши талаб этилади, бунда m — режимлар сони.

Олинган натижалар қуйидаги формула бўйича қайта ишланади:

$$\left(p_{кам}^2 - p_{m.m}^2 - \beta C_m \right) / Q_m = a(t_p) + b Q_m, \quad (IV.54)$$

бунда $p_{m.m}$ — қудуқ туби босими, кгс/см²; Q_m — m -режимдаги дебит, минг м³/сут; β — босимнинг тикланиш эгри чизигининг бурчак коэффициентини; C_m — қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланадиган коэффициент:

$$C_1 = 0; \quad C_2 = 0,176 Q_1; \quad C_3 = 0,097 Q_1 + 0,176 Q_2;$$

$$C_4 = 0,067 Q_1 + 0,097 Q_2 + 0,176 Q_3;$$

$$C_5 = 0,051 Q_1 + 0,067 Q_2 + 0,097 Q_3 + 0,176 Q_4.$$

Ёзувни қисқартириш учун фақат биринчи сонларни ёзамиз:

$$C_6 = 0,041 Q_1 + \dots; \quad C_7 = 0,034 Q_1 + \dots; \quad C_8 = 0,03 Q_1 + \dots;$$

$$C_9 = 0,026 Q_1 + \dots; \quad C_{10} = 0,024 Q_1 + \dots; \quad C_{11} = 0,021 Q_1 + \dots;$$

(IV.54) формула бўйича тадқиқот натижаларини қайта ишлаш коэффициент b нинг барқарорлашган қийматини ва коэффициент $a(t_p)$ ни аниқлаш имконини беради. a нинг қарор топган қийматини (IV.49) формула бўйича ёки t_{6a} ва R_x маълум бўлганда (IV.50) ҳамда (IV.51) формулалари бўйича топиш мумкин.

Агар тадқиқот босим тўлиқ тикланмаганидан сўнг амалга оширилса, индикатор чизиғи координата ўқида C_0 кесмага тенг Δp_2 ни кесади, у қуйидагига тенг:

$$C_0 = \beta Q_{\kappa a} \lg \frac{t_{\kappa a} + t_{m y}}{t_{m y}}, \quad (IV.55)$$

бунда $Q_{\kappa a}$ — дебит, бу билан қудуқ ҳаво оқими юборилиб тозаланган ёки тухтагунча ишлаган, минг м³/сут; $t_{\kappa a}$, $t_{m y}$ — тегишлича қудуқни ҳаво оқими билан тозаланган, ишланган ёки тухтаган вақти.

Бундай ҳолатда индикатор чизиғини қайта ишлашни қуйидаги формула бўйича ўтказиш лозим:

$$\frac{(p_{\kappa a m}^2 - p_{m m}^2) - \beta(C_0 + C_m)}{Q_m} = a(t_p) + bQ_m. \quad (IV.56)$$

Агар β коэффициенти номаълум бўлса, бундай йўл тугилади: биринчи нуқта саноқнинг боши сифатида қабул қилинади ва белги қиритилади:

$$y_1 = (p_{\kappa a m}^2 - p_{m 1}^2) / Q_1; \quad y_m = (p_{\kappa a m}^2 - p_{m m}^2) / Q_m, \quad (IV.57)$$

$$x_m = C_m / Q_m,$$

индикатор чизиғи қуйидаги формула бўйича қайта ишланади:

$$(y_m - y_1) / x_m = \beta + b(Q_m - Q_1). \quad (IV.58)$$

Эгри чизиқни $(y_m - y_1) / x_m - (Q_m - Q_1)$ координатларда чизиб, β ни ордината ўқидан кесилган кесма, b коэффициентини эса тўғри чизиқнинг оғиш бурчагининг тангеси сифатида аниқлаймиз.

Агар синов олдиан босим статик ҳолатигача тикланмаган бўлса, бунда (IV.57) формуладаги x_m урнига x'_m қўйилади:

$$x'_m = (C_m - C_0) / Q_m. \quad (IV.59)$$

β ва b коэффициентларини аниқлаб ва C_m қийматини билган ҳолда $a(t_p)$ топилади.

Мисол. Қудуқ $t_p = 30$ минутда экспресс-методда тадқиқ қилинди.

Қарор топган режимда ишлаган қудуқдан қуйидаги маълумотлар олинди: $Q_6 = 35$ минг м³/сут ва $p_{m 6} = 95,9$ кгс/см²; $p_{m 1} = 149$ кгс/см². β коэффициенти босимнинг тикланиш эгри чизиғи бўйича аниқланди. $\beta = 100$.

Синов пайтида олинган бошланғич маълумотлар ва қайта ишлаш натижалари IV.6-жадвалда келтирилган ва IV.20-расмда курсатилган.

График метод билан $b = 1,0$ (сут/минг·м³)², a коэффициенти эса қуйидаги формула бўйича ҳисобланди:

$$a = (149,6^2 - 95,9^2 - 1 \cdot 35^2) / 35 = 342 \text{ сут/минг м}^3.$$

Экспресс-метода ўтказилган тадқиқотлар натижалари

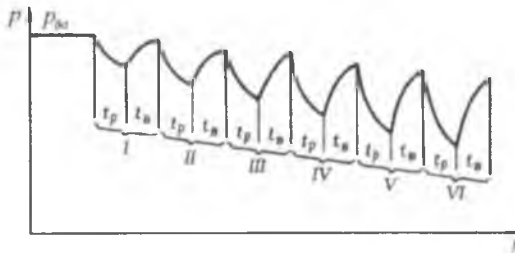
Ре- жим	$P_{к,ср}$ кгс/см ²	P_{mm} кгс/см ²	ρ_{mm}^2	$\rho_{қат}^2 - \rho_{mm}^2$	C_m	$\Delta p^2 - \beta C_m$	$\varrho_{ар}$	$\frac{\Delta p^2 - \beta C_m}{Q_m}$
1	124,3	146,2	21374	1047	0	1047	11,0	95,2
2	119,5	141,5	20022	2400	1,936	2207	20,5	107,0
3	110,0	129,0	16641	5780	2,915	5489	43,0	128,0
4	99,4	116,8	13640	8780	10,293	7750	54,0	143,5
5	90,5	106,3	11300	11120	15,610	9560	63,5	150,2

IV.10.4. Дебитларнинг бир хил - поғонали
ўзгариш методи

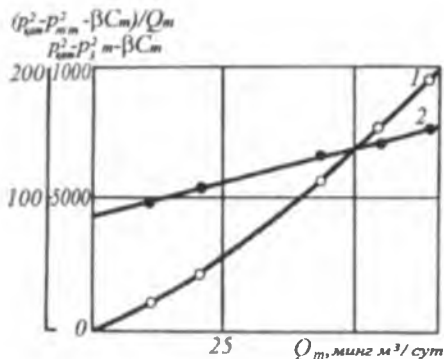
Дебитларнинг бир хил - поғонали ўзгариши методи экспресс-методдан фарқли равишда қудуқнинг режимлар оралиғида тўхта-тишни истисно қилади. Дебитнинг бир хил-поғонали ўзгариши методининг моҳияти қуйидагичадир.

Қудуқда тадқиқотлар бошланишидан олдин бир режимда босими p_b ва дебити Q_b тулиқ барқарорлашган ҳолатда ишлаши лозим. Тадқиқотнинг кейинги бажарилиш тартиби статик босимни $p_{ба}$ ўлчаш заруратига боғлиқ.

Агар $p_{ба}$ ўлчанмаса, у ҳолда бир режимда тулиқ барқарорлашувга эришилганидан сўнг қудуқ t_0 вақтга тўхтатилади, бу вақт босимнинг қатлам босимигача тикланишига (қудуқ оғзида статик босимгача $p_{ба}$) етарли бўлмайди. t_0 миқдор ўртача t_0 4—10 соатга тенг деб қабул



IV.19- расм. Қудуқ экспресс-метод билан тадқиқ қилинганда босимни барқарорлашуви ва тикланишининг ўзига хос графиги. I—VI- режимлар.



IV.20- расм. Қудуқни экспресс-метод билан тадқиқ қилиш натижалари:

- 1- $(p_{кам}^2 - p_{m.m}^2 - \beta C_m)$ нинг Q_m га боғлиқлиги;
 2- $(p_{кам}^2 - p_{m.m}^2 - \beta C_m) / Q_m$ нинг Q_m га боғлиқлиги.

қилинади. t_0 вақтда қудуқ туби босими p_{m0} ва температура ўлчанади. Сўнг қудуқни биринчи режимда Q_1 дебит билан t_p муддатга ишга туширилади, ушбу ва кейинги режимларда қудуқ $Q_1 < Q_2 < Q_3 < \dots < Q_n$ дебит билан ишлайди. t_p режимидаги иш вақти қуйидаги формула бўйича баҳоланади:

$$t_p \approx (0,08 - 0,2)t_0 \quad (IV.60)$$

Қудуқни янги режимга ўтказиш қудуқни тўхтатмасдан ёки 2—3 минутдан кўп бўлмаган вақтга тўхтатиб амалга оширилади. Дебитнинг бир хил-поғонали ўзгариши методининг бу шартини бошқариладиган штуцерлар, сурма-жумраклар ва б.дан фойдаланиб бажариш мумкин.

Агар белгиланган ўзгармас режимдан сўнг қудуқ статик босим $p_{ст}$ ни ўлчаш учун беркитилса, $p_{ст}$ ўлчанганидан сўнг уни $Q_0 \approx 0,5 Q_1$ дебит билан t_0 вақтга ишга туширилади. Тадқиқотнинг кейинги тартиби юқорида ёзилганига ухшашдир.

Тадқиқотлар натижаларини дебитнинг бир хил-поғонали ўзгариши методи билан қайта ишлаш икки ҳалли формула билан амалга оширилиб, унда қатлам босими сифатида t_0 лаҳзадаги қудуқ туби босими p_{m0} қабул қилинади.

Агар қудуқ статик босимни ўлчаш учун тўхтатилмаган бўлса, у ҳолда натижаларни қайта ишлаш $(p_{m0}^2 - p_{mp}^2) - Q_p$ ва $(p_{m0}^2 - p_{mp}^2) / Q_p - Q_p$ координатларда амалга оширилади. Олинган тўғри чизиқ ордината ўқида p_2 / Q_p га тенг булган a кесмани кесади ва Q_p ўқида b га тенг булган оғиш бурчагига эга бўлади.

Агар тадқиқот олдида статик босимни улчаш учун қудуқ тухтатилган бўлса, у ҳолда қайта ишлаш қуйидаги формула бўйича амалга оширилади:

$$p_{m.o}^2 - p_{m.p}^2 = aQ_p + bQ_p^2 - C^*, \quad (IV.61)$$

бунда

$$C^* = aQ_o + bQ_o^2 = const.$$

$(p_{m.o}^2 - p_{m.p}^2 - C) - Q_p$ координаталарда қайта ишланган (IV.61) формула b оғиш бурчаги тангенси ва ордината ўқида a кесмани кесадиган тўғри чизиқ ҳосил қилади. C^* миқдори умумий ҳолатда одатдаги тузиш қиймати C га тенг бўлмай, у нолдан фарқ қилади. Демак, $Q_o = 0$ бўлса, босимни улчашда хатоликларга йўл қуйилган ёки қудуқ тубида суюқлик мавжуд бўлади.

a нинг барқарорлашган қийматини, бошқа тезкор методларда бўлганидек, қудуқ ишининг тургун режими маълумотлари бўйича топилади.

Мисол. Қудуқ тургун режимда қуйидаги дебит билан ишлади $Q_o = 96$ минг $m^3/сут$; $p_{m.e} = 65,7$ кгс/см², $p_{m.кн} = 80$ кгс/см². Тадқиқот олдида қудуқ $t_o = 7$ соатга тухтатилди, бунда $p_{m.o} = 76,2$ кгс/см². Тадқиқот маълумотлари ва қайта ишлаш натижалари IV.7-жадвалда ва IV.21-расмда берилган.

IV.7-жадвал

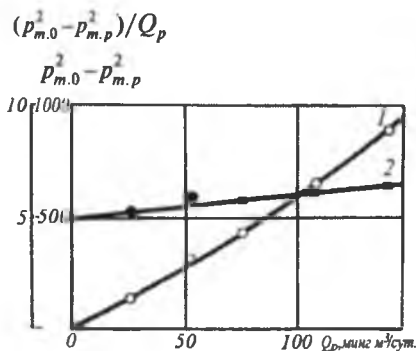
Дебитнинг узгаришини бир хил-поғонали методда тадқиқ қилиш натижалари

Ре- жим	d_w , мм	$p_{m.ср}$ кгс/см ²	$p_{m.кн}$ кгс/см ²	t , °C	Q_p , минг $m^3/сут$	$p_{m.o}^2 - p_{m.p}^2$	$\frac{p_{m.o}^2 - p_{m.p}^2}{Q_m}$
1	5,0	67,0	75,3	25	26	136	5,2
2	7,3	66,0	74,1	26	53	315	5,9
3	8,9	65,3	73,3	28	75	433	5,8
4	11,0	64,0	71,8	29	107	651	6,1
5	13,0	62,5	70,1	30	140	892	6,4

График ёрдамида $b = 0,01$ (сут/минг m^3)², $a(t_p) = 50$ сут/минг m^3 аниқланган. a нинг барқарорлашган қиймати қуйидаги формула бўйича топилади:

$$a = (p_{кам}^2 - p_{м.б}^2 - bQ_o^2) / Q_o =$$

$$= (80^2 - 65,7^2 - 0,01 \cdot 96^2) / 96 = 20,8 \text{ сут/минг } m^3.$$



IV.21- расм. Дебитнинг бир хил-поғонали ўзгариш методидида қудуқни тадқиқ этиш натижалари.

1- $(p_{m0}^2 - p_{m.p}^2)$ нинг Q_p га боғлиқлиги; 2- $(p_{m0}^2 - p_{m.p}^2) / Q$ нинг Q_p га боғлиқлиги.

IV.11. Остки сувлари бўлган қатламларни очган қудуқларни тадқиқ этишнинг ўзига хос хусусиятлари

Остки сувлари бўлган қатламларни очган қудуқларни тадқиқ қилишнинг асосий ўзига хос томони — сув конуслари ҳосил бўлиши ҳисобига қудуқларнинг барвақт сувланиш имкониятидир. Қудуққа остки сувлар конусининг ёриб кириш вақти ва кўтарилиш шиддати депрессияга, қатламнинг кесим буйича бир хиллигига, ғоваклилигига, ўтказувчанлигига, қалинлигига, дарзлилигига, қатламнинг таранглик хусусиятларига, қудуқнинг конструкциясига, қатламни очиш даражасига, перфорациянинг пастки интервалдан газ-сув туташ юзасига бўлган масофага ва б.га боғлиқ. Ҳозирги вақтда қудуқни ўзлаштириш ва синаш жараёнида сув конусининг қудуққа ёриб киришини олдини оладиган ва мумкин бўлган депрессияни аниқлашнинг ишончли методлари йўқ. Амалиётда қўлланиладиган қатламга берилиши мумкин бўлган депрессияни аниқлашнинг тахминий методлари конус ҳосил бўлишининг анча содда математик модели учун қўлланилади, қудуқнинг ҳисоблаб чиқилган режимда ишлашида сувланиш эҳтимолини баҳолаш аниқлигини анча пасайтиради.

Тадқиқ қилинаётган қудуқда қатламга берилиши мумкин бўлган депрессияни баҳолаш учун қуйидаги тахминий формулалардан фойдаланиш керак:

$$\Delta p_{m.б} \leq \frac{(\gamma_c - \gamma_r)h^2}{3} \left[\frac{1}{\sqrt{k_{c.к}^2 + R_c^2}} - \frac{\sqrt{3}}{h} \right] \sqrt{\frac{k_r}{k_c}} + 0,42 (\gamma_c - \gamma_r)h; \quad (IV.62)$$

ёки

$$\Delta p_{м.б} \leq \left\{ 0,1 (h-h_{о.к})(\gamma_{суб} - \gamma_r) \left[2p_{қат} - 0,1(h-h_{о.к})(\gamma_{суб} - \gamma_r) \right] \right\}^{1/2} \quad (IV.63)$$

бунда γ_c, γ_r — мос равишда қатлам шароитидаги сув ва газнинг солиштирма оғирлиги, кгс/см³; $h, h_{о.к}$ — қатламнинг газли ва очилган қалинлиги, см; k_i, k_v — горизонтал ва вертикал ўтказувчанлик, Д; $p_{қат}$ — қатлам босими, кгс/см².

$h_{о.к} = h/\sqrt{3}$ бўлганда, яъни қатлам очилганда $\bar{h} = h_{о.к}/h > 0,577$ бўлса, (IV.62) формула Паскал қонунини ифодалайди. Шунинг учун $\bar{h} \geq 0,577$ бўлгандаёқ (IV.63) формуладан фойдаланиш керак, у қатламга йўл қўйилиши мумкин бўлган минимал депрессияни ифодалайди, ундан дарзли, юқори ўтказувчан ғовакли муҳитда фойдаланиш мақбулдир.

$\Delta p_{м.б}$ нинг топилган қиймати бўйича, қатлам босими $p_{қат}$ ни билган ҳолда, қудуқ туби босими p_m аниқланади. Формулалардан бири билан аниқланган мумкин бўлган депрессия қудуқ тадқиқ қилинадиган режимлар сонига тенг булинади. Ҳар бир режимдаги депрессия қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\Delta p_i = i \Delta p_{м.б}/n, \quad (IV.64)$$

бунда $i = 1, 2, 3, \dots, n$ — режим рақами; n — умумий берилган режимлар сони. Масалан, биринчи режимда $\Delta p_1 = 1 \cdot \Delta p_{м.б}/n$, охириги-сида эса $\Delta p_{i=n} = p_{м.б}$.

Унча катта бўлмаган (қудуқ туби босимини аниқлашда йўл қўйиладиган хатога тенг бўлган депрессияда режимларни назорат қилиш қийинлашади ва техник жиҳатдан бажариб бўлмайди. Бундай ҳолларда қудуқнинг мумкин бўлган депрессияда ишлашидан $p_{м.б}$ олинган дебитни $Q_{м.б}$ режимларга тақсимланиши амалга оширилади ва қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$Q_i = i Q_{м.б}/n. \quad (IV.65)$$

Масалан, агар қудуқ мумкин бўлган депрессия $\Delta p_{м.б}$ билан ишлаганда унинг дебити $Q_{м.б} = 900$ минг м³/сут ни ташкил этса ва тадқиқотнинг олти режимда амалга оширилиши кўзда тутилган бўлса, у ҳолда биринчи режимда $Q_1 = 1 \cdot 900/6 = 150$ минг м³/сут, иккинчи режимда $Q_2 = 2 \cdot 900/6 = 300$ минг м³/сут ва шу каби бўлади.

Остки сувлари бўлган қатламларни очган қудуқларни тадқиқ қилиш тартиби қуйидагича.

Бошланғич маълумотлар $p_{қат}, \gamma_{суб}, \gamma_r, R_k, h, h_{о.к}, k_r$ ва k_v қабул қилинган.

(IV.62) ёки (IV.63) формула бўйича $p_{м6}$ ҳисобланади.

Маълум $p_{квт}$ ва $\Delta p_{м6}$ бўйича p_m аниқланади.

Тадқиқот пайтидаги режимлар сони $n=5-6$ қабул қилинади.

Мумкин бўлган депрессия ва тадқиқотнинг қабул қилинган режимлари сонига боғлиқ ҳолда (IV.64) ёки (IV.65) формуласи бўйича айрим режимлардаги депрессия ёки дебитлар аниқланади. Кутилаётган дебит ва босимга мувофиқ равишда шайбалар (диафрагмалар) танланади.

Турли режимларда тадқиқотлар ўтказишда босим, температура ва дебитлар қайд қилинади, шунингдек қудуқдан сув чиқиши назорат қилинади.

Олинган натижалар стандарт методика бўйича қайта ишланади.

Агар тадқиқот жараёнида қатлам сувининг чиқиши кузатилса, у ҳолда айрим режимлардаги депрессияларга тузатишлар киритилади.

Агар депрессияни камайтириш билан остки сувларнинг ёриб киришини тўхтатиш мумкин бўлмаса, у ҳолда қудуқда таъмирлаш-профилактика ишларини амалга ошириш керак.

IV.12. Ерости газ омборларидаги газ қудуқларини тадқиқ қилишнинг ўзига хос хусусиятлари

Ерости газ омборларидаги газ қудуқларини тадқиқ этиш методлари моҳияти газ конларидаги қудуқларни тадқиқ қилиш методларидан фарқ қилмайди. Ишлатилиб булинган ва сувли структураларда барпо қилинган ерости газ омборларидаги қудуқлардан газни ўзгармас дебитда чиқариб олиш методини қўллаган ҳолда газ олиш даврида ва нейтрал даврда тадқиқ этиш методи газ конларидаги қудуқларни тадқиқ этиш методига ўхшашдир.

Тадқиқотларнинг мавжуд ўзига хос томонлари ерости газ омборлари ва газ конларининг вазифаларидаги фарқи билан боғлиқдир. Ерости газ омборларидаги газ қудуқларини тадқиқ қилиш атмосферага газ чиқармаган ҳолда амалга оширилиши керак. Бу шарт қатлам ва қудуқ туби параметрларини аниқлаш бўйича тадқиқот ишларининг катта қисмини газ ҳайдаш даврида, ишнинг технологик режимини белгилашда эса газни чиқариб олиш даврида амалга оширилишини талаб этади.

Ерости газ омборларидаги газ қудуқларини ўзгармас дебитда газ чиқариб олиш методи билан синашда газ конларидаги қудуқларни тадқиқ этиш натижалари бўйича аниқланадиган параметрлардан ташқари, қудуқларнинг газ қабул қила олишини белгилаш ва газни ҳайдаш пайтидаги фильтрацион қаршилик коэффицентлари a ва b

ни аниқлаш зарур. Бу коэффициентлар газ чиқариб олиш жараёнидаги синов пайтида олинган шунга ўхшаш a ва b дан кескин фарқ қилиши мумкин.

Газ ҳайдашнинг ниҳоясида қопқоқнинг ишончлилиги мезони сифатида фойдаланиладиган ерости газ омборидаги уюм бўйича ўртача қатлам босимини туғри аниқлаш кўпроқ аҳамиятга эга.

Ерости газ омборидаги қатлам босими нисбатан қисқа вақт оралиғида (газ конлари билан таққосланганда) максимумдан минимумгача ўзгаради. Шу боисдан ерости газ омборидаги қудуқларда босим ва дебит нисбатан узоқ вақт давомида барқарорлашса ҳам қатлам босимини ўзгариши мумкинлигини ҳисобга олиш керак. Агар ерости газ омбори гидродинамик тўсилган ҳар хил таркибли блоklarга ажратилган бўлса, у ҳолда қатлам босимининг амалиётда ишлатиладиган аниқ ўртача қиймати ҳар бир участка учун аниқланиши зарур.

Ерости газ омбори барпо этилган жойга қараб (сувли структураларда ёки ишлатиб бўлинган газ ва газконденсат конларида) ерости газ омборидаги газ қудуқларини тадқиқ қилишнинг зарурий ҳажми ва вазифалари белгиланади.

Агар ерости газ омбори ишлатиб бўлинган газ ва газконденсат конларида барпо этилган бўлса у ҳолда:

1) қатлам босимини аниқлаш бўйича тадқиқот ишлари ҳажми кўпинча сувли структураларда барпо қилинган ерости газ омборидагидан 1,5—2 баробар кўп бўлади, бу уларнинг ҳар хил таркиблилиги билан боғлиқ;

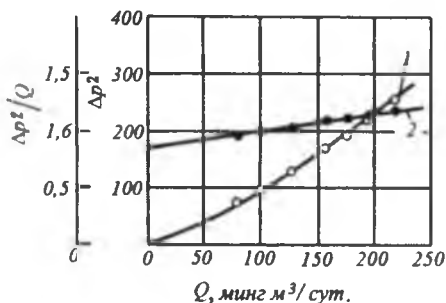
2) конни ишлатиш жараёнида амалга ошириладиган тадқиқот натижаларини ҳисобга олиш керак;

3) агар ерости газ омбори ишлатиб бўлинган газконденсат конларида барпо этилган бўлса, газконденсатлиликни аниқлаш учун тадқиқот ўтказиш зарур;

4) ерости газ омборидаги қудуқларда стационар ва ностационар тадқиқотлар ўтказиш керак.

Агар ерости газ омбори сувли структураларда (қоида бўйича, нисбатан бир хил ва юқори ўтказувчан қатламларда) барпо этилган бўлса, у ҳолда гидроразведка натижаларидан ва қудуқларни тадқиқ этишнинг ностационар методларидан фойдаланишнинг чекланган имкониятларини ҳисобга олиш лозим.

Ерости газ омборидаги қудуқларни газ чиқариб олиш даврида синаш ва олинган натижаларини қайта ишлаш газ конларидаги қудуқларда бажариладиган шундай ишларга айнан ўхшашдир, қуйида



IV.22- расм. Ерости газ омборига газ ҳайдаш жарёнида қудуқни тадқиқ этиш натижалари.

1- Δp^2 нинг Q га боғлиқлиги; 2- $\Delta p^2/Q$ нинг Q га боғлиқлиги.

газни қудуққа ҳайдаш жараёнида амалга оширилган тадқиқот натижаларини қайта ишлаш мисоли берилган. Ўтказиладиган тадқиқотлар газ кондаги газ тайёрлаш пунктига етказиб бериладиган газ қудуқларидаги тадқиқотларга ўхшашдир.

Қудуқлардаги турли иш режимлари бошқариладиган штуцер билан яратилади. Газ сарфи ўлчаш пунктида дифманометр маълумотлари бўйича аниқланади. Газ сарфининг ўзгариш диапозони қатламнинг газ қабул қила олиш имконияти, коллектордаги босим, компрессор станциясига кираверишдаги босим ва б. билан чекланади.

Ерости газ омборига газ ҳайдаш жараёнида газ қудуқларини синаш натижалари қуйидаги формула бўйича қайта ишланади:

$$p_m^2 - p_{кат}^2 = aQ + bQ^2, \quad (IV.66)$$

бунда p_m , $p_{кат}$ — мос равишда қудуқ туби ва қатлам босими, кгс/см²; Q — газ сарфи, минг м³/сут; a , b — фильтрацион қаршилик коэффициентлари.

Мисол. Ерости газ омборига барқарорлашган дебит методида газ ҳайдаб қудуқларни синаш натижаларини қуйидаги бошланғич маълумотлар билан қайта ишланг: $p_{бн} = 54,7$ кгс/см²; $\bar{p} = 0,745$; қудуқнинг чуқурлиги $L = 247$ м, $t_{крт} = 27^\circ\text{C}$. Турли режимларда ўлчанган босимлар, дебитлар ва температуралар миқдори IV.8-жадвалда келтирилган. Тадқиқот натижаларини қайта ишлашдан олинган маълумотлар IV.22-расмда берилган.

Синув маълумотлари бўйича газ ҳайдаш режими $Q = 218$ минг м³/сут дебитда белгиланган. Фильтрацион қаршилик коэффициентлари IV.22-расм бўйича аниқланган ва $a = 0,84$ ва $b = 0,0016$ га тенг.

Ерости газ омбори қудуқларини фаввора қувурлари орқали газ ҳайдаш пайтида синаш натижаларини қайта ишлаш

Ре- жим	$P_{к,ор}$ кгс/см ²	$\zeta, \%$	$Q,$ минг м ³ /сут	$P_{к,ор}$ кгс/см ²	P_m^2	$P_m^2 - P_{кат}^2$	$\frac{P_m^2 - P_{кат}^2}{Q}$
—	54,67	24	—	57,65	3323	—	—
1	65,30	27	80	58,30	3399	76	0,95
2	55,50	29	100	58,50	3422	99	0,99
3	55,75	30	128	58,77	3454	131	1,02
4	56,10	30	157	59,12	3495	172	1,09
5	56,30	34	178	59,34	3521	198	1,11
6	56,40	36	196	59,54	3545	222	1,13
7	56,77	39	218	59,83	3582	259	1,18
8	68,40	41	226	61,56	3789	406	2,08

IV.13. Газконденсат қудуқларида бажарилган тадқиқот натижаларини қайта ишлаш методикаси

Газконденсат аралашмаси тўғри чизиқли қонун бўйича фильтрацияланганда тадқиқот натижаларини қайта ишлаш ва қатлам параметрларини аниқлаш методикаси икки ҳолат учун қараб чиқилади.

1-ҳолат. Конденсацияланиш бошлангандаги босим $P_{к,60}$ қудуқ тубидаги босимдан P_T катта ва қатлам босимидан $P_{нот}$ кичик, яъни $P_T < P_{к,60} < P_{нот}$. Бунда икки фазали фильтрация зонасида газ учун фазовий ўтказувчанликни аниқлаш учун қудуқнинг барқарорлашган иш режимларида функциялар фарқи ΔH^* қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\Delta H^* = a_0 \Delta p_0 \left(\frac{Q}{Q_1} - 1 \right), \quad (IV.67)$$

бунда

$$\Delta H^* = (H_{к,60} - H_m) / P_{кат},$$

$H_{к,60} - H_m$ — икки фазали фильтрация зонасидаги газ босимининг сохта функциялар фарқи; a_0 — IV.5-бандга мувофиқ (IV.25) формула бўйича аниқланадиган коэффициент; $p_0 = P_{кат} - P_{к,60}$; Q — турли режимлардаги нормал шароитларда газ дебити; Q_1 — депрессия пайтидаги Δp_0 , яъни $P_{к,60} = P_m$ даги газ дебити;

Газ учун фазали ўтказувчанликни аниқлаш тартиби қуйидагичадир. Q ва $\Delta p_m = p_{\text{кат}} - p_m$ ларнинг ўлчанган қийматлари бўйича Q нинг Δp_m га боғлиқлик графиги тузилади.

Берилган $p_{\text{кат}}$ ва $p_{\text{к.бо}}$ бўйича Δp_0 аниқланади.

Q нинг Δp_m га боғлиқлиги графигидан Δp_0 ни билган ҳолда Q_1 аниқланади.

Тадқиқот маълумотларидан $\Delta p_m = p_{\text{к.бо}} - p_m$ ҳисобланади.

(IV.25) бўйича аниқланадиган a_0 ни, Q ва Q_1 ни билган ҳолда, барча режимлар учун ΔH^* ҳисобланади.

$\Delta H^*/\Delta p_m$ нинг Δp_m га боғлиқлиги графиги тузилади.

Бунда олинган тўғри чизиқ ордината ўқидан A_0 кесмани кесади. Бу тўғри чизиқнинг оғиш бурчаги тангенс B_0 га тенг (IV.23-расм).

Шундан кейин A_0 , B_0 ва қуйида келтириладиган формуладан фойдаланган ҳолда газ учун нисбий фазовий ўтказувчанлик аниқланади:

$$F_r(\sigma) = (A_0 + 2B_0\Delta p_m) = \frac{\bar{\mu}(p)z(p)}{\bar{p}[1 - C(p)\bar{\gamma}(p)]}, \quad (\text{IV.68})$$

бунда $F_r(\sigma) = k_r(\sigma)/k$ — газ учун нисбий фазовий ўтказувчанлик; k , $k_r(\sigma)$ — мос равишда газ учун мутлақ ва фазовий ўтказувчанлик, D ;

$\bar{\mu}(p) = \mu(p)/\mu(p_{\text{кат}})$; $\bar{z}(p) = z(p)/z(p_{\text{кат}})$; $\bar{p} = p/p_{\text{кат}}$; $c(p)$ — газда-

ги конденсат миқдори, $\text{м}^3/\text{м}^3$; $\bar{\gamma}(p) = 24,046 \frac{p_{\text{к}}}{M_{\text{к}}}$; $\rho_{\text{к}}$ — конденсат зич-

лиги, $\text{кг}/\text{м}^3$; $M_{\text{к}}$ — конденсатнинг молекуляр массаси, $\text{кг}/\text{моль}$.

Мисол. Қудуқни тадқиқ қилиш натижалари бўйича газ учун фазовий ўтказувчанлик қуйидаги бошланғич далиллар билан аниқлансин: $p_{\text{кат}} = 330,9$ $\text{кг}/\text{см}^2$; $p_m = 260$ $\text{кг}/\text{см}^2$ бўлганда $p_{\text{к.бо}} = 270$ $\text{кг}/\text{см}^2$ га тенг. Айрим режимлардаги ўлчаш маълумотлари IV.9-жадвалда келтирилган.

Ҳисоблаш натижалари бўйича қуйидаги графиклар тузилган: IV.23-расм, унга биноан $\Delta p_0 = 60,9$ $\text{кг}/\text{см}^2$ бўлганда $Q_1 = 144$ минг $\text{м}^3/\text{сут}$, IV.24-расм, унга биноан $A_0 = 0,75$ ва $B_0 = -0,0046$ га тенг.

$\bar{p} = 260,9/330,9 = 0,7884$; $\bar{\mu}(260,9) = 0,93$; $\bar{z}(260,9) = 0,95$; $C(260,9) = 0,00018$ ва $\bar{\gamma}(260,9) = 0,15$ лигини топиб, $F_r(\sigma) = 0,714$ га тенглигини ҳисоблаймиз.

**Газконденсат қудуқларида бажарилган тадқиқотлар
натижалари ва олинган маълумотларни қайта ишлаш**

Реж-им	$p_{\text{ст}}$ кгс/см ²	Q , минг м ³ /сут	$\Delta p_{\text{ми}}^*$, кгс/см ²	$\Delta p_{\text{ми}}^*$	ΔH^*	$\Delta H^*/\Delta p_{\text{ми}}^*$
1	299,8	76	31,1	—	—	—
2	275,8	133	55,1	—	—	—
3	260,9	161	70,0	10,0	7,08	0,708
4	230,6	200	100,3	40,3	23,33	0,579
5	204,4	210	126,5	66,5	27,5	0,413
6	193,0	218	137,9	77,9	30,83	0,396

2-ҳолат. Конденсацияланиш бошлангандаги босим қатлам ва қудуқ туби босимидан катта, яъни $p_{\text{т}} < p_{\text{кат}} < p_{\text{к.бо}}$. Бунда қатламнинг фильтрацион параметрларини аниқлаш учун тадқиқотлар натижалари қуйидаги формула бўйича қайта ишланади:

$$Q/\Delta p_{\text{ми}} = A + B\Delta p_{\text{ми}} + D(\Delta p_{\text{ми}})^2, \quad (IV.69)$$

бунда A, B, D — доимий коэффициентлар.

Қатлам параметрларини аниқлаш тартиби қуйидагича.

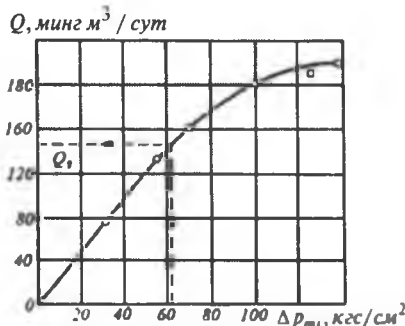
Тадқиқот натижалари бўйича $\Delta p_{\text{ми}} = p_{\text{кат}} - p_{\text{ми}}$ аниқланади.

$Q/p_{\text{ми}}$ нинг $p_{\text{ми}}$ га боғлиқлиги графиги тузилади. Танланган нуқталар ёки энг кичик квадратлар методи ёрдамида A, B, D коэффициентлари аниқланади.

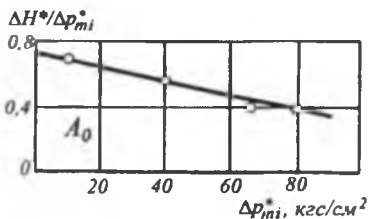
Қатламнинг ўтказувчанлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\frac{khF_{\Gamma}(\sigma_{\kappa})}{\mu(p_{\text{кат}})} = \frac{18,43 p_{\text{ат}} Az(p_{\text{кат}})T_{\text{кат}}}{T_{\text{ба}} p_{\text{кат}}} \ln \frac{R_{\kappa}}{R_{\text{с}}}, \quad (IV.70)$$

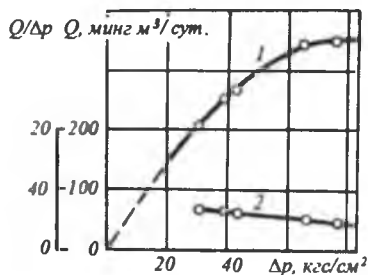
бунда $F_{\Gamma}(\sigma_{\kappa})$ — қатлам чегарасидаги газ учун нисбий фазавий ўтказувчанлик.



IV.23- расм. Газ дебитининг қатламга берилётган депрессияга боғлиқлиги.



IV.24- расм. $\Delta H^*/\Delta p^*_{mi}$ нинг Δp^*_{mi} га боғлиқлиги.



IV.25- расм. Q нинг Δp_c (1) ва $Q/\Delta p$ нинг Δp_c (2) га боғлиқлиги.

Газ учун фазавий ўтказувчанлик қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$k_r(\sigma) = \frac{18,43 p_{ам} A T_{кам} \ln \frac{R_c}{R_c} \mu(p) z(p) \frac{1 - C(p_{кам}) \bar{\gamma}(p_{кам})}{p} \times}{h T_{ба} \frac{1 - C(p) \bar{\gamma}(p)}{1 - C(p) \bar{\gamma}(p)}} \times \left[1 + \frac{2B}{A} \Delta p + \frac{3D}{A} (\Delta p)^2 \right] \quad (IV.71)$$

Мисал. Агар $p_{квт} = 311,8$ кгс/см², $\beta = 0,85$; $z(p_{квт}) = 0,975$; $\ln \frac{R_c}{R_c} = 12,5$ бўлса,

IV.10-жадвалда келтирилган газ конденсат қудуқларини тадқиқоти натижалари буйича газнинг фазавий ўтказувчанлигини аниқланг.

Қайта ишлаш натижалари IV.25-расмда келтирилган. Олинган тўғри чизиқ буйича $A = 8,3$ минг м³/сут (кгс/см²); $B = -0,0475$ минг м³/сут (кгс/см²)² га тенг.

(IV.71) формула буйича ҳисобланган фазавий ўтказувчанлик қиймати IV.10-жадвалда келтирилган.

IV.10-жадвал

Тадқиқотлар натижалари ва олинган маълумотларни қайта ишлаш

Режим	p_m , кгс/см ²	Δp_{m^*} , кгс/см ²	Q минг м ³ /сут	$Q/\Delta p$	k_r (с), мД
1	281,0	30,8	209,00	6,786	23,1
2	273,0	38,8	251,34	6,478	19,5
3	269,0	42,8	267,24	6,244	17,6
4	245,1	66,7	343,79	5,154	7,6
5	234,8	77,0	348,19	4,522	3,8

ФИЛЬТРАЦИЯНИНГ НОСТАЦИОНАР РЕЖИМЛАРИДА ҚУДУҚЛАРНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШНИНГ ГАЗОГИДРОДИНАМИК МЕТОДЛАРИ

Ҳозирги вақтда фильтрациянинг ностационар режимларида ишлаётган газ қудуқларини тадқиқ қилишнинг икки методидан фойдаланилади:

1) қудуқ бекитилгандан сунг қудуқ туби босимининг тикланиш эгри чизигини ифодалаш;

2) маълум бир режимда ишга туширилган қудуқ туби босимининг ва дебитининг барқарорлашиш эгри чизигини ифодалаш.

Бу методлар қатламнинг ўтказувчанлигини, пьезоўтказувчанлигини, говаклилигини аниқлаш, шунингдек, тадқиқ этилаётган қудуқ дренажаётган майдондаги ҳар хил таркибли зоналарни белгилаш имконини беради. Босимни тикланиш ва барқарорлашиш эгри чизикларидан биргаликда фойдаланиш қудуқни ишлаш жараёнида (қудуқ туби зонасини тозалашда ва б.) қатлам параметрларининг ўзгаришини баҳолаш имконини беради.

V.1. Босимнинг тикланиш эгри чизигини ифодалаш ва қайта ишлаш методлари

V.1.1. Босимнинг тикланиш эгри чизигини ифодалаш методикаси

Босимнинг тикланиш эгри чизигини тузиш олдидан қудуқ газ узатгич қувурига уланади ёки газ атмосферага чиқарилади, бунда қудуқ оғзида, қувур ортидаги бушлиқда ва дебит ўлчагичда босимнинг ўзгариши қайд қилинади.

Барқарорлаш ниҳоясига етгач, барқарорлашган босим, температура ва дебит ўлчанади, сунг қудуқ бекитилиб, унинг оғзида ва қувур ортидаги бушлиқда вақтга қараб босим ва температуранинг ўзгариши қайд қилинади. Қудуқнинг ишлашдан тўхташи олдидан барқарорлашмаган режимлар тез-тез алмашилиб турса бундай ҳолларда, босимнинг тикланиш эгри чизигини тузиш учун зарур бўлган параметрларни барча иш режимларида ва қудуқ тўхтатилганда қайд этиш зарур. Қувур орти бушлиғи бўлмаган қудуқларда (пакер билан жиҳозланганда, фаввора қувурлари бўлмаганда ва б.), шунингдек, қудуқ стволида кўп миқдорда суюқлик тўпланганда, қудуқ тубидаги босимнинг тикланиш эгри чизигини чуқурлик манометрлари ёрдамида ўлчаш керак. Барча ҳолларда, айниқса кичик

депрессия билан ишлаётган юқори дебитли ва температурали қатламларни очаётган қудуқлар тубида босимнинг тикланиш эгри чизигини ифодалаш яхши натижа беради.

Қудуқ оғзидан туриб босимнинг тикланиш эгри чизигининг қийматларини олиш учун қудуқ туби босими III бобда баён этилган методга мувофиқ аниқланади.

V.1.2. Босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш методлари

Босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлашда қабул қилинган чегаравий шароитлари, шунингдек, қудуқнинг тўхтагунча ишлаган режими билан белгиланадиган бир нечта методлари мавжуд.

Босимнинг тикланиш жараёнини ифодалайдиган тенгламани ечишда икки қуринишдаги чегаравий шароитлардан: чексиз қатлам ва доимий босимли чекланган қатламлардан фойдаланилади.

Чексиз қатлам учун ифодаланган формуладан қудуқни талқик этиш жараёнида дренажланиш области чегараси қудуқ фаолиятига таъсир этмаганда фойдаланилади.

Чексиз қатлам учун босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш қудуқ тўхтагунча ишлаган шароитга боғлиқ ҳолда қуйидаги методда амалга оширилади.

Агар босимнинг тикланиш эгри чизиги ўлчангунга қадар қудуқни ишлаш вақти T босимнинг тикланиш вақти t дан ($T \geq 20 t$ бўлса етарли), анча кўп бўлган ҳолда босимнинг тикланиш эгри чизиги қуйидаги формула бўйича қайта ишланади:

$$p_m^2 = \alpha + \beta \lg t, \quad (V.1)$$

$$\alpha = p_{m.0}^2 + \beta \lg \frac{2,25\kappa}{R_{к.к.р}^2} + bQ_0^2,$$

$$\kappa = k p_{кат} / m \mu_{кат} \quad (V.2)$$

бунда $p_{m.0}$, p_m — мос равишда бошланғич (тўхташ олдида) ва жорий қудуқ туби босими, кгс/см²; t — босим тикланишининг жорий вақти, с; Q_0 — қудуқнинг тўхташ олдидаги дебити, см³/с; κ — пьезоутказувчанлик коэффициенти, см²/с; m — говаклилик, бирлик улушида; b — икки ҳадли формула коэффициенти (IV.1); h — қатламнинг фойдали қалинлиги, м;

$$\beta = \frac{2,3Q_0\mu_{кат}T_{кат}z_{кат}p_{ат}}{2\pi khT_{6a}}, \quad (V.3)$$

бунда $\mu_{кат}$ — қатлам шароитидаги газнинг қовушқоқлиги, сП; $z_{кат}$ — $p_{кат}$ да ва қатлам температурасида газнинг ўта сиқилувчанлик коэффициенти; $T_{6a} = 293$ К; $p_{ат} = 1,033$ кгс/см².

Босимнинг тикланиш эгри чизигини (V.1) формула буйича қайта ишлашда у p_m^2 ва lgt координаталарда тузилади. Бунда ҳосил булган туғри чизикли уастка ордината ўқида α га тенг ва огиш бурчаги тангенс β га тенг кесмани кесади. Топилган α ва β буйича қуйидаги параметрлар аниқланади.

Қатламнинг ўтказувчанлик параметри

$$\frac{kh}{\mu} = \frac{42,4Q_0 p_{\text{ат}} T_{\text{кат}} z_{\text{кат}}}{\beta T_{\text{ба}}} \quad (\text{V.4})$$

Коэффициент κ маълум бўлганда параметр $\kappa / R_{\text{х.к.р}}^2$

$$\frac{\kappa}{R_{\text{х.к.р}}^2} = 0,445 \exp \left(2,3 \frac{\alpha - p_{m,0}^2 - bQ_0^2}{\beta} \right) \quad (\text{V.5})$$

Такимиллашган қудуқ учун: қатламнинг пьезоўтказувчанлиги

$$\kappa = 0,445 R_c^2 \exp \left(2,3 \frac{\alpha - p_{m,0}^2 - bQ_0^2}{\beta} \right) \quad (\text{V.6})$$

ва mh параметр

$$mh = 2,25 \frac{kh}{\mu} \frac{p_{\text{кат}}}{R_c^2} \exp \left(-2,3 \frac{\alpha - p_{m,0}^2 - bQ_0^2}{\beta} \right) \quad (\text{V.7})$$

ёки kh/μ ва κ параметрлар маълум бўлганда

$$mh = \frac{kh}{\mu} \frac{p_{\text{кат}}}{\kappa} \quad (\text{V.8})$$

Пьезоўтказувчанлик коэффициенти маълум бўлганда: қудуқнинг келтирилган радиуси

$$R_{\text{х.к.р}} = \sqrt{0,445 \frac{\kappa}{R_c^2} \exp \left(-2,3 \frac{\alpha - p_{m,0}^2 - bQ_0^2}{\beta} \right)} \quad (\text{V.9})$$

ва параметр $C = C_1 + C_2$, (IV.2) бандга мувофиқ қудуқнинг такомиллашганлигини ва қудуқ туби зонасининг ҳолатини тавсифлайди.

(V.4)–(V.9) формулаларда қуйидаги ўлчамлар қабул килинган: Q_0 - минг $\text{м}^3/\text{сут}$; T - К ($T_{\text{ба}} = 293$ К) да; kh/μ - Д/м/сП да; k - Д да; κ $R_{\text{х.к.р}}^2$ - 1/с да; h - м да; b - (минг $\text{м}^3/\text{сут}$)² да; R_c - см да.

Мисол. Қудуқ барқарорлашган режимда $p_{\text{кат}} = 229,5$ кгс/см² да $Q_0 = 754$ минг $\text{м}^3/\text{сут}$ дебит билан ишлагандан сўнг; $T_{\text{кат}} = 203$ К қувур ортидаги бушлиқда босимнинг тикланиш эгри чизиги ифодаланган. Тадқиқотни барқарорлашган методи билан қайта ишланганда олинди: $\alpha = 16,0$ сут/минг м^3 ; $b = 0,03$ (сут/минг м^3)².

Қудуқ радиуси $R_c = 10$ см; номукамаллик коэффициенти $C_1 = 1,3$; $C_2 = 0,33$. Босимнинг тикланиш эгри чизигининг бошланғич маълумотлари ва формула буйича қайта ишлаш V.1-жадвалда ва V.1-расмда келтирилган.

Босимнинг тикланиш эгри чизигини (V.1) формула буйича қайта ишлаш

$\angle, \text{с}$	$\lg \angle$	$\rho_{\text{кон}}, \text{кгс/см}^2$	$\rho_{\text{м}}, \text{кгс/см}^2$	$\rho_{\text{м}}^2$
0	—	150,7	170,0	28 900
30	1,477	172,7	200,0	40 000
60	1,778	183,1	212,2	45 200
120	2,079	184,3	216,0	46 660
180	2,255	188,9	219,0	47 960
300	2,477	191,3	222,0	49 280
600	2,778	192,3	223,0	49 730
900	2,954	192,7	223,3	49 860
7 200	3,857	194,7	224,4	50 360
25 200	4,401	195,2	226,1	51 130
39 600	4,598	196,0	227,0	51 530
75 600	4,878	196,1	227,2	51 620
162 000	5,210	196,4	227,6	51 800
248 400	5,394	196,7	228,0	51 980
601 200	5,779	197,2	228,8	52 350
1 112 400	6,045	197,3	228,9	52 400
1 285 200	6,107	198,0	229,3	52 580

Қайта ишлаш натижасига кура $\alpha = 48000$, $\beta = 625$. (V.4)—(V.9) формулалар буйича параметрларни ҳисоблаймиз:

$$kh / \mu = 42,4 \cdot 754 \cdot 1,033 \cdot 303 \cdot 0,82 / 625 \cdot 293 = 44,8 \text{ Д} \cdot \text{м} / \text{сП};$$

$$\frac{\kappa}{R_{\text{к.к.р}}^2} = 0,445 \exp \left(2,3 \frac{48000 - 28900 - 0,3 \cdot 754^2}{625} \right) = 804,6 \text{ 1/с};$$

$$R_{\text{к.к.р}} = 10 \cdot e^{-1,63} = 1,959 \text{ см};$$

$$\kappa = 804,6 \cdot 1,959^2 = 3088 \text{ см}^2/\text{с};$$

$$mh = \frac{kh}{\mu} \frac{\rho_{\text{к.р}}}{\kappa} = 44800 \frac{229,5}{3088} = 332,95 \text{ М}.$$

Кудуқнинг тухтагунча булган иш вақти T тикланиш вақти t ($T < 20t$) дан кам булганда, босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш куйидаги формула буйича амалга оширилади:

$$\rho_{\text{м}}^2 = \rho_{\text{кат}}^2 - \beta \lg \frac{T+t}{t}, \quad (\text{V } 10)$$

бунда T — босимнинг тикланиш эгри чизигини ифдалаш олдиан кудуқнинг Q_0 дебит билан ишлаш вақти, с.

Бундай ҳолда (V.1) формулани қўллаш босимнинг тикланиш эгри чизигининг сўнги участкасини бузади ва қатлам параметрлари ва унинг бир хиллиги туғрисида хато хулосаларга олиб келиши мумкин.

Коэффициент β ни аниқлаш учун босимнинг тикланиш эгри чизиги $\rho_{\text{кат}}^2 - \lg \frac{T+t}{t}$ координаталарда тузилади.

kh/μ нинг параметри (V.4) формула буйича аниқланади. Маълум қатлам босимида тўғри чизиқли участкани координаталари $\rho_m^2 = \rho_{\text{кат}}^2$ ва $\lg \frac{T+t}{t} = 0$ булган нуқтадан босимнинг тикланиш эгри чизигига уринма сифатида утказиш мумкин.

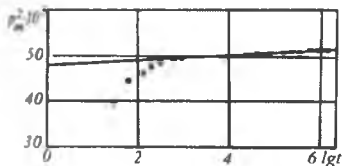
Мисол. Қудуқ 18 соат $Q_0=130$ минг м³/сут дебит билан ишлагандан сунг босимнинг тикланиш эгри чизиги қудуқ оғзида улчанган. Қудуқ туби босимини ҳисоблаш учун бошланғич маълумотлар қуйидагилар: $L = 1450$ м; $\bar{\rho} = 0,62$; $\rho_{\text{кат}} = 146$ кгс/см²; $T_{\text{кат}} = 281$ К; $T_y=273,5$ К; $z = 0,7$.

Босимнинг тикланиш эгри чизигини (V.10) формула буйича қайта ишлаш V.2-жадвалда ва V.2-расмда келтирилган.

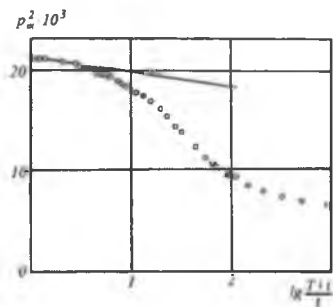
V.2-жадвал

Босимнинг тикланиш эгри чизигини (V.10) формула буйича ҳисоблаш

z, с	$\rho_{\text{кат}}^2$ кгс/см ²	ρ_m^2 кгс/см ²	ρ_m^2	$\frac{T+t}{t}$	$\lg \frac{T+t}{t}$
0	65,5	75,3	5 670	1081	3,0334
60	69,4	80,0	6 400	1091	3,0334
120	71,3	82,2	6 757	541	2,7332
180	72,8	83,9	7 039	361	2,5575
300	76,0	87,7	7 681	217	2,3365
420	79,0	91,2	8 317	155	2,1903
600	82,8	95,8	9 177	109	2,0374
720	84,4	97,6	9 526	91	1,9590
900	87,5	101,5	10 302	73	1,8633
1 020	89,0	103,1	10 629	64	1,8096
1 200	91,0	105,4	11 109	55	1,7404
1 500	95,0	110,3	12 166	44	1,6454
1 800	98,0	114,3	13 064	37	1,5682
2 100	100,4	117,0	13 689	32	1,5024
2 400	102,3	119,3	14 232	28	1,4472
3 000	105,5	123,0	15 129	23	1,3541
3 600	108,0	128,2	15 926	19	1,2788
4 500	110,6	129,3	16 718	15	1,1875
5 400	112,5	131,5	17 292	13	1,1139
6 300	113,6	132,8	17 636	11	1,0531
7 200	113,9	133,1	17 716	10	1,0000
8 400	115,5	135,0	18 225	8,71	0,9400
9 000	116,7	136,4	18 605	7,75	0,8893
10 800	117,3	137,1	18 796	7,00	0,8451
12 600	118,3	138,3	19 127	6,14	0,7882
14 400	118,9	138,9	19 293	5,50	0,7404
16 200	119,9	139,8	19 544	5,00	0,6999
18 000	120,3	140,9	19 853	4,60	0,6628
27 000	121,2	141,9	20 135	3,40	0,5315
30 600	122,0	142,9	20 420	3,12	0,4942
36 000	122,3	143,2	20 500	2,8	0,4472
62 400	123,0	144,0	20 736	2,04	0,3096
196 200	123,7	144,8	20 967	1,33	0,1239
369 000	124,0	145,2	21 083	1,17	0,0682
646 200	124,2	145,4	21 141	1,10	0,0414



V.1- расм. Босимнинг тикланиш эгри чизигини (V.1) формула буйича қайта ишлаш.



V.2- расм. Босимнинг тикланиш эгри чизигини (V.10) формула буйича қайта ишлаш.

Тугри чизиқли участка буйича коэффициент $\beta = 1490$ ни аниқлаймиз. (V.4) формула буйича қатламнинг утказувчанлик параметрини ҳисоблаймиз:

$$kh/\mu = 42,4 \cdot 103 \cdot 1,033 \cdot 281 \cdot 0,7/1490 \cdot 293 = 2,04 \text{ Д} \cdot \text{м/сП}.$$

Чекланган қатлам учун ифодаланган формуладан шундай ҳолларда фойдаланиш мумкинки, қудуқни тадқиқ қилиш жараёнида унинг фаолиятига қатлам чегарасидаги шароит таъсир этган бўлиши, масалан, қудуқ ўлчами кичик қатламда ёки қўшни қудуқларнинг иши унга таъсир кўрсатган шароитда ишлаган бўлиши мумкин.

Босимнинг тикланиши эгри чизигини қайта ишлаш қуйидаги формула буйича амалга оширилади:

$$\lg(p_{\text{кат}}^2 = p_m^2) = \alpha_1 - \beta_1 t. \quad (\text{V.11})$$

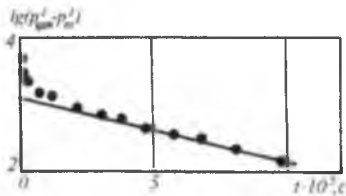
бунда

$$\alpha_1 = \lg 1,11\beta; \quad (\text{V.12})$$

$$\beta_1 = 2,51 \frac{\kappa}{R_*^2}; \quad (\text{V.13})$$

R_* — чегара радиуси, бунда босимнинг тикланиш эгри чизигини ўлчаш вақтида босим доимий бўлиб қолади.

α_1 ва β_1 ни аниқлаш учун босимнинг тикланиш эгри чизиги $\lg(p_{\text{кат}}^2 = p_m^2) - t$ координаталарда тузилади. $p_{\text{кат}}$ номаълум бўлганда (V.11) формулани қўллаш кўпинча мумкин бўлмайди. Бундай ҳолларда $p_{\text{кат}}$ ни аниқлашнинг тахминий методларидан фойдаланилади. Чунки ушбу шароитда чексиз қатлам формуласини қўллаш босимнинг тикланиши эгри чизигининг сўнги участкасини бузади ва изланаётган параметрларга нотўғри қиймат беради.



V.3- расм. Чекланган қатламда босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш.

Қайта ишлаш натижасида олинган коэффициент α_1 дан фойдаланиб, (V.12) формула буйича ни топамиз, сунг (V.4)–(V.10) формулалар буйича қатламнинг тегишли параметрларини топамиз. β_1 коэффициент буйича кўшимча параметрларни аниқлаймиз:

$$\kappa / R_k^2 = \beta_1 / 2,51, \quad (V.14)$$

$$V = \pi m h R_k^2 = 7,88 \cdot 10^{-4} \frac{kh}{\mu} \frac{p_{кат}}{\beta_1} \quad (V.15)$$

ва R_k маълум бўлганда

$$mh = \frac{7,7 \cdot 10^{-3} Q_0 p_{кат} T_{кат} \zeta}{\beta_1 R_k^2 T_{ба} p_{ат}}, \quad (V.16)$$

бунда V — қудуқ дренажлаган зонанинг говак бушлиғи ҳажми, м³.

Мисол. $p_{кат} = 234,2$ кгс/см² ва $T_{кат} = 303$ К бўлганда $Q_0 = 1030$ минг м³/сут дебит билан узоқ вақт ишлаган қудуқ босимининг тикланиш эгри чизигини ифодаланг.

Бошланғич маълумотлар ва (V.11) формула буйича қайта ишлаш V.3-жадвалда ва V.3-расмда келтирилган.

V.3-жадвал

Босимнинг тикланиш эгри чизигини (V.11) формула буйича ҳисоблашга мисол

r, c	$p_{кор},$ кгс/см ²	$p_{пр},$ кгс/см ²	p_m^2	$p_{кат}^2 - p_m^2$	$lg(p_{кат}^2 - p_m^2)$
0	150,0	183,2	—	—	4,3271
10	159,1	183,2	33 560	21 290	4,2567
30	166,6	191,8	36 790	18 060	4,0035
120	183,8	211,6	44 770	10 080	3,8899
180	188,6	217,0	47 090	7 760	3,7016
600	194,1	223,2	49 820	5 030	3,4713
7 200	198,1	227,8	51 440	2 960	3,3820
21 600	199,2	229,0	52	2 410	3,2100
79 600	200,7	230,8	53 260	1 590	3,1210
115 200	201,3	231,4	53 530	1 320	2,9600
208 800	201,9	232,3	53 940	910	2,8400
295 200	202,3	232,7	54 160	690	2,7482
381 600	202,7	233,0	54 290	560	2,6721
468 000	202,9	233,2	54 380	470	2,5190
580 000	203,1	233,5	54 520	330	2,4472
680 000	203,3	233,6	54 570	280	2,3017
813 600	203,4	233,8	54 650	200	2,1461
986 400	203,5	233,9	54 710	140	

Қайта ишлаш натижасида $\alpha_1 = 3,12$; $\beta_1 = 0,926 \cdot 10^{-6}$ лиги аниқланган.

(V.14)—(V.16) формулалар буйича параметрларни ҳисоблаймиз:

$$\beta = \frac{1}{1.11} (10)^{3.12} = 1187,$$

$$kh/\mu = 42 \cdot 4 \cdot 1030 \cdot 1,033 \cdot 303 \cdot 0,82 / 1187 \cdot 293 = 32,2 \text{ Д} \cdot \text{м} / \text{сП},$$

$$\kappa / R_k^2 = 0,926 \cdot 10^{-6} / 2,51 = 0,369 \cdot 10^{-6} \text{ 1/с},$$

$$V = 7,88 \cdot 10^{-4} \cdot 32,2 \frac{234,2}{0,926 \cdot 10^{-6}} = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

$R_k = 500$ м деб ҳисоблаб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$mh = \frac{7,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1030 \cdot 234,2 \cdot 303 \cdot 0,82}{1187 \cdot 0,926 \cdot 10^{-6} \cdot 293 \cdot 1,033 \cdot 25 \cdot 10^4} = 5,55 \text{ м}.$$

Қатлам босимини аниқлаш

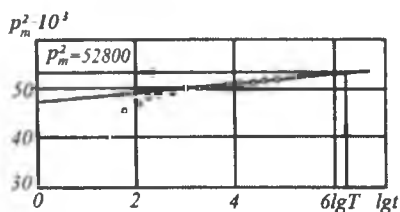
Чегара шароити — чексиз қатлам. $T < 20t$ булган шартда чексиз қатламда қатлам босимини аниқлаш учун босимнинг тикланиши эгри чизиғини (V.10) формула буйича қайта ишланади. Бу ҳолатда туғри чизиқли участка $\lg \frac{T+t}{t} = 0$ гача экстрополяция қилинганда қиймат $p_m^2 = p_{кат}^2$ бўлади.

Мисол тарихасида қатлам босимини V.2-жадвалда ва V.2-расмда келтирилган босимнинг тикланиш эгри чизиғи буйича ҳисоблаймиз. Графикдан курнишича $\lg \frac{T+t}{t} = 0$ да $p_m^2 = 21200$ бўлади, ундан $p_{кат} = \sqrt{21200} = 145,6$ кгс/см². Ўлчанган қиймат $p_{кат} = 146$ кгс/см². Хатолик $< 0,3\%$ ни ташкил этади.

Қудуқнинг тухтатилгунча булган иш вақти катта бўлса ($T \geq 20t$), босимнинг тикланиши эгри чизиғи (V.1) формула буйича қайта ишланади. Бунда қатлам босими туғри чизиқли участкани $\lg t = \lg T$ гача экстраполяция қилиш йули билан аниқланади. Бу нуқтада $p_{кат}^2$ ва жорий қудуқ туби босими квадрати $p_{м1}^2$ ўртасидаги фарқ қуйидагича бўлади $0,3\beta$, яъни $p_{кат}^2 = p_{м1}^2 + 0,3\beta$.

Мисол. Қудуқ 20 сутка мобайнида доимий дебит билан ишлагандан сунг босимнинг тикланиш эгри чизиғи олинган. Ўлчанган $p_{кат} = 230$ кгс/см². $p_m^2 - \lg t$ координаталарда қайта ишланган босимнинг тикланиш эгри чизиғи V.4-расмда келтирилган.

Қайта ишлаш натижасида $\alpha = 47 \cdot 200$, $\beta = 900$ га тенглиги аниқланган.



V.4- расм. Босимнинг тикланиш эгри чизиги бўйича қатлам босимини аниқлаш.

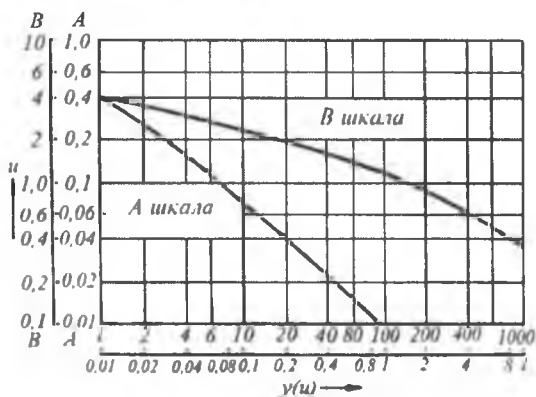
$$p_m^2 = 52800 \quad (\lg t = \lg T = 6,238 \text{ да}).$$

$$p_{\text{кат}} = \sqrt{52800 + 0,3 \cdot 900} = 230,4 \text{ кгс/см}^2.$$

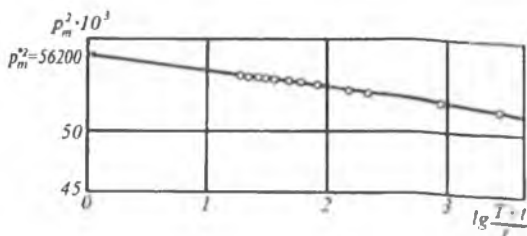
Шуни таъкидлаш керакки, қатлам босимини аниқлашда қайта ишлаш методи тўғри танлашнинг аҳамияти катта. Масалан, қудуқ тўхтагунча узоқ вақт ишлаган бўлса, қудуқнинг дренажлаш области чегарасидаги шароит унга таъсир кўрсатиши ва бундай ҳолатда $p_{\text{кат}}$ ни чексиз қатлам формуласи бўйича аниқлаш методи қўллаш $p_{\text{кат}}$ нинг қийматини анча кўтарилишига олиб келиши мумкин.

Чегара шароити — чекка қатлам. Чекланган қатламда қатлам босимини аниқлаш қуйидаги тартибда бўлади.

Босимнинг тикланиш эгри чизиги $p_m^2 - \lg \frac{T+t}{t}$ координатларда қайта ишланади. β ва $p_m^2 \lg \frac{T+t}{t} = 0$ нуқтада аниқланади.



V.5- расм. $u(u)$ функцияси графиги.



V.6- расм. $p_{кат}$ ни аниқлаш учун босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш.

$u(u)$ куйидаги формула буйича ҳисобланади:

$$u(u) = 2,3(p_{кат1}^2 - p_m^{*2}) / \beta,$$

бунда $p_{кат1}$ — охирида улчанган ёки босимнинг тикланиши эгри чизиги буйича аниқланган қатлам босими қиймати, кгс/см²; T — қудуқнинг тухтагунча ишлаган вақти, $T = Q_{к.о.}/Q_0$, с; $Q_{к.о.}$ — қудуқ босимини тикланиши учун сўнгги бор тухтатилгандан бери жами олинган газ миқдори; Q_0 — тухтатиш олдидан газ дебити.

V.5-расм буйича топиладиган қиймат $u(u)$ билан u аниқланади.

Қатлам босими куйидаги формула буйича ҳисобланади:

$$p_{кат} = \sqrt{p_{кат1}^2 - \frac{\beta}{2,3u}}.$$

Мисол. Тухтагунча 5400 соат ишлаган қудуқда босимнинг тикланиш эгри чизиги улчанган. Қудуқни ишга тушириш олдидан қатлам босими $p_m = 240$ кгс/см² бўлган. Ҷекланган қағламни чегара шароити деб ҳисоблаб, босимнинг тикланиш эгри чизигини ифодалаш пайтида қатлам босимини аниқланг.

Босимнинг тикланиш эгри чизигини ҳисоблаш натижалари ва бошланғич маълумотлари V.4-жадвалда ва V.6-расмда келтирилган. Графикдан $\lg \frac{T+t}{t} = 0$,

$$p_m^{*2} = 56200, \beta = 1333 \text{ ни оламиз.}$$

V.4-жадвал

Қатлам босимини аниқлаш учун босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш

t , соат	p_m^2	$\frac{T+t}{t}$	$\lg \frac{T+t}{t}$	t , соат	p_m^2	$\frac{T+t}{t}$	$\lg \frac{T+t}{t}$
2	51 830	2701	3,431	106	54 290	46,3	1,666
6	82 440	901	2,955	130	54 380	37,9	1,579
22	53 260	219	2,340	161	54 520	30,8	1,489
32	53 530	151	2,179	189	54 570	26,4	1,422
58	53 940	83,8	1,923	226	54 650	22,2	1,346
82	54 160	59,5	1,774	276	54 710	18,5	1,267

у(и) ни ҳисоблаймиз

$$y(u) = \frac{(240^2 - 56200)2,3}{1333} = 2,07.$$

V.5-расм буйича $u=0,25$ ни топамиз.

Қатлам босими қуйидагига тенг

$$p_{\text{кат}} = \sqrt{240^2 - \frac{1333}{2,3 \cdot 0,25}} = 235,1 \text{ кгс / см}^2.$$

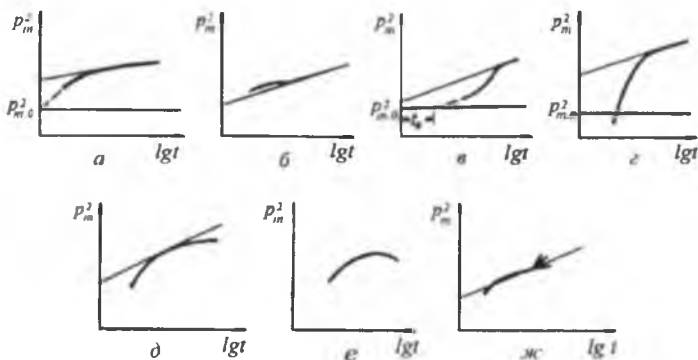
V.1.3. Босимнинг тикланиш эгри чизиги шаклига турли омилларнинг таъсири

Босимнинг тикланиш эгри чизигининг куриб чиқилган методлари бир жинсли қатламда ишлаётган қудуқни бир лаҳзада бекитиш шаронти учун ишлаб чиқилган бўлиб, қудуқ тўхтатилгунга қадар босимнинг стационар тақсимланишини ва босимнинг тикланишининг изотермик шароитини ифодалайди. Маълумки, амалиётда қудуқларда бундай шароитларга риоя қилиш мумкин эмас. Шу сабабли тегишли методларнинг координаталарида босимнинг тикланиш эгри чизиқларининг шакли ўзгаришларга учрайди, қоида буйича, улар тўғри чизиқдан фарқланади. Бунда босимнинг тикланиш эгри чизигининг шаклини бузилиши унга қандай омил таъсир этганига қараб юзага келади ва бу жараён унинг турли участкаларида содир булиши мумкин.

Босимнинг тикланиш эгри чизигининг бошланғич участкалари шаклининг бузилиши қуйидаги омиллар таъсирида юз бериши мумкин.

Қудуқ оғзи беркитилгандан кейин ҳам қудуққа кираётган газ оқимининг мавжудлиги. Бунда бошланғич участка, V.7- а расмда курсатилганидек, тўғри чизиқдан пастга томон қийшаяди. Босимнинг тикланиш эгри чизиги, қоида буйича, $lgt = 0$ ва $p_m^2 = p_{m,0}^2$ координатали нуқтадан бошланади. Бундай босимнинг тикланиш эгри чизигини оқимни ҳисобга олган ҳолда қайта ишлаш V.1.4- бандда келтирилган.

Қудуқ туби зонаси параметрларининг қатлам параметрларидан анча фарқланиши, шу жумладан, уларнинг конденсатнинг ажралиши натижасида ёмонлашуви ва жадаллаштириш ишлари натижасида яхшиланишида кўринади. Агар қудуқ туби зонасининг ўтказувчанлиги қатлам ўтказувчанлигидан яхши бўлса, бошланғич участка тўғри чизиқдан юқорига томон қийшаяди (V.7- б расмга қаранг). Агар қудуқ туби зонасининг параметри ёмонлашган бўлса, у ҳолда бошланғич участка пастга қараб қийшаяди ва газ оқими таъсирида босимнинг тикланиш эгри чизигига ўхшаш кўринишга эга бўлади. Газ оқимини ҳисобга олган ҳолда қайта ишлаш методини қўллаш бу ҳолатда бошланғич участкани тўғриламайди.



V.7- расм. Босимнинг тикланиш эгри чизиғи шаклига турли омилларнинг таъсири.

Технологик сабаблар, шу жумладан:

1) қудуқ оғзини бекилишига нисбатан қудуқ туби бекилишини кечикиш вақти. Кечикиш вақти t_0 P_{m0}^2 чизиғи билан экстраполяция қилинган эгри чизиқнинг бошланғич участкасининг кесишган нуқтасига тўғри келади. Бу ҳолатда α коэффиценти $t = t_0$ бўлганда аниқланиши керак. Босимнинг тикланиш эгри чизиғининг қуриниши V.7- в расмда акс эттирилган.

2) тўхтатилгунича ишлатилган қувурлар бирикмасидан ёки фаввора қувурларидан босимнинг тикланиш эгри чизиғини ўлчаш. Бунда босимнинг тикланиш эгри чизиғининг дастлабки нуқталари бошланғич қудуқ туби босими P_{m0}^2 дан анча пастда бўлиши мумкин. Эгри чизиқнинг бошланғич участкаси тиклиги билан ажралиб туради, бу ҳолатни айниқса эркин шароитдагига яқин бўлган дебитда қудуқни ҳаво оқими билан тозалашдан сўнг кузатиш мумкин (V.7- г расмга қаранг).

Босимнинг тикланиш эгри чизиғининг сўнгги участкасининг шаклини бузувчи асосий омиллар қуйидагилардир.

Қатлам чегаралари таъсири, яъни босимнинг тикланиш эгри чизиғини қайта ишлаш пайтида қабул қилинган чегара шароитларининг қудуқнинг тадқиқот жараёнидаги ишлаш характериға мос келиши. Масалан, чекланган қатлам шароитида, чексиз қатлам формуласи бўйича ишлаётган қудуқдаги босимнинг тикланиш эгри чизиғи қайта ишланганда сўнгги участка қийшайди (V.7- д расмга қаранг).

Қудуқ тубидаги ва оғзидаги статик температурада анча фарқ бўлган юқори дебитли қудуқларда босим тикланишининг ноизотермик

жараёни. Бундай ҳолларда, қудуқ оғзидаги босимнинг тикланиш эгри чизигини ифодалашда температуранинг барқарорлашувини ҳисобга олмаслик сўнгги участка шаклининг сезиларли бузилишига (V.7- е расмга қаранг), шунингдек, унинг қиялигининг узгаришига ва қатлам параметрларини аниқлашда шу билан боғлиқ хатоликларга олиб келиши мумкин.

Қудуқнинг сиздириш областида яққол ифодаланган ҳар хил таркибли зоналарнинг бўлиши, шу жумладан ўтказмайдиган экранларнинг, қийиқланиш зоналарининг, сбросларнинг ва б. мавжудлиги.

Босимнинг тикланиши эгри чизигининг сўнгги участкаларининг шакли экранлар қиёфаси ва сонига боғлиқлиги, шунингдек, ҳар хил таркибли қатламларда босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш методлари V.1.4-бандда берилган. Босимнинг тикланиш эгри чизигининг кўриниши V.7- ж расмда акс эттирилган.

Қудуқни ишлашдан тухтатиш олдидан унинг иш режимини бузилиши талқиқотлар технологияси, масалан, чуқурлик асбобларини тушириш билан боғлиқ. Бунда қудуқнинг узгарган режимда ишлаш вақти қанча кўп бўлса, унинг стволини қийшайган участкасининг узунлиги ҳам шунча кўп бўлади. Шу сабабли қатлам параметрларини ишончли аниқлаш учун барқарорлашган режимда қудуқ тухтатилгандан сўнг босимнинг тикланиш эгри чизигини улчаш тўғри бўлади, акс ҳолда режим бузилишини босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлашда ҳисобга олиш керак бўлади.

Кесимда турли филтрацион параметрли бир неча қатламларнинг мавжудлиги. Бу ҳолатда чегаранинг таъсир кўрсатиш вақтининг бошланиши энг яхши қағламнинг пьезоўтказувчанлиги билан аниқланади. Бу босимнинг тикланиш эгри чизигида майдони бўйлаб ҳар хил бўлган қўшимча тўғри чизиқли участка билан қайд қилинади.

Келтирилган омиллар босимнинг тикланиши эгри чизигининг барча мумкин бўлган шаклларини белгилай олмайди, наинки амалда айрим омиллар биргаликда таъсир этади, баъзан турли қўшимча омиллар ҳам таъсир этиши мумкин.

V.1.4. Босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлашда турли омиллар таъсирини ҳисобга олиш

Қудуқ тухтатилгандан кейин унга кирадиган газ оқимини ҳисобга олиш

Газ оқимини ҳисобга олиш зарурияти, қоида бўйича, у узоқ вақт давом этганда, масалан, кичик дебитли қудуқларда, шунингдек, босимнинг тикланиш эгри чизигининг сўнгги участкаларини тузиш ва қайта ишлаш мумкин бўлмаган ҳолларда юзага келади.

Босимнинг тикланиш эгри чизигини газ оқимини ҳисобга олган ҳолда қайта ишлаш учун дифференциал ва интеграл методлардан фойдаланилади. Бу методларни турли қудуқларда қўллаш шуни курсатдики, улар айрим ҳолларда турли натижалар беради. Шу сабабли катта аниқликни талаб қиладиган ҳисоблашларда, айниқса ҳар хил таркибли қатламларда икки турдаги методни ҳам қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Куйида босимнинг тикланиш эгри чизигини ҳар бир турдаги методлардан бири билан қайта ишлаш методикаси келтирилади.

Дифференциал метод. Босимнинг тикланиш эгри чизиги куйидаги формула бўйича қайта ишланади:

$$\frac{p_{\bar{p}}^2 - p_{\bar{p}0}^2}{1 - q(t)/Q_0} = \alpha_0 + \beta l g \varphi, \quad (\text{V.17})$$

бунда

$$\alpha_0 = \beta l g \frac{2,25K}{R_{\text{к.к.р}}^2} + b Q_0^2, \quad (\text{V.18})$$

$$\varphi = \frac{t - V(t)/Q_0}{1 - q(t)/Q_0}, \quad (\text{V.19})$$

$$V(t) = \frac{T_{\text{ба}} \Omega_{\text{қуд}}}{z_{\text{ур}} T_{\text{ур}} P_{\text{ат}}} [\bar{p}(t) - \bar{p}_0]; \quad (\text{V.20})$$

$$q(t) = \frac{T_{\text{ба}} \Omega_{\text{қуд}}}{z_{\text{ур}} T_{\text{ур}} P_{\text{ат}}} \frac{d\bar{p}}{dt}; \quad (\text{V.21})$$

$$\bar{p} = (p_m + p_o) / 2. \quad (\text{V.22})$$

$V(t)$ — қудуққа t вақти мобайнида кирган газ ҳажми, см^3 ; $q(t)$ — t моментда қудуққа кирган газ оқими, $\text{см}^3/\text{с}$; \bar{p} , \bar{p}_0 — t ва $t=0$ моментда мос равишда қудуқдаги ўртача босим, $\text{кгс}/\text{см}^2$; p_m , p_o — t моментда қудуқ туби ва оғзидаги босим, $\text{кгс}/\text{см}^2$; Q_0 — қудуқнинг тухтатишдан олдинги дебити, $\text{см}^3/\text{с}$; $\Omega_{\text{қуд}}$ — қудуқ ҳажми, см^3 .

Фаввора қувурлари мавжудлигида $\Omega_{\text{қуд}}$ қувур орти бўшлиғи ва фаввора қувурлари ҳажмлари йиғиндиси сифатида аниқланади.

Бошқа белгилар (V.1)—(V.9) формулалардаги сингаридир.

$d\bar{p}/dt$ миқдори график усулда тахминан аниқланади:

$$\frac{d\bar{p}}{dt} = \frac{(\bar{p} - \bar{p}_0)_{t_2} - (\bar{p} - \bar{p}_0)_{t_1}}{t_2 - t_1}. \quad (\text{V.23})$$

Вақт интервали $t_2 - t_1$ шундай танланиши керакки, токи t нуқтаси интервал ўртасида, яъни $t = (t_2 - t_1)/2$ бўлиши лозим. Босимнинг кутарилиш суръатига қараб, $\Delta t = (t_2 - t_1)/2$ ни бир неча секунддан (бошланғич участкада) бир неча минутгача танлаш мумкин.

Олинган натижаларни $\frac{p_m^2 - p_{m0}^2}{1 - q(t)/Q_0} - \lg \varphi$ координаталарда график йўл билан қайта ишлаб, тўғри чизиқли участка бўйича α_0 ва β аниқланади, сунг улар ёрдамида (V.4)–(V.9) формулалар бўйича топилган параметрлар ҳисобланади.

Интеграл метод. Босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш қуйидаги формула бўйича амалга оширилади:

$$\frac{\ln \bar{t} D(\bar{t})}{2n \left[t - \frac{V(t)}{Q_0} \right]} = \frac{Q_0 \mu z p_{ar} T_{кат}}{2\pi k h T_{6a}} \left[\ln \frac{\kappa}{R_{\kappa, к.р}^2} + 2,3 \lg t \right], \quad (V.24)$$

бунда t — босимнинг тикланиш муддати; $\bar{t} = nt$ — улчамсиз вақт;

$$n = \kappa / R_{\kappa}^2;$$

$$D(\bar{t}) = \int_0^{\bar{t}} \Delta p_m^2(\bar{t} - \bar{\tau}) dG(\bar{\tau}), \quad (V.25)$$

$$\Delta p_m^2 = p_m^2 - p_{m0}^2,$$

τ — интеграллаш параметри, 0 дан t гача ўзгаради, $\bar{\tau} = \tau n$; $G(\bar{t})$ — оқим йиғиндисининг функцияси.

$D(\bar{t})$ ни ҳисоблаш учун босимнинг тикланиш эгри чизиги $\Delta p_m^2(\bar{t} - \bar{\tau}) - G(\bar{t})$ координаталарда тузилади. Бунинг учун параметр белгиси \bar{t} (V.8-расм) булган абсцисса палеткаларидан $G(\bar{t})$ фойдаланилади. График интеграллаш ёрдамида (V.25) формула бўйича $D(\bar{t})$ майдони топилади. $V(t)$ маъдори дифференциал методдаги сингари аниқланади. Қайта ишланган босимнинг тикланиш эгри чизиги қуйидаги координаталарда тузилади:

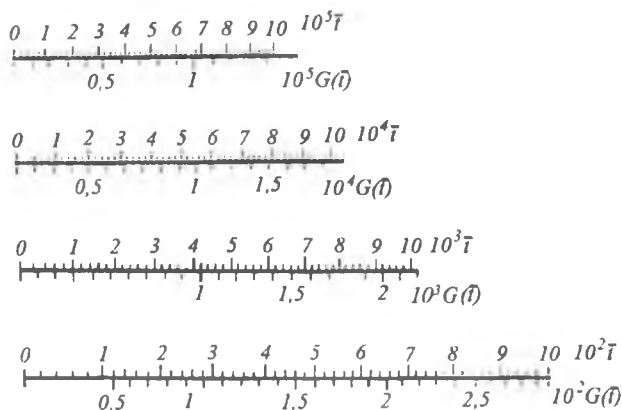
$$\frac{\ln \bar{t} D(\bar{t})}{2n \left[t - \frac{V(t)}{Q_0} \right]} - \lg t.$$

Бунда тўғри чизиқли участканинг оғиш бурчаги тангенс коэффицент β га тенг, ордината уқидан кесилган α' кесма эса қуйидагига тенг:

$$\alpha' = \alpha - \frac{Q_0 \mu z p_{ar} T_{кат}}{2\pi k h T_{6a}} \ln 2,25 \quad (V.26)$$

еки

$$\alpha' = \alpha - \frac{\beta}{2,3} \ln 2,25$$



V.8- расм. Босимнинг тикланиш эгри чизигини интеграл методда қайта ишлаш учун палетка $G(\bar{t})$.

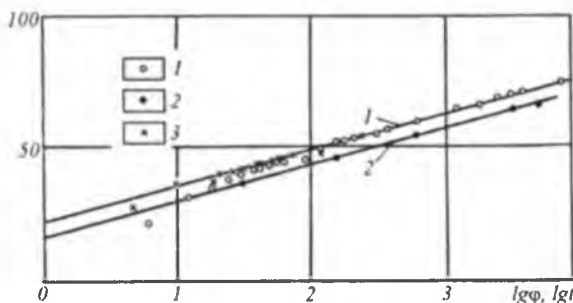
Мисол. $\rho_{\text{мг}} = 20,03 \text{ кгс/см}^2$ босимда $Q_0 = 79,56$ минг $\text{м}^3/\text{сут}$ дебит билан ишлаган қудуқда босимнинг тикланиш эгри чизиги ўлчанган. Қудуқ конструкцияси: фойдаланиш қувурлари бирикмасининг диаметри 168 мм, туширилган чуқурлиги 227 м, 234–243 м интервалда очилган қудуқ туби диаметри 121 мм. Фойдали қалинлик $h = 6,5$ м; ғоваклиги $m = 0,2$; $\bar{\rho} = 0,68$; $\mu = 0,012$ сП; $T_0 = 280$ К; $T_m = 286$ К. Фильтрацион қаршилик коэффицентлари $\alpha = 0,96$; $\beta = 1,6 \cdot 10^{-3}$.

Босимнинг тикланиш эгри чизигининг бошлангич маълумотлари ва $p_m^2 - p_{m0}^2$ V.5-жадвалда келтирилган. Босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлашда қабул қилинган $z = 1,0$; $T_{\text{га}} = T_{\text{гр}}$. Қудуқ ҳажми $\Omega_{\text{га}} = 4,25 \cdot 10^6 \text{ см}^3$.

Дифференциал метод билан қайта ишлаш.

Босимнинг тикланиш эгри чизигини ҳисоблаш ва қайта ишлаш натижалари V.5—V.8-жадвалларда ва V.9-расмда келтирилган. V.6-жадвалдан куришиб турибдики, қудуққа келадиган газ оқими амалда у беркитилганидан сўнг 3 минут ўтгач тўхтаган, шу сабабли уни бундан кейин ҳисоблаш мақсадга мувофиқ эмас.

Таққослаш учун V.9-расмда босимнинг тикланиш эгри чизигини газ оқимини ҳисобга олмай қайта ишлаш натижалари $(p_m^2 - p_{m0}^2) - \lg t$ координаталарда берилган. Шубҳасиз, ҳар икки ҳисоблаш методидаги сўнги участка мос келади.



V.9- расм. Босимнинг тикланиш эгри чизигини оқимни ҳисобга олиш: қайта ишлаш учун оқимни ҳисобга олиш.

1 - $(p_m^2 - p_{m0}^2)$ нинг $\lg t$ га боғлиқлиги; 2 - $\frac{\ln \bar{t} D(\bar{t})}{2n \left[t - \frac{V(t)}{Q_0} \right]}$ нинг $\lg t$ га боғлиқлиги; 3 - $\frac{p_m^2 - p_{m0}^2}{1 - \frac{q(t)}{Q_0}}$ $\lg \phi$ га боғлиқлиги.

V.5-жадвал

Босимнинг тикланиш эгри чизигини тадқиқ қилиш ва қайта ишлаш натижалари

t, c	$\lg t$	$P_r,$ кгс/см ²	P_{m0} кгс/см ²	$P_m^2 - P_{m0}^2$	t, c	$\lg t$	$P_r,$ кгс/см ²	P_{m0} кгс/см ²	$P_m^2 - P_{m0}^2$
0	—	17,76	18,15	0	240	2,38	19,16	19,56	53,32
6	0,78	18,34	18,72	21,24	300	2,48	19,20	19,60	54,88
12	1,08	18,60	18,99	31,32	360	2,56	19,24	19,65	56,55
18	1,25	18,68	19,07	34,34	420	2,62	19,26	19,67	58,65
24	1,38	18,76	19,16	37,47	600	2,78	19,32	19,72	59,74
30	1,48	18,80	19,20	39,04	1200	3,08	19,40	19,81	62,97
36	1,56	18,84	19,24	40,60	1800	3,25	19,44	19,85	64,53
42	1,62	18,86	19,25	41,43	2400	3,38	19,50	19,91	66,98
48	1,68	18,88	19,27	42,16	3000	3,48	19,52	19,92	67,81
54	1,73	18,90	19,30	43,08	3600	3,56	19,53	19,94	68,54
60	1,78	18,92	19,32	43,83	4800	3,68	19,54	19,95	68,64
90	1,95	19,00	19,40	46,96	6000	3,78	19,58	19,98	70,31
120	2,08	19,04	19,44	48,52	6600	3,82	19,61	20,01	71,15
150	2,18	19,08	19,48	50,09	7200	3,86	19,63	20,03	71,88
180	2,25	19,12	19,52	51,75	7800	3,89	19,63	20,03	71,88
210	2,32	19,156	19,55	53,11	—	—	—	—	—

Кудуққа келадиган газ оқимини у беркитилганидан
сунг ҳисоблаш

t, c	$\bar{p},$ кгс/см ²	$\bar{p} - \bar{p}_0,$ кгс/см ²	$(\bar{p} - \bar{p}_0)t_2 -$ $-(\bar{p} - \bar{p}_0)t_1$	$t - t_1,$ с	$\frac{d\bar{p}}{dt}$	$q(t)$ Q_0
0	17,955	—	—	—	—	—
6	18,530	0,575	0,310	6	,0516	0,230
12	18,795	0,840	0,345	12	0,0288	0,129
18	18,875	0,920	0,165	12	0,0138	0,0615
24	18,960	1,005	0,125	12	0,0104	0,0447
30	19,000	1,045	0,065	12	0,0054	0,0241
36	19,025	1,070	0,055	12	0,00459	0,0223
42	19,055	1,100	0,050	12	0,00416	0,0186
48	19,075	1,120	0,045	12	0,00315	0,0167
54	19,100	1,145	0,045	12	0,00315	0,0167
60	19,120	1,165	0,035	12	0,00292	0,01305
120	19,230	1,285	0,0188	120	0,000833	0,00372
180	19,318	1,363	0,0135	120	0,001125	0,000504
240	19,375	1,420	0,0099	120	0,0000825	0,000368

Кудуқ беркитилганидан сунг унга кирган газ миқдорини
V(t) ҳисоблаш

t, c	кгс/см ²	кгс/см ²	$V(t) \cdot 10^6$ см ³	$V(t)/Q_0$
0	17,955	0	—	—
6	18,530	0,575	2,368	2,560
12	18,795	0,840	3,452	3,748
18	18,857	0,920	3,781	4,111
24	18,960	1,005	3,130	4,484
30	19,000	1,045	4,300	4,668
36	19,025	1,075	4,459	4,841
42	19,055	1,100	4,521	4,908
48	19,075	1,120	4,603	5,000
54	19,100	1,145	4,706	5,109
60	19,120	1,165	4,788	5,200
120	19,240	1,285	5,2841	5,713
180	19,318	1,363	5,6019	6,082
240	19,375	1,420	5,8362	6,315

Босимнинг тикланиш эгри чизигини (V.17) формула
буйича қайта ишлаш натажалари

t, c	$1 - \frac{q(t)}{Q_0}$	$\frac{P_m^2 - P_{m0}^2}{1 - q(t)/Q_0}$	$t - \frac{V(t)}{Q_0}$	j	$\lg j$
0	—				
6	0,770	27,3	3,440	4,46	0,649
12	0,871	35,9	8,252	9,47	0,976
18	0,9385	36,6	13,889	18,80	1,274
24	0,9553	39,2	19,516	20,42	1,310
30	0,9759	40,0	25,332	26,00	1,415
36	0,9777	41,5	31,159	31,87	1,504
42	0,9814	42,2	37,092	37,80	1,578
48	0,9833	42,9	43,000	43,73	1,641
54	0,9833	43,8	48,891	49,72	1,697
60	0,9870	44,5	54,800	55,50	1,744
120	0,9983	47,1	114,287	114,70	2,060
180	0,99341	51,7	173,918	174,02	2,240
240	0,99963	53,3	233,685	233,77	2,369

Қайта ишлаш натижаларидан $\alpha = 22,0$; $\beta = 12,75$. (V.4) формулага биноан қуйидагиларни аниқлаймиз:

$$\frac{kh}{\mu} = \frac{42,4 \cdot 79,56 \cdot 1,033}{12,75} = 281 \text{ Д м/сП.}$$

Интеграл методи билан қайта ишлаш.

$t = 30, 150, 600, 3000$ ва 4800 секунд қийматлар учун ҳисоблашлар амалга оширилган. $n = 70$ 1/с деб қабул қилинган. $D(\bar{t})$ миқдор палетка буйича ҳисобланди (V.8-расмга қаранг). Мисол тариқасида V.10-расмда $t = 600$ с бўлганда $\Delta p_k^2(\bar{t} - \tau)$ нинг $G(\bar{t})$ га боғлиқлиги берилган. $D(\bar{t})$ интегрални график интеграллаш йўли билан топилган.

Барча асосий ҳисоблар ва қайта ишлаш натижалари V.9-жадвалда ва V.9-расмда берилган. Графикдан кўриниб турибдики, тўғри чизикли участка бошқа методлардаги сингари оған, коэффициент $\alpha' = 17,0$.

**Босимнинг тикланиш эгри чизигини интеграл методи билан
қайта ишлаш натижалари**

r, c	$\bar{t} = nt$	$\lg r$	$\ln \bar{t}$	$D(\bar{t})$	$\dot{t} = \frac{V(t)}{Q_0}$	$2n \left[r - \frac{V(t)}{Q_0} \right]$	$\frac{\ln D(\bar{t})}{2n \left[r - \frac{V(t)}{Q_0} \right]}$
30	$2,1 \cdot 10^3$	1,477	7,63	$1,66 \cdot 10^4$	25,3	3 540	35,9
150	$10,5 \cdot 10^3$	2,176	9,25	$9,47 \cdot 10^4$	114	20 200	44,75
600	$4,2 \cdot 10^4$	2,778	10,63	$4,21 \cdot 10^5$	594	83 000	54,0
3000	$2,1 \cdot 10^5$	3,477	12,2	$2,15 \cdot 10^6$	2990	419 000	62,7
4800	$3,36 \cdot 10^5$	3,681	12,7	$3,36 \cdot 10^6$	4790	670 000	63,8

**Босимнинг тикланиш жараёнининг ноизометриклигини
ҳисобга олиш**

Босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлашда қудуқ туби босимини оғзидагиси буйича ҳисоблашда температуранинг барқарорлашишини ҳисобга олиш зарур бўлади. Бунинг учун T_{np} сифатида (III.4) формулага ҳар лаҳзада улчанган қудуқ туби ва қудуқ оғзидаги температуранинг ўртача логарифмик далилий қиймати қўйилади. Шу мақсадда босимнинг тикланиш эгри чизиги билан бир пайтда қудуқ оғзида температуранинг барқарорлашиш эгри чизиги (чуқурликдаги нейтрал қатламда) ўлчанади ёки шу эгри чизикнинг бир нечта нуқтаси уни келгусидаги тахминий тузиш учун ўлчанади.

Чуқурликдаги нейтрал қатлам температураси қуйидаги формула буйича ҳисобланади

$$T = T_{н.к} + (T_{к,t} - T_{н.к}) \exp \left(-5,78t \frac{a}{R_k^2} \right), \quad (V.27)$$

бунда T , $T_{к,t}$ — t моментда мос равишда қудуқ деворидаги ва қудуқ тўхтагандан кейинги ($t=0$) температура, К; $T_{н.к}$ — нейтрал қатлам температураси, К; a — қатламнинг иссиқлик утказувчанлиги, м²/соат; R_k — қудуқнинг иссиқлик таъсири радиуси, м.

a/R_k^2 параметр (V.27) формуладан фойдаланган ҳолда, температура T нинг ўлчанган қиймати буйича аниқланади.

Шуни эътиборга олиш керакки, a/R_k^2 ни айрим нуқталар буйича аниқлашда сезиларли хатоликларга йўл қўймаслик учун температуранинг етарли даражада катта t диапазонда шундай ўлчаш керакки, унда $t \geq 0,2 \frac{a}{R_k^2}$ шарт сақлансин.

Температуранинг барқарорлашув даври a/R_x^2 нинг маълум қийматлари ва ΔT нинг айрим берилган миқдори бўйича баҳоланади. Бунда ΔT дан T қиймагининг фарқланиши ва $T_{н.к}$ га нисбатан шартли равишда барқарорлашуви ҳисобга олинади. ΔT нинг миқдори берилган масаланинг шартлари бўйича, шунингдек, техник шартлар бўйича ҳам аниқланиши мумкин, масалан, ўлчов асбобларининг беҳато ишлаши билан ҳам. Барқарорлашув даврини баҳолаш учун қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$t_{ба} = -0,173 \frac{\ln \frac{\Delta T}{T_{к.т} - T_{н.к}}}{a/R_x^2}$$

Температуранинг барқарорлашувини ҳисобга олган ҳолда босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш баён қилинган метод бўйича амалга оширилади.

V.10-жадвал

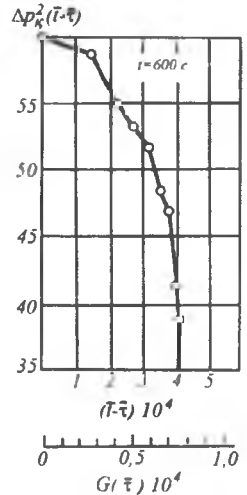
Босимнинг тикланиш эгри чизигини температуранинг барқарорлашувини ҳисобга олган ҳолда қайта ишлаш

t, c	$P, \text{кгс/см}^2$	T, K	T_0, K	Температуранинг барқарорлашувини ҳисобга олган ҳолда				$\lg t$	Температуранинг барқарорлашувини ҳисобга олмаган ҳолда	
				ρ_{σ}	ρ	ρ_{σ}	P_m^2		ρ	P_m^2
0	219,0	378	394,5	0,955	1,2021	263,2	69 300		270,5	73 200
3 600	268,3	372	391,5	0,995	1,1947	320,5	102 720	3,556	329,6	108 640
7 200	268,7	366	388,5	0,992	1,1971	321,7	103 490	3,857	330,1	108 970
10 800	268,7	362,5	386,8	0,989	1,1988	322,1	103 760	4,033	330,1	108 970
14 400	269,0	360	385,5	0,988	1,1997	322,7	104 150	4,158	330,4	109 160
18 000	269,0	355	383,0	0,985	1,2018	323,3	104 510	4,255	330,4	109 160
25 000	268,7	348	379,5	0,982	1,2046	323,7	104 800	4,401	330,1	108 970
32 400	268,4	341,5	376,2	0,976	1,2079	324,2	105 100	4,510	329,7	108 700
36 000	268,3	338	374,5	0,975	1,2091	324,4	105 235	4,556	329,6	108 640
39 600	267,9	334	372,5	0,973	1,2108	324,4	105 235	4,598	329,1	108 300
43 200	267,8	332	371,5	0,972	1,2117	324,5	105 300	4,636	329,0	108 240
50 400	267,4	328	369,5	0,969	1,2137	324,5	105 300	4,702	328,5	107 900
57 600	267,0	323,5	367,2	0,967	1,2157	324,6	105 360	4,760	328,0	107 580
64 800	266,7	320	365,5	0,965	1,2173	324,6	105 400	4,812	327,6	107 320
72 000	266,5	318	364,5	0,963	1,2185	324,6	105 430	4,857	327,4	107 200
79 200	266,2	315	363,0	0,962	1,2198	324,7	105 440	4,899	327,0	106 930
82 800	266,7	314	362,5	0,961	1,2203	324,7	105 440	4,918	326,9	106 860

Мисол. Қудуқ оғзида босимнинг тикланиш эгри чизигини ифодалаш учун чуқурликдаги нейтрал қатлам температураси T уч марта улчанган. Нейтрал қатлам температураси $T_{нк} = 298$ К, бошланғич температура $T_{кт} = 378$ К. Қудуқни тухташидан олдинги дебит $Q_0 = 857$ минг м³/сут; очилган интервал чуқурлиги 3430 м; газнинг нисбий зичлиги $\bar{\rho} = 0,592$; қатлам температураси $T_{корт} = 411$ К. Қудуқ оғзида улчанган босимнинг тикланиш эгри чизиги маълумотлари V.10-жадвалда ва V.11-расмда келтирилган.

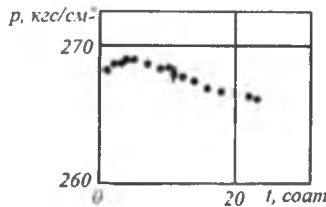
Температуранинг барқарорлашуви ҳисоби ва улчанган қийматлари V.11-жадвалда ва V.12-расмда берилган.

Босимнинг тикланиши эгри чизигини қайта ишлаш (V.1) формула буйича амалга оширилган, бунда қудуқ туби босими барометрик формула буйича, температуранинг барқарорлашувини эътиборга олиб ва олмасдан ҳисобланган.

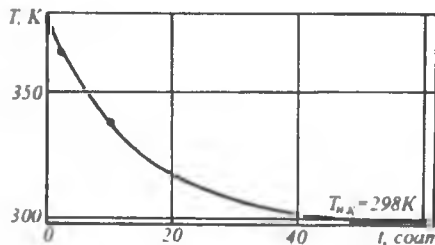


V.10- расм.

$\Delta p_k^2(\bar{t} - \bar{\tau})$ нинг $G(\bar{t})$ га боғлиқлиги.



V.11- расм. Босимнинг тикланиш эгри чизигини ифодалаш пайтида қудуқ оғзида босимнинг узғариши.



V.12- расм. Температура барқарорлашувининг эгри чизиги.

Кудуқ оғзидағи температуранинг эгри чизиқли барқарорлашувини ҳисоблаш

t , соат	T , K	$\frac{T - T_{н.к}}{T_{к.м} - T_{н.к}}$	$\ln \frac{T - T_{н.к}}{T_{к.м} - T_{н.к}}$	$\frac{a}{R_k^2}$
0	378*	1,0000	—	—
0,5	375*	0,9620	- 0,0388	0,0134
2,0	366*	0,8500	- 0,1625	0,0140
5,0	355	0,7120	- 0,3397	0,0117
10,0	338*	0,4930	- 0,7080	0,0122
20,0	318	0,2430	- 1,415	0,0122
30,0	308	0,1200	- 2,123	0,0122
40,0	303	0,0590	- 2,830	0,0122
50,0	300	0,0290	- 3,538	0,0122
60,0	299	0,0143	- 4,246	0,0122

* Улчанган қийматлар.

Қайта ишлаш натижалари V.13-расмда ва V.10-жадвалда келтирилган. Графикдан кўришиб турибдики, температуранинг барқарорлашувини ҳисобга олмасдан тузилган босимнинг тикланиш эгри чизиғи аномал кўринишга эга бўлиб, уни қайта ишлаб бўлмайди.

Температуранинг барқарорлашувини ҳисобга олган ҳолда қайта ишланган босимнинг тикланиш эгри чизиғи бўйича ҳисобланган $\beta = 490$, бундан

$$\frac{kh}{\mu} = \frac{42,4 \cdot 857 \cdot 1,033 \cdot 411 \cdot 1,1}{490 \cdot 293} = 118,2 \text{ Д м/сП.}$$

$a/R_k^2 = 0,0122$ 1/соат ва $\Delta T = 1$ K бўйича температуранинг барқарорлашув даври

$$t_{ба} = -0,173 \frac{\ln \frac{1}{378 - 298}}{0,0122} \cong 60 \text{ соат.}$$

Босимнинг тикланиш эгри чизигини ўлчаш олдида қудуқнинг ишлаш шароитини ҳисобга олиш

Ўтказувчанлиги суст коллекторларни очган қудуқларни тадқиқ қилишда купинча турли режимларда босим тула барқорорлашмаганда, лекин улар оралиғида босим тула тикланганда тезкор методлардан фойдаланилади. Бундай тадқиқотлардан сўнг ўлчанган босимнинг тикланиш эгри чизигини, шунингдек бошқа шунга ухшаш ҳолатларда уни қатламда босимнинг тақсимланишининг ностационарлигини ҳисобга олувчи методлар билан қайта ишлаш лозим.

Босимнинг тикланиш эгри чизигини ўлчашдан аввал қудуқ ишлаган режимда, босимнинг тикланиш вақти t билан T ни таққослашда (V.10) формуладан фойдаланилади. Бу формуладан қудуқ кўп сонли қисқа муддатли режимларда ишлагандан сўнг ўлчанган босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлашда фойдаланиш мумкин.

$$p_m^2 = p_{kam}^2 - \beta \lg \frac{T^* + t}{t}, \quad (\text{V.10}')$$

бунда $T = Q_{ko} / Q_{n-1}$; Q_{ko} — қудуқдан у тўхтагунча чиқариб олинган газ ҳажми, минг м^3 ; Q_{n-1} — қудуқнинг тўхташидан олдинги режимдаги дебити, минг $\text{м}^3/\text{сут}$.

Босимнинг тикланиш эгри чизиги $p_m^2 - \lg \frac{T^* + t}{t}$ координаталарда тузилади, бундан кейинги қайта ишлаш (V.10) формула буйича қайта ишлашга ухшашдир.

Мисол. Қудуқ тўхтатилгунча уч режимда 9 соатдан $Q_1 = 96$ минг, $Q_2 = 103,6$ минг ва $Q_3 = 120$ минг $\text{м}^3/\text{сут}$ дебит билан ишлаган, шундан сўнг босимнинг тикланиши эгри чизиги ўлчанган. Олинган бошланғич маълумотлар ва (V.10) формула буйича қайта ишлаш натижалари V.12-жадвал ва V.14-расмда келтирилган.

T ни ҳисоблаш қуйидаги тартибда амалга оширилди. Дебитларни $\text{см}^3/\text{с}$ га ўтказамиз: $Q_1 = 1,1 \cdot 10^6$; $Q_2 = 1,2 \cdot 10^6$; $Q_3 = 1,39 \cdot 10^6$.

Q_{ko} ни ҳисоблаймиз (бунда $Q = \text{const}$ деб қабул қилинган)

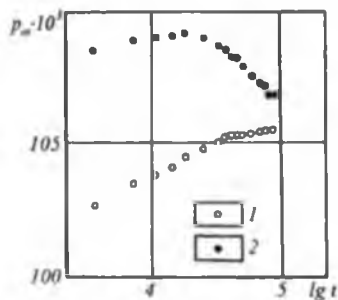
$$Q_{ko} = Q_1 t + Q_2 t + Q_3 t = 32400 \cdot 10^6 (1,1 + 1,2 + 1,39) = 12 \cdot 10^{10} \text{ см}^3.$$

$$\text{Бундан } T = 12 \cdot 10^{10} / 1,39 \cdot 10^6 = 86400.$$

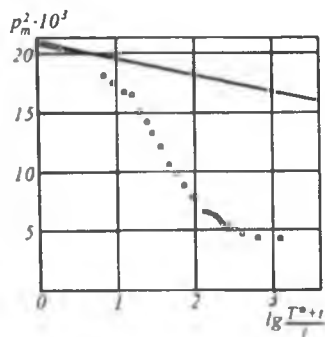
Босимнинг тикланиш эгри чизигини $p_m^2 = \lg \frac{T^* + t}{t}$ координаталарда тузиб, тўғри чизиқли участка буйича $\beta = 1470$ ни оламиз.

Бир нечта қисқа муддатли иш режимларини ва тўхташларни ҳисобга олиш учун қуйидаги формуладан фойдаланиш мумкин:

$$p_{mn}^2 = p_{kam}^2 - \beta \Phi, \quad (\text{V.28})$$



V.13- расм. Босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлашга мисол.
 1-температуранинг барқарорлашувини ҳисобга олган ҳолда;
 2-температуранинг барқарорлашувини ҳисобга олмаган ҳолда.



V.14- расм. Босимнинг тикланиш эгри чизигини (V.10') формула бўйича қайта ишлаш натижалари.

бунда

$$\phi = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{Q_i}{Q_{n-1}} \lg \frac{\left(\sum_{i=1}^{n-1} t_i - \sum_{i=1}^{i-1} t_i \right) + t}{\left(\sum_{i=1}^{n-1} t_i - \sum_{i=1}^i t_i \right) + t} \quad (V.29)$$

Q_n , t_i — i режимининг дебити (минг м³/сут) ва давом этиш муддати (с);
 $i=1, 2, 3, \dots, n$; n — қудуқнинг ишлаш ва тўхташ режимларининг умумий сони, босимнинг тикланиш эгри чизигини улчашни қўшган ва қўшмаган ҳолда;
 Q_{n-1} — босимнинг тикланиш эгри чизигини улчашдан аввалги режимдаги дебит, минг м³/сут; t — босимнинг тиклашини жорий вақти, с.

**Босимнинг тикланиш эгри чизигини (V.10') формула
бўйича қайта ишлаш**

t, c	P_m кгс/см ²	p_m^2	$\frac{T^*+t}{t}$	$\lg \frac{T^*+t}{t}$
0	60,3	3 636	86 400	—
60	65,0	4 225	1 441	3,1584
120	67,3	4 529	721	2,8579
180	69,5	4 830	481	2,6821
240	71,6	5 126	361	2,5575
300	73,9	5 461	289	2,4609
360	75,5	5 700	241	2,3820
420	77,6	6 022	206,7	2,3139
480	79,3	6 288	181	2,2575
540	80,7	6 512	161	2,2068
600	82,2	6 757	145	2,1614
900	89,2	7 956	97	1,9868
1 200	94,8	8 987	73	1,8633
1 500	99,6	9 920	58,6	1,7679
1 800	103,6	10 733	49	1,6902
2 400	110,3	12 166	37	1,5682
3 000	115,9	13 433	29,8	1,4742
3 600	119,5	14 280	25	1,3979
4 500	123,6	15 277	20,2	1,3054
5 400	126,7	16 653	17	1,2304
7 200	130,2	16 952	13	1,1139
10 800	133,5	17 822	9	0,9542
14 400	135,9	18 469	7	0,8451
65 700	142,8	20 392	2,315	0,3636
105 300	143,8	20 678	1,82	0,2601
148 500	144,0	20 736	1,58	0,1987
249 300	144,2	20 793	1,346	0,1303
321 300	144,7	20 938	1,268	0,1038
407 700	144,7	20 938	1,212	0,0828

Босимнинг тикланиш эгри чизиги p_m^2 — ϕ координаталарда тузилади, β коэффициентлари стандарт методлар сингари аниқланади.

Мисол. Қудуқдан $t_1 = 12600c$ мобайнида $Q_1 = 96$ минг м³/сут дебит билан ишлатилган, тухтатилгандан сунг ($Q_2 = 0$) $t_2 = 900c$ бўлганда $t_3 = 72700$ мобайнида $Q_3 = 106,3$ минг м³/сут дебитли режимга утказилган. Шундан сунг қудуқни босимнинг тикланиш эгри чизигини ўлчаш учун беркитишди.

Бошланғич маълумотлар ва (V.28) формула буйича олинган ҳисоб натижалари V.13-жадвалда келтирилган.

Босимнинг тикланиш эгри чизигини (V.28) формула
буйича қайта ишлаш

t, c	P_m^2	$\frac{86280+t}{73680+t}$	$\frac{86280+t}{\lg 73680+t}$	$\frac{86280+t}{0,903 \lg 73680+t}$	$\frac{72780+t}{t}$	$\frac{72780+t}{\lg t}$	j
0	3 636	1,1710	0,0686	0,0619	—	—	—
60	4 225	1,1708	0,0682	0,0615	1214,0	3,0842	3,1457
120	4 529	1,1707	0,0682	0,0615	607,5	2,7836	2,8451
180	4 830	1,1705	0,0682	0,0615	405,3	2,6078	2,6693
240	5 126	1,1704	0,0682	0,0615	304,3	2,4833	2,5448
300	5 461	1,1703	0,0682	0,0615	243,6	2,3867	2,4482
360	5 700	1,1701	0,0682	0,0615	203,2	2,3079	2,3694
420	6 022	1,1700	0,0682	0,0615	174,3	2,2413	2,3028
480	6 288	1,1699	0,0682	0,0615	152,6	2,1835	2,2450
540	6 512	1,1697	0,0682	0,0615	135,7	2,1326	2,1941
600	6 757	1,1696	0,0682	0,0615	122,3	2,0875	2,1490
900	7 956	1,1689	0,0678	0,0612	91,9	1,9133	1,9745
1 200	8 987	1,1682	0,0674	0,0608	61,7	1,7903	1,8511
1 500	9 920	1,1675	0,0672	0,0607	49,5	1,6946	1,7553
1 800	10 733	1,1669	0,0671	0,0606	41,4	1,6170	1,6776
2 400	12 166	1,1656	0,0665	0,0605	31,3	1,4955	1,5560
3 000	13 433	1,1643	0,0660	0,0595	25,3	1,4031	1,4626
3 600	14 280	1,1630	0,0656	0,0592	21,2	1,3263	1,3655
4 500	15 277	1,1611	0,0649	0,0586	17,2	1,2355	1,2941
5 400	16 653	1,1593	0,0640	0,0577	14,5	1,1614	1,2191
7 200	16 952	1,1557	0,0629	0,0558	11,1	1,0453	1,1011
10 800	17 822	1,1491	0,0603	0,0543	7,7	0,8865	0,9408
14 400	18 469	1,1430	0,0580	0,0523	6,1	0,7853	0,8376
65 700	20 392	1,0904	0,0374	0,0337	2,1	0,3222	0,3559
105 300	20 678	1,0703	0,0294	0,0265	1,7	0,2304	0,2569
148 500	20 736	1,0567	0,0241	0,0218	1,5	0,1761	0,1979
249 300	20 793	1,0390	0,0165	0,0148	1,3	0,1188	0,1237
321 300	20 938	1,0319	0,0137	0,0124	1,2	0,0792	0,0916
407 700	26 938	1,0261	0,0111	0,0099	1,1	0,0414	0,0513

Турт режим учун (V.29) формула буйича φ ни ҳисоблаш қуйидаги тартибда амалга оширилди:

$$\varphi = \frac{Q_1}{Q_3} \lg \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t}{t_2 + t_3 + t} + \lg \frac{t_3 + t}{t};$$

$$\varphi = \frac{96}{106,3} \lg \frac{12600 + 900 + 72780 + t}{900 + 72780 + t} + \lg \frac{72780 + t}{t};$$

$$\varphi = 0,9031 \lg \frac{86280 + t}{73680 + t} + \frac{72780 + t}{t}.$$

Бундан кейинги ҳисоб V.13-жадвалда келтирилган.

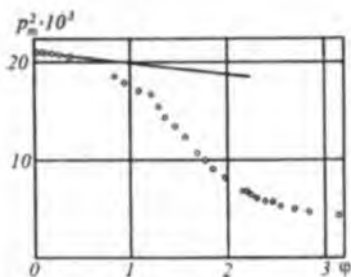
График усулда $P_m^2 - \varphi$ координаталарда қайта ишланган босимнинг тикланиш эгри чизиги V.15-расмда келтирилган, бундан $\beta = 1570$ эканлиги аниқланди.

Ҳар хил таркибли қатламлардаги босимнинг тикланиш эгри чизигининг хусусияти ва уни қайта ишлаш

Радиуси буйича ҳар хил таркибли қатлам. Босимнинг тикланиш эгри чизигига таъсир этувчи асосий омиллардан бири майдон буйлаб турли кўринишдаги ҳар хилликдир (утказувчанлиги ёмон зоналар, тектоник ва литологик бузилишлар, қатламда конденсатнинг ажралиши, нефть хошияси, газ-сув тугаш юзаси ва б.).

Қудуқнинг дренажлаш зонасининг филтрацион параметрлари муттасил ўзгарадиган ҳолларда, тегишли методларнинг координаталарида қайта ишланган босимнинг тикланиш эгри чизиги, қоида буйича, нормал кўринишга эга бўлади ва уларнинг қиймати амалда қудуқ туби зонаси параметри билан буткул боғлиқ бўлади. Демак, ҳар хил таркибли қатламларда жойлашган қушни қудуқлар буйича олинган параметрларнинг турлича бўлиши ҳам шу билан изоҳланади.

Газконденсат қудуқларида конденсат тадқиқот жараёнида улчами буйича катта бўлмаган қудуқ туби зонасида ажралиб, унинг утказувчанлигини пасайтиради. Босимнинг тикланиш эгри чизигида бу иккита туғри чизиқли участка мавжудлиги билан белгиланади. Улардан биринчиси (тикроғи) икки фазали филтрация зонаси параметрларига, иккинчиси — қатламнинг анча узоқроқ, фақат газ ҳаракат қиладиган қисми параметрига мос келади. Чунки босимнинг тикланиш эгри чизигининг бошланғич участкалари, қоида буйича, турли омилларнинг таъсири натижасида бузилиши боис биринчи туғри чизиқли участка бўлмаслиги мумкин. Бунда олинган туғри чизиқли участка қатлам параметрларини тавсифлайди.



V.15- расм. Босимнинг тикланиш эгри чизигини (V.28) формула буйича қайта ишлаш.

Ҳар хил таркиблилиги (экран билан) яққол ифодаланган қатламларда экранларнинг қиёфаси, ўлчами ва сонига боғлиқ ҳолда, (V.1)—(V.10) формулалар буйича аниқланган босимнинг тикланиш эгри чизиги бир нечта тўғри чизиқли участкага эга бўлиши мумкин. Бунда қуйидаги қонуниятлар кузатилади.

Агар тадқиқ этилаётган қатлам чексиз узунликдаги битта чегарага ёки экранга эга бўлса, босимнинг тикланиш эгри чизигида β_1 ва β_2 бурчак коэффициентлари бўлган икки тўғри чизиқли участка қайд этилиб, бунда $\beta_2 \leq 2\beta_1$ (агар экран ўтказувчан бўлмаса, $\beta_2 \approx 2\beta_1$) бўлади. Тўғри чизиқли участкаларнинг бундай ўзаро жойлашуви экранлардан бири қудуққа яқин бўлганида, уларнинг сони ва шаклидан қатъи назар рўй бериши мумкин.

Қудуқ яқинида иккита кесишувчи экран мавжуд бўлса, босимнинг тикланиш эгри чизигида иккита тўғри чизиқли участка қайд қилинади $\beta_2/\beta_1 > 2$.

Қудуқдан анча олисидаги зоналар параметрлари қудуқлар ён атрофидаги параметрларидан яхши бўлганда, иккинчи тўғри чизиқли участканинг бурчак коэффициенти биринчисиникидан кичик бўлади.

Лаборатория тадқиқотларида турли қиёфадаги экранлари бўлган қатламларда босимнинг тикланиш эгри чизигининг янада мураккаб-роқ шакллари аниқланган, бироқ аниқ шароитларда турли омилларнинг таъсири боис бундай босимнинг тикланиш эгри чизиқларини олиш ва бир хил маънода изоҳлаш жуда қийин.

Майдон бўйлаб ҳар хил таркибли қатламлар яққол ифодаланган бўлса босимнинг тикланиш эгри чизигини изоҳлаш қуйидаги тартибда амалга оширилади. Ўтказувчанлик коэффициенти ва $\kappa = R_p^2$ параметри барча ҳолларда, баён қилинган методга мувофиқ, биринчи тўғри чизиқли участка буйича аниқланади. Ўтказувчанлиги

ёмонлашган ёки яхшиланган зоналаргача бўлган масофани аниқлаш учун туғри чизиқли участкаларнинг кесишган нуқтасидан фойдаланилади. Бунда биринчи участка бўйича ёки $\kappa = k\rho_{\text{кат}} / m\mu_{\text{кат}}$ формуласи бўйича бевосита ҳисоблаб аниқланадиган κ қатламнинг маълум пьезоутказувчанлиги кузда тугилади. Эcranгача бўлган масофа куйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$l = 0,75\sqrt{\kappa t_1}, \quad (\text{V.30})$$

бунда t_1 — туғри чизиқли участкалар кесишадиган нуқтага мувофиқ келувчи вақт, с; κ — пьезоутказувчанлик, см²/с; l — экрангача бўлган масофа, см.

Агар босимнинг тикланиш эгри чизигида яққол ифодаланган иккинчи участка бўлмаса, лекин биринчи участканинг қийшайишга мойиллиги сезилса ва экраннинг мавжудлиги тахмин қилинса, у ҳолда ун­гача бўлган масофани куйидаги формула бўйича баҳолаш мумкин:

$$l = \sqrt{\pi\kappa t_1}, \quad (\text{V.31})$$

бунда t_1 — биринчи участканинг қийшайиши бошланишига мувофиқ келадиган вақт, с.

l ни (V.31) формула бўйича ҳисоблашда туғрилиги ўтиш участкасидаги ўлчаш сифати ва сонига боғлиқ.

Ҳар хил таркибли қатламларда босимнинг тикланиш эгри чизигини ифодалаш ва қайта ишлаш технологиясига баъзи бир асосий талабларни таъкидлаб ўтиш керак. Босимнинг тикланиш эгри чизигининг бошланғич ва сўнги участкалари баъзи бир омилларнинг таъсирида бузилиши муносабати билан иккита туғри чизиқли участкани олиш қийин кечади. Айрим ҳолларда қудуқ тўхтагунча ундан қисқа муддатли фойдаланилса ва экрангача бўлган масофа катта бўлмаса, қатлам юқори пьезоутказувчанликка эга бўлса, унда бошланғич (биринчи) участка умуман бўлмаслиги мумкин, бу фильтрация параметрларини нотўғри аниқлашга олиб келади.

Пьезоутказувчанлик кичик ва экрангача масофа катта бўлганида сўнги (иккинчи) участка бўлмаслиги, шунингдек, турли омиллар таъсирида у бузилиши мумкин. Бундай ҳолатда текшириладиган қатламнинг бир хил эмаслиги ҳақида маълумот олиб бўлмайди. Биринчи участканинг ўлчамини ошириш учун қудуқнинг тўхтагунча ўзгармас режимда ишлаш вақтини чўзиш зарур, босимнинг тикланиш эгри чизигининг ўлчаш муддатини кўпайтириб, сўнг участкани олиш мумкин.

Мисол. $\rho_{\text{кат}} = 211,4$ кгс/см²; $T_{\text{кат}} = 303\text{K}$; $h = 10$ м; $m = 0,07$ булган қудуқ барқарорлашган режимда $Q_0 = 1040$ минг м³/сут дебит билан ишлагандан сўнг

босимнинг тикланиш эгри чизиги улчанди. Бошлангич маълумотлар ва (V.1) формула буйича қайта ишлаш натижалари V.14-жадвалда ва V.16-расмда келтирилган. Қайта ишлаш натижасида бурчак коэффициентли иккита туғри чизикли участка олинди $\beta_1 = 3760$ ва $\beta_2 = 7530$, яъни $\beta_2 = 2\beta_1$. β_1 дан фойдаланиб, қатламнинг утказувчанлигини аниқлаймиз:

$$kh/\mu = 42,4 \cdot 1040 \cdot 1,033 \cdot 303 / 3760 \cdot 293 = 12,48 \text{ Д м/сП,}$$

бундан $k = 12,48 \cdot 0,02 / 10 = 0,025 \text{ Д.}$

V.14-жадвал

**Майдон буйлаб гарқалган ҳар хил таркибли қатламда
босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш**

$z, \text{ с}$	$\lg z$	P_{μ} кгс/см ²	P_m^2	$z, \text{ с}$	$\lg z$	P_{μ} кгс/см ²	P_m^2
0	—	120,0	14 400	7200	3,857	154,5	23 870
60	1,778	124,9	15 600	259 200	5,414	178,9	31 990
120	2,079	130,2	16 950	432 000	5,636	183,5	33 670
180	2,255	133,3	17 770	604 800	5,781	185,7	34 490
300	2,477	136,5	18 630	864 000	5,937	188,7	35 600
600	2,778	140,8	19 830	1 137 600	6,055	191,8	36 790
900	2,954	143,7	20 650	1 483 200	6,171	194,8	37 830
1200	3,079	145,0	21 030	1 828 800	6,264	195,6	38 260
1500	3,176	146,2	21 380	2 606 400	6,416	197,9	39 160
2100	3,322	148,0	21 900	3 556 800	6,551	200,8	40 370
3000	3,477	149,9	22 460	4 766 400	6,678	203,9	41 580
3600	3,556	150,8	22 750	6 639 600	6,806	206,4	42 600
4800	3,681	152,4	23 220	7 516 800	6,876	207,2	42 930
6000	3,778	153,4	23 530				

Туғри чизикли участканинг кесишадиган нуқтаси

$$t_1 = 63100 \text{ с (} \lg t_1 = 4,8 \text{) га мос келади.}$$

Пьезоутказувчанлик коэффициенти

$$K = 0,025 \cdot 211,4 / 0,07 \cdot 0,02 = 377,5 \text{ см}^2/\text{с.}$$

(V.30) формула буйича экрангача булган масофани аниқлаймиз:

$$l_1 = 0,75 \sqrt{377,5 \cdot 63100} = 3660 \text{ см} = 36,6 \text{ м.}$$

Куриниб турибдики, $\beta_1, \beta_2 = 2$ нисбати экран қудуқдан бевосита яқин жойда жойлашганлигини билдиради.

Кесим буйича қатламнинг ҳар хиллиги. Қудуқ турли филтрацион хусусиятларга эга булган иккита ёки бир нечта қатламларни очганда, уларни биргаликда тадқиқ қилишда босимнинг тикланиш эгри чизиги тадқиқ этилаётган ҳамма қатламларнинг умумий тавсифини ва айрим келтирилган параметрларни ифодалайди.

Агар қатламлар бир хил босимга $p_{\text{кат}1} = p_{\text{кат}2} = p_{\text{кат}}$ эга бўлса, у ҳолда қудуқ тухтатилгунча олинган дебитда босимнинг тикланиш эгри чизиги бўйича аниқланадиган келтирилган утказувчанлик айрим қатламларнинг утказувчанликлари йиғиндисига тенг бўлади

$$\left(\frac{kh}{\mu}\right)_{\text{ум}} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{kh}{\mu}\right)_i \quad (\text{V.32})$$

Ҳар бир қатламнинг ўз параметрларини аниқлаш учун қудуқ тухтатилиши олдида дебитнинг тақсимланишини билиш керак. Бунда утказувчанлик коэффициентини олдин баён қилинган методлар билан ҳисобланган α ва β коэффициентлар каби аниқлаш мумкин:

$$\left(\frac{kh}{\mu}\right)_i = \frac{42,4 Q_{0i} p_{\text{ат}} T_{\text{кат}} i z_{\text{кат } i}}{\beta T_{6a}} \quad (\text{V.33})$$

ёки $T_{\text{кат}} = T_{\text{кат}}$; $z_{\text{кат}} = z_{\text{кат}}$ ни қабул қилиб,

$$\left(\frac{kh}{\mu}\right)_i = \left(\frac{kh}{\mu}\right)_{\text{ум}} \frac{Q_{0i}}{Q_0} \quad (\text{V.34})$$

бунда Q_0 — қудуқ оғзида ўлчанган жами дебит, минг м³/сут; Q_{0i} — чуқурлик дебитометри билан ўлчанган i қатлам дебити, минг м³/сут; $(kh/\mu)_{\text{ум}}$ — Q_0 да (V.4) формула бўйича аниқланган утказувчанлик.

Қатламнинг бошқа параметрларини ҳам (V.5)—(V.9) формулалар ёрдамида шунга ўхшатиб аниқлаш мумкин, улардаги Q_0 ўрнига қудуқ тубида ўлчанган i қатлам дебити Q_{0i} қўйилади.

Қатлам босимлари бир хил бўлганда қатламлар ёки экранлар чегараларининг таъсири қатламларнинг фильтрацион параметрларига боғлиқ ҳолда вақтнинг турли даврларида ўзини намоеён этади. Бунда босимнинг тикланиш эгри чизигида қўшимча тўғри чизиқли участка қайд қилиниб, унинг бошланадиган жойи энг яхши қатламнинг пьезоутказувчанлиги билан белгиланади. Бу участка бўйича пьезоутказувчанлик маълум бўлганда чегарагача ёки экрангача булган масофани энг яхши қатлам бўйича (V.30), (V.31) формулалар орқали аниқлаш мумкин.

Турли фильтрацион хусусиятларга эга булган қатламлар турли қатлам босимларига ҳам эга булган ҳолларда, қудуқ тухтатилганидан кейин газнинг бир қатламдан иккинчи қатламга оқиб утиши рўй беради, унинг йўналиши ва миқдори қатламларнинг фильтрацион параметрлари ва уларнинг қатламдаги босими нисбатига боғлиқ. Шу сабабли айрим қатламларнинг параметрларини босимнинг тикланиш эгри чизиги бўйича аниқлаш учун қудуқ тухтатилиши олдида ҳам босимнинг тикланиш жараёнида газ дебитининг тақсимланишини билиш керак. Қатлам биргаликда тадқиқ қилинганда босимнинг

тикланиш эгри чизиги билан аниқланадиган келтирилган утказувчанлик қиймати айрим қатламларнинг аниқланган утказувчанлик қиймати йиғиндисидан бирмунча камроқ бўлади.

Газконденсат қудуқларидаги босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш

Газконденсат қудуқларидаги босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш учун фойдаланиладиган ҳисоблаш формулалари қуйидаги қуринишга эга

$$\psi(t) = \beta_0 Q_0 + \alpha_0 (\alpha + \beta_0) Q_0 F(t), \quad (\text{V.35})$$

$$\psi_0(t_n) = \frac{1}{\alpha_0 (\alpha + \beta_0) Q_0} + \frac{1}{(\alpha + \beta_0) Q_0} F_0(t_n), \quad (\text{V.36})$$

бунда Q_0 — қудуқ тухташи олдидан барқарорлашган дебит ($t=0$), $\text{см}^3/\text{с}$;

$$\alpha_0 = 8\kappa / R_{\kappa}^2; \quad \beta_0 = \alpha \left(\ln \frac{R_{\kappa}}{R_{\kappa, \text{к.р}}} - 1 \right).$$

Газконденсат аралашмаси учун

$$\alpha = \frac{p_{\text{кат}} \mu_{\Gamma} (p_{\text{кат}}) z (p_{\text{кат}}) T_{\text{кат}}}{2\pi k F_{\Gamma} (\sigma_{\kappa}) p_{\text{кат}} T_{\text{ба}}};$$

$$\kappa = \frac{k F_{\Gamma} (\sigma_{\kappa}) p_{\text{кат}} T_{\text{кат}}}{m \mu_{\Gamma} (p_{\text{кат}}) a_1 T_{\text{ба}}};$$

$$a_1 = \frac{\frac{p_{\text{кат}}}{z(p_{\text{кат}})} - \frac{p_{\text{т.о}}}{z(p_{\text{т.о}})}}{(p_{\text{кат}} - p_{\text{м.ж}}) \left[1 + \frac{2B}{A} (p_{\text{кат}} - p_{\text{м.о}}) \right]}.$$

бунда $p_{\text{кат}}$, $p_{\text{т.о}}$ — тегишлича қатлам ва қудуқ туби босими ($t=0$), $\text{кгс}/\text{см}^2$; $T_{\text{кат}}$ — қатлам температураси, K ; $T_{\text{ба}} = 293 \text{ K}$; k — утказувчанлик, Д ; m — говаклилик, бирлик улушида; R_{κ} , $R_{\kappa, \text{к.р}}$ — тегишлича қудуқнинг таъминланиш чегараси ва келтирилган радиуси, м ; A , B — газни чиқариб олишнинг барқарорлашган методи бўйича аниқланадиган коэффицентлар; $F_i(\sigma_{\kappa})$ — газ учун фазали утказувчанлик бўлиб, уюм чегарасида тўйинганликка боғлиқ; $\mu_i(p_{\text{кат}})$ — қатлам босимидаги газнинг қовушқоқлиги, сП ; $z(p_{\text{кат}})$ — газнинг ута сиқилувчанлик коэффиценти; $\Psi(t)$, $\Psi(t_n)$, $F(t)$ ва $F(t_n)$ — қудуқ туби босими ва вақтининг айрим функциялари.

Босимнинг тикланиш эгри чизиги газ оқимини ҳисобга олмаганда (V.35), (V.36) формулалар буйича қайта ишланади, бунда

$$\Psi(t) = \Delta H_m(t) + \alpha_0 \Delta I(t); \quad (V.37)$$

$$F(t) = t;$$

$$\Psi_0(t_n) = \frac{t_k - t_n}{\Delta H_m(t_k) + \Delta H_m(t_n)};$$

$$F_0(t_n) = \frac{\Delta I(t_k) - \Delta I(t_n)}{\Delta H_m(t_k) - \Delta H_m(t_n)}; \quad (V.38)$$

$$\Delta H_m(t) = \Delta p_m(t) \left[1 + \frac{2B}{A} (p_{kam} - p_m) - \frac{B}{A} \Delta p_m(t) \right];$$

$$\Delta p_m(t) = p_{kam} - p_m(t);$$

$$\Delta I(t) = \int_0^t \Delta H_m(t) dt,$$

бунда t_k, t_n — мос равишда вақтнинг қайд қилинган (масалан, сунгги) ва исталган дискрет қиймати, с.

Босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш тартиби куйидагича.

Тадқиқот мобайнида олинган маълумотлар буйича $H_m(t)$, шунингдек $\Psi_0(t_n)$ ва $F_0(t_n)$ ҳисобланади.

$F_0(t_n)$ ва $\Psi_0(t_n)$ оралигидаги боглиқлик графиги тузилади.

Ҳосил булган тўғри чизик қия бўлиб, унинг бурчак тангенси $1/(\alpha + \beta_0)Q_0$ га тенг ва ордината ўқида $1/\alpha_0(\alpha + \beta_0)Q_0$ га тенг кесма кесади.

Топилган коэффициент буйича α_0 ва $(\alpha + \beta)$ аниқланади.

Ҳосил қилинган қиймат α_0 дан фойдаланиб, формула буйича $\Psi(t)$ ҳисобланади ва $\Psi(t) - F(t)$ координаталарда босимнинг тикланиш эгри чизиги тузилади.

Ҳосил қилинган тўғри чизик орқали ордината ўқидаги кесма буйича $\beta_0 Q_0$ ва бурчак коэффициенти сифатида $\alpha_0(Q_0 + \beta_0)Q_0$ аниқланади.

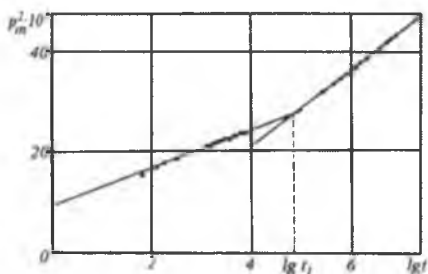
Натижада $\alpha, \beta_0, (\alpha + \beta_0)$ ва α_0 топилиб, улар ёрдамида куйидаги параметрлар аниқланади.

Қатламнинг утказувчанлиги

$$\frac{kh}{\mu_r(p_{кат})} = \frac{z(p_{кат})T_{кат}}{2\pi\alpha p_{кат}T_{ба}}$$

Қатламнинг пьезоутказувчанлиги ва параметрлар $\varkappa/R_x^2, \varkappa/R_x^2 \kappa_p$ аниқланади:

$$\varkappa = \frac{z(p_{кат})T_{кат}}{2\pi\alpha a_1 m h T_{ба}}; \quad \frac{\varkappa}{R_x^2} = \frac{\alpha}{8},$$

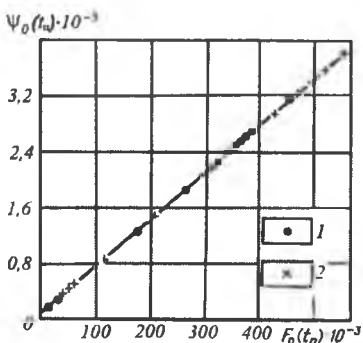


V.16- расм. Майдон буйлаб ҳар хил бўлган қатламларда босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш.

боғлиқлиги туғри чизиқ курунишига эга бўлиб, ордината ўқида кесма кесади $1/\alpha_0(\alpha + \beta_0) Q_0 = 24,3815 \text{ л}/(\text{кгс}/\text{см}^2) \text{ с}$ ва бурчак коэффициентига эга $1/(\alpha + \beta_0) Q_0 = 0,0069 \text{ л}/(\text{кгс}/\text{см}^2)$.

Бундан $\alpha = 0,0068/22,248 = 0,2789 \cdot 10^{-3} \text{ л}/\text{с}$; $\alpha + \beta_0 = 0,49 \cdot 10^{-4} \text{ с}/(\text{кгс}/\text{см}^2)/\text{см}^3$. Топилган α буйича $\Psi(t)$ нинг қиймати ҳисобланди ва $\psi(t)$ нинг $F(t)$ га боғлиқлик графиги тузилади (V.18-расм).

Бурчак коэффициенти қиймати ва ордината ўқини туғри чизиқ кесишидан ҳосил булган кесма ёрдамида қуйидагиларни топамиз:



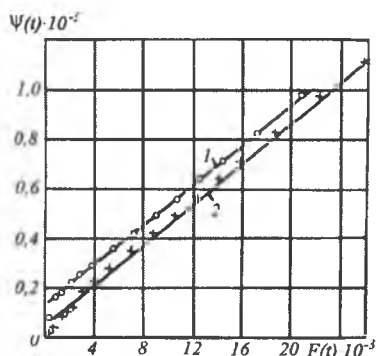
V.17- расм. $\Psi_0(t)$ ва $F_0(t)$ координаталаридаги босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш.

1-оқимни ҳисобга олган ҳолда;
2-оқимни ҳисобга олмаган ҳолда.

$$\frac{\kappa}{R_{\kappa, \text{к.р}}^2} = \frac{\alpha}{8} \exp \left(2 \frac{\alpha + \beta_c}{\alpha} \right).$$

Мисол. Барқарорлашган дебит $Q_0 = 3 \cdot 10^6 \text{ см}^3/\text{с}$ билан ишлаётган газ конденсат қудуғида босимнинг тикланиш эгри чизиги улчанган. Қудуқ ҳажми $3,93 \cdot 10^6 \text{ см}^3$ га тенг. Газни чиқариб олишнинг барқарорлашган методи билан бажарилган тадқиқот натижаларини қайта ишлаш буйича $2B/A = 0$ олинди.

Босимнинг тикланиш маълумотлари ва қайта ишлаш натижалари V.15-жадвалда берилган. $\Psi_0(t_n)$ нинг V.17-расмда келтирилган $F_0(t_n)$ га



V.18- расм. $\Psi(t)$ ва $F(t)$ координаталаридаги босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш.

1-оқимни ҳисобга олган ҳолда;
2-оқимни ҳисобга олмаган ҳолда.

Газконденсат кудуғидаги босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш

ζ , с	p , кгс/см ²	Газ оқимини ҳисобга олган ҳолда										Газ оқимини ҳисобга олган ҳолда				
		$\Delta p_m(t),$ кгс/см ²	$Q(t) \cdot 10^{-6}$ см ³	$q(t) \cdot 10^{-6}$ см ³ /с	$\Delta I(t)$	$\Psi_1(t)$	$\Psi_2(t)$	$F(t)$	$F_0(t_n)$	$\Psi_0(t_n)$	$\Psi(t)$	$\Delta H_c(t_k) -$ $-\Delta H_c(t_n)$	$\Delta I(t_k) -$ $-\Delta I(t_n)$	$F_0(t_n)$	$\Psi_0(t_n) \cdot 10^{-3}$	$\Psi(t)$
0	134,8	0	0	3,0000	0	0	0	0	20228	142	0	146,9	3499492	23822	0,1777	0
180	150,3	15,5	517,0	2,3108	1 395	67,4	6073	33	37241	261	69	131,4	3498097	26621	0,1973	15
480	166,5	31,7	1041,7	1,6919	8 475	72,7	19438	304	39669	276	78	115,2	3491017	30303	0,2224	34
1 380	210,0	75,2	2513,1	1,3719	56 580	128,5	104256	999	327236	2268	167	71,7	3442912	48018	0,3448	90
1 680	219,5	84,7	2845,7	1,0677	80 565	131,5	125081	1135	180108	1249	166	62,2	3418927	5466	0,3926	107
1 980	229,0	94,2	3153,7	0,8547	107 400	131,7	150188	1298	181135	1256	173	52,7	3392092	64366	0,4577	124
3 180	253,8	119,0	3973,0	0,5685	235 320	146,8	290339	2289	5040189	34938	227	27,9	3264172	116995	0,8215	184
4 060	266,8	132,0	4381,8	0,3071	348 270	147,0	388001	2918	8688158	60353	255	14,9	3151222	211491	1,4779	229
5 280	272,1	137,3	4573,8	0,1001	509 850	142,0	527412	3885	460538	3201	289	9,6	2989642	311421	2,1688	279
7 080	274,3	139,5	4646,0	0,0356	758 970	141,1	768110	5597	358224	2483	355	7,4	2740522	370340	2,5703	351
8 800	275,9	141,1	4699,2	0,0250	1 000 286	142,2	1008657	7294	388529	2688	423	5,8	2499206	430897	2,9828	420
10 600	276,9	142,1	4733,4	0,0148	1 255 166	142,7	1261346	9066	377311	2605	494	4,8	2244326	467567	3,2292	492
12 400	277,5	142,9	4752,5	0,0147	1 511 666	143,3	1516823	10852	368823	2541	566	4,0	1987326	496956	3,4250	564
14 200	278,0	143,2	4769,6	0,0146	1 769 156	143,3	1777867	12671	348502	2395	639	3,7	1730336	467658	3,6162	636
16 040	279,1	144,3	4805,7	0,0135	2 033 656	144,9	2042848	14503	33070	2676	714	2,6	1465836	563783	3,8692	711
18 900	279,7	144,9	4826,6	0,0105	2 447 212	145,4	2455807	17351	269513	1841	830	2,0	1051652	525826	3,6000	827
22 500	281,2	146,4	4876,0	0,0093	2 971 552	147,3	2980792	20939	0	0	978	0,5	527940	105580	4,2000	975
26 100	281,7	146,9	4893,1	—	3 499 492	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	1122

$$\alpha_0(\alpha + \beta_0) Q_0 = 0,04069 \text{ (кгс/см}^2\text{)/с};$$

$$\beta_0 Q_0 = 60,8193 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\alpha + \beta_0 = 0,49 \cdot 10^{-4} \text{ с (кгс/см}^2\text{)/см}^3;$$

$$\beta_0 = 0,2027 \cdot 10^{-4} \text{ с (кгс/см}^2\text{)/см}^3.$$

Бундан

$$\alpha = (0,49 - 0,2027) \cdot 10^{-4} = 0,2873 \cdot 10^{-4} \text{ с (кгс/см}^2\text{)/см}^3.$$

Топилган коэффициентлар буйича қуйидагиларни аниқлаймиз:

$$kh/\mu_r (p_{\text{кат}}) = 1/2 \cdot 3,14 \cdot 0,2873 \cdot 10^{-4} \cdot 282 = 19,65 \text{ Д} \cdot \text{см/сП};$$

$$\kappa = 1/2 \cdot 3,14 \cdot 0,2873 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 \cdot 650 = 82,27 \text{ см}^2/\text{с};$$

$$\kappa / R_{\text{к}}^2 = 0,2789 \cdot 10^{-3} / 8 = 0,3486 \cdot 10^{-4} \text{ 1/с};$$

$$\frac{\kappa}{R_{\text{к.к.р}}^2} = \frac{0,2789 \cdot 10^{-3}}{8} \exp \left[2 \frac{0,49 \cdot 10^{-4}}{0,2873 \cdot 10^{-4}} \right] = 10,55 \cdot 10^{-4} \text{ 1/с}.$$

Кудуқ беркитилганидан кейин унга келадиган газ оқимини ҳисобга олган ҳолда босимнинг тикланиш эгри чизиги (V.35), (V.36) формулалар буйича қайта ишланади, уларда

$$\Psi(t) = \Psi_1(t) + \alpha_0 \Psi_2(t);$$

$$F(t) = Q(t)/\Delta q = (Q_0(t) - Q(t))/(Q_0 - q(t)); \quad (\text{V.39})$$

$$\Psi_0(t_n) = (F(t_n) - F(t_n)) / (\Psi_1(t_n) - \Psi_2(t_n));$$

$$F_0(t_n) = \frac{\Psi_2(t_n) - \Psi_1(t_n)}{\Psi_1(t_n) - \Psi_2(t_n)}.$$

бунда

$$\Psi_1(t) = \Delta H_m(t) / (1 - q(t)/Q_0);$$

$$\Psi_2(t) = \Delta I(t) / (1 - q(t)/Q_0).$$

Кудуққа кирадиган $t - q(t)$ лаҳзасидаги оқим ва $t - Q(t)$ вақтда кирадиган конденсат аралашмасининг жами миқдори дифференциал методдаги сингари аниқланади.

Кудуққа кирадиган газ оқимини ҳисобга олган ҳолда босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш ва α , α_0 , β_0 коэффициентларни ҳамда қатлам параметрларини аниқлаш худди оқимни ҳисобга олмагандаги усулдаги каби ўша тартибда амалга оширилади.

Мисол. Олдинги мисолда оқимни ҳисобга олиб қайта ишланган маълумотлар V.15-жадвалда ва V.17, V.18-расмларда келтирилган.

Ёриқли-говакли коллекторларни очган қудуқлардаги босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш

Ёриқли-говакли қатламни очган газ қудуғи босимининг тикланиш эгри чизиги, бундай коллекторларга хос бўлган «икки қатламли кўриниш»га (V.19-расм) эга бўлиб, учта участкадан иборат: бошланғич тўғри чизиқли участка, ўтиш участкаси ва сўнги тўғри чизиқли участка. Бунда иккита дастлабки участка куйидаги тенглама билан ифодаланadi:

$$\Delta\varphi_m(t) = A + B \ln t - B \ln(1 + \varepsilon t), \quad (\text{V.40})$$

сўнги тўғри чизиқли участка куйидаги тенглама билан ифодаланadi:

$$\Delta\varphi_m(t) = A_1 + B_1 \ln t, \quad (\text{V.41})$$

бунда

$$\Delta\varphi_m(t) = \Delta p_m(t) \left[1 + C \Delta p_m(0) - \frac{C}{2} \Delta p_m(t) \right]; \quad (\text{V.42})$$

$$A = B \ln \frac{2,25R_r}{R_x^2};$$

$$B = \frac{9,215Q_r \mu_r (p_{\text{кат}}) z(p_{\text{кат}})(p_{aT})}{k_m(p_{\text{кат}}) h \beta p_{\text{кат}}}$$

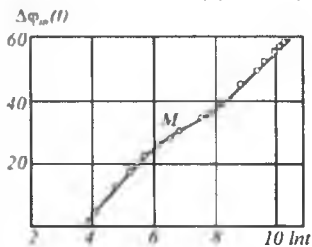
$$\varepsilon = \frac{\alpha p_{\text{кат}}}{m_T \mu_T (p_{\text{кат}}) a}$$

$$a = \frac{\frac{p_{\text{кат}}}{z(p_{\text{кат}})} - \frac{p_m}{z(p_m)}}{\varphi_{\text{кат}} - \varphi_m} \quad (\text{V.43})$$

$$A_1 = B_1 \ln \frac{2,25R_r}{R_x^2}$$

$$B_1 = \frac{k_T(p_{\text{кат}})}{k_T(p_{\text{кат}}) + k_{\text{ж}}(p_{\text{кат}})},$$

$$\Delta p_m(t) = p_T(t) - p_T(0); \quad \Delta p_m(0) = p_{\text{кат}} - p_T(0).$$



V.19- расм. $\Delta\varphi_m$ нинг $\ln t$ га боғлиқлиғи.

Бунда: $\kappa = k(p_{\text{кат}}) p_{\text{кат}} / m \mu (p_{\text{кат}}) a$ — қатламнинг пьезоўтказувчанлиғи, $\text{см}^2/\text{с}$; m — қатламнинг говаклилиғи, бирлик улушида; ε — блоклар ва ёриқлар тизимида газ оқими шиддатини тавсифловчи коэффициент, $1/\text{с}$; α — ёриқли-говакли муҳитни тавсифловчи улчамсиз коэффициент; Q_r — қудуқнинг тухташдан олдинги барқарорлашган дебити, минг. $\text{м}^3/\text{сут}$; $p_T(0)$

— қудуқнинг тўхташдан олдинги туб босими, кгс/см²; $p_T(t)$ - қудуқ тўхтатилганидан кейин t лаҳзадаги қудуқ туби босими, кгс/см²; C — параметрлар мажмуининг ўзгариш коэффициенти.

Ёриқлар тизимига « t » индекси, говакли блокларга эса « f » индекси мансуб.

Тўхтатилган қудуқдаги босимнинг тикланиш маълумотлари бўйича, (V.42) формула билан $\Delta\varphi_T(t)$ ва $\ln t$ ҳисобланади. $\Delta\varphi_T(t)$ ни ҳисоблаш учун зарур бўлган C коэффициентнинг қийматини, газни чиқариб олишнинг барқарорлашган методидан фойдаланиб тадқиқ қилиш асосида аниқлаш мумкин. Сўнг $\Delta\varphi_T(t) - \ln t$ координаталарда босимнинг тикланиш эгри чизиғини тузиб, ордината ўқидан кесилган кесма бўйича бурчак коэффициенти B ни ва тўғри чизиқли участка A ёрдамида қатламнинг ўтказувчанлигини ва ёриқлар тизимидаги параметрлар мажмуи κ_T / R_K^2 ни аниқлаш мумкин:

$$k_T(p_{\text{қат}})h/\mu_T(p_{\text{қат}}) = (9,215Q_T z(p_{\text{қат}})p_{\text{ат}})/(B\beta p_{\text{қат}}), \quad (\text{V.44})$$

$$\frac{\kappa_T}{R_K^2} = \frac{1}{2,25} e^{A/B}. \quad (\text{V.45})$$

V.19-расмда ихтиёрий танланган M нуқтанинг координаталари бўйича тузилган босимнинг тикланиш эгри чизиғининг ўтиш участкасида блоклар ва ёриқлар тизими орасида газ оқимининг шиддатини тавсифловчи ϵ коэффициентини баҳолаш мумкин:

$$\epsilon = e^{\frac{A - \Delta_{\varphi_T}(t)_M}{B}} - \frac{1}{t_M}, \quad (\text{V.46})$$

бунда t_M — босимнинг тикланиш эгри чизиғидаги M нуқтага мос келувчи вақт, с.

Бурчак коэффициенти B_f ва ордината ўқида кесиладиган A_f кесма бўйича говакли блокларнинг ўтказувчанлиги ва параметрлари мажмуи κ_f / R_K^2 аниқланади:

$$\frac{k_f(p_{\text{қат}})h}{\mu_T(p_{\text{қат}})} = \frac{k_T(p_{\text{қат}})h}{\mu_T(p_{\text{қат}})} \left(\frac{B}{B_f} - 1 \right), \quad (\text{V.47})$$

$$\frac{\kappa_f}{R_K^2} = \frac{1}{2,25} e^{\frac{A_f}{B_f}}. \quad (\text{V.48})$$

**Босимнинг тикланиш эгри чизигини
(V.40)—(V.41) формулалар буйича қайта ишлаш**

z , с	$p_r(t)$, кгс/см ²	$\Delta p_r(t)$, кгс/см ²	$\Delta j_r(t)$, кгс/см ²	$\ln z$
0	117,1	0	0	—
60	122,6	5,5	4,84	4,0944
120	130,9	13,8	12,26	4,7875
180	136,0	18,9	16,88	5,1930
240	139,4	22,3	20,00	5,4807
300	141,8	24,7	22,23	5,7038
480	145,7	28,6	25,83	6,1738
660	148,2	31,1	28,16	6,4923
900	150,1	33,0	29,94	6,8024
1 800	154,6	37,5	32,20	7,4956
2 400	156,6	39,5	36,10	7,7833
3 600	159,3	42,2	38,68	8,1887
6 900	165,9	48,8	45,05	8,8393
11 100	171,0	53,9	50,04	9,3147
14 700	173,5	56,4	52,51	9,5956
21 900	177,6	60,5	56,56	9,9942
25 200	179,0	61,9	57,96	10,1346
27 000	179,9	62,8	58,86	10,2036

Мисол. V.16-жадвалда қудуқ босимининг тикланишини бошлангич маълумотлари ва турли босимларда $\Delta p_r(t)$ (V.42) формула буйича ҳисобланган $\Delta\varphi_r(t)$ нинг қиймати берилган. $\Delta\varphi_r(t)$ ни ҳисоблаш учун зарур бўлган C коэффициентини, газ чиқариб олишнинг барқарорлашган методи билан ва (IV.54) формула буйича аниқланади, $C = 0,002 \text{ л}/(\text{кгс}/\text{см}^2)$. Шу жадвалда $\ln t$ нинг ҳисобланган қиймати ҳам келтирилган. Сўнг V.16-жадвал маълумотлари буйича $\Delta\varphi_r(t) - \ln t$ координаталарда босимнинг тикланиш эгри чизиги чизилади, ундан бурчак коэффициентлари ва ордината ўқидан кесилган кесмада тўғри чизикли участкаларнинг бошлангич ва сўнги қисмлари аниқланади:

$$B = (22,23 - 4,48)/(5,7038 - 4,0944) = 10,80 \text{ кгс}/\text{см}^2;$$

$$B_1 = (58,86 - 45,05)/(10,2036 - 8,8393) = 10,12 \text{ кгс}/\text{см}^2;$$

$$A = 22,23 - 5,7038 \cdot 10,80 = -39,37 \text{ кгс}/\text{см}^2;$$

$$A_1 = 58,86 - 10,2036 \cdot 10,12 = -44,40 \text{ кгс}/\text{см}^2.$$

Бу қийматлар буйича $Q_1 = 401$ минг м³/сут; $p_{\text{кат}} = 179,9$ кгс/см²; $z(p_{\text{кат}}) = 0,87$; $\beta = 0,82$ эканлигини ҳисобга олган ҳолда қуйидагилар аниқланади:

ёриқлар тизимининг ўтказувчанлиги

$$k_{\varepsilon}(p_{\text{кат}}) h / \mu_r(p_{\text{кат}}) = 9,215 \cdot 401 \cdot 0,87 \cdot 1,033 / 10,80 \cdot 0,82 \cdot 179,9 = 2,1 \text{ Д} \cdot \text{м}/\text{СП};$$

параметрлар мажмуи $\kappa_{\varepsilon} / R_{\varepsilon}^2$:

$$\frac{\kappa_F}{R_{\kappa}^2} = \frac{1}{2,25} e^{-\frac{39,37}{10,80}} = 0,0121/\text{с};$$

говакли блокларнинг ўтказувчанлиги

$$\frac{k_F(p_{\text{кат}})h}{\mu_r(p_{\text{кат}})} = 2,1 \left(\frac{10,80}{10,12} - 1 \right) = 0,14 \frac{\text{Д} \cdot \text{м}}{\text{сП}};$$

мажмуавий параметрлар κ_r / R_{κ}^2

$$\frac{\kappa_r}{R_{\kappa}^2} = \frac{1}{2,25} e^{-\frac{44,40}{10,12}} = 0,00551/\text{с};$$

блоклар ва ёриқлар системаси ўртасидаги оқимнинг тезлигини тавсифловчи коэффициент:

$$\varepsilon = e^{-\frac{-39,97-29,97}{10,80}} - \frac{l}{900} = 5,55 \cdot 10^{-4} 1/\text{с}.$$

V.2. Қудуқ туби босимининг барқарорлашишни ифодаловчи эгри чизиқни қайта ишлаш

Босимнинг барқарорлашишни ифодаловчи эгри чизиқни қайта ишлаш учун зарур бўлган бошланғич маълумотлар қудуқни ҳаво оқими билан тозалаш ва газни барқарорлашган дебитдан чиқариб олиш методи билан тадқиқ қилиш жараёнида олинади. Маълум бир режимда қудуқ ишга гуширилгандан кейин босим $p(t)$ ва дебитнинг $Q(t)$ вақт давомида ўзгариши қайд қилинади. Сўнг қудуқ оғзидаги босим III бобдаги маълум методлар бўйича қудуқ туби босимига қайта ҳисобланади. Қувур орти бушлиғи бўлмаган, шунингдек, катта миқдорда суюқлик чиқарадиган қудуқларда босимни қудуқ тубида чуқурлик манометрлари ёрдамида улчаш керак.

Қудуқ туби босимининг барқарорлашиш эгри чизиғи қуйидаги формула билан қайта ишланади:

$$X = \bar{\alpha} + \bar{\beta} \lg Q_{\kappa.o.}(t)/Q(t), \quad (\text{V.49})$$

$$\bar{\alpha} = \frac{\beta}{Q} \lg \frac{2,05\kappa}{R_{\kappa,\kappa.p}^2}, \quad (\text{V.50})$$

$$X = \frac{p_{\text{кат}}^2 - p_m^2(t)}{Q(t)} - bQ, \quad (\text{V.51})$$

$$\bar{\beta} = \beta/Q, \quad (\text{V.52})$$

бунда b — стационар тадқиқотлар натижалари бўйича аниқланадиган икки ҳадли формула коэффициенти; $Q_{к.о.}$ — формулага мувофиқ $Q(t)$ график бўйича аниқланади:

$$Q_{к.о.}(t) = \left[\frac{Q_0}{2} + \sum_{i=1}^n Q_i(t) \right] \Delta t. \quad (V.53)$$

Бунда Q_i — вақтнинг охириги i — интервалага мувофиқ келувчи дебит, $см^3/с$; Q_0 — $Q(t)$ нинг $t=0$ га боғлиқлигини экстраполяция қилиш орқали аниқланган дебит, $см^3/с$.

Босимнинг тикланиш эгри чизиги бўйича қандай параметрлар аниқланган бўлса, график йўл билан топилган коэффициентлар $\bar{\alpha}$ ва $\bar{\beta}$ бўйича ҳам шундай параметрлар аниқланади.

Агар b коэффициент қиймати катта бўлмаса, дебитнинг вақт давомида ўзгариши кам бўлса, босимнинг барқарорлашуви эгри чизигини содалаштирилган формула бўйича қайта ишлаш мумкин:

$$\Psi(t) = \bar{\alpha}_1 - \bar{\beta} \lg \frac{Q_{к.о.}}{Q}. \quad (V.54)$$

бунда

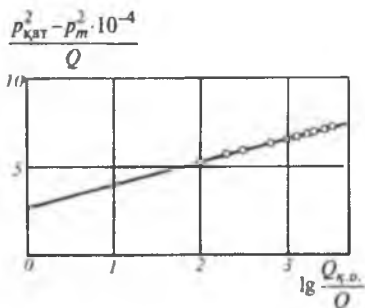
$$\Psi(t) = \frac{P_{к.ст}^2 - P_m^2}{Q(t)}; \quad \bar{\alpha}_1 = \bar{\alpha} + bQ.$$

Кудуқ туби босимининг барқарорлашиш эгри чизигини қайта ишлашга мисол V.17-жадвал ва V.20-расмда келтирилган.

Босимнинг эгри чизикли барқарорлашуви босимнинг тикланиш эгри чизигидаги сингари ташқи омиллар таъсирида бузилиши мумкин. Босимнинг эгри чизикли барқарорлашувини бузувчи энг кенг тарқалган омил — қатламнинг майдон бўйлаб ва қалинлиги бўйича ҳар хиллигидир. Бунда айрим ҳолларда қудуқ туби босимининг эгри чизикли барқарорлашуви ҳар хил таркибли қатламларнинг батафсил тавсифини изоҳлаши мумкин.

Қатлам параметрлари майдони бўйлаб узлуксиз ўзгарганда қуйидаги қонуниятларни кузатиш мумкин.

Қатлам утказувчанлигини қудуқдан бошлаб чегара томон узлуксиз яхшиланиб бориши босимнинг барқарорлашиш эгри чизигида иккита тўғри чизикли участка ҳосил қилади, улардан бири қудуқ туби яқинидаги зонани, иккинчиси эса қудуқдан узоқлашган зонани ($\sim 0,5 R_u$) тавсифлайди.



V.20-расм. Кудуқ туби босимининг барқарорлашиш эгри чизигини қайта ишлаш.

КУДУҚЛАРНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШДА ИШЛАТИЛАДИГАН АСБОБ ВА АППАРАТЛАР

Қудуқларни газогидродинамик тадқиқ қилишда ишлатиладиган асбоб ва аппаратлар газ параметрларининг аниқ миқдорини аниқлашда қўлланилади. Қуйида собиқ Иттифоқдаги газ конларида босимни, температуранинг ва газ сарфини ўлчашда фойдаланиши мумкин бўлган асбоблар ва аппаратлар қараб чиқилади. Ушбу параметрларни ўлчаш тадқиқотлар турига қараб қудуқ оғзида ва стволида амалга оширилиши мумкин. Қудуқ стволидаги тадқиқотлар — «чуқурлик тадқиқотлари» деб аталади. Чуқурликда тадқиқот ўтказишда ўлчов асбобларидан ёки ўлчов системаларидан ташқари кутариш-тушириш операцияларини амалга оширадиган мосламалар мажмуи ҳам керак бўлади. Чуқурлик асбоблари билан тадқиқ қилиш жараёни анча мураккаб бўлишига қарамай, уларсиз текшириш ишларини бажариш ҳам мумкин эмас, чунки, айрим ҳолларда зарур параметрларни керакли аниқликда аналитик йўл билан аниқлаб бўлмайди.

Чуқурликда тадқиқотлар ўтказиш учун қуйидаги чуқурлик асбоблари қўлланилади.

Маҳаллий ташкилотларда қайд қилинган асбоблар билан параметрларни ўлчаш учун улар сим канатда қудуққа туширилади. Асбоблар ўлчанадиган параметрга сезгир бўлган датчикдан ва ўлчанган параметрларнинг миқдорини махсус диаграмма бланкига ёздириган механизмдан иборат бўлади. Асбоб қудуқдан чиқарилиб, унинг ичидаги диаграмма бланки олинган, асбоб ёзуви ўқилиб, параметрнинг ўлчанган миқдори аниқланади.

Масофадан бошқариладиган ва чуқурлик снаряди билан жиҳозланган чуқурлик асбобларида олинган сигналларни ўзгартириб берувчи сезгир датчик ва иккиламчи аппаратлар мавжуд. Ўлчанган параметр миқдори ҳақидаги сигнални датчик электр сигналга айлантириб, зирҳланган геофизик кабель орқали юқорида жойлашган иккиламчи аппаратга узатади, у уз навбатида қабул қилинган сигналнинг маъносини ўқийди, уни курсатади ёки ёзади.

Маҳаллий ташкилотларда қайд этилган асбобларнинг афзаллиги шундаки, улардаги симларнинг диаметри кичиклиги боис, тушириш-чиқариш жараёни нисбатан оддий кечади, унинг камчилиги қудуқдаги асбобнинг ишлаши ҳақидаги ахборотнинг йўқлигидир.

Бундай ҳолатда асбобнинг носозлиги туфайли бажарилган тадқиқотлар сифатсиз бўлиши мумкин, бунда уларни такрорлаш лозим бўлади.

Тушириш-кўтариш ишларининг мураккабликларига қарамай, масофадан бошқариладиган асбоблар афзалликка ҳам эга, улар қудуқдаги асбобнинг иши ва қайд этилган параметрнинг миқдори ҳақида мунтазам ахборот бериб туради. Зарур ҳолларда дарҳол такрорий назорат ўлчовлари ўтказиш мумкин ёки қудуқ чуқурлигининг исталган интервалида параметр ўзгаришини кузатиш мумкин.

Қудуқларда газогидродинамик тадқиқот ўтказиш тажрибаси шуни кўрсатдики, ижрочилар синаш ва олинган натижаларни қайта ишлаш методикасини, асбоблар ҳамда аппаратлар тузилиши ва ҳаракат принципини билишлари, улар билан ишлашда маълум тажрибага эга бўлишлари, қудуқлар конструкциясининг ўзига хос томонларини ҳисобга олишлари, техника хавфсизлиги қоидаларига қатъий риоя қилишлари керак. Махсус тадқиқот бригадалари конда тадқиқот ишларини амалга ошириш учун барча зарур асбоб ва аппаратуралар, ускуналар, мосламалар билан таъминланишлари керак. Бундай бригадага унинг асосий вазифаларидан (газогидродинамик тадқиқотлар ўтказишдан) ташқари қудуқларни тадқиқотлар ўтказишга тайёрлаш, асбоб ва аппаратларни таъмирлаш, сошлаш ва уларни андоза аппаратлар кўрсаткичларига таққослаб даражалаш, олинган натижаларни қайта ишлаш ҳам киради. Қудуқни ҳар қандай тадқиқотларни ўтказишга тайёрлаш — муҳим босқич бўлиб, унга нафақат олинган натижалар сифати, балки қоида бўйича белгиланган синовларни ўтказиш имкониятининг ўзи ҳам боғлиқ. Қудуқни тайёрлаш жараёнида бажарилиши мўлжалланаётган тадқиқотлар турига ва коннинг жиҳозланиш даражасига қараб қуйидаги ишларни амалга ошириш мумкин: кучма кўприкларни, тегишли босимга мос лубрикаторни, қудуққа чуқурлик асбобларини тушириб, чиқарадиган минорани ўрнатиш, газузатгич қувурини ва асбобларни текшириш ва дебитни ўлчаш учун ўлаш, суюқ фазани ажратиш учун сепараторни ўлаш, қудуқ оғзидаги босим ва температурани ва б. ўлчаш учун асбобларни ўрнатиш.

Асбоб ва аппаратураларни тайёрловчи завод томонидан ҳар бир асбоб учун тузилган «Паспорт» ва «Фойдаланиш учун йўриқнома»да уларнинг тузилиши, шунингдек, улар билан ишлаш методлари баёни берилади. Масофадан бошқариладиган асбобларнинг туркумлаб ишлаб чиқарилмаслиги ва муаллифлар жамоалари улар ёрдамида қудуқларни тадқиқ қилишлари сабабли уларнинг барча турлари учун тузилган қўшимча маълумотномалардан фойдаланиш ҳам тавсия этилади.

VI.1. Босимни ўлчашда ишлатиладиган асбоб ва аппаратлар

Газогидродинамик тадқиқотлар жараёнида қудуқ оғзида, дебитни ўлчаш узелида ва қудуқ стволида турли чуқурликларда босимни ўлчаш зарурати туғилади. Қудуқ оғзидаги ва дебит ўлчаш узелидаги босимни МО ва МТИ типидagi пружинали кўрсатувчи манометр билан ўлчаш керак. Қудуқ стволидаги босим қиймати чуқурликда қайд этувчи ва масофадан ўлчайдиган манометр билан аниқланади.

VI.1.1. Пружинали манометрлар

VI.1-расмда МО ва МТИ типидagi манометрларнинг тузилиши ва умумий кўриниши берилган. Пружина 5 сезгир элемент бўлиб хизмат қилади. Босим органида у туғриланади, ричаг системаси ва тишли сектор 3 орқали стрелкани 4 тегишли бурчакка буради. Ҳисоблаш даражаланган шкала бўйича амалга оширилади. Босимни кгс/см² да қайта ҳисоблаш формула бўйича амалга оширилади:

$$p = A_{\text{таш}} + n(N - B_{\text{таш}}), \quad (\text{VI.1})$$

бунда p — ортиқча босим, кгс/см²; N — манометрнинг кўрсаткичлари, даража; $A_{\text{таш}}$, $B_{\text{таш}}$ — фойдаланаётган манометрларнинг кўрсаткичларини андоза манометрга таққослаш жадвали бўйича N нинг яқин пастки қиймати, кгс/см² ва шунга тегишлича даражаланиш:

$$n = (A_{\text{ю.к}} - A_{\text{таш}})/(B_{\text{ю.к}} - B_{\text{таш}}), \quad (\text{VI.2})$$

бунда: $A_{\text{ю.к}}$, $B_{\text{ю.к}}$ — манометр даражаларини андоза манометрга таққослаш жадвали бўйича N га нисбатан босимнинг юқори қиймати, кгс/см² да ва мос равишда бўлиниш; n — манометрнинг бўлиниш қиймати.

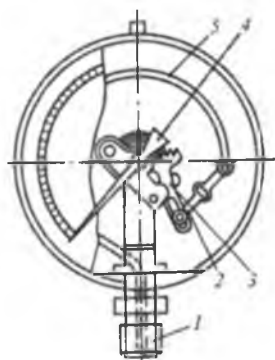
Мисол. Манометр кўрсаткичи $N=260,1$ бўлганда босимни ҳисоблаш. Мазкур манометр учун даражалаш жадвали бўйича: $B_{\text{ю.к}} = 254,0$ бўлиниш; $A_{\text{таш}} = 85$ кгс/см²; $B_{\text{таш}} = 269,2$ бўлиниш; $A_{\text{таш}} = 90$ кгс/см² га тенг.

Бунда

$$n = (90 - 85)/(269,2 - 254) = 0,329;$$

$$p = 85 + 0,329(260,1 - 254) = 87,0 \text{ кгс/см}^2.$$

Пружинали кўрсатувчи манометрларнинг техник тавсифи VI.1-жадвалда келтирилган.



VI.1-расм. Пружинали манометр.

1-урнатиш резъбаси;
2-тяга; 3-тишли сектор;
4-стрелка; 5-пружина.

МО ва МТИ типдаги манометрларнинг техник тавсифи

Курсаткичлар	МО 0,16	МО 0,25	МО 0,4	МТИ 0,6	МТИ
Ўлчамнинг юқори чегараси, кгс/см ²	1; 1,6; 10; 16; 160; 250	2,5; 25; 40; 400; 600	4; 6; 60; 100	1; 1,6; 6; 10; 40; 60; 160; 250; 600; 1000	2,5; 4; 16; 25; 100; 400; 1600
	20 ± 3	20 ± 5		20 ± 3	
температура, °С	10 + 35				-50 дан +60 гача
	250		160		
Ҳавонинг йўл қўйи- ладиган нисбий намлиги, %	80 гача				
Босим узгаришининг йўл қўйиладиган тезлиги, %/с	1 гача				
Вазифаси	нисбатан нейтрал булган суюқлик ва газларнинг				

Намунали манометрларни ўлчайдиган жойларга ўрнатишда қуйидаги шартларга амал қилиши керак.

Туташтирувчи штуцер қувур узаткичдаги газ оқимига перпендикуляр йўналтирилган бўлиши ва қувур узаткичнинг ички деворидан чиқиб турмаслиги керак.

Манометр вертикал ҳолатда ўрнатилиши керак.

Барча ўлчов асбоблари герметик бўлиши керак.

Туташтириш схемасида тегишли босимга икки вентиль назарда тутилган бўлиши керак. Биринчи вентиль — ўлчанадиган қатордан манометрни узиб қўйиш учун, иккинчиси — демонтаж қилиш олдидан манометрдан газни чиқариб юбориш учун ишлатилади. Манометрни қуёш нури таъсиридан муҳофаза қилиш керак.

Намунали манометрларни ўлчаш жойларига улаш қуйидаги усуллардан бири билан амалга оширилади.

Бевосита ўлчаш нуқтасига улаш — агар ўлчанадиган муҳитда агрессив аралашмалар бўлмаса ва ўлчанадиган муҳитдаги ва уни қуршаган ҳаводаги температура мазкур манометр даражаланган температурадан 3°С дан кўпга фарқ қилмаса.

Ўқори босим қувурчалари орқали улашда — ўлчанадиган муҳит температураси намунали манометр учун йўл қўйиладиган температурадан ортиқ бўлганда.

Юқори босим қувурчалари ва тутқич орқали улашда — агар ўлчанадиган муҳитда агрессив аралашмалар мавжуд бўлса. Бундай ҳолатда схеманинг барча зарур деталлари тегишли коррозияга чидамли материалдан тайёрланиши керак.

Манометрнинг ўлчов чегараси ўлчанадиган муҳитнинг босимиغا боғлиқ ҳолда танланади. Намунали манометрнинг босимни ўлчаш чегараси унинг стрелкаси ўлчаш жараёнида шкаланинг учдан бир қисмининг ўртасида жойлашган бўлса яхши ҳисобланади.

Намунали манометрни тоза, соз сақлаш керак. Уни силкинишлардан ва зарбалардан эҳтиёт қилиш лозим. Заводдан берилган йуриқномага мувофиқ манометрларни МОП типидеги, аниқлик классификацияси 0,05 бўлган намунали поршенли манометрларга вақти-вақти билан таққослаб даражалаб туриш керак. Манометрни текширишнинг даврийлиги тадқиқотнинг ўзига хос томонларига, уни сақлаш ва транспортда ташиш шароитига боғлиқ; манометр узлуксиз ишлаганда — ойда бир марта, дала шароитида бир маротабалик тадқиқот ўтказиш учун олиб борилганда — ҳафтада бир марта; алоҳида муҳим тадқиқотларда — уларнинг ҳар бири олтидан текширилиб турилиши керак.

VI.1.2. Дифференциал манометрлар

Босимдаги фарқларни ўлчаш учун дифференциал манометрлардан фойдаланилади. Энг оммалашганлари суюқликли, пукакли, мембранали ва сиффонли дифманометрлардир. Газ саноатида дифманометрлар асосан сарфулчагичларда қўлланилади. Шу боисдан дифманометрларнинг ишлаш принципи ва ўрнатиш тартиби қудуқ дебитини ўлчаш бандида баён қилинган.

VI.1.3. Босимни маҳаллий қайд қиладиган чуқурлик манометри

Қатлам ва қудуқ туби босими, шунингдек, қудуқ стволидаги қудуқ оғзидан то тубигача бўлган оралиқдаги инсталланган босим чуқурлик манометри билан ўлчанади ва қайд қилинади. ВНИИКАнефтгаз институти томонидан ишлаб чиқилган, маҳаллий қайд қилинган бир неча типдаги чуқурлик манометрлари мавжуд.

МГН-1 нормаль қаторли чуқурлик прецизион манометрлари.

Пружинали — поршенли типдаги бу манометрлар босимни ва унинг ўзгаришини (VI.2-расм) аниқ ўлчаш учун мўлжалланган. Қудуқда босим таъсирида поршень 16 илгариланма ҳаракат қилади, статик нагрузкани олиш ва босимни ўлчаш аниқлигини ошириш

учун эса айланма ҳаракат қилади. Поршень айланишининг даврийлиги корпус қузури 10 га монтаж қилинган электрон типдаги автоматик узгич 9 билан амалга оширилади. Поршень айланишининг тўхташ вақти нолдан (айланишнинг узлуксиз режими) 5—6 минутгача даражаси бўлган, берилаётган тўхташ (пауза)ни курсатадиган шкалалари 7 ручка 6 ни буриш йули билан амалга оширилади. Тавсия этилган режим соатли узатма вақти билан белгиланган ва VI.2-жадвалга биноан танланиши мумкин.

Поршенни қуруқ элементлар батареяси 4 билан озиқланадиган доимий ток электродвигатели 11 айлантиради. Электродвигателдан айланма ҳаракат редуктор орқали 12 бир учи поршенга қаттиқ маҳкамланган улчаш пружинасига 15 узатилади. Пружинанинг иккинчи учи радиал — тиргакли подшипникка маҳкамланган вал 13 билан бирлаштирилган ва фақат айланма ҳаракат қила олади.

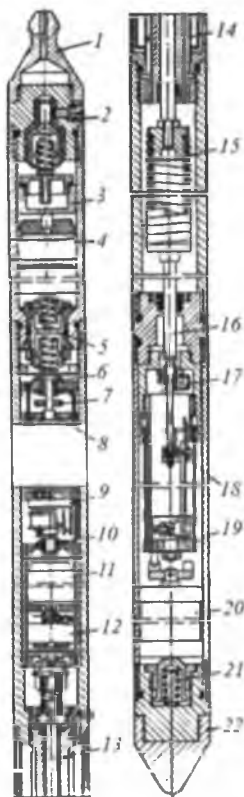
VI.2-жадвал

Режимлар бўйича соатли узатманинг иш вақти

Курсаткичлар	Соатли узатманинг иш вақти, соат							
	Ишлаш режими шкалада ифодалаш	2	4	8	15	30	60	120
	0	1	2	3	4	5	6	7

Қудуқдаги босимга пропорционал равишда поршень ҳаракатланади ва бу ҳаракат соатли узатманинг 20 барабанига 19 мустақамланган диаграммага перо билан ёзилади. Бунинг учун ёзадиган пероси 18 бўлган каретка шарнир 17 воситасида поршень билан бириктирилади ва таранг тортилган сим қуринишида бажарилган йўналтирувчи бўйича фақат олдинга ҳаракатланади. Лабиринт типдаги 14 ажраткич концентрик жойлашган қувурчадан ташкил топган бўлиб, маноблокнинг ички бўшлигини ташқи муҳитнинг таъсиридан асрайди. Ажраткичнинг конструкцияси ишчи қисмларни тез булақларга ажратиш, уларни ювиб тозалаш, шунингдек, манометрнинг даражаларини бузмаган ҳолда маноблокни ишчи суюқлиги билан тўлдириш имконини таъминлайди. Маноблокни суюқлик билан тўлдириш олдидан уни корпус қузуридан 10 ажратиб, асбобни вертикал ҳолатга келтириш керак.

Электродвигателнинг таъминланиш блоки кетма-кет туташтирилган тўрт қисмдан 4, улаб-узгич 2 ва тез қайнайдиган суюқлиги бўлган идиш 3 дан иборат. Ишчи температуранинг кутарилиши суюқликнинг буғланишини юзага келтириб, таъминланиш блокада босимни кутарилишига сабабчи бўлади ва таъминлаш манбаларининг



VI.2- расм. Чуқурлик манометри МГН-1.

1-хвостовик; 2-включатель; 3-тез қайнайдиган суюқлик булган идиш; 4-таъминланиш манбалари; 5-ток утказгич; 6-ручка; 7-шкала; 8-диск; 9-автоматик узгич; 10-корпус қувури; 11-электродвигатель; 12-редуктор; 13-оралиқ вал; 14-лабиринтли ажраткич; 15-ўлчаш пружинаси; 16-поршень; 17-шарнир; 18-ёзадиган пероли қаретка; 19-диаграмма бланки булган барабан; 20-соатли узатма; 21-амортизатор; 22-наконечник.

ишдан чиқишига қаршилиқ кўрсатади. Электр занжир асбоб корпусидан ток узатгич 5 дан таркиб топади.

Қудуқда ўлчов ишларини бажаришга асбобни тайёрлаш учун диаграмма бланки алмаштирилади, соатли узатма юргизилади ва включателни 2 бураб электр билан таъминланиш занжири уланади. Зарурат туғилганда маноблок ювиб тозаланеди ва ёғ билан тўлдирилади. Электр узгичнинг иш режими, одатда, қудуққа бориш олдидан асбобларни назорат ўлчови (КИП) лабораторияларида ёки

тадқиқот ишларини бажарувчи бригадаларнинг лабораторияларида белгиланади. Уша ернинг ўзида таъминлаш манбаларининг яроқлилиги текширилади. МГН-1 манометрининг техник тавсифи VI.3-жадвалда келтирилган.

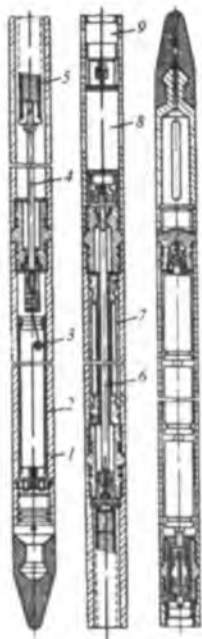
Босимни ҳар бир интервалда ўлчаш учун поршенли кичик габаритли чуқурлик МПМ-4 манометридан фойдаланиш мумкин (VI.3-расм). Бунда унинг техник тавсифи мавжуд аниқ шароитга мос келиши лозим. Бу асбобнинг конструкциясининг ўзига хос томони — унда соат механизмининг йўқлигидир. Электродвигатель поршенни перо билан биргаликда айлантиради. Бу электродвигатель ток манбаи булган батарейдан таъминланади. Унинг редуктор орқали айланиш тезлиги 10 минутда 1 маротаба содир бўлади. Бунда поршеннинг айланиши тезлиги барқарор бўлмайди. МПМ-4 манометрларининг техник тавсифи VI.3-жадвалда келтирилган.

МГН-1 ва МПМ-4 манометрларининг техник тавсифи

Курсаткичлар	МГН-1	МПМ-4
Босимни улчаш чегаралари, кг/см ²	2-40; 3-60; 5-100; 8-160; 10-200; 12-250; 15-300	1-50; 5-120; 10-180; 10-250
Максимал температураси, °С	100	+60
Келтирилган хатолик, %	0,1+0,25	0,5
Сезувчанликнинг бошланиши, кг/см ²	0,1% юқори чегарадан	0,006-0,4
Поршеннинг иш ҳаракати, мм	100±10	100
Узунлиги, мм	1800	1460
Диаметри, мм	32	25
Массаси, кг	15	2,9

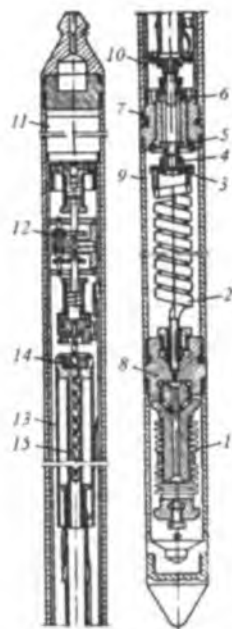
МГН-2 манометрлари такомиллаштирилиб геликс чуқурлик манометрлари сифатида саноат миқёсида чиқарилмоқда. Уларнинг конструкцияси собиқ Иттифоқда ва чет элларда яратилган шунга ухшаш энг яхши асбоблардан фойдаланиб ишлаб чиқарилган. Улардан қудуқдаги юқори температура ва юқори босимларни улчашда фойдаланилади.

МГН-2 манометри (VI.4-расм) иккита асосий узелдан — манометрик блокдан ва ёзиш механизмидан иборат. Маноблок сифонли (юпқа деворли металл трубкадан) ажраткич 1 дан қудуқ 2 дан босимни қабул қилувчи геликсдан, тишли муфта 3 дан ва шарикли подшипниклар 5 ва 6 дан, айланадиган узатиш валиги 4 дан иборат. Бу деталларнинг ҳаммаси переходниклар 7, 8 га ва қувур 9 га монтаж қилинган. Ёзиш механизми корпус 10 га ва переходникка 7 жойлаштирилган. У соат механизми 11 дан, редуктор 12 дан, гайкали 14 ёзув барабанидан 13, ҳаракатлантирувчи винт 15 дан ва сузувчи тиргакдан ташкил топган. Барабан корпусининг 10 йўналтирувчи ўйғи учта буртиқ жойи билан қадалиб, уларга пружина билан қисилган бўлади. Перотуткич тишли муфта билан узатма валиги 4 орқали боғланган. Люфтни танлаш учун тутқич барабанга нисбатан йўналтирувчи қувур, сирғалувчи тиргак ва пружина билан марказлаштирилади. Ёзиш барабани ва редукторга кириш тиргак ва пружинали фиксатор билан мустаҳкамланган ёзиш механизмнинг ечиладиган қалпоғи орқали таъминланади. Асбобга максимал термометри ва амортизацияловчи қурилмаси бўлган ва бир хил қурилишга келтирилган термометрик секция жиҳозланади.



VI.3-расм. Кичик габаритли чуқурлик манометри МПМ-4.

1-қувур; 2-барабан; 3-перо;
4-поршень; 5-пружина; 6-оралиқ
валик; 7-тақсимлагич; 8-редуктор;
9-двигатель.



VI.4-расм. Нормал қаторли чуқурлик манометри МГН-2.

Барабан ўз оғирлиги таъсирида йўналтирувчи бўйича ҳаракатга келади, лекин унинг ҳаракат тезлиги ўзи тормозланмайдиган винтнинг ҳаракати, редукторнинг узатма алоқаси ва ишга тушириш қурилмаси вазифасини ўтовчи соатли узатма валининг айланиш частотаси орқали бошқарилади. Редуктор ва ҳаракати турлича булган иккита алмашинувчи винтнинг мавжудлиги битта соат узатмасидан фойдаланиб, тўртта масштабдаги ёзувларнинг олинишини таъминлайди.

Газ қудуқлари учун мўлжалланган асбобларда сифонни филтър билан алмаштириш мумкин. Бундай ҳолатда ташқи босим бевосита геликсга тушиб, кўрсаткичнинг аниқлигини бирмунча оширади. МГН-2 манометрининг техник маълумотлари VI.4-жадвалда берилган.

МГН-2 типдаги манометрларнинг техник тавсифи

Курсаткичлар	МГН-2-100	МГН-2-160	МГН-2-250	МГН-2-400	МГН-2-600	МГН-2-800	МГН-2-1000
Босимни ўлчаш чегаралари, кгс/см ²	0-100	0-160	0-250	0-400	0-600	0-800	0-1000
Ишлаш температураси, °С	20 дан 100 гача			20 дан 160 гача			
Асосий келтирилган хатолик, %	+0,25			+0,4			
Сезувчанликнинг бошла-ниши, кгс/см ²	0,1	0,2	0,3	0,6	0,6	1,5	2
Босим бўйича ёзув узунлиги, мм	50±5			45±5			
Вақт бўйича ёзув узунлиги, мм	120±5						
Ёзув масштаби, мм/мин	0,125	0,25	0,5	1	—		
Ёзиш вақтининг муддати, соат*	16	8	4	2	—		
Бланка материали	Диаграмма Қоғози			Металл қопламали фольга			
Узунлиги, мм**	1500		1550		1750		1800
Диаметри, мм	32			36			
Массаси, кг	10 дан ортиқ эмас						

* 274П типдаги соат узатмаси қўлланган шароитда 0,125 ёзув масштабига 16 ёзув вақти мос келади; 0,25 ёзув масштабига 8 соат ёзув вақти мос келади.

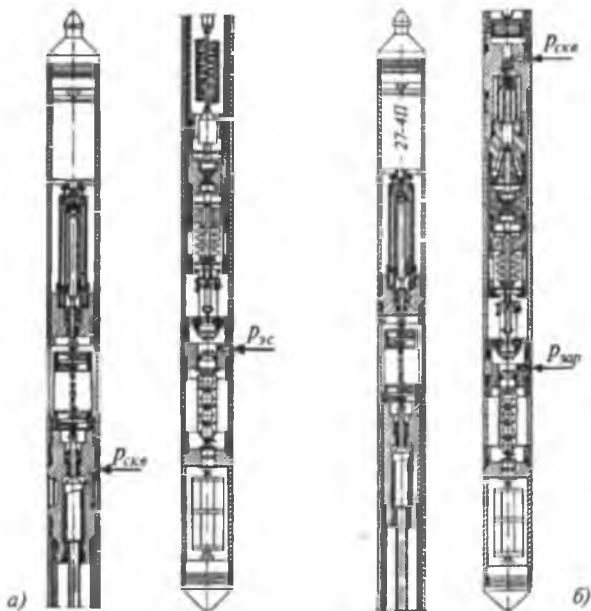
** Термометрик секциясиз асоб узунлиги.

Дифференциал чуқурлик манометрлари босимнинг кучсиз ўзгаришларини ўлчаш ва қайд қилиш учун қўлланилади. Газ қудуқларида улардан босимнинг эгри чизиқли тикланишини, босимнинг эгри чизиқли барқарорлашувини қайд қилишда, қудуқ стволи бўйлаб қудуқ оғзидан қудуқ тубигача босимнинг интерваллар бўйича ўлчашда фойдаланиши мумкин.

Ҳозирги вақтда ВНИИКАнефтегаз конструкцияси бўйича кучли компенсацияланган дифманометрларни ялпи ишлаб чиқариш мўлжалланыпти. Бу асобларнинг иш принципи ўлчанадиган босимни тенглаштирадиган қайишқоқ элементнинг деформацияланишини ўлчашдан иборатдир. «Самотлор-1» ва «Селигер-1» дифманометрларининг асосий қисмлари (VI.5-расм) қуйидагилардан иборат: соат узатмали қайд қилувчи блок, ток узатадиган ва электронли блок, сифонли ажратувчи контактли, нол-орган, қуруқ элементли бата-реялар ёки аккумуляторлардан иборат булган таъминлаш блоки.

Ҳар икки асбоб олдиндан газ билан зарядланади, босим қўймати температурага киритилган тузатишларини ҳисобга олган ҳолда ҳар қандай чуқурликдаги статик босим билан аниқланади. Асбоб қудуқдаги босим зарядлаш босими билан тенглашганидан сўнг ишлай бошлайди. «Селигер» типидagi дифманометрда ўлчанаётган босимнинг ортиши чиқариш клапани орқали ҳаракатланадиган контакт билан жиҳозланган сиффонли ажраткичга таъсир кўрсатади. Унг томондаги контакт уланади, чиқиш вали поршень билан кинематик боғланган электродвигатель ишлай бошлайди. Поршень пастга томон ҳаракатланиб, ҳавони камерадаги босим ўлчанадиган босимга тенг бўлгунига қадар сиқади. Шундан сўнг занжир узилиб, двигатель тўхтайтиди. Поршеннинг ҳаракати соатли узатма билан айланадиган барабанга қўйилган диаграмма бланкида қайд қилинади. Ўлчанаётган босим камайганда чап контакт уланади, поршень юқорига, ҳаво камерасидаги ва қудуқдаги босимлар бараварлашишига қадар ҳаракатланади.

«Самотлор» типидagi чуқурлик дифманометри ҳам қисилган газ билан тўлдирилади. Бироқ босимнинг ортишини ўлчаш босимга қарши камера ҳажмининг ўзгариши ҳисобига бўлмай, балки винтли цилиндрсимон пружинанинг деформацияланиши ҳисобига амалга



VI.5- расм. Чуқурлик дифманометрлар.

а) «Самотлор» типидagi; б) «Селигер-1» типидagi.

оширилади. Контактлар уланганда чиқиш вали жуфт винт-гайка ҳолида улчов пружинаси билан бириктирилган электродвигатель пружинани деформациялай бошлайди, бу жараён пружинанинг тортилиши ажратиш сифонига таъсир кўрсатадиган куч улчанадиган босим билан тенглашмагунча давом этади. Улчаш чегараси, ёзув масштаби ва дифманометрнинг сезгирлиги зарядлаш босимига боғлиқ булмай, улар улчаш пружинасининг эластик деформацияланиши билан аниқланади.

Чуқурлик дифманометрини улчашга тайёрлаш ва улчовни амалга ошириш ишлари пружинали-поршенли типдаги чуқурлик манометрлари билан бажариладиган ишларга ухшашдир.

VI.5-жадвалда «Селигер-1» ва «Самотлор-1» типдаги чуқурлик манометрларининг техник тавсифи берилган.

VI.5-жадвал

Чуқурлик дифманометрларининг техник тавсифи

Кўрсаткичлар	«Селигер-1»	«Самотлор-1»
Максимал босими, кгс/см ²	400	250
Улчаш диапазони	20+30% зарядланиш босими	2,5+12 кгс/см ²
Сезувчанликнинг бошланиши, кгс/см ²	0,02	0,002
Температуранинг юқори чегараси, °С	+100	+100
Узунлиги, мм	1600	2000
Диаметри, мм	36	36
Массаси, кг	10	12,5

«Лойтерт» (ФРГ), «Кастер» ва «Амерада» (АҚШ) каби чет эл фирмалари маҳаллий рўйхатдан ўтган бир нечта типдаги чуқурлик манометрларини тайёрлаб етказиб беради. Бу асбобларнинг асосий техник тавсифлари VI.6-жадвалда келтирилган.

M-57 типдаги пружинали-поршенли чуқурлик манометрларини «Лойтерт» фирмаси, геликсли манометрларни эса «Амерада» (РПГ-3) ва «Кастер» (K-2, K-3, K-4) фирмалари ишлаб чиқаради.

Чуқурлик манометрларининг кўрсаткичларини масофадан қайд этиш қўйида комплекс асбоблар мажмуаси гуруҳида қараб чиқилади.

Барча типдаги манометрларни текшириш улчанадиган босим ва асбоб кўрсаткичи ўртасидаги боғлиқликни аниқлаш мақсадида амалга оширилади. Бунда асбобнинг хатоси, сезувчанликнинг бошланиши ва температурага киритиладиган тузатишлар аниқланади. Бу маълумотларнинг ҳаммаси асбоб паспортига ёзилади. Намунали асбоблар собиқ Иттифоқ ва Республика Госстандарти ташкилотларида даражаланади. Чуқурлик манометрларини такрорий текшириш собиқ Иттифоқ Госстандарти билан келишилган методика бўйича, 15—20 марта улчашдан сунг амалга оширилади. Бунда қўйидаги асбоблар ва мосламаларни қўллаш зарур.

**Чет эл фирмалари чуқурлик манометрларининг
техник тавсифи**

Курсаткичлар	М-57	РПГ-3		К-3	К-4
Ўлчаш чегаралари, кг/см ²	55, 110, 160, 225, 320, 450, 550, 700	0-56 дан 0-1550 гача	0-70 дан 0-1500 гача		0-56 дан 0-845 гача
Хатолик, ўлчаш чегарасидан, % да	0,1-0,2	0,2	0,25	0,25	0,25
Максимал температураси, °С	160	370 (3 соат)	260	260	260
Вақт ўқи бўйича параметр ёзуви узунлиги, мм	200	127	76	100	63
Узунлиги, мм	3500	1670	1130	1200	1070
Диаметри, мм	32-36	32	25,4	31,7	19
Массаси, кг	15	6,8	2,7	4,0	2,27
Ўзлуксиз иш вақти, соат	5, 15, 30, 90, 180, 360	2, 3, 12, 24, 48, 72, 120, 144, 168, 180, 360	3-6-12, 12-24-48, 30-60-120	3-6-12, 12-24-48, 30-60-120	3-6-12, 12-24-48, 18-36 72

Аниқлик класси 0,05 дан паст бўлмаган юк поршенли намунали манометрлар.

Термостатлашнинг максимал температураси иш температу-расининг юқори чегарасидан паст бўлмаган, температурани сақлаш аниқлиги $\pm 2^{\circ}\text{C}$ дан кам бўлмаган термостатловчи қурилмалар.

Ўлчов аниқлиги 0,01 мм дан кам бўлмаган ва ўлчов чегараси 200 мм гача бўлган ўлчов микроскопи ёки компараторлари.

ГОСТ 8916—77 бўйича хронометр.

Б-IV № 2—6 ГОСТ 215—73 термометрлар комплекти.

Манометрни текшириш (VI.6-расм) $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ температурада ва максимал иш температурасида $\pm 5^{\circ}\text{C}$ фарқ билан амалга оширилади. Мазкур манометр учун тўғри ва тескари йўналишларда ўлчаш уч карра такорланади, босим босқичма-босқич ошириб борилади, бутун ўлчаш диапазонида босимнинг ортиши 10 босқичдан кам бўлмаслиги керак. Диаграмма бланкидаги ёзув VI.7-расмда акс эттирилганига ўхшаш бўлиши керак. Босимнинг ўртача арифметик қиймати хона температурасида ва максимал температурада олтига (3 та тўғри ва 3 та тескари йўналишидаги) ўлчовлар натижаларидан аниқланади.

Босим қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$P = P_n (P_{n+1} - P_n) \frac{a}{b}, \quad (\text{VI.3})$$

бунда P_n — даражаланган манометр кўрсаткичидан паст бўлган, график буйича аниқланадиган изланганга яқин босим, кгс/см²; P_{n+1} — даражаланган манометр кўрсаткичига яқин бўлган босим, кгс/см²; a — температура шкаласи нуқтаси орқали ўтказилган, ўлчаш температурасига мувофиқ келадиган, ўлчанган ординатанинг L сўнги нуқтаси ва графикнинг яқин пастки оғма чизиги билан чекланган вертикал чизик кесмаси.

Далилий келтирилган хато қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\alpha = \pm \frac{|\alpha|_{\max}}{L_{\max \text{ ур}}} \cdot 100 \%, \quad (\text{VI.4})$$

бунда $|\alpha|_{\max}$ — босимнинг барча босқичлари учун асбобнинг максимал хатоси, мм; $L_{\max \text{ ур}}$ — ўлчашнинг юқори чегараси учун ординатанинг ўртача қиймати, мм.

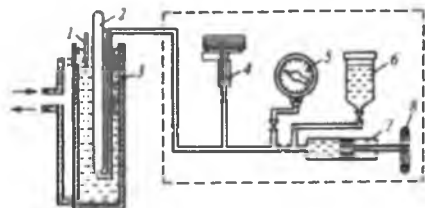
Манометрнинг сезгирлиги босимнинг уч босқичида аниқланиб, тегишлича максимал босимнинг 10, 50 ва 90% ни ташкил этади. Ҳар бир босқичда ўлчовнинг юқори чегарасининг 0,2 % га тенг босим қўшилади.

Бланка чизигидаги силжиш гўғри ва тескари йўналишдаги ўлчовларда 0,1 мм дан кам бўлмаслиги керак. Сезгирлик қуйидаги формула буйича ҳисобланади

$$S = \Delta l / \Delta p, \quad (\text{VI.5})$$

бунда Δl — сигналнинг асбобдан чиқиш пайтида ўзгариши, мм; Δp — босимнинг ўзгариши, кгс/см².

Асбобларни даражалаш буйича батафсилроқ маълумотлар уларни тайёрловчи завод томонидан ҳар бир асбоб учун ҳужжат сифатида бериладиган йуриқномада келтирилади.

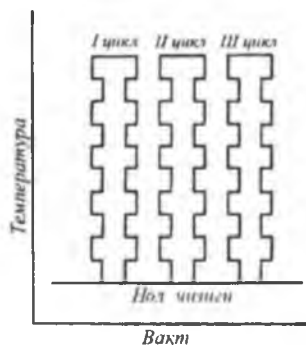


VI.6- расм. Манометрнинг тузилиш схемаси. 1-термометр; 2-чуқурлик манометри; 3-ҳаммом; 4-тарелкали шток; 5-намунали манометр, 6-ёғ солинган бак; 7-гидравлик пресс; 8-маховик.

VI.2. Температурани ўлчаш учун асбоб ва аппаратлар

Газогидродинамик тадқиқотлар ўтказиш жараёнида газнинг температурасини ўлчаш қудуқ оғзида (қувур ортида) ва қудуқ стволы буйича амалга оширилади.

Қудуқ оғзида суяқлиги кенгайдиган (симобли ёки спирт-



VI.7- расм. Бланкадаги ёзув шакли.

ли) термометрлардан фойдаланилади. Термометрлар фаввора арматурасига махсус ўрнатилган филофларга ва дебитни улчаш узели боғичига жойлаштирилади. Қўлланиладиган термометрнинг бўлиниш даражаси $0,5^{\circ}\text{C}$ дан ошмаслиги керак.

Қудуқ стволи газ температураси чуқурлик термометрлари билан уша жойнинг узидан ёки масофадан қайд этиб улчанади. Бундай термик тадқиқотлар қуйидагиларни кўзда тутати: геотермик градиентни қайд қилиш, қудуқ ишлаётганида ва тўхтаб турганида унинг стволида температура майдонининг тақсимланишини аниқлаш, газ берувчи интервалларни

ажратиш ва айрим қатламчаларнинг дебитларини баҳолаш.

Турли ташкилотлар томонидан конструкцияланган ва тайёрланган чуқурлик термометрларининг кўрсаткичлари синаш пайтида бир-бирига жуда яқин бўлади. Ҳаракатланиш принципи бўйича уларни қуйидагиларга бўлиш мумкин.

Дилатометрик термометрлар, уларда температураларни улчаш учун жисмнинг иссиқликдан кенгайишидан фойдаланилади.

Манометрик термометрлар босим ўзгаришининг доимий ҳажмли идишдаги модда температурасига боғлиқлигидан фойдаланилади.

Буғ билан тўйинтирилган суюқлик қўйилган манометрик термометрлар.

Қаршилиқ термометрлари, буларда температуранинг ўзгариши билан сезгир элементнинг қаршилиғи ўзгаради.

Частотали сизимли термометрлар, уларда температуранинг ўзгариши билан тебраниш чегарасининг частотаси ўзгаради.

ВНИИКАнефтегаз институти томонидан МГН-2 геликсли манометрлари асосида «Сириус» типидagi жойида қайд қиладиган нормал қаторли ТГН-1 чуқурлик конденсацион термометрлари ишлаб чиқилди.

«Сириус» чуқурлик термометри (VI.8-расм) термоприемнигининг бурама найча 1 шаклида ишланган бушлиғи геликс 3 билан капилляр 2 ёрдамида уланади. Температура ўзгарганида геликс деформацияланиб, унинг буш учининг айланишига олиб келади. Бу айланма ҳаракат валик 4 орқали ёзувчи перога ва йуналтирувчи втулкага ўтади. Температуранинг ёзадиган диаграмма бланки каретка 7 га ўрнатилади, у муфта, редуктор 9 ва ҳаракатланадиган винти 8 орқали соатли узатма 11 дан ҳаракатга келади.

«Сириус» типидagi термометрларнинг улчаш чегараси унга қўйилган суюқликка боғлиқ, бу мақсадда хлорли этил, сув, толуол,

анилин ва б. дан фойдаланилади. «Сириус» термометрининг техник тавсифи қуйида берилган.

Температурани ўлчаш чегаралари, °С.....0-60; 20-100;
40-140; 120-220;
150-250; 200-300;
250-400

Максимал ишчи босим, кгс/см².....1000 гача

Келтирилган хатолик, %0,2-1,0

Ёзув узунлиги, мм:

температуранинг.....60

вақтнинг.....120

Иссиқлик инерцияси, минут.....5

Узунлиги, мм.....2000

Диаметри, мм.....32

Массаси, кг.....10,0

Ушбу термометрнинг камчиликларига температураларни ўлчаш шкаласи оралиқларининг ҳар хиллигини ҳамда катта иссиқлик инерциясини келтириш мумкин.

Кинематик схемалари бир хил типда бўлгани туфайли термометрнинг ишга тайёрлаш чуқурлик манометри (МГН-2) каби амалга оширилади.

Ҳамма типдаги термометрни текшириш ва даражалаш чуқурлик манометрларини даражалаш қурилмаларида амалга оширилади. Уларнинг фарқи шундаки, чуқурлик термометрларини даражалашда идишдаги суюқлик температураси термостат ёрдамида қайд қилинади ва ўрганилади.

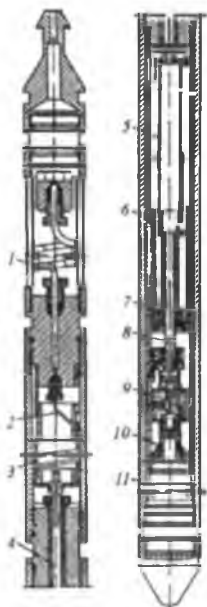
Қудуқ стволидаги температура курсаткичларини иш жойининг узида ёки масофадан туриб қайд қилувчи бошқа чуқурлик термометри (мас., ТЭГ-36 ва б.) билан, шунингдек, уларнинг техник тавсифларига асосланган комплексларига кирувчи айрим асбоблар билан ҳам ўлчаса бўлади.

Хориж фирмалари чуқур термометрларининг ишлаш принципи ва техник тавсифлари мамлакатимизда ишлаб чиқарилганларига ўхшаш.

Иш жойида туриб қайд қилувчи асбобларни «Лойтер», «Аме-рада», «Хамбл» ва «Кастер» фирмалари, масофадан туриб қайд қилувчи асбобларни «Шлюмберже» фирмаси ишлаб чиқаради.

VI.3. Қудуқнинг дебитини ўлчайдиган асбоб ва аппаратлар

Қудуқнинг дебити сарф ўлчагичлар ёки махсус сарф ўлчайдиган мосламаларнинг қуйидаги типлари билан ўлчанади: ўзгарувчан босимлар фарқи методига асосланган сарф ўлчагичлар (оқимнинг торайиш методида), доимий босимлар фарқи методига асосланган



VI.8- расм. «Сирius-1» чуқурлик термометри.
 1-бурама найча; 2-капилляр; 3-гелекс; 4-валик;
 5-йуналтирувчи втулка; 6-перо; 7-каретка; 8-ҳара-
 катладиган винт; 9-редуктор; 10-муфта;
 11-соатли узатма.

сарф улчагичлар (ротаметрлар), шунингдек, турбинали, уюрмали ҳажмий, умумий, ультра товушли, иссиқлик ва б. сарф улчагичлар.

Кон шароитида ўзарувчан босимлар фарқига асосланган ўлчов мосламалари энг кўп ишлатилади. Бундай мосламалар газ оқимини диафрагма ёки сопло (конус найчадан) орқали ҳаракатланиши пайтида газ оқимининг торайишига мулжалланган. Бир вақтнинг ўзида газ оқимининг ҳар қандай торайиши, қувурлардаги қаршилиқлар таъсирида юзага келиб, торайтирувчи мосламада босимлар фарқини ҳосил қилади. Босимлар фарқи асосан газ сарфига боғлиқ. Бундай боғлиқлик газнинг диафрагма ёки соплодан ўтаётгандаги сарфини аниқлаш учун ишлатилади.

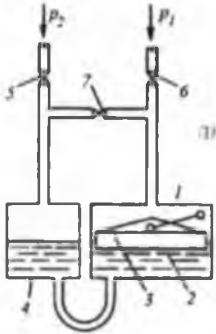
Ўзарувчан босимлар фарқига асосланган, умумий дебитни ўлчаш учун мулжалланган мосламанинг икки типи мавжуд — сарф улчагичлар (критик оқимгача бўлган ўлчагичлар) ва диафрагмали критик оқим ўлчагичлари (ДИКТ).

VI.3.1. Газнинг критик ҳолатидан олдинги оқимининг сарф ўлчагичлари

Сарф ўлчагичлар икки асосий қисмдан: диафрагма, сопло, штуцер ва б. урнатилган мослама ва дифференциал манометрдан иборат. Манометр ёрдамида диафрагмадаги босимлар фарқи (кўрсатилади, ёзилади, узатилади) ва торайтирувчи мослама олдидаги босим ўлчанади.

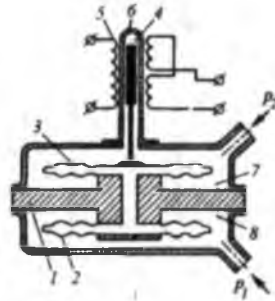
Сарфни ҳисоблаш учун зарур бўлган параметрларнинг кўпчилиги дифманометр кўрсаткичидан олинганлиги сабабли, сарф ўлчагичнинг ҳамма қисми кўпинча «дифманометр» деб аталади. Газ саноатида пукакли, мембранали ва сиффонли дифманометрлардан кўп фойдаланилади.

Пукакли дифманометрнинг ишлаш принципи қуйидагича (VI.9-расм): 2- ва 4- туташтирилган идишларга суюқлик (кўпинча симоб) қуйилади, икки идишни туташтирган диаметри кичик мослама ҳисобига ҳосил бўлган босимлар фарқи тенглашади. 2-идишдаги пукак



VI.9- расм. ДМП дифманометри.

1-зичлантирувчи муфтанинг ўқи;
2-пукакли идиш; 3-пукак; 4-алмаши-
нувчи идиш; 5, 6-беркитувчи вентиллар;
7-тенглаштирадиган вентиль.



VI.10- расм. Қутисимон мембранали дифманометр.

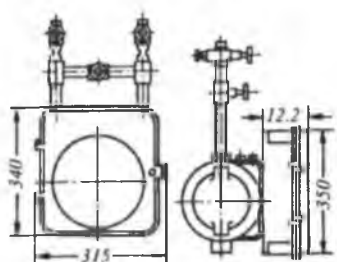
3 мос равишда пастга тушади ва 1-ўқ ва ричагли система орқали ҳосил булган босимнинг фарқини соатли ёки электрли узатма орқали айланаётган диаграммага ёзиб қолдиради.

Мембранали дифманометрда мос равишда босим фарқи тўртта бир хил, жуфт-жуфт қилиб қалайлаб уланган мембранадан иборат булган мосламанинг эластик деформацияси ҳисобига тикланади (VI.10-расм).

Мембраналар асос 1 га туташтирилган, уларнинг ички бушлиқлари ўзаро бир-бирига уланган ва дистилланган сув билан тўлдирилган. Юқорида жойлашган мембрана қутисининг маркази корпус 6 га ўрнатилган темир ўзак 4 билан уланган. Бу ўз навбатида дифференциал трансформатор ўзгартиргичи ғалтақлари 5 бушлиғига кириб туради.

7 ва 8 камераларда босимнинг фарқи туфайли 2 пастки мембрана қутича сиқилади, сув 3 қутичага оқиб киради. Бунда сув қутичани деформациялайди ва темир ўзакни силжитади. Шундай қилиб, босимлар фарқи иккиламчи аппаратура билан ўлчанадиган электр сигналига айланади.

Сильфонли дифманометрнинг умумий кўриниши VI.11-расмда кўрсатилган. Босимлар фарқини ўлчаш учун сильфонли блокка вентиль бошчаси уланади, кўрсатувчи ёки қайд қилувчи мослама тўғри бурчак шаклида тайёрланган корпусга ўрнатилади. Сильфон блоккидаги (VI.12-расм) тагликда 6, 1 ва 14 сильфонлар ўрнатиладиган, уларнинг остки қисмлари шток 16 билан бирлаштирилган. Сильфонларнинг ички бушлиқларини бир томонлама таъсир этадиган кучни ортиб кетишидан ҳимоялаш учун махсус суюқлик билан тўлдирилади ва герметик равишда зичланади. Қопқоқ 2 билан чегараланган

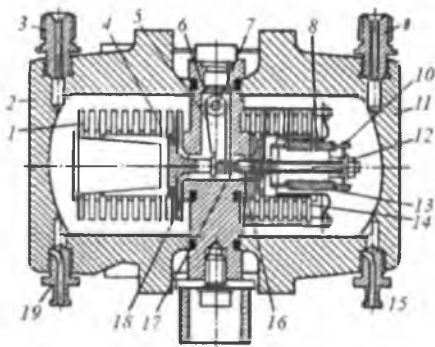


VI.11- расм. ДС дифманометрнинг умумий кўриниши.

Бундай шароитда шток 16 унғ томонга силжиб ўтиб, 8 ва 13 пружиналарнинг қўзилишига сабаб бўлади. Шток шарикли подшипник 17 орқали 5 ричагни бурайди, бу торсионли (бура- лувчан) трубка ичида жойлашган стерженни бураб торсион трубкаси 7 ни бураб юборади. Стержень кинематик узатма орқали стрелка ёки перо билан уланган. Стерженнинг энг кўп бурилиш бурчаги 20° га тенг.

Сильфон 1 учта қўшимча гофр (юпқа металл лист) кўриниши- даги температура компенсаторига (температура ўзгариши таъсирини бартараф этувчи мосламага) эга, уларнинг бушлиқлари стакан тешги орқали сильфонни ишлайдиган қисми билан туташган. Атроф- муҳитнинг температурасини ортиши натижасида суюқликнинг ҳажми ҳам ортади ва суюқликнинг ортиқча қисми температура компенсато- рига оқиб ўтади. Иккала сильфон клапанли мослама билан жиҳозлан- ган. Босим бир томонлама ортиб кетса, сильфоннинг конус шаклдаги клапани зичлаштирувчи ҳалқа 4 билан конусли эгар 18 асосига 6 ўтиради ва сильфондан суюқлик оқиб чиқадиган канални тўсади, натижада сильфонни бузилишдан сақлайди.

15 ва 19 тиқинлар блокнинг ишчи бушлиқларидаги босимни аста-секинлик билан камайтиришга хизмат қилади. 8 ва 13 пружиналар босимлар фарқини ўлчаш чегарасига қараб ўрнатилади.



VI.12- расм. ДС дифманометр- нинг сильфонли блоки.

1, 14- сильфонлар; 2, 11- қоп- қоқлар; 3, 9-штуцерлар; 4- зич- лантирувчи ҳалқа; 5-ричаг; 6- сильфоннинг асоси; 7-торсимон трубка; 8,13-пружиналар; 10, 12-гайкалар; 15, 19-тиқинлар; 16-шток; 17-подшипник; 18-эгар.

Газ конларида ва ер ости газ омборларида газ сарфини ўлчашга мулжалланган дифференциал сиффонли манометрларнинг техник тавсифи VI.7-жадвалда келтирилган.

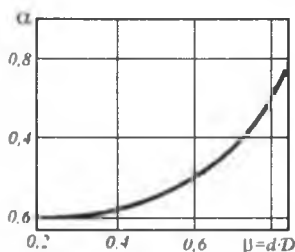
Тайёрловчи заводлар соат механизмидан ёки синхрон двигателдан олинган узатма билан ишлайдиган курсатувчи ва ўзиёзар сиффонли дифманометрлар тайёрлаб чиқаради, шунингдек сарф ўлчагичлар сифатида ишлайдиган интеграторли ва босимни қўшимча равишда ёзадиган дифманометрлар ҳам тайёрлайди.

Дифманометр сарф ўлчагичлар ишлатилганда газ дебити қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

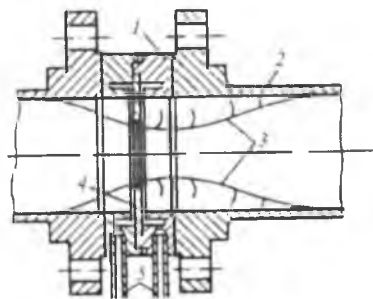
$$Q = 1700\alpha\epsilon k_1 d^2 \sqrt{\frac{p_1 H}{\rho T z}}, \quad (\text{VI.6})$$

бунда Q — газ дебити, м³/сут; α — VI.13 расмдан $\beta = d/D$ нисбатига биноан аниқланадиган сарф коэффициент; d — диафрагма диаметри, мм; D — қувур узаткич диаметри (VI.14- расм), мм; ϵ — VI.15-расм бўйича H/p_1 ва $m = d^2/D^2$ нисбатга боғлиқ ҳолда аниқланадиган газ оқимининг кенгайишига қўшимча коэффициент; k_1 — диафрагманинг иссиқликдан кенгайишига қўшимча коэффициент, VI.16-расм бўйича аниқланади; тақрибий ҳисоблашларда $k_1 = 1$ булиши мумкин; k_1 — диафрагманинг қирувчи қиррасини етарлича ўткир булмаганлигига умумий тузатиш ва қувур узаткичнинг ғадир-будурлиги, VI.8-жадвалдан аниқланади; p_1 — диафрагма олдидаги мутлақ босим, кгс/см²; H — диафрагмагача ва ундан кейинги босимлар фарқи, мм симоб устунида; T — газнинг диафрагма олдидаги мутлақ температураси, К; z — газнинг p_1 ва T даги юқори сиқилувчанлик коэффициенти.

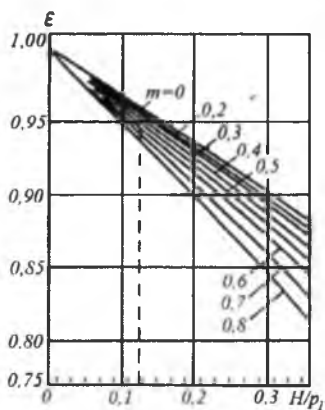
Қудуқни тадқиқ қилинган натижаларини қайта ишлашда ишлатиладиган газнинг сарфини ҳисоблаш учун $A = 1700\alpha\epsilon k_1 d^2 \sqrt{\frac{1}{\rho z T}}$



VI.13- расм. Сарф коэффициенти α ни β га боғлиқлиги.



VI.14- расм. Қудуқ дебитини торайиш методи бўйича ўлчайдиган камера диафрагмасининг схемаси. 1-камера; 2-қувур узаткич; 3-газ оқими; 4-диафрагма; 5-диафрагма олдидаги газ оладиган қувурчалар.



VI.15- расм. Тузатиш коэф-
фициенти газ оқимини
кенгайишига H/p .

ўлчамини доимий миқдор деб қабул қилиш мумкин.

$A = \text{const}$ учун турли режимларда дебитлар қуйидаги тартибда ҳисобланади.

p_{max} (асбобнинг максимал кўрсатиши) ва H_{max} (асбобнинг паспортига мос келадиган босимнинг максимал фарқи) бўйича асбобнинг максимал сарфи аниқланади:

$$Q_{\text{max}} = A \sqrt{H_{\text{max}}} \sqrt{p_{\text{max}} + 1,033}.$$

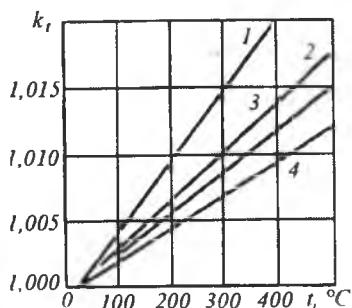
Картограммани ишлаш пайтида p_{max} дан фоиз ҳисобида ўртача ортиқча босим p ва $\sqrt{H_{\text{max}}}$ дан фоиз ҳисобида \sqrt{H} нинг ўртача қиймати аниқланади.

Газнинг сутка давомидаги сарфи қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$Q = \varphi Q_{\text{max}} \sqrt{\frac{\Psi p_{\text{max}} + 1,033}{p_{\text{max}} + 1,033}}, \quad (\text{VI.7})$$

бунда

$$\varphi = \sqrt{H / H_{\text{max}}}, \quad \Psi = p / p_{\text{max}}.$$



VI.16- расм. k_t коэффициен-
тини материал ва
температурага боғлиқлиги.

1-алюминий; 2-мис;
3-никель; 4-пўлат.

Дебитлар катта булмаганда ва d/D нисбати катта булганда сарф коэф-
фициенти α — ўзгарувчан миқдор
булиб, унинг қиймати оқим тезлигига
боғлиқ бўлади. Бундай ҳолатда қушимча
коэффициент k_2 га купайтирилади.
Ушбу коэффициент қувур утказгичдаги
ғадир-будурликка Re боғлиқ. k_2 ни
миқдори VI.17-расм бўйича аниқла-
нади.

Айрим қудуқлар дебитини аниқроқ
ҳисоблаш учун «28—64 қоидалар»¹⁾ дан
фойдаланиш зарур.

1) Правила измерения расхода жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами — М.: Стандарт, 1964.

Сарф улчагич сифатида ишлатиш учун мулжалланган дифференциаль сильфонли манометрларнинг техник тавсифи

Асбоб тури	Ўлчанаётган параметр	Ўлчов натижаларини ифодалаш усли	Мумкин бўлган энг кўп ишчи босим, кгс/см ²	Энг кўп номинал босимлар фарқи, кгс/см ²	Диаграмма узатмасининг типи	Ишлаш диапазони, максимал қийматдан % ҳисобида
1	2	3	4	5	6	7
ДСС-710Н	ДР	Ўзи ёздиган	160	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63;	Синхрон двигателдан	20-30 дн 70-80 гача
ДСС-710В	ДР	Бу ҳам шундай	320	0,4; 0,63; 1,0; 1,6	Бу ҳам шундай	
ДСС-712Н	ДР интегратор билан	"	160	0,63; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63	"	
ДСС-712В	ДР интегратор билан	"	320	0,4; 0,63; 1,0; 1,6	"	
ДСС-710чН	ДР	"	160	0,63; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63	Соат механизмидан	
ДСС-710чВ	ДР	"	320	0,4; 0,63; 1,0; 1,6	Бу ҳам шундай	
ДСС-732Н	ДР интегратор билан, босимни ёзиб олиш билан	"	160	0,63; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63	Синхрон двигателдан	
ДСС-732В	Бу ҳам шундай	"	320	0,4; 0,63; 1,0; 1,6	Бу ҳам шундай	
ДСС-734Н	ДР, Р	"	160	0,63; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63	"	
ДСС-734В	ДР, Р	"	320	0,4; 0,63; 1,0; 1,6	"	
ДСС-734чН	ДР, Р	"	160	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63	Соат механизмидан	
ДСС-734чВ	ДР, Р	"	320	0,4; 0,63; 1,0; 1,6	Бу ҳам шундай	

VI.7-жадвалнинг давоми

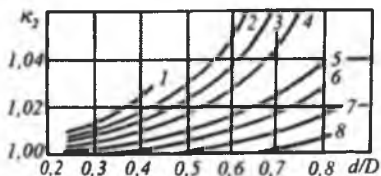
1	2	3	4	5	6	7
ДСП-780Н	D \varnothing	Курсатадиган	160	0,63; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63	—	
ДСП-780В	D \varnothing	Бу ҳам шундай	360	0,4; 0,63; 1,0; 1,6	—	
ДСП-781Н	D \varnothing интегратор билан	"	160	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63	"Синхрон двигателдан Бу ҳам шундай	
ДСП-781В	D \varnothing интегратор билан	"	320	0,4; 0,63; 1,0; 1,6		
ДСП-778Н	D \varnothing	Сигнал мосламаси билан	160	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63	—	
ДСП-778В	D \varnothing	курсатувчи Пневматик датчик билан	320	0,4; 0,63; 1,0; 1,6	—	
ДСП-787Н	D \varnothing	курсатувчи Сигнал мосламаси билан	160	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63	—	
ДСП-787В	D \varnothing	Пневматик датчик билан	320	0,4; 0,63; 1,0; 1,6	—	
ДСП-786Н	D \varnothing	Электр датчик билан	160	0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63	—	
ДСП-786В	D \varnothing	курсатувчи Бу ҳам шундай	320	0,4; 0,63; 1,0; 1,6	—	

Диафрагма учун тузатиш коэффициенти k_1

d/D	D, мм			
	50	100	200	300
0,05	1,0251	1,0197	1,0131	1,0082
0,10	1,0248	1,0193	1,0126	1,0076
0,15	1,0244	1,0188	1,0121	1,0067
0,20	1,0242	1,0184	1,0115	1,0056
0,25	1,0238	1,0177	1,0102	1,0044
0,28	1,0235	1,0172	1,0092	1,0036
0,30	1,0233	1,0168	1,0087	1,0030
0,32	1,0231	1,0164	1,0082	1,0025
0,34	1,0229	1,0160	1,0077	1,0020
0,36	1,0227	1,0157	1,0073	1,0016
0,38	1,0226	1,0154	1,0068	1,0012
0,40	1,0226	1,0151	1,0064	1,0009
0,42	1,0226	1,0149	1,0061	1,0006
0,44	1,0226	1,0147	1,0057	1,0003
0,46	1,0226	1,0145	1,0055	1,0001
0,48	1,0227	1,0143	1,0052	1,0000
0,50	1,0229	1,0142	1,0050	
0,52	1,0231	1,0142	1,0049	
0,54	1,0234	1,0142	1,0048	
0,56	1,0236	1,0143	1,0047	
0,58	1,0240	1,0144	1,0047	
0,60	1,0243	1,0147	1,0048	
0,62	1,0247	1,0150	1,0048	
0,64	1,0250	1,0152	1,0050	
0,66	1,0254	1,0155	1,0052	
0,68	1,0259	1,0159	1,0054	
0,70	1,0268	1,0162	1,0056	
0,72	1,0269	1,0166	1,0060	
0,74	1,0274	1,0171	1,0063	
0,76	1,0280	1,0175	1,0066	
0,78	1,0287	1,0180	1,0070	
0,80	1,0294	1,0185	1,0074	
0,82	1,0301	1,0191	1,0078	
0,84	1,0309	1,0196	1,0082	
0,86	1,0316	1,0202	1,0086	
0,88	1,0323	1,0207	1,0089	
0,90	1,0333	1,0214	1,0092	

Айрим параметрларни аниқлаш учун ўлчов пунктининг ҳамма деталь ва қисмларининг типи ва ўлчамини танлаш, схемани монтаж қилиш ва ҳисоблаш варағини тулдириш тартиби қайд этилган қоидалар асосида бажарилиши керак. Бу қоидалардан стационар ва квазистационар, қуруқ ва нам газ оқимлари учун фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлиб, уларнинг фазавий ҳолати торайтирувчи қурилмалардан оқиб ўтишида ҳам узгармайди.

Газ оқимларининг параметрлари қуйидагилардан иборат бўлиши мумкин: ортиқча босим 120 кгс/см² гача, температура 50 дан 100°C



VI.17- расм. Тузатиш коэффициентининг k_2 d/D нисбатига боғлиқлиги.

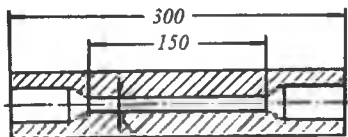
Re миқдори: 1-5000; 2-6000; 3-8000;
4-10000; 5-20000; 6-30000; 7-50000;
8-100000.

гача, нисбий намлик 100% гача, газнинг таркибида CO , CO_2 , O_2 , N_2 , H_2S ва б. бўлиши мумкин. Агар қудуқдан чиқаётган газ билан бирга суyoқ ёки қаттиқ аралашмалар чиқиб турса, у ҳолда газнинг дебитини ўлчайдиган пункт олдига сепаратор ўрнатилади. Унинг ёрдамида газдан аралашмаларни бутунлай ажратиб олиш ва маълум вақт мобайнида ажралган аралашмалар миқдорини ўлчаш мумкин бўлади.

Газ конларида битта дифманометр — сарф ўлчагич билан жиҳозланган ва бир ўлчов чизиғида жойлашган газ йиғиш схемаси энг кўп тарқалган. Ҳар бир бундай асбоб узининг конструктив тузилишига ва ишлатиш хусусиятларига қўра асбобнинг максимал сарфига Q_{max} нисбатан 20—30 дан 70—80% гача аниқликда қудуқ дебитини аниқлаш имконини беради. Бу миқдор ҳамма қудуқларда, айниқса кам дебитли қудуқларда тадқиқотлар олиб боришга етарли эмас. Бундай ҳолларда тадқиқотлар диапазонини кенгайтириш мақсадида ўлчов узелини монтаж қилишда иккита тармоқланган қувур узаткичлар ўрнатилади, улар навбати билан битта дифманометрга уланади. Қурилмалар шартли шкалалари битта дифманометрга навбати билан ёхуд ишлаётган якка қурилмага «28—64 қоида»ларда қайд этилган тартибда уланади.

VI.3.2. Газни критик оқимининг сарф ўлчагичлари

Қудуқни синашда кўпинча унинг дебитини аниқлаш учун критик оқимни диафрагмали асбоб (ДИКТ) билан ўлчаш методидан фойдаланилади. Газни атмосферага чиқариб юбориш унчалик мақсадга мувофиқ бўлмасада ҳамма ҳолатларда қудуқ дебитини бундай усул билан ўлчаш уни синаш учун ягона йўлни кўрсатиб беради. Аммо мазкур усулдан фойдаланишда кондаги газ узатиш қувуридаги босим

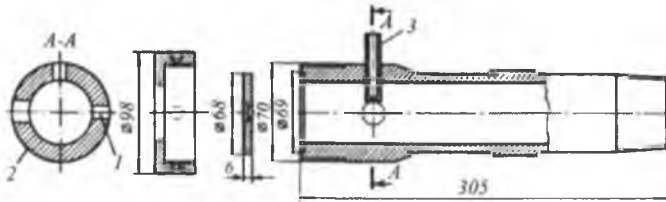


VI.18- расм. Штуцер схемаси.

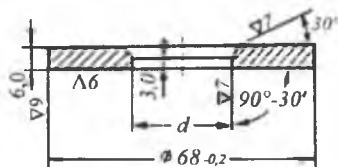
дебитни ўлчайдиган узелдан кейинги статик босимга, шунингдек, ҳали газ узатиш қувури утказилмаган разведка майдонларида қудуқ оғзидаги босимга тенг ёки ундан ортиқ бўлиши керак.

Газ дебитини диафрагмали ўлчагич (ДИКТ) ёрдамида (VI.18—VI.22-расмлар) ўлчашда газнинг диафрагма

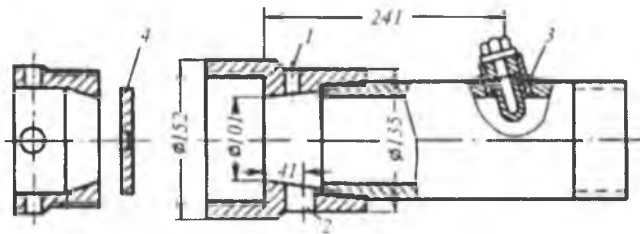
ёки штуцердан оқиб утишида критик оқиш шароити юзага келтирилиши керак. Диафрагмагача булган босим ундан кейинги босимдан икки ва ундан кўп марта ортиқ булганда критик оқиш шароитига эга булинади.



VI.19- расм. Критик оқимининг диаметри 50 мм булган диафрагмали ўлчигич.
1-манометр жойлаштириладиган тешик; 2-ҳаво билан тозалаш вентили жойлаштириладиган тешик; 3- термометрик стакан.



VI.20- расм. 50 мм ли ДИКТ диафрагмаси.



VI.21- расм. Диаметри 100 мм ли ДИКТ.
1-манометр жойлаштириладиган тешик; 2-ҳаво билан тозалаш вентили жойлаштириладиган тешик; 3- термометрик стакан; 4-диафрагма.



VI.22- расм. 100 мм ли ДИКТ диафрагмаси.

Критик оқимда газнинг дебити қуйидаги формула орқали аниқланади

$$Q = \frac{c p \Delta}{\sqrt{\rho z T}}, \quad (\text{VI.8})$$

бунда Q — газ дебити, минг м³/сут; p — диафрагма олдидаги мутлақ босим, кгс/см²; газнинг ҳаво буйича нисбий зичлиги; T — газнинг диафрагма олдидаги мутлақ температураси; K ; z — p ва T шароитдаги юқори сиқилувчанлик коэффициенти; c — VI.9 жадвалдан аниқланадиган ва диафрагма (штуцер)га ва ДИКТ га боғлиқ булган коэффициент;

Δ — реал газнинг физик ҳолати (адиабат) курсаткичининг ўзга-ришини ҳисоблайдиган тузатиш коэффициенти VI.23-расмдан ёки қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$\Delta = -0,517 + 1,618T_{\text{кел}} + \left[1,204 - 1,231T_{\text{кел}} + 0,322T_{\text{кел}}^2 \right] p_{\text{кел}} + \left(-0,101 + 0,110T_{\text{кел}} - 0,33T_{\text{кел}}^2 \right) p_{\text{кел}}^2, \quad (\text{VI.9})$$

бунда $T_{\text{кел}}$, $p_{\text{кел}}$ — келтирилган температура ва босим (II бобга қаранг).

c коэффициентининг VI.10-жадвалда келтирилган миқдори температурага тузатиш киритишни инobatга олган ҳолда адабиётлардан олинади ва $p = 1,033$ кгс/см² ва $T = 293$ К да дебитни олишга имкон беради. Қуруқ газ ва конденсат аралашмаси учун c нинг қиймати босим 70 кгс/см² ва конденсатнинг миқдори 40 см³/м³ гача булгандаги шароитда ВНИИГаз да аниқланган.

Конденсатнинг миқдори 40 см³/м³ дан ортиқ булганда аниқланган c тўғрисидаги маълумот адабиётларда учрамайди. Шу боисдан конденсатнинг миқдори 40 см³/м³ дан ортиқроқ булса ё даставвал газнинг сарфини улчашгача булган даврда конденсатни газдан ажратиб олиш керак, ёхуд қуйидаги тақрибий формуладан фойдаланиш лозим:

Критик оқимнинг улчагичлари учун с коэффициенти

Дифраг- ма диа- метри, мм	ДИКТ 50 мм			ДИКТ 100 мм	Улчаш штуцери (адабиётдан олинган маълум- лотлар)
	Адабиёт маълумотлари	ВНИИГаз тадқиқоти			
		Қуруқ газ	Газоконденсат аралашмаси		
1,59	0,456	—	—	—	—
1,69	—	0,500	—	—	—
2,38	1,003	—	—	—	—
2,52	—	1,112	—	—	—
3,17	1,883	—	—	—	1,868
3,41	—	2,170	—	—	—
4,17	3,526	—	—	—	3,517
4,84	—	4,400	—	—	—
5,39	5,771	—	—	—	—
5,49	—	5,790	—	—	—
6,35	7,731	—	—	7,450	7,526
6,43	—	7,600	—	—	—
7,95	11,891	—	—	—	13,048
7,98	—	11,400	—	—	—
9,51	16,917	16,52	16,77	16,747	18,298
11,11	—	22,30	22,82	—	—
11,13	24,245	—	—	—	24,453
22,64	—	28,70	—	—	—
12,70	30,438	—	—	29,959	33,702
15,83	46,046	—	—	46,673	53,741
15,91	—	44,70	47,057	—	—
19,02	—	65,46	64,868	—	—
19,05	67,244	—	—	66,886	78,085
22,14	—	89,30	88,0	—	—
22,19	92,480	—	—	90,955	—
25,36	—	117,50	115,55	—	—
25,40	121,603	—	—	118,494	—
28,57	155,718	—	—	149,260	—
31,75	136,591	—	—	184,201	—
34,91	241,530	—	—	221,886	—
38,10	299,596	—	—	264,440	—
44,45	—	—	—	362,206	—
50,80	—	—	—	477,201	—
57,15	—	—	—	611,750	—
63,50	—	—	—	767,229	—
69,85	—	—	—	949,917	—
76,20	—	—	—	1167,288	—

Масофада туриб ўлчайдиган асбоблар ва комплексларнинг техник тавсифи

Курсаткичлар	МММ-1	ТЭГ-36	РМТ-3	"Метан-2"	ДГДГ	ДГДДГ	УДИС-1	"Глубина-1"	"Дебит-1"	"Пласт-1"	"Гелий-1"
Асбобни ишлаб чиқарган танкилот Ўлчанаётган параметр	ВНИИР нефть	Сев кав НИИ	ВНИИ – КАН Нефтегаз	"Союзгаз-автоматика"	УфНИИ	УфНИИ	ВНИПИ Газдобча	"Союзгаз-автоматика"	"Союзгаз-автоматика"	"Союзгаз-автоматика"	"Союзгаз-автоматика"
Улчаши чегараси: босим, кгс/см ²	Босим	Температура	Босим, температура	Дебит	Дебит	Дифференциалланган дебит	Босим, температура	Босим, температура, тезлик	Босим, температура, тезлик, қудуқ диаметри	Босим	Температура
Температура, °С	50–1000	—	0–160, 0–250, 0–400, 0–600	—	—	—	0–500	0–100, 0–160, 0–250, 0–400	0–100, 0–160, 0–250, 0–400	0–100, 0–160, 0–250, 0–400	—
тезлик, м/с	—	0–150	10–90, 80–180	—	—	—	–5+ +150	–10+ +150	–10+ +150	—	–10+ +150
қудуқ диаметри, мм	—	—	—	0-3, 0-10, 0-50	0,1–10	—	—	0-3, 0-10, 0-50	0-3, 0-10, 0-50, 60-160	—	—
Асбобнинг иш диапазони босим буйича, кгс/см ²	—	1000 гача	—	—	—	—	—	—	—	—	—
температура буйича, °С	—	—	—	400 гача	500 гача	500 гача	—	—	—	—	400 гача
Келтирилган хатолик, %	200–100	—	—	–10 +100	+150 гача	+150 гача	—	—	—	–10 +150	—
	1,5	1,0	0,6	—	—	—	0,5	—	—	0,4	0,4

VI.10-жадвалнинг давоми

Кўрсаткичлар	МММ-1	ТЭГ-36	РМТ-3	"Меган-2"	ДГДГ	ДГДЛГ	УДИС-1	"Глубина-1"	"Дебит-1"	"Пласт-1"	"Гелий-1"
Асосий ўлчамлар, мм	18	36	26	42,80	51	51	—	42	42	42	42
диаметри	767	2010	1100	320	900	900	—	—	—	695	710
узунлиги	—	8	2.3	4	5,8	5.8	—	—	—	—	—
Масса, кг	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Таъминлаш манбаи	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
қўлланиши, В	220	250	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Езиш тури	Рақамли печат	Аналогик	Рақамли печат	Аналогик	—	—	—	Аналогик рақамли	Аналогик рақамли	Аналогик рақамли	Аналогик рақамли
Станция тили	АПЭЛ-64	—	—	АКС/л-7	АПЭЛ-64	АПЭЛ-64	—	АКС/л-7	АКС/л-7	АКС/л-7	АКС/л-7
Тажриба намуналари тайёрлаган ташкилот	—	Грознефтегеофизика	—	Калининград тажриба заводи	—	—	—	Калининград тажриба заводи	Калининград тажриба заводи	Калининград тажриба заводи	Калининград тажриба заводи
Кабелнинг максимал узунлиги, мм	—	8	—	5	—	—	—	5	5	—	—
Дойимий вақт, с	—	2 гача	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Температуранин доимо қайд қилиш °С	—	0,25, 0,5, 0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—

$$\alpha = (Q_r + Q_{к.г.})/Q_{ар}, \quad (VI.10)$$

бунда α — тузатиш коэффициенти. Бу қуруқ газ ва газсимон конденсатнинг сарфини асбоб буйича улчанган икки фазали аралашма сарфига булган нисбатини англатади. Ушбу коэффициент VI.24–расм буйича газ таркибидаги конденсат миқдорига боғлиқ ҳолда аниқланади.

Газсимон фазадаги конденсатнинг дебитини $Q_{к.г}$ қуйидаги формула орқали тақрибий аниқлаш мумкин:

$$Q_{к.г} = Q_{к.г} \frac{22.41}{M} \rho_{к} \frac{293}{273}, \quad (VI.11)$$

бунда: $Q_{к.г}$ — конденсатнинг дебити, кг/сут; $\rho_{к}$ — конденсатнинг зичлиги, кг/м³; M — конденсатнинг молекуляр массаси (кг/кмоль да), унинг қиймати собиқ Иттифоқдаги баъзи бир газ-конденсатли конлар учун II бобда келтирилган.

Разведка қилинаётган майдонларда стандарт шайбалар комплекти (диафрагмалар) булмаганда штуцерлардан фойдаланиш мумкин, уларнинг c коэффициентлари қиймати VI.9–жадвалда келтирилган.

Мисол. Қудуқни ДИКТ билан синашда $D = 100$ мм, диафрагма диаметри $d = 25,4$ мм, $p = 220$ кгс/см² ва $T = 353$ К эканлиги аниқланган.

Газни лаборатория таҳлилидан маълум бўлишича $\rho = 0,6$ тенг.

$\bar{\rho} = 0,6$ га боғлиқ ҳолда ёки газнинг таркибига кура $p_{к.г} = 47$ кгс/см² ва $T_{к.г} = 191$ К ни аниқлаймиз. Кейинроқ $p_{к.г} = 220/47 = 4,69$ ва $T_{к.г} = 353/191 = 1,9$ ни аниқлаймиз. $p_{к.г}$ ва $T_{к.г}$ маълумоти учун $z = 0,892$ ва (VI.24) ёки (VI.9) формула буйича топамиз. VI.9–жадвал буйича $D = 100$ мм ва $d = 25,4$ мм орқали $c = 118,493$ ни топамиз.

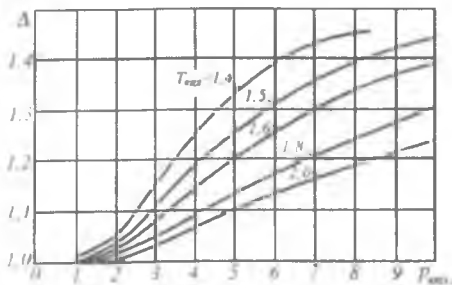
Бу маълумотларни (VI.8) формулага қўйиб Q ни аниқлаймиз:

$$Q = \frac{118 \cdot 493 \cdot 220 \cdot 1}{\sqrt{0,6 \cdot 353 \cdot 0,892}} = 2,11 \text{ млн. м}^3/\text{сут.}$$

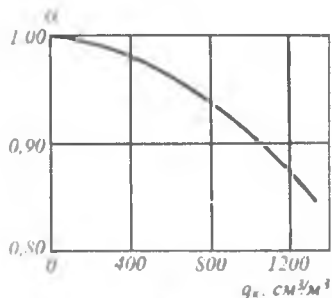
VI.3.3. Фаввораланаётган қудуқдаги газнинг сарфини акустик усул билан ўлчаш

Газнинг дебитини акустик усул билан аниқлаш атмосферага чиқиб кетаётган газ оқимидан юзага келаётган шовқин даражасини ёки овоз босими даражасини ўлчашга асосланган. Бу усулдан газ оқими вертикал ўқдан 30° га оғанда фойдаланиш мумкин. Усулдан фойдаланишдаги нисбий хато 15% дан ортиқ булмайди. Мазкур усулни газ чиқишида товуш пайдо бўлгунга қадар ва юқори товушли режимда ишлаётган қудуқларда қўллаш мумкин.

Газ фаввораланганда газнинг товуш пайдо бўлгунга қадар чиқиши амалда учрамайди, шунга кура, қуйида қувур кесимидан газнинг



VI.23- расм. Тузатиш коэффциенти Δ нинг $p_{крит}$ ва $T_{всг}$ га боғлиқлиги.



VI.24- расм. Улчанган газ оқимидаги конденсатнинг миқдорига қўшимча киритиш.

юқори критик тезлик билан чиқишида унинг дебитини аниқлаш методи баён қилинади.

Газнинг сарфини аниқлаш тартиби қуйидагича.

Атроф-муҳитнинг температураси t_x ва чиқётган газнинг t_t температураси (ҳеч бўлмаганда тахминан) аниқланади.

Ҳужжатлар буйича газ чиқётган қувурнинг диаметри аниқланади.

Шовқин манбасидан булган масофа аниқланади (алангаланаётган газ оқими учун 40—60 м, алангаланмайдиган газ оқими учун 20—40 м). Шовқин улчанадиган баландлик ер юзасидан 1,5 м булиши зарур.

Овоз босимининг даражаси $L_{у\text{лч}}$ стационар акустик шовқинларга мулжалланган ҳар қандай шовқин улчагичлар (масалан Ш-63) ёрдамида улчанади. Шовқин улчайдиган микрофон қувур кесимиغا йуналтирилади ва шамолнинг йуналишига перпендикуляр қилиб олинади. Шамол булганда улчов бир хил r масофали икки қарама-қарши нуқталарда бажарилиб, уларнинг уртача қиймати $L_{у\text{лч}}$ олинади.

Фаввораланаётган қудуқнинг дебити ярим эмпирик номограммалар ёрдамида аниқланади.

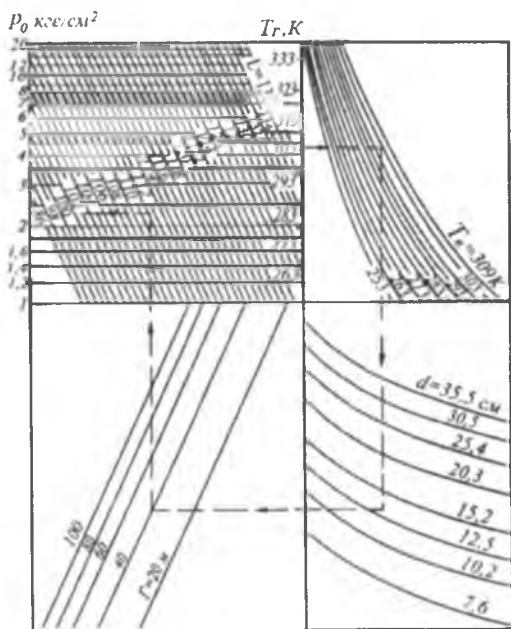
Ёнмайдиган газлар дебити VI.25 ва VI.26-расмлардан аниқланади.

Номограммалардан фойдаланиш тартиби қуйидагича.

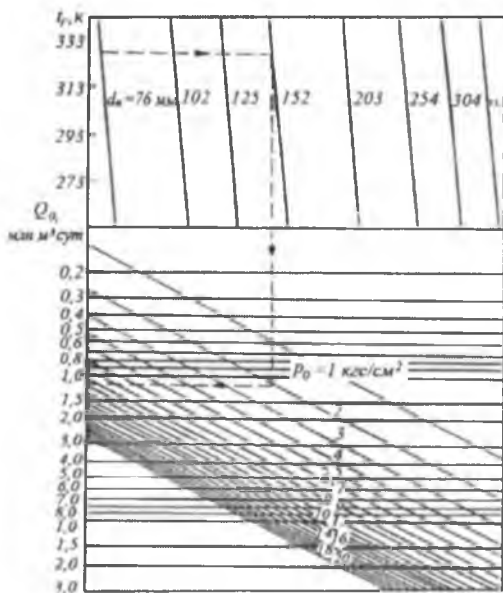
VI.26-расм буйича улчанган t_t , t_x , $d_{чик}$, r , $L_{у\text{лч}}$ лардан қувур кесимида босим p_0 аниқланади.

VI.27-расмдан топилган p_0 ва улчанган t_t ва $d_{с\text{ув}}$ буйича газнинг сарфи Q аниқланади (млн.м³/сут).

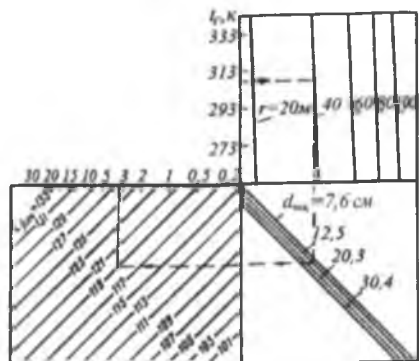
Алангаланадиган газнинг дебити VI.27-расмдаги номограммдан топилди. Бунда t_t ни аниқлашда йул қуйилган хато 30° булса, у ҳолда газнинг дебитини аниқлашдаги хатolik 5% булиши мумкин.



VI.25- расм. Қувур кесимидаги товуш босимининг даражаси бўйича статик босимни аниқлаш.



VI.26- расм. Ёнмай қолган газнинг товуш билан чиқишидаги дебитини аниқлаш номограммаси.



VI.27- расм. Ёнаётган газнинг товуш билан чиқишидаги дебитини аниқлаш номограммаси.

VI.4. Масофадан туриб ишлайдиган чуқурлик асбоблари ва комплекслари

Масофада туриб ишлайдиган чуқурлик асбоблари ва комплекслари билан газ оқимининг тезлиги, босими, температураси, қудуқнинг диаметри ва бошқа параметрлар ўлчанади ҳамда кондаги қудуқни геофизик ва газогидродинамик тадқиқ қилиш методларини боғловчи таркибий қисми ҳисобланади. Масофадан туриб ишлайдиган чуқурлик асбоблари ва мажмуаларини ишлатиш баъзи бир вақтларда уюм параметрларини ишончли равишда аниқлашда ягона ҳисобланади.

Кейинги йилларда ишлаб чиқарилган масофадан туриб ишлайдиган асбоблар комплекслари чуқурлик асбобини кўп симли кабелда қудуққа тушириш ёки алоҳида блокларни вақтинча улаб газ оқимининг босими, температураси, тезлиги, қудуқ диаметри ва б. ни аниқлик билан ўлчашга имкон беради.

Қоидага кўра, асбоблар тўғрисида маълумот, уларни ишлаш принципи ва улар билан ишлаш тартиби, сақлаш, транспортировка қилиш усуллари ва даражалаш асбобларга илова қилинган инструкциялар туркумларида баён этилган. Газ конларини тадқиқ қилишда ишлатилаётган масофадан туриб ишлайдиган асбоблар асосан туркумлаб чиқарилмайди.

Бундай асбобларнинг тажрибавий намуналари уларни ишлаб чиққан ташкилотлар томонидан тайёрланади ва ҳамма жойда ишлатилавермайди. Масофадан туриб ишлайдиган асбоб ва улар мажмуаларининг ВНПО Союзгазавтоматика томонидан ишлаб чиқарилган тажрибавий намуналари газ саноатида энг кўп тарқалган. Асбоб ва улар мажмуаларини ишлаб чиқаришга татбиқ қилиш масалалари билан асосан «Союзгеофизика трести» шуғулланган.

Масофадан туриб ишлайдиган чуқурлик асбоб ва мажмуаларини ишлатиш буйича юқорида қайд этилган ташкилотларнинг тажрибавий

ишлари VIII бобда баён этилган. Узоқдан бошқариладиган асбобларнинг серияли ишлаб чиқарилмаганлиги, ҳеч бўлмаганда уларнинг асосийларини кенг миқёсда ишлатиш имкониятининг йўқлиги, уларнинг конструктив ва технологик тавсифларига муфассал тўхташ имконини бермайди. Шунинг учун ҳам VI.10-жадвалда фақат уларнинг баъзиларининг техник тавсифи келтирилган. Булар туғрисида муфассал маълумотларни олиш учун уларни ишлаб чиқарган ташкилотларга мурожаат қилиш зарур бўлади.

VI.5. Чуқурлик асбобларини қудуққа тушириш учун зарур бўлган асбоб-мосламалар

Маҳаллий ташкилотларда ишлаб чиқарилган чуқурлик асбобларини қудуққа тушириш учун мўлжалланган асбоб-ускуналарнинг асосий элементларига сим, лебёдка ва лубрикатор киради.

Диаметри 1,6 дан 2,5 мм гача бўлган сим ишлатилади. Симдан фойдаланишда узилиб кетишининг олдини олиш учун унинг техник ҳолатига аҳамият бериб туриш лозим. Бунинг учун симни доимо мойлаб туриш зарур, бу иш симни барабаннинг лебёдкасига уралаётган вақтда бажарилса самара беради. Сим қайрилмаган, уйиқланмаган, узилмаган, кескин эгилмаган ҳамда ёриқлари бўлмаслиги керак. Чуқурлик асбоби бир-бирига зич ёпиштирилган олти урамдан ташкил топган махсус тугун ёрдамида симнинг бир учига бириктириб қўйилади.

Сим ураладиган лебёдкаларнинг узатмаси қўлда бураладиган кўчма ва махсус механик узатмали типлари маълум. Лебёдкаларнинг биринчи типига Яковлев яратган енгил ва оғир конструкцияли аппаратлар мансуб, уларга мос равишда 100 ва 2400 м симни ураш мумкин, шунингдек лебёдканинг 5000 м симга мўлжалланган ЛП-2 ихчам типи ҳам мавжуд.

Механик узатмали лебёдкалар транспортга ўрнатилади ва «қудуқларни тадқиқ қилиш қурилмалари» деб юритилади.

«АЗИНМАШ-8А» қурилмаси. Қурилма ГАЗ-66 автомобилнинг шассисига монтаж қилинади. Қурилманинг ҳамма ускуналари, мосламалари ва асбоблари фургон типигаги махсус кузовда жойлаштирилади. Кузовнинг орқа томонига кирадиган эшик ўрнатилган. Кузовнинг юриш томони бўйича чап деворида ишчи сим чиқадиган туйнук (люк) мавжуд. Ишчи сим қудуққа оғзидаги ролик ёрдамида йўналтирилади.

Оператор кузовда туриб лебёдкани бошқариб туради (трансмиссион валнинг шестернасини ишга туширади, тормоз ва фрикцион муфтани бошқариб туради). Ҳайдовчи кабинада туриб двигателни ишга туширади, қувватни танлайдиган қутичани бошқаради ва автомобиль системасининг ишлашини кузатиб туради (VI.11-жадвал).

Лебёдканинг техник тавсифи

Курсаткичлар	АЗИНМАШ	ЛСГ1-66
Лебёдканинг мумкин бўлган тортиш кучи, кгс	550	700
Ишчи симнинг диаметри, мм	1,6 ÷ 1,8	1,8 ÷ 2,5
Хизмат қиладиган энг катта чуқурлиги, м	6000	2500 7000
Ускуналарни кутариш тезлиги, м/с	1,6 ÷ 5,3	0 ÷ 8
Лебёдка барабанининг сигими, м	6500—5600	4300—7400

«АЗИНМАШ-8В» қурилмаси. Муътадил иқлимли зонада ишлашга мўлжалланган. Лебёдка ута қийин (ёмон) йуллардан ҳам юра оладиган УАЗ-425 автомобилига ўрнатилган. Ҳамма асбоб-мосламалар ва ускуналар ёни ва орқасида эшиги бўлган автомобиль кузовига жойлаштирилади. Ишчи симни чиқариш учун кузовнинг ўнг тарафидаги ён деворига туйнук ўрнатилган. Оператор лебёдкани ишлашини автомобиль кузовига ўрнатилган кузатиш жойидан бошқариб туради.

«АЗИНМАШ-8В» қурилмаси лебёдкасининг техник тавсифи «АЗИНМАШ-8А» қурилмаси лебёдкасининг тавсифига ўхшаш, аммо инструментни кутариш диапазонининг тезлиги анча катта: 0,31 дан 8 м/с гача.

ЗУИС қурилмаси. Совуқ иқлимий зонада, йул шароитлари мураккаб бўлган районларда ишлатиш учун мўлжалланган (16 район). Қурилма сузиб юрадиган, ўрмаловчи ГАЗ-71 транспортерига ўрнатилган. Урмалаб юрувчи ГАЗ-71 транспортери қурилмани кучли табақаланган, ўнқир-чўнқир жойларда (зовур, чуқурлик, уймалар), ботқоқланган участкаларда ва ботқоқликларда (усимликсиз торфли ботқоқликлар бундан истисно), қорли чулларда, музда ва сувда (чуқурлиги 1,2 м дан ортиқ бўлса транспортер сузиш ҳолатига ўтказилади) ҳаракатланишини таъминлайди.

Қурилманинг ҳамма осилиб турадиган асбоб-ускуналари ва мосламалари транспортернинг иситиладиган кузови остидаги иссиқлик ўтказмайдиган бўлмасига жойлаштирилади. Ишчи симни чиқариш учун иккита йўналтирувчи роликлар билан жиҳозланган люк кузовнинг чап ёнидаги деворига қотирилади. Лебёдканинг техник тавсифи «АЗИНМАШ-8А» никига ўхшаш.

ЛСГ1-66 қурилмаси. Муътадил иқлимли зоналарда ишлатиш учун мўлжалланган. Қурилма ГАЗ-66 автомобили шассисига ўрнатилган, кузови иссиқликдан изоляцияланган ва тўсиқ билан иккига бўлинган — биринчиси оператор ўтирадиган ва лебёдка бўлмасига бўлинган. Оператор ўтирадиган бўлма иситиш системаси билан жиҳозланган.

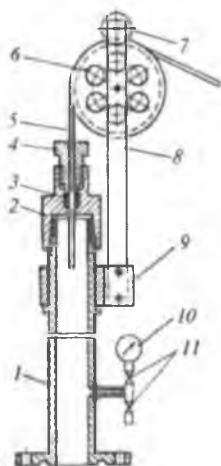
Лебёдканинг ишлаши бошқарув жойидан тусиқ рупарасидаги ойна орқали назорат қилиниб турилади. Кузовнинг орқа эшигидан ишчи сим чиқиб туради. Ускунада симни тортадиган индикатор бор. Лебёдканинг техник тавсифи VI.11 жадвалда келтирилган.

ЛСГ1-Тр71 қурилмаси. Совуқ иқлимли зонада, йул шароитлари мураккаб бўлган районларда ишлатиш учун мулжалланган (1 б району). Қурилмани монтаж қилинадиган базаси урмалаб сузиб юрадиган, ута қийин йуллардан ҳам юра оладиган ГАЗ-71 транспортери ҳисобланади. (ЗУИС қурилмаси таърифига қаранг). Лебёдқа механизмининг техник тавсифи ЛГС1-66 қурилмасига урнатилган лебёдканинг тавсифига ухшаш.

Лубрикаторлар чуқурлик асбобларини қудуқ оғзида ортиқча босим бўлганда унга туширишга мулжалланган. Улчанадиган параметрларни қайд этиш системасига қараб лубрикаторларнинг қуйидаги типлари ажратилади.

Маҳаллий руйхатга олинган чуқурлик асбобларини тушириш учун ишлатиладиган лубрикаторлар, булар асосан сальник тузилмасининг конструкцияси билан фарқланади. VI.28-расмда лубрикатор схемаси акс эттирилган. Лубрикатор конструкциясида намунали манометр урнатиш учун биринчи вентили четлаткич, буферли сурилма беркитилиб қўйилгандан кейин лубрикатордан газни чиқариб юбориш учун иккинчи вентили четлаткич кузда тутилган. Юқорида жойлашган роликнинг (ғилдиракча) кронштейни қулайлик учун орқага қайтариладиган қилиб тайёрланади. Фаввора арматураси ва қудуққа тушириладиган асбобнинг конструкциясига қараб лубрикаторнинг улчамлари танланади.

Улчанаётган параметрларни масофадан туриб қайд этадиган чуқурлик асбобларини қудуққа туширишда ишлатиладиган лубрикаторлар, маҳаллий руйхатга олинган лубрикаторлардан жиддий равишда фарқланади. Лубрикаторлар конструкциясидаги фарқ симнинг ва зирҳланган кабелнинг диаметри, сальникларнинг тузилиши, лубрикаторнинг узунлигига ва бошқаларга боғлиқ. Ҳозирги вақтда кабелда асбобларни тушириш учун ишлатиладиган лубрикаторлар ГОСТи йўқ. Шунинг учун ҳам турли хил лубрикаторлар мавжуд. Масофадан туриб бошқари-



VI.28- расм. Чуқурлик асбобларини симда чуқурликка тушириш лубрикатори схемаси. 1-лубрикатор қобиғи; 2-сальник қобиғи; 3-сальник тиқини; 4-сиқувчи болт; 5-сим; 6-йуналтирувчи ролик; 7-олиб қўйиладиган сақлагич ролиги; 8-қайтариб қўйиладиган кронштейн; 9-тиргак ҳалқа; 10-манометр; 11-вентиллар.

VI.29- расм. Масофадан улчайдиган чуқурлик асбобларини тушириш учун қудуқ оғзига ўрнатиладиган асбоб-ускуналар. 1-агрегат; 2-фаввора арматураси; 3-асбоб; 4-юклар; 5-лубрикатор; 6-сальник мосламаси; 7-галли блок.



ладиган чуқурлик асбобларини қудуққа тушириш учун лубрикатордан ташқари бурғилаш ёки ишлатиш минораси ёки «Бакинец-3М», УПТ-32 ва б. типдаги ўзи юрадиган қурилмалар зарур. Миноранинг конструкцияси, ўлчами ва лубрикаторлар қудуқ оғзидаги газнинг босимига қараб танланади. Масофадан туриб қайд этадиган асбобларни туширишда зарур бўладиган қудуқ оғзи жиҳозлари VI.29-расмда кўрсатилган. Қудуқ минораси кронблок (устки лебёдка) ва талли блок (осма лебёдка) билан жиҳозланади ва улардан лубрикаторни ўрнатишда фойдаланилади.

Қудуқ оғзидаги босим 400 кгс/см^2 гача бўлган пайтда қудуққа туширишга мўлжалланган лубрикатор ВНИИГазда ишлаб чиқарилган бўлиб, у VI.30-расмда кўрсатилган. У асос, сальник қурилмаси, йўналтирувчи блок, коллектор ва секциялардан ташкил топган.

Олтига секциянинг ҳар бири ички диаметри 66 мм га тенг қувурдан иборат. Қувурнинг юқори қисмига резбали учлик кавшарлаб қўйилган, пастки қисмига эса қўшни секция билан ёки лубрикатор асоси билан туташтириш учун кўзгалувчан гайка ўрнатилган. Лубрикаторнинг устки секцияси сальникли мослама билан туташтирилган. Лубрикаторнинг юқоридаги секцияси сальникли ускуна билан бириктирилади. Қудуқ оғзидаги босимга қараб секцияларнинг зарур сони танлаб олинади, яъни лубрикаторнинг умумий баландлиги ўзгариб туради.

Сальникли мослама (VI.30-расм) тўртта секциядан иборат. Уларнинг ҳар бирида лабиринтли зичлантирувчилар бўлиб, улар бронзали ва фторпластли зичлантирувчи ҳалқалар ва лабиринт камералар билан навбатма-навбат алмашилиб туради, шунингдек босимни тушириб турадиган камералари ҳам мавжуд. Сальник секциялари кўзгалувчан гайка ёрдамида бири-бири билан туташтирилади. Секцияларнинг туташган жойининг герметиклиги лубрикатор секциялари оралигидаги каби резинали ҳалқалар билан амалга оширилади. Қўп секциядан таркиб топган сальникни



VI.30- расм. Сальник мосламаси.

ишлатиш босимини узоқ масофада пасайтиришга имкон беради ва бу уз навбатида зичлантирувчи элементга унчалик куч сарф қилмасдан герметик туташган сальникни барпо этиш мумкин бўлади. Лубрикаторга кабелни марказидан киритиш учун сальникнинг юқори қисмига йуналтирувчи ролик ўрнатилган.

Лубрикаторнинг асоси қудуқнинг буферли сурилмаси билан лубрикаторни бирлаштирувчи оралиқ қисми ҳисобланади. Асоснинг гардиши (фланец)да унинг ички бушлиғига утча кириш жойи бор. Улардан бири лубрикатор камерасини қудуқ билан унинг буфер сурилмасини четлаб ўтиб бирлаштиради ва буфер сурилмасини очишидан аввал лубрикатор камерасидаги босимни ростлаб туриш учун хизмат қилади. Иккинчи кириш жойи манометрни бирлаштириш ва қудуқ бошчасидаги босимни кейинчалик назорат қилиб туриш учун мўлжалланган. Учинчи кириш жойи лубрикаторни демонтаж қилиш олдида қисман босимдан бушатиш учун зарур.

Йуналтирувчи блок кабелни лубрикаторга йуналтириб юбориш учун мўлжалланган. Блок учкун чиқармайдиган материаллардан тайёрланади. Қудуқ минорасига ёки талли системанинг крjúкига сальник устидаги мослама билан маҳкамланади.

Коллектор ички диаметри 50 мм га тенг бўлган қувурдан иборат. Унга сальник мосламасининг босимни пасайтирадиган камерасидан газни бошқа томонга буриб юборадиган қувурлар уланган. Газни буриб юборувчи ҳар қайси қувур сальник мосламасида босимнинг пасайишини бир хилда тақсимланишини таъминлайдиган вентиль ва манометр билан жиҳозланган. Зарур бўлганда коллектордаги газни бошқа томонга буриб юборадиган қувурнинг охирига сальник мосламасидан чиқариб юборилаётган газнинг миқдорини ўлчаш учун ДИКТ ўрнатиш мумкин.

Лубрикаторни йиғиш жараёнида у орқали дастлаб блок-баланс ва йуналтирувчи блок бўйлаб кабель ўтказилади. Кейинроқ кабелнинг учига чуқурлик асбоби уланади ва ундан юқориқоққа юк қотирилади.

Лубрикаторни юқорига кўтаришда унинг пастки фланецини буфер сурилмаси фланецидан бир қанча сантиметр юқорида булишига эришиш керак. Кейинроқ трос ёрдамида лубрикаторни вертикалдан $10+15^\circ$ оған ҳолда ушлаб туриб кабель лебёдкаси ёрдамида асбоб ва юклар лубрикатор камерасига кутарилади. Иш тугаши билан лубрикаторни буфер сурилмаси фланецига ва бурғилаш минорасига қотириб қўйиш лозим, шунингдек, газни чиқариб юборувчи ҳамма қувурларни ҳам бирлаштириб қўйиш керак.

Бошқа типдаги лубрикаторлар юқорида қайд этилган лубрикаторлардан айрим элементларининг конструкцияси билан фарқланади. Сальник қурилмаси орқали кабелни мажбурий тортиш йули билан лубрикатор тайёрлашга уриниб қурилган. Бунда асбобни лубрикаторга киритишни осонлаштириш учун ён томонига четлаткич ўрнатилган, аммо, булар кенг миқёсда қўлланилмади.

VII БОБ

ГАЗКОНДЕНСАТЛИ КОНЛАРНИНГ ГАЗКОНДЕНСАТЛИЛИГИНИ ТАДҚИҚОТ ҚИЛИШ МЕТОДЛАРИ

VII.1. Коннинг газконденсатлилигини аниқлаш учун бажариладиган тадқиқот методлари

Конларнинг газконденсатлилигини ўрганиш уларнинг параметрларини ҳамда курсаткичларини аниқлаш мақсадида бажарилади. Бундай ишлар газ ва конденсат захирасини ҳисоблаш, конни ишлатиш ва жиҳозлаш, конденсатни қайта ишлашни лойиҳалаштириш учун дастлабки маълумотларни олиш мақсадида бажарилади. Ҳозирги вақтда газконденсат системасининг параметрлари бир қанча методлар билан аниқланади. ВНИИГаз томонидан ишлаб чиқилган ва йўриқнома сифатида тавсия этилган қудуқларнинг газконденсатлилигини тадқиқ қилиш методлари энг кўп тарқалган.

Ҳозирги вақтгача ишлаб чиқилган газконденсатлиликни тадқиқ қилиш методлар ва амалдаги йўриқномалар қуйидаги ҳолатларда юқори сифатли маълумотлар олишга имкон бермайди.

Коллекторлик хусусиятлари паст бўлган конларда қатламга берилаётган депрессия катта бўлганда, босим ва қудуқ дебитининг барқарорлашуви узоқ муддат сақланганда ва қудуқ тубидан суюқликни чиқариб олиш шароити ёмонлашганда конлардаги газконденсатининг тавсифини аниқлашда.

Конларда ер устида ишлатиладиган асбоб-ускуналарни кичик термостатловчи сепарация қурилмалари билан биргаликда ишлатишда.

Қудуқ маҳсулотида коррозия ва гидрат ҳосил қиладиган ингибиторлар мавжуд бўлганда газконденсати тавсифини аниқлашда.

Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш, газконденсатлиликни тадқиқ қилиш муддатини қисқартириш, шунингдек, тадқиқот ишларига сарф бўладиган харажатларни камайтириш зарур бўлганда.

Газконденсатлиликка бағишланган ҳамма тадқиқот методларини босими ва дебити тез барқарорлашадиган, нисбатан юқори дебитли қудуқлар учун яроқлидир. Мазкур методларнинг принципиал фарқи газконденсатлиликка бағишланган тадқиқотларида газконденсати аралашмаларини фазаларга ажралиш сонига қараб белгиланади.

ВНИИГазнинг энг кўп ишлатиладиган методикаси газ оқимининг ҳаммасини қудуқни бир-икки кун ҳаво билан тозалангандан сўнг саноат сеператорларида фазаларга ажралишига асосланган. Бу

уз навбатида суюқликни қудуқнинг тубидан чиқариб олишни барқарорлаштиради ва газни қудуқдан қисман чиқариб олишда олинаётган маълумотларни сифатига таъсир этадиган фазаларни қувурнинг кесими бўйича нотекис тақсимланишининг олдини олади.

Бошқа самаралироқ ва аниқ методларнинг йўқлиги туфайли мазкур методларнинг қўп меҳнат талаб қилишига ва ишлатиладиган аппаратларни катталигига қарамай улардан фойдаланишга муҳтожлик сезилади.

Шу боисдан газконденсатлиликни ўрганиш усуллари ишлаш оддий конструкцияли тадқиқот аппаратларини ишлаб чиқариш ва янги методларни яратишга йўналтирилган. Қудуқ туби зонасида конденсатни йўқолиши, бушаган газконденсатли системаларни тадқиқ қилиш, дебит ва босими узоқ муддат барқарорлашган кам маҳсулдор қатламларни тадқиқ қилиш, ингибиторлари мавжуд бўлган ва б. билан боғлиқ масалалар ҳанузгача ҳал этилмаган. Бунинг сабаби, газконденсатлиликни ўрганишда соҳага яқин фанлар билан, масалан, ер ости газгидродинамикаси, узгарувчан икки фазали аралашмаларнинг қувур ичида ҳаракатланиши, газконденсатли системаларни биргаликда, ўзаро боғлиқ ҳолда ўрганиш зарурдир.

Газконденсатлиликни ўрганишнинг ҳамма методларида қувур кесими бўйлаб фазаларни бир меъёردа тақсимланмаганлиги асос қилиб олинган.

Агар кичикроқ газ оқими олинадиган жой олдига газ аралаштиргичи (смеситель) ўрнатилса, кесим бўйлаб фазаларнинг нотекис тақсимланишини йўқотиш мумкин, бу ҳолда мазкур методларнинг биридан фойдаланиш мумкин. Бунда оқимнинг бир хиллигини таъминлаб турадиган аралаштиргичдан кейин саноат сепараторида оқимни тулалигича фазаларга ажратишга зарурият бўлмайди. Шу сабабли газконденсатликка тадқиқотлар ўтказиш учун кичик термостатли қурилмадан капилляр найчаларда олинган оқимнинг бир қисми старли бўлади. Бунда талабга жавоб берадиган конструкцияли аралаштиргич ишлатилса бажарилган тадқиқотлар мақсадга мувофиқ бўлади.

Олдин баён қилинган методнинг бошқа тури — оқимнинг тулалигича тавсифлайдиган аралашманинг ишончли намунасини газконденсати аралашмаси оқими кесимининг турли нуқталарида жойлашган бир нечта капилляр найчалардан олиш мумкин. Мазкур метод билан ишончли намуна олиш қуйидаги қийинчиликлар билан боғлиқдир.

Оқимнинг структураси ва параметрлари (дисперсияли, ҳалқали, пардали, аралашган ва б.) тўғрисидаги маълумотларнинг йўқлиги ва суюқликнинг даврий равишда узилиб-узилиб чиқиши.

Оқимнинг структураси ва фазаларини кесим бўйича тақсимланишига қўра махсус конструкцияли намуна оладиган капиллярларни барпо этиш зарурлиги. Бундай шароитда фазалар пардаси, капиллярлар девори ва аралашма оқадиган қувур кесимининг қалин-

лиги инобатга олиниши керак. Газнинг таркибида конденсат миқдорини камайиб бориши билан мазкур метод билан олинadиган намунанинг ишончилиги ортиб боради, лекин умуман олганда, конденсат миқдорининг кам бўлиши ҳар қандай тадқиқот методикасида хатоликни ортиб боришга олиб келади.

СредАзНИИГаз томонидан тавсия этилган газконденсатлиликни тадқиқ қилиш методикаси оқимнинг суyoқ фазасидаги конденсатнинг тройник (кувурдаги газни уч томонга ажратувчи мослама) кесимидаги (штуцергача ва ундан кейинги) тиндиргичдан олинган конденсат билан бир хиллигига асосланган. Штуцердан кейинги оқимнинг барқарор конденсати иккита барқарор конденсат (штуцергача ва ундан кейинги) аралашмасидан иборат.

Конденсатни солиштирма миқдорини штуцергача икки фазали оқимда аниқлаш учун бир хил таркибли икки суyoқликнинг аралашшиш формуласини ишлатиш мумкин. Мазкур методикадан фойдаланиш учун қудуқдан ташлама қувурига иккита тройникни ўрнатиш зарур. Улар оралигига эса штуцер жойлаштирилади. Штуцер олдида капилляр термостатли кичик сепарация қурилмасига найчалар учун четлаткич (отвод) ўрнатилади. Тройник орқасидан штуцердан кейин диафрагмали критик оқимни ўлчагичи (ДИКТ) ўрнатилади. Барқарор конденсатнинг солиштирма миқдори тройниклар тиндиргичларида штуцергача ва ундан кейинги конденсатнинг ўлчанган зичлиги бўйича, барқарор конденсатнинг солиштирма миқдори бўйича ва унинг кичик термостатли сепарация қурилмасидан кейин ўлчанган зичлиги бўйича ҳисоблаб чиқилади. Мазкур методика қўидаги омилларга қўра амалиётда кенг ишлатилмайди.

Штуцергача ўрнатилган тройниклар ва кичик термостатли қурилмалар тиндиргичларидаги конденсат миқдори аралашманинг солиштирма миқдorigа тенглиги тўғрисидаги термодинамик шароитларни қабул қилиб бўлмайди. Чунки қатлам аралашмасини бир босқичли конденсацияланишидан ҳосил булган конденсатнинг миқдори, доимо унинг икки ва ундан ортиқ босқичли конденсациялашидан олинган миқдоридан кўп бўлади.

Конденсатнинг зичлигини штуцергача ва ундан кейин ҳамда кичик термостатли қурилмада аниқлашда йўл қўйилган камчиликлар кейинчалик жиддий хатоликларга олиб келиши мумкин. Штуцергача ва ундан кейин ўрнатилган конденсат асбобларидан олинган намуналарнинг таркиби ўлчаш узелларидаги температураларни фарқланишига қўра бир-биридан фарқ қилади.

Юқорида қайд этилган усуллардан, оқимни тўлалигича фазаларга ажратиш методикасидан ташқари, энг маъқули аралаштиргич (смеситель)ни ишлатиш методи ҳисобланади. Оқимни тўлалигича фазаларга ажратиш методикаси кейинги бобларда батафсил кўриб чиқилади.

VII.2. Гидрат ва коррозия ҳосил бўлиш шароитларида газконденсатлиликни тадқиқот қилиш методлари

Юқориди кўриб чиқилган ва газконденсатлиликни аниқлашга бағишланган тадқиқот методларининг ҳеч бирида гидратларни ва коррозияларнинг ҳосил бўлишини мумкинлиги, бинобарин, антигидратли, антикоррозион ёки мажмуали ингибиторларни ишлатилиши назарга олинмаган. Газконденсатли аралашма оқимида ингибиторларни қатнашиши уларнинг оқимдаги миқдорига ва хоссасига боғлиқ ҳолда аралашманинг хусусиятларини сифатли ўрганишни қийинлаштиради. Агрегат ҳолатига кўра ингибиторлар суюқ ва қаттиқ, эриш қобилятига кўра сувда эрувчан, углеводородда эрувчан ва шунингдек, аралаш турларда бўлиши мумкин. Ишлатилаётган гидрат ҳосил қилувчи ингибиторлар (метанол, хлорли кальций ва гликолла) сувда яхши эрийди ва амалда газконденсат омилни улчашни осонлаштиради.

Карбонат кислотали ва водород сульфидли коррозияга қарши ишлатиладиган ингибиторлар углеводород ва спиртларда яхши эрийди. Коррозияга ва гидрат ҳосил бўлишига қарши ишлатиладиган И-1-А ингибиторлар комплекси юқори молекулали органик бирикмадан иборат. Комплексли ва антикоррозион ингибиторлар ишлатилганда газконденсати тавсифини аниқлаш қийинлашади ва баъзи бир ҳолатларда эса температура, босим ва оқим тезлигига боғлиқ ҳолда турғун эмульсиялар ҳосил бўлишига имконият яратади. Газ оқими ҳаракатланганда сепараторда сув ва конденсат коррозия ингибитори-эмульгатор (эмульсия ҳосил қиладиган модда) билан аралашиб эмульсия ҳосил қилади. Конденсатда парафинни иштирок этиши эмульсияни парчаланишга қарши чидамлилигини старлича орттириб юборади.

Шу боисдан қудуқларни газконденсатлиликка тадқиқ қилишда, агар қудуқнинг маҳсулотида антикоррозион ингибиторлар бўлса, қуйидагиларни назарда тутиш зарур.

Бундай қудуқларга ингибитор юбормай ёки қудуққа ҳайдалаётган ингибитор миқдорини анча камайтириб тадқиқот қилиш мумкинлиги. Бундай имконият ишнинг хавфсиз бажарилишини кафолатлаши керак.

Тадқиқот ўтказиш пайтида углеводородларда эрувчан ингибиторлар эмульсиясини сувда эрувчанларга алмаштириш имкониятининг мавжудлиги.

Қудуқни газконденсатлиликни тадқиқ қилиш жараёнида ҳосил бўлган эмульсияни тез парчалаб юборадиган физик ёки кимёвий усулларни, яъни иситиш, центрифугалаш, филтрлаш, сирт-фаол моддаларни қўшиш ва ҳоказоларни ишлатиш имкониятининг борлиги.

VII.3. Қудуқнинг босими ва дебитини узоқ вақт давомида барқарорлаштириб, кам маҳсулдор қатламларни газконденсатликка тадқиқот қилиш методлари

Кам маҳсулдор газконденсатли уюмларни газконденсатликка тадқиқот қилиш қуйидаги омиллар билан тавсифланади.

Босим ва дебитни амалдаги йуриқномада қайд этилган икки-уч кун ўрнига узоқ вақт мобайнида (гоҳи бир ойгача) барқарорлаштириш. Атроф-муҳитни муҳофаза қилиш қонунига биноан қудуқларни ҳаво оқими билан икки кунлик тозалаш вақти газконденсатликни самаралироқ тадқиқот қилиш методларини ишлаб чиқиш йўли билан қисқартирилиши керак.

Йуриқномада кўзда тутилганидек, қатламга мумкин бўлганидан ортиқ депрессия бериш (қатлам босиминикидан 15—20% куп).

Қудуқларнинг маҳсулдорлиги кам бўлганлиги сабабли улар туби зонасида тупланган конденсатни газ оқими орқали ернинг юзасига чиқариб олиш имкониятини бўлмаслиги.

Қудуқнинг босими ва дебитини узоқ вақт мобайнида барқарор туриши туфайли газконденсатликни ўрганиш учун сифатли тадқиқотларни қудуқ фойдаланишга топширилгандан сўнг бажариш мақсадга мувофиқ бўлади. Қудуқ дебитининг барқарорлашуви тулиқ бўлмаганда конденсатнинг миқдори тўғрисидаги бошланғич маълумотларни кичик хатоликлар билан олиш мумкин.

Уюмда маҳсулдорлиги кам бўлган коллекторларнинг бўлиши, қоидага кўра, қатламга катта депрессия берилишини тақазо этади. Қатламга берилган депрессиянинг катта бўлиш радиуси катта чуқур депрессион воронканинг ҳосил бўлишига ва бу зонада конденсатни тупланишига олиб келади. Шу сабабли қатламдан чиқариб олинаётган конденсатнинг таркиби узоқ давр мобайнида ўзгариб туриши мумкин.

Чиқариб олинаётган конденсатнинг фракцион таркибининг ўзгармаслиги қатламга катта депрессия бериб бажарилган тадқиқотлар натижалари ишончлилигининг асосий курсаткичларидан бири ҳисобланади.

Қудуқ тубида тупланаётган конденсатни ернинг юзасига чиқариб олиш имкониятини бўлмаслиги уюмнинг газконденсатлиги хусусиятининг сифатига жиддий таъсир этиши мумкин.

Маҳсулдорлиги паст қудуқлар тубида конденсат тупланиши мумкин бўлганда газконденсатликни аниқлаш учун ўтказиладиган тадқиқотлардан ишончли маълумотлар олишни таъминлаш учун қудуқнинг конструкциясини (фаввора қувурларини) ҳисобга олиш керак, агарда уни ўзгартириш ҳамда қудуқ тубида тупланган конденсатни чиқариб олиш учун физик ёки кимёвий методлардан фойдаланиш зарур бўлса, у ҳолда газлифт (ҳайдалаётган газнинг таркиби ва миқдори маълум бўлганда), плунжерли лифт, сирт-фаол моддалар ва бошқа имкониятлардан фойдаланиш лозим.

VII.4. Уюмнинг хусусиятига кўра конда бажариладиган тадқиқотлар методларини танлаш

Конни ушлаштириш босқичига ва қатлам газконденсати системасининг характериغا қараб газконденсатлиликка ўтказиладиган тадқиқотлар методикаси ўзгариб туради.

Конни разведка қилиш даврида, газ ва конденсатнинг захирасини ҳисоблаш учун бошланғич маълумотларни тайёрлашда бир поғонали сепарациялаш методикаси ишлатилади.

Кондан тажрибали-саноат орқали фойдаланиш жараёнида конни ушлаштириш ва жиҳозлашни лойиҳалаштириш учун зарур бўлган маълумотларни олишда газнинг икки поғонали сепарациялаш методикасидан фойдаланилади.

Агар қатлам газконденсат системаси қудуқ оғзидаги ишчи босим ва температураларда тўйинмаган бўлса, бундай шароитда газнинг уч поғонали сепарациялаш методикаси ишлатилади.

Газконденсатлиликка бағишланган тадқиқотлар, қоидага кўра, катта дебитли қудуқларнинг бирида ўтказилади. Саноат аҳамиятига молик нефть ҳошияси мавжуд бўлса газконденсатлиликка тадқиқот ўтказиш учун учта қудуқ танлаб олинади. Қудуқлар структуранинг гумбазида нефть ҳошияси яқинида ва оралиқ участкада жойлашган бўлиши керак. Агар конда газлилик кавати катта (300 м дан ортиқ) бўлса, у ҳолда ҳар 300 м қатлам кесимига биттадан тадқиқот қудуғи танланади.

Кўп қатламли газконденсат конларини тадқиқот қилинишда газ ва конденсатнинг асосий захирасини ўзида сақлаган уюмлар тўлиқ қамраб олинади.

VII.5. Қудуққа қўйиладиган талаблар

Қудуқни ишлатишда газнинг мумкин бўлган минимал дебитидан (MDD) фойдаланиш зарур, бу конденсатни қудуқнинг тубидан ва стволдан чиқариб тадқиқот аппаратиغا етиб келишини таъминлайди. Газнинг минимал мумкин бўлган дебитида фаввора қувурларининг бошмоғи яқинида газ оқимининг тезлиги 4 м/с дан кам бўлмаслиги керак. Қудуқдан фаввора қувурлари ёрдамида фойдаланиш керак. Чунки бундай шароитда газнинг ММД кам бўлади, демак, қатлам босимига берилган депрессия минимал бўлади.

Газконденсатлиликка тадқиқот ўтказишдан аввал қатламга берилган депрессия қатлам босимидан 15 ÷ 20% ортиқ бўлмаслиги ва қудуқ икки-уч кундан ортиқ ишламаслиги керак. Қатламга берилган депрессия ортиб кетган шароитда олинаётган натижаларнинг ишончлилиги қудуқдан чиқаётган конденсат билан унинг фракцион таркибининг тенглилигига қараб белгиланади, бунда қатламга берилган

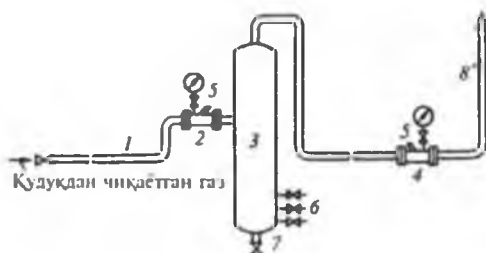
депрессия қатлам босимдан 15—20% ортиқ бўлмаслиги керак. Ишнинг бу даври тайёрлов даври деб юритилади ва қудуқ оғзидаги босим, температура ҳамда конденсатнинг чиқиши ва зичлиги даврий ўлчовларда ўзгармас бўлса, у тугаган ҳисобланади. Босими, дебити ва температураси узоқ вақт давомида барқарор бўлган газконденсат конларида ишнинг тайёрлов даври икки суткадан анча ортиқ бўлиши мумкин. Бундай конларда газконденсатяиликни аниқлаш учун бажариладиган тадқиқотлар қудуқни кондаги газ йиғувчи тармоққа улагандан сунг олиб борилиши лозим. Мабодо қудуқ босими ўзгарувчан газ узаткич тармоғига уланган бўлса, сепаратордан кейин босим ростлагичи (регулятори) ўрнатилиши лозим.

VII.6. Сепараторга қўйиладиган талаблар

Сепараторда унинг паспортида кўрсатилган унумдорлигининг 90% дан ортиқ бўлмаган миқдордаги босим ва газ сарфи бир хилда ушлаб туриш лозим. Сепаратор суюқ фазанинг газли фазадан тулиқ ажралишини таъминлаши керак. Тадқиқот қиладиган сепаратор қудуқ оғзидан 60 м ва ундан ортиқроқ масофада жойлаштирилади ва фаввора қувурлари билан жиҳозланади. Агар сепараторни қудуқнинг оғзи билан туташтириб турадиган қувурдаги температура ва босим гидратсиз режимни таъминлай олса, у ҳолда босимни камайтириб турадиган штуцер арматурага ўрнатилади. Гидратларни газни чиқариб юборувчи қувур (шлейф)да ҳосил бўлиш имконияти мавжуд бўлса, у ҳолда штуцерни сепараторга кириш олдида жойлаштириш зарур. Тадқиқот ўтказиладиган сепаратор олдида босим ростлагичини жойлаштириш зарур. Ишланмаган (хом) конденсатни чиқишини ўлчаш учун тадқиқот ўтказиладиган сепараторга жўмраклар ўрнатилади. Конда газни йиғадиган пункт бўлганда ишланмаган конденсатнинг чиқишини сепараторга ўрнатилган сатҳ ўлчагич билан ўлчанади.

VII.7. Газни бир босқичли сепарациялашда бажариладиган тадқиқотлар

Тадқиқот қилинадиган аппаратларни ва қудуқларни улашнинг принципиал схемаси VII.1-расмда кўрсатилган. Қудуқдан чиқариб олинадиган маҳсулот қувурлардан 1 штуцер 2 орқали сепараторга 3 юборилади ва бу ерда газдан конденсат ажралиб чиқади. Сепаратордан газ диафрагмали критик оқим ўлчагичига 4 (ДИКТ ва б.) ўтади ва сунгра газ узаткичга ёки факелга (машъалага) боради. Конденсат миқдори ёхуд тукувчи жўмрак 7 билан сепараторга бирлаштирилган алоҳида сифимда ёки сепараторнинг ўзида ўлчанади. Конденсат омили $300 \text{ см}^3/\text{м}^3$ дан ортиқ бўлганда, қоидага биноан, ўлчовлар очиқ резервуарда



VII.1- расм. Газни икки босқичли ажратишда қудуқни жиҳозлашнинг принципаал схемаси. 1-уланадиган линия (қувурлар); 2-штуцер; 3-сепаратор; 4-улчов мосламаси; 5-термокарман; 6-улчов вентиллари; 7-түкувчи жумрак; 8-машъала линияси.

бажарилади. Чиқаётган ишланмаган конденсатни сепараторда (ёки сепараторга уланган сифимда) ўлчашда вентиль 6 дан фойдаланилади.

Йиғилиб қолган конденсатни чиқариб юборишни таъминлайдиган (қурилмани ишлаш режимини туғрилаш жараёнида) задвижка ҳаво оқими билан тозаланиб ва ёпиб қўйилгандан сунг сурилма пастдаги жўмрак озгина очилади ва юқорида жойлашган жўмракларнинг барчаси беркитиб қўйилади. Тупланаётган конденсатнинг сатҳи жўмракка етмагунча жўмракдан газнинг кучсиз оқими чиқиб туради. Конденсатнинг сатҳи жўмрак бўртмасининг чеккасига етганда жўмракдан конденсатнинг оқ томчилари чиқа бошлайди, шу пайтда жўмракни беркитиб секундомер учуриб қўйилади. Бир вақтнинг ўзида ёки қандайдир вақт ўтгандан сунг юқоридаги жўмрак очиб қўйилади ва ҳоказо. Юқорида ва пастда жойлашган жўмраклар оралиғидаги сифим ҳажмини билган ҳолда конденсатнинг тўпланган вақтини ва бу вақт мобайнида газнинг оқиб кетган миқдорини билган ҳолда, чиққан конденсатни $\text{см}^3/\text{м}^3$ да аниқлаш мумкин.

Очиқ резервуарда газсизланган конденсатнинг қанча миқдорда чиққани шиша найчада ўлчанади. Шиша найча углеводород конденсати ва сувнинг ажралиб турган сатҳини аниқлашга имкон беради.

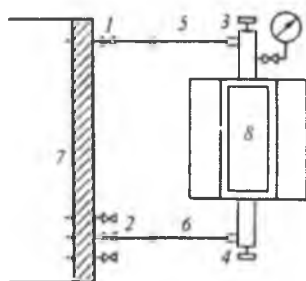
Қудуқни ишга туширилган биринчи кундан бошлаб босим, температура, газнинг дебети ва қудуқ маҳсулоти кузатиб борилади. Вақти-вақти билан конденсатнинг чиқиши ва унинг зичлиги ўлчаб текшириб турилади. Агар қайта ўлчашлардан олинган натижаларнинг бир-бирларидан фарқи 3—4% ни ташкил этса, бундай шароитда тадқиқотлар ўтказишга киришилади. Агарда ўлчайдиган сифимнинг ҳажми ва конденсатнинг чиқиши йиғилаётган ишланмаган конденсатни ҳар 3 минутдан кам бўлмаган вақтда ўлчашга имконият туғдирса, олинаётган натижалар ишончли бўлади, акс ҳолда газсизланган конденсатнинг чиқиши буйича очик резервуарда қўшимча тадқиқотларни бажариш зарур бўлади.

Қатламдан чиқётган конденсатнинг миқдори $300 \text{ см}^3/\text{м}^3$ гача бўлса, газсизланган конденсатнинг миқдорини ўлчаш учун ҳажми $20\text{--}30 \text{ м}^3$ ва диаметри 3 м дан ортиқ бўлмаган резервуар ишлатилади, қатламдан чиқётган конденсатнинг миқдори $400 \text{ см}^3/\text{м}^3$ ва бундан ортиқроқ бўлганда эса ҳажми $50\text{--}100 \text{ м}^3$, диаметри 6 м дан ортиқ бўлмаган резервуардан фойдаланилади. Тадқиқот жараёнида конденсатнинг зичлиги ва газсизланган конденсатнинг миқдори назорат қилиб турилади. Бунда конденсатнинг зичлиги ва газсизланган конденсатнинг чиқиши бир хил бўлиши керак.

Ишланмаган конденсатнинг чиққан миқдори калибрланган термостатловчи контейнер ва ўлчайдиган шиша ўлчов колбаси ёки цилиндр ёрдамида газсизланган конденсатнинг чиқиши буйича аниқланади. Шишадан тайёрланган ўлчов колбаси металл рамкага ўрнаштирилади ва у газсизланган конденсатни углеводород буғлари билан туташган жойида барқарорлашиш учун резервуарга бир неча соат солиб қўйилади. Ишланмаган конденсатнинг ҳажмий киришиш коэффициентини аниқлайдиган қурилма схемаси VII.2-расмда курсатилган.

Пулатдан тайёрланган калибрли контейнер 8 пулат капилляр 5 орқали сепараторнинг пастки қисмига бирлаштирилади.

Контейнерни 1 ва 3 вентиллар орқали сепаратордаги газ фазаси билан тўлдириб бўлингандан кейин тажриба бошланади. Контейнер газ фазаси билан тўлдирилатган пайтда пастки вентиль 4 озгина очилган бўлади, бу орқали газ фазасидан ҳавони чиқиб кетиши таъминланди. Бундан сўнг контейнердаги босим сепаратордаги босимга тенг бўлгандан кейин 3 ва 4 вентиллар беркитиб қўйилади ва 2 ҳамда 4 вентилга капилляр 6 бирлаштирилади. Конденсатнинг юзаси 2 вентилдан юқорига кўтарилган пайтда 5-капилляр ажратиб қўйилади. Кейинроқ 2 ва 4 вентилларнинг бутунлай очиклигида 3-вентиль орқали контейнердан жудаям кам тезлик билан газ фазаси чиқариб юборилади. Бу ўз навбатида сепаратордан контейнерга келаётган ишланмаган конденсатни газсизланиб кетишидан сақлаб қолади. 2- вентилдан суюқ фаза оқиб кела бошлаши билан 3 ва 4 вентиллар беркитиб қўйилади. Агар сепаратордаги температура атмосфера босимидан анча кичик бўлса, контейнерни ишланмаган конденсат билан тўлдириш пайтида уни сепаратордаги



VII.2- расм. Ишланмаган конденсатнинг киришишининг ҳажмий коэффициентини аниқлайдиган қурилма схемаси. 1, 4-вентиллар; 5, 6-пулат капиллярлар; 7-сепаратор; 8-контейнер.

температурага тенг қилиб тутиш лозим, акс ҳолда контейнерда ишланмаган конденсатнинг газсизланиши содир бўлади.

Тажриба ўтказишнинг иккинчи даврида калибрланган контейнер 8 эндигона олинган ишланмаган конденсатнинг намунаси билан капилляр 5 орқали қайтадан 1 вентиль билан бириктирилади, капилляр 6 эса ажратиб қўйилади. 1,3 ва 4 вентилларни кетма-кет очишда ишланмаган конденсат доимий босим остида сепаратордаги газ фазаси билан бирга контейнердан сиқиб чиқарилади. Вентиль 4 бу пайтда фақат озгина очиқ бўлади, шу сабабли суyoқ фаза қолбага жуда секинлик билан оқиб келади.

Ажралиб чиқаётган газ конденсат томчиларини ўзи билан олиб кетмай қолба бўғзидан чиқариб юборади. Суyoқ фазанинг ҳаммаси контейнердан қолбага сиқиб чиқарилгандан кейин контейнернинг ҳўлланиб қолган деворларини қуриштириш учун 4 вентилдан газ яна чиқариб турилади. Конденсат намунаси бор қолба зудлик билан резервуарга осиб қўйилади.

Бир неча соат барқарорлашишдан сўнг қолба чиқариб олиниб, ундаги конденсатнинг ҳажми қайд этиб қўйилади ва унинг температураси ўлчанади. Сўнгра VII.1-жадвалдан 20°C да конденсатнинг ҳажми ҳисоблаб чиқилади. Ишланмаган конденсат намунасининг сепарациялаш босими ва температурасидаги ҳажмининг атмосфера босимида ва 20°C температурада олинган конденсатнинг ҳажмига бўлган нисбати ҳажмий коэффициентини деб юритилади. Бу коэффициент газсизланган (резервуардаги) конденсатнинг чиқишини ўлчаш асосида ишланмаган конденсатни чиқишини ҳисоблашда ишлатилади.

Газсизланган конденсатнинг чиқишини резервуарда ўлчаш тажрибалари ишончли натижалар бериши керак. Конденсат ва газнинг чиқариб олинган умумий миқдори маълум вақт оралиғида узлуксиз бажарилган ўлчовларнинг ишончлилигини белгилайди. Конденсатнинг сатҳини ўлчашда унинг оқимини узилиб қолмаслиги учун резервуар иккита бўлиши керак. Ўлчаш учун уларнинг бирини иккинчисига узлуксиз ўтиб туриши аниқроқ маълумотлар олишга имкон беради.

Резервуардаги конденсатнинг сатҳини бир кечаю-кундузда бир неча марта ўлчаш керак. Ўлчанган конденсатнинг ҳажми уни 20°C даги ҳажмига тўғрилаб турилади. Конденсатнинг чиқиши аниқлангандан кейин газ ва конденсат намунасини олишга киришилади. Ишланмаган конденсат ва сепарацияланган газнинг намунаси бир вақтда олинади.

Сепарацияланган газ намунаси ҳажми 40 л га тенг, ишчи босими 150 кгс/см² бўлган газ баллонига солинади. Метан баллонларини (метан сақланадиган идиш) ҳам ишлатиш мумкин. Намунани олишга қадар баллон бир неча марта сепарацияланган газ билан тўлдирилади ва ҳар гал 3—5 кгс/см² қолдиқ босим қолгунча газ чиқариб юборилади.

**Барқарор конденсатлар зичлигига киритиладиган
температура тузатишлари**

Зичлик, г/см ³	1°С га киритила- диган темпера- тура тузатиши	Зичлик, г/см ³	1°С га киритила- диган темпера- тура тузатиши
0,6900—0,6999	0,000910	0,8500—0,8599	0,000699
0,7000—0,7099	0,000897	0,8600—0,8699	0,000686
0,7100—0,7199	0,000884	0,8700—0,8799	0,000673
0,7200—0,7299	0,000870	0,8800—0,8899	0,000660
0,7300—0,7399	0,000857	0,8900—0,8999	0,000647
0,7400—0,7499	0,000844	0,9000—0,9099	0,000633
0,7500—0,7599	0,000831	0,9000—0,9099	0,000620
0,7600—0,7699	0,000818	0,9000—0,9099	0,000607
0,7700—0,7799	0,000805	0,9000—0,9099	0,000594
0,7800—0,7899	0,000792	0,9000—0,9099	0,000581
0,7900—0,7999	0,000778	0,9000—0,9099	0,000567
0,8000—0,8099	0,000765	0,9000—0,9099	0,000554
0,8100—0,8199	0,000752	0,9000—0,9099	0,000541
0,8200—0,8299	0,000738	0,9000—0,9099	0,000528
0,8300—0,8399	0,000725	0,9000—0,9099	0,000515
0,8400—0,8499	0,000712		

Баллон шундай йўл билан «чайилганда» ундан газ бутунлай чиқиб кетади. Газ намунаси ёхуд сепараторнинг юқори қисмидан ёки газни сепаратордан чиқиб кетадиган жойидаги қувурга пайвандлаб қўйилган ниппелдан олинади. Ишланмаган конденсат намунаси қуйидагича олинади.

Ҳажми 150—200 см³ бўлган юқори босимли контейнернинг пастки вентили пулат капилляр орқали конденсат йиғиш идишининг намуна олинadиган жўмраги билан туташтирилади. Юқорида жойлашган вентилга манифольд орқали газ чиқаётган босимга нисбатан 1,5—2 марта кўп босимни ўлчайдиган намунали манометр бирлаштирилади.

Конденсат йиғиш идишидаги намуна оладиган жўмрак ва контейнернинг пасткидаги жўмраги бутунлай очиб қўйилади, манифольднинг вентили эса фақат 3—5 марта айлантирилиб (бурама резьба кертикнинг қадами 1 мм) очилади.

Контейнер вертикал ҳолатда туради.

1—2 минут давомида контейнер орқали намуна олинган нуқтадаги босимга тенг бўлган босим остида конденсат чиқарилади, сўнгра ишланмаган конденсатдан намуна олинади. Бунинг учун манифольд вентили ёпиб қўйилади, сўнгра контейнернинг юқори вентили бир минут утгандан сўнг унинг пасткидаги вентили ёпиб қўйилади.

Сигимнинг намуна оладиган жўмраги ёпилади, ундан кейин контейнер конденсат йиғувчи идишдан ва манифольддан ажратиб қўйилади.

Контейнернинг герметиклиги текширилгандан сўнг уни лабораторияга олиб бориш учун жойлаб қўйилади.

VII.8. Газни икки босқичли сепарациялашда бажариладиган тадқиқотлар

Кон пунктлари гуруҳининг технологик қаторида кон асбоб-ускуналари ва тадқиқот қилинадиган аппаратларнинг боғлиқлик схемаси VII.3-расмда кўрсатилган. Газ конденсат билан биринчи босқичли сепаратор 2 дан (конденсат чиқариладиган жойи беркитилган) иссиқлик алмашинув қурилмасига 3 ва кейинчалик штуцер 7 орқали тадқиқот қилинадиган сепараторга 5 бориб тушади, унда конденсат берилган босим ва температурада газдан ажралиб чиқади.

Тадқиқот қилинадиган сепаратор 5 дан сепарацияланган газ тартибга солувчи штуцер 8 орқали ёхуд иссиқлик алмашинув қурилмаси 3 дан (совуқ режим) ёки тўғридан-тўғри (иссиқ режим) кондаги НТС сепаратори 4 га ва кейинчалик йиғувчи коллекторга юборилади. Коллектордан оқиб чиққан конденсат ўлчангандан кейин у 10 жўмракдан резервуарга куйилади. Тадқиқот қилувчи аппаратлар (масалан, ЛПГ) катта сепарация қурилмаси 5 дан (БСУ) ва кичик габаритли термостатли сепаратор 6 дан ташкил топган. Биринчи сепараторда биринчи поғонали сепарациялашни бажаради, кичик габаритли сепаратор эса иккинчи поғонали сепарациялашни адо этади.

Термостатли кичик қурилма 6 йирик сепарация қурилмасидаги 5 газни бошқариладиган вентиль орқали буриб юборувчи қувур билан (сепарацияланган газни) туташтирилади. Сепаратор ҳаммоми ва иссиқ газни совуткичда совитиш катта сепараторнинг кириш қувуридан (штуцергача) олинган ва атмосфера босимида пасайган юқори босимли газ ёрдамида бажарилади.

VII.4-расмда термостатланувчи сепарация қурилмасининг схемаси келтирилган. Термостатланувчи кичик сепарация қурилмаси ҳаммомга ўрнаштирилган сепаратор 6, совуткич 7, тенглаштирувчи сифим 8 ва газ ҳисоблагичидан таркиб топган.

Катта сепарация қурилмасининг сепараторидан олинаётган газ вентиль 10 ва тартибга солиб туриладиган вентиль 5 орқали сепараторга 6 юборилади. Бу ерда газдан суюқ фаза ажралади ва у конденсатни йиғадиган сепараторнинг пастки қисмига оқиб боради.

Ажратилган газ сепараторнинг юқори қисмидан тенглаштирувчи сифимга ва кейинроқ газ ҳисоблагичига 9 йўналтирилади. Сепараторни ҳаммом ёрдамида совитиш ва унда паст температурани доимий ушлаб туриш вентиль 5 орқали атмосфера босимида пасайтирилган юқори босимли газ ёрдамида амалга оширилади.

Ҳаммом ёрдамида сепаратор етарли даражада совутилмаган бўлса, совуткич 7 ишга туширилади, у орқали газ сепараторга бориб туш-гунча йўналтирилади. Биринчи поғонали сепарациядан ўтган газдан конденсатни ажралиши қуйидагича аниқланади.

Термостатланувчи сепаратор қувурнинг юқори қисмида жойлашган, сепаратордаги газни буриб юборадиган вентилга уланади.

Сепаратор ҳаммоми ва совуткич (тройник орқали) катта сепарация қурилмасининг штуцеригача жойлашган вентилга уланади.

Сепаратордан чиқадиган газни узатадиган қувур ҳисоблагичи бор тенглаштирувчи сифимга уланган бўлади. Юқори босимли газни кенгайтириши ҳисобига паст температурали газ олинади.

Мулжалланган температура ва босим сепараторда барпо этилгандан сунг конденсат йиғувчи қурилма газ оқими билан тозаланади ва шундан кейин тажриба ўтказишга киришилади.

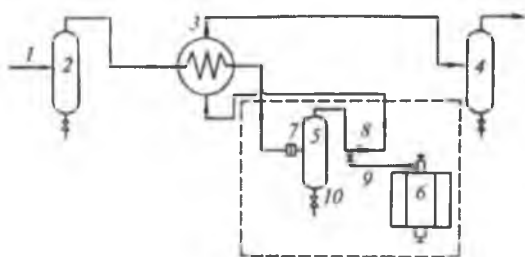
Термостатланаётган сепаратор тагида тупланадиган ишланмаган конденсатнинг миқдори жумраклар ёки кузатиш ойнаси ёрдамида улчанади.

Ҳисоблагичидан ўтган газ ва туплагичда йиғилган конденсат миқдори буйича 1 м^3 газдаги конденсат миқдори (см^3 да) аниқланади.

Икки поғонали сепарациялаш методи билан тадқиқотлар ўтказиш учун қуйидагилар зарур.

Оғзидаги босими гуруҳли пунктларда бажариладиган биринчи поғонали сепарациялаш босимидан юқори бўлган маҳсулдор қудуқларни конда танлаб олиш. Одатда, бундай босим $140\text{--}160 \text{ кгс/см}^2$ атрофида сақлаб турилади.

Катта сепарация қурилмасидаги босим 160 кгс/см^2 га етказилади ва сепарацияланган газ иссиқлик алмашинув қурилмаси 3 ёнидан ўтказилиб, кондаги иккинчи поғонали сепаратор 4 га юборилади; бунда катта сепарация қурилмасидаги температура «қайноқ» режимга ўтказилади (VII.3-расмга қаранг).



VII.3- расм. Газ икки босқичли сепарациялашда ишлатиладиган тадқиқот аппаратларини ва кондаги ускуналарнинг уланишини принципал схемаси. 1-қудуқдан гуруҳли пунктга кириб бориш; 2-технологик линиянинг биринчи босқичли сепаратори; 3-иссиқлик алмаштиргичи; 4-технологик линиянинг иккинчи босқичли сепаратори; 5-тадқиқот қилинадиган сепаратор; 6-кичик габаритли термостатлайдиган сепаратор; 7-штуцер; 8-бошқариладиган штуцер; 9-капилляр қувурча; 10-конденсатни чиқариб юборадиган жумрак.

Бир вақтнинг ўзида катта сепаратор қурилмасидан газнинг бир қисмини (1% дан камроғини) кичик термостатланувчи сепарацион қурилмага ўтказилади. Бунда сепаратордаги босимга тенг босим (одатда 55—60 кгс/см²) ва — 10, +5, +20°С температуралар кетма-кет таркиб топади.

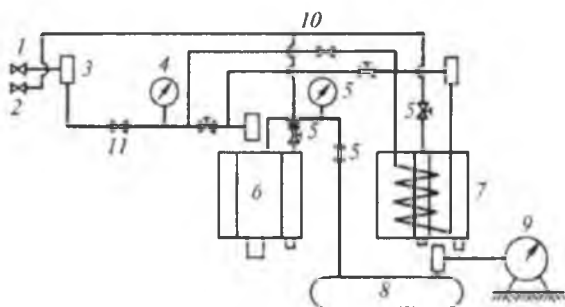
Катта сепаратор қурилмасига ва кичик сепарацион қурилмага оқиб кирган конденсатни уч хил температурада ўлчаш керак.

Катта сепаратор қурилмасидаги босимни сақлаган ҳолда иссиқлик алмашинувини юзага келтириб, температурани 15—20°С га пасайтириш зарур (катта сепаратор қурилмасига сепарацияланган газни иссиқлик алмашинувчи қурилмаси орқали ҳайдаб «совуқ» режимга 50 ёки 100% ўтказиш).

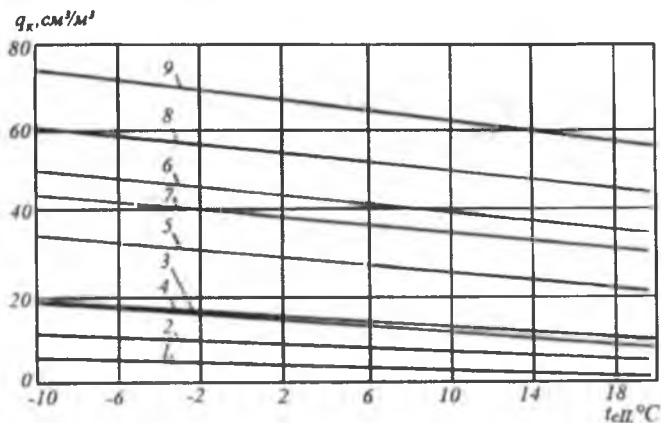
Штуцер 8 билан тартибга солиб туриладиган катта сепаратор қурилмасидаги босимни 30—40 кгс/см² га пасайтириш ва катта сепаратор қурилмаси ва кичик сепаратор қурилмаларидан чиқаётган конденсатни ўлчаш тажрибаларини тақрорлаш керак (VII.3-расмга қаранг).

Катта сепаратор қурилмасида конденсат чиқишини ўлчаш босимнинг уч-тўрт режимда амалга оширилади. Шу билан бирга босимнинг ҳар бир режимдаги температуранинг икки-уч қийматида ўлчов амалга оширилади. Бир вақтнинг ўзида кичик сепаратор қурилмасидан конденсатнинг 55—60 кгс/см² босимда чиқиши ўлчанади, шунингдек, ўлчовлар температуранинг уч хил қийматида (катта сепаратор қурилмасининг ҳар бир режимда ҳам кетма-кет) ўлчанади.

Таdqиқотлардан олинган натижалар бўйича боғлиқлик графиги тузилади (VII.5, VII.6-расмлар). Жумладан, VII.5-расм асосида конденсацияланиш изотермалари чизилади (VII.7-расм), VII.6-расм асосида эса сепарациялашнинг иккинчи поғонасида конденсатнинг чиқишини

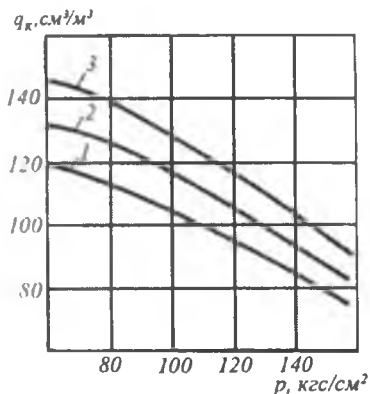


VII.4- расм. Кичик термостатлайдиган сепаратор ускунасининг технологик схемаси. 1-катта сепаратор ускунаси жумраги; 2-линиядан штуцергача бўлган ораликдаги юқори босимли газ; 3-иссиқлик ўлчачиги кармани; 4-намунавий манометр; 5-бошқариладиган вентиль; 6-термостатланадиган сепаратор; 7-совуқкич; 8-тенглаштирувчи сизим; 9-газ ҳисоблагич; 10-совуқкичнинг беркитувчи вентили; 11-беркитувчи киритиш вентили.



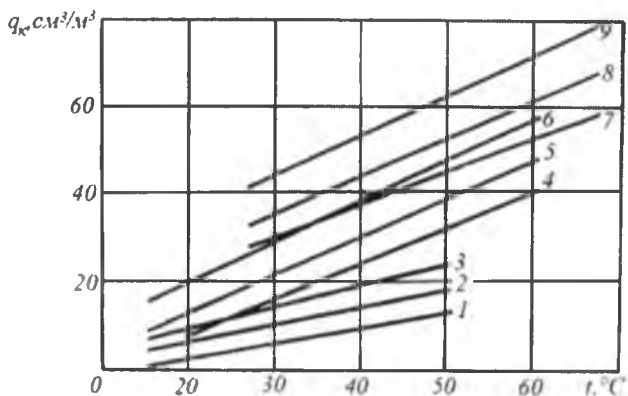
VII.6- расм. Сепарациялашнинг иккинчи босқичида ажралиб чиқадиган барқарор конденсатнинг сепарациялашнинг биринчи босқичида ажралиб чиққан конденсатнинг миқдорига боғлиқлиги.

1, 2, 3-сепарациялашнинг биринчи босқичида $p_{cl}=80$ кгс/см² ва температура мос равишда 15, 30 ва 40°C; 4, 5, 6- $p_{cl}=120$ кгс/см² ва температура мос равишда 20, 40 ва 55°C; 7, 8, 9- $p_{cl}=160$ кгс/см² ва температура мос равишда 32, 50 ва 66°C.



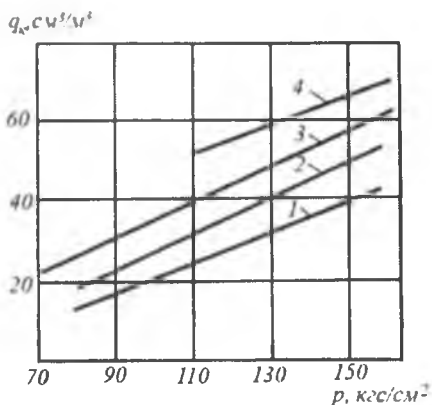
VII.7- расм. Барқарор конденсатнинг конденсацияланиш изотермаларида сепарациялашнинг I босқичидаги босимга боғлиқлиги.

1- $t = 40^\circ\text{C}$; 2- $t = 20^\circ\text{C}$; 3- $t = 0^\circ\text{C}$.

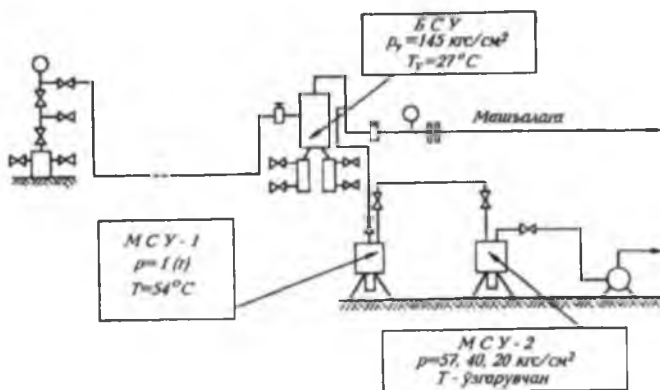


VII.8- расм. $p_{сн}=60$ кгс/см² бўлганда, сепарациялашнинг икки босқичида барқарор конденсатни ажралиб чиқишини сепарациялашнинг биринчи босқичидаги температурага боғлиқлиги.

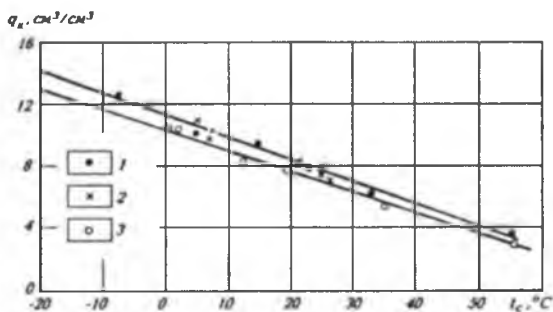
1, 2, 3-тегишли $t_1 = 20$; 5; -10°C ва босим $p_{сi} = 80$ кгс/см² бўлганда; 4, 5, 6- уша температураларда ва босим $p_{сi} = 120$ кгс/см² бўлганда; 7, 8, 9- уша температураларда ва босим $p_{сi} = 160$ кгс/см² бўлганда.



VII.9- расм. $p_{сн}=60$ кгс/см², $t_{II}=10^{\circ}\text{C}$ бўлганда, сепарациялашнинг икки босқичида барқарор конденсатни ажралиб чиқишининг турли температурадаги сепарациялашнинг биринчи босқичидаги босимга $p_{сi}$ боғлиқлиги. 1, 2, 3-мос равишда сепарациялашнинг биринчи босқичидаги температураларда - 30; 40; 50; 60^oC.



VII.10- расм. Туйинмаган газконденсат уюмларини тадқиқ қилишда қудуқини тадқиқот аппаратлари билан принципиал уланиш схемаси.



VII.11- расм. Қатлам газидан ажралиб чиқаётган барқарор конденсатнинг изобарлари схемаси. p_g , кгс/см²: 1-57; 2-40; 3-20.

Қатлам газида C_{5+B} нинг потенциал миқдорини узгайриб туриши қуйидаги тадбирлар натижасида аниқланади.

МСУ-1 ва МСУ-2 — кичик сепарация қурилмаларидан олинган ишланмаган конденсат намунасини ва МСУ-2 қурилмасидан олинган сепарацияланган газнинг намунасини таҳлил қилиши.

Қатлам температурасида изотерма асосида шу бобнинг VII.11.1-бандида берилган методлар ёрдамида ҳисоблаш.

Олинган натижалар асосида боғлиқлик графиги тузилади (VII.11, 12-расмлар).

VII.11- ва VII.12- расмлар бўйича қатлам босими пасайганда ва берилган температурада турли босимларда газ сепарацияланганда қатлам газидан

ажралиб чиққан конденсат миқдорининг боғлиқлик графиги тузилади (VII.13-расм). VII.13-расмда кўрсатилган боғлиқлик графигини тузиш учун VII.12-расмдагига ўхшаш $p_k = 40$ ва 57 кгс/см² учун эгри чизиклар чизилган. VII.13-расмда ифодаланган боғлиқлик графигини мос ҳолда — 20 дан 30°С атрофидаги ҳар қандай температура учун тузиш мумкин.

VII.10. Магистрал газ узатиш қувуридан газни узатишда ундан ажралиши мумкин бўлган конденсат миқдорини аниқлаш

Ушбу масала бўйича бажариладиган тадқиқотларнинг асосий мақсади магистрал қувур узаткичда қайта ишланган газдан ажралиши мумкин бўлган конденсат миқдорини аниқлашдир. Тадқиқот бажарилиши пайтида газ узатиш қувуридан (манометр штуцери орқали) кичик сепаратор қурилмасига ўтказилади ва унинг ёрдамида газдан ажралиб чиқаётган конденсатнинг миқдори аниқланади. Кичик сепарация қурилмаси сепаратори қизиб кетган тақдирда у газ узаткичдаги газни дросселлаш йўли билан совутилади.

Газдан ажралиб чиққан ишланмаган (хом) ва барқарор конденсатнинг миқдори газ узаткич қувурининг шу нуқтадаги босимиغا яқин бўлган босимда, яъни $p_* = 45,35$ ва 20 кгс/см² ва температурада 20 (10) дан — 10°С гача бўлганда ўлчанади. Олинган маълумотлар бўйича газ узатиш қувуридан узатилаётган газдан (VII.14-расм) барқарор конденсатнинг ажралиб чиқиш изобаралари тузилади ва булар бўйича газ узаткичда йиғиладиган конденсатнинг миқдори аниқланади, босим ва температура бўйича конденсация бошланган ва газ узаткичда ажраладиган жойи белгиланади.

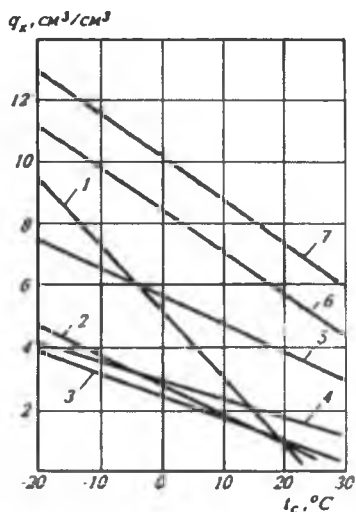
VII.11. Фазавий мувозанат ускуналарида қатлам газконденсати системаларини лаборатория тадқиқотлари

Газконденсат конларини ўзлаштириш ва улардан фойдаланиш жараёнида қатламнинг конденсат бера олишлик коэффициентини ва конни ўзлаштиришнинг турли даврларида ундан олинаётган газ ва конденсат намуналари таркибининг ўзгаришини аниқлашга зарурият туғилади. Бундай аниқлашлар конни ўзлаштириш бошлангунча УГК-3 ёки УФР-2 фазавий мувозанат ускуналари ёрдамида олинган намуналар мажмуасида бажарилади.

Бундай ускуналарда, шунингдек, берилган қатлам босимида газни сепарациялашда турли босим ва температураларда ажралиб чиққан

VII.12- расм. Қатлам газидан ажралиб чиқаётган барқарор конденсат миқдорининг қатлам босимига ва сепарацияланиш босими $p_k = 20$ кгс/см² га тенг бўлганда сепарацияланиш температурасига боғлиқлиги.

$p_{\text{кат}}$, кгс/см²: 1-20; 2-40; 3-57; 4-75; 5-100; 6-125; 7->145.



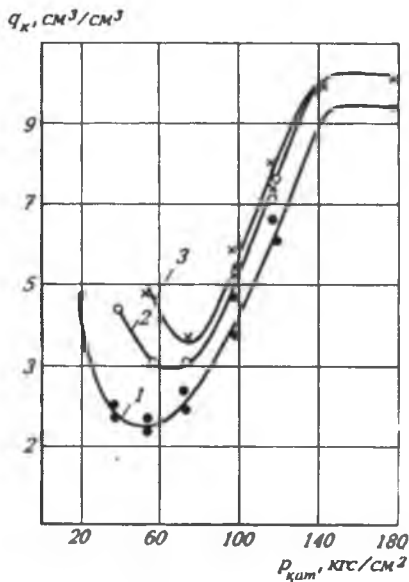
конденсат миқдори аниқланади. Бажа-рилган тадқиқотлар натижасида ишлан-маган ва барқарор конденсатлар учун конденсация изотермалари (изобаралар) тузилади.

УГК-3 ва УФР-2 қурилмалари фазавий мувозанатлик бомбаси, сепаратор, насос ва поршень қисувчисидан ташкил топган. УГК-3 бомбасининг ҳажми 3100 мл, УФК-2 бомбасиники эса 1200 мл га тенг. Бомбаларнинг биринчиси максимал босимга 400 кгс/см² ва 80°C температурага, иккинчиси 1000 кгс/см² ва 200°C га мулжалланган.

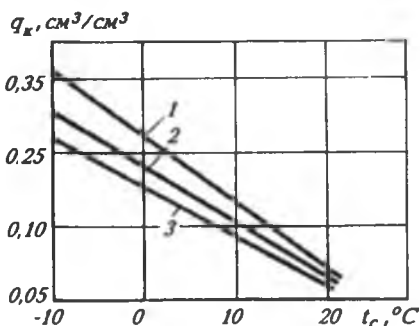
УФР-2 қурилмаси УГК-3 қурилмасига нисбатан анча такомил-лаштирилган. Шу жумладан, суюқик цилиндр поршенининг силжишида поршенларни синхрон равишда (баробар) силжи-ши таъминланган, суюқ ва газ фазаларининг ҳажми ҳисобла-гичларда ҳисобланади, бомбани термостатлаш учта электр исит-кичлар орқали адо этилади, бомбанинг температураси учта термопар ва б. билан тартибга солиниб турилади.

VII.13- расм. Қатлам газидан ажра-либ чиқаётган барқарор конденсат миқдорини қатлам босимига ва сепарацияланиш температураси 0°C бўлганда сепарацияланиш босимига боғлиқлиги.

p_k , кгс/см²: 1-20; 2-40; 3-57.



VII.14- расм. Газ узаткич қувирига узатилаётган газдан ажралиб чиқаётган барқарор конденсат изобарлари.
p, кгс/см²: 1-20; 2-35; 3-40.



VII.11.1. УГК-3 ва УФР-2 қурилмаларида утказиладиган тадқиқотлар

Қатламнинг конденсат бера олиш коэффициентини аниқлаш

Газконденсат конлари қатламдаги босимни пасайтириб ёки конденсати ажратилиб олинган газни қатламга қайта ҳайдаб қатламдаги босимни сақлаб турган ҳолда узлаштирилади. Газконденсат уюмларини қатламдаги босимни сақлаб турмай узлаштиришда C_{3+10} нинг бир улуши қатламда ажралиб, ундан чиқарилмай қолиб кетади. Қатламда конденсатни йўқолиб кетиши газконденсат аралашмасининг миқдорига ва хусусиятларига ҳамда қатламдаги термодинамик шароитларига боғлиқ.

Конденсатни қатламдан чиқариб олиш коэффициентини аниқлаш учун (конденсат бераолишлик) кондан фойдаланишнинг сунгида қатламдан конденсатнинг қандай даражада йўқолишини аниқлаш зарур. Конденсатнинг қатламдан йўқотилиши уюмдан саноат миқёсида фойдаланиш давригача аниқланади. Қатлам газининг таркибидаги C_{3+10} нинг миқдорига боғлиқ ҳолда конденсатни қатламдан йўқолиши турли усуллар билан аниқланади. $C_{3+10} < 30 \text{ г/м}^3$ бўлганда конденсат бераолишлик коэффициенти VII.15-расмдан аниқланади ёки анча такомиллаштирилган УГК-3 қурилмаси ёрдамида аниқланади.

УГК-3 қурилмасидаги босим ва температурани улчаш системасида 0,2% гача хато бўлиши мумкин. РVT бомбасидаги суюқликни улчаш учун мулжалланган мослама оддий куз билан 0,01 см³ аниқликда ҳисоб олиш имконини беради. Суюқлик миқдорини 0,2% аниқлик билан улчашни таъминлаш учун бомбадаги суюқликнинг ҳажми 5 см³ дан кам бўлмаслиги керак. Босим пасайтирилганда газнинг таркибига боғлиқ ҳолда 30% гача конденсат ажралиб чиқади. Тажриба утказиш жараёнида бундай ҳажмдаги конденсат уни оддий куз билан

ўлчаш учун етарли бўлади. C_{5+10} конденсатининг миқдори 30 г/м^3 дан кам бўлганда тажрибаларни УГК-3 қурилмасининг оддий кўз билан кузатиладиган тармоғини замонавийлаштиригандан сўнг ва ишлатилаётган усулдан бирмунча фарқ қиладиган усулдан фойдаланиб, яъни қурилмани ишга тайёрлаш ва ишланмаган конденсат билан уни тўлдириб ўтказиш мумкин. Қурилмани тажриба ўтказишга тайёрлаш ва уни конденсат билан тўлдириш методикаси қуйидагилардан иборат.

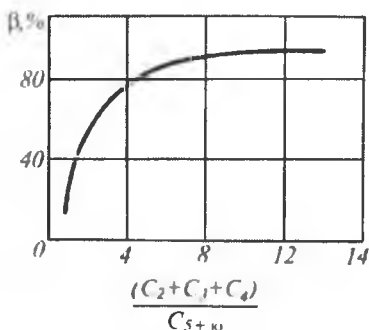
PVT бомбаси спирт ва азот оқими билан ювиб тозалангандан сўнг унинг юқорисида жойлашган поршень бомба ҳажмининг $4/5$ қисмигача пастга туширилади, ўлчайдиган пресси эса охириги переключателни ишга тушиш давригача юқорига қисиб бориш керак.

Қурилмани $1-2 \text{ мм}$ симоб устунига тенг бўлган қолдиқ босимгача вакуумлаш керак.

Бомбага ДЭГ киритилгандан сўнг қайтадан яна бомбани вакуумлаш керак.

PVT бомбасининг ўлчов пресси ва аралаштиргич асбоби оралигидаги ҳажмини конденсат билан тўлдириш керак. Бунда аралаштиргич ДЭГ га $0,1-0,2 \text{ мм}$ чуқиб туриши, ўлчов пресси эса энг юқори ҳолатда бўлиши лозим.

Кўзгалмайдиган ДЭГ орқали хом конденсатни ўтказиб бомба тўлдирилади, бу жараён кузатиш ойнаси орқали чамалаб қайд қилинади. Агар суюқликни ичкарига киритиб юборадиган вентилни очиш пайтида ДЭГ пастга тушабошласа, ташқи системада (намуна олгичда) босим кўпайтирилади, агарда ДЭГ юқорига кўтарилса, бомбадаги босим орттирилади.



VII.15- расм. Газконденсат уюмларини тугатиш учун ишлатишда конденсатнинг чиқариб олиш коэффициентни β ни $(C_2+C_3+C_4)/C_{5+10}$ нисбатга боғлиқлиги.

Қайд этилган усул билан ўтказилган тажрибалар C_{5+10} нинг потенциал миқдори $11,7 \text{ г/м}^3$ га тенг бўлганда ундан фойдаланиш мумкинлигини кўрсатди.

Қатлам газида C_{5+10} нинг миқдори 30 г/м^3 дан ортиқроқ бўлганда қатламнинг конденсат бераолишлик коэффициенти тажриба йўли билан аниқланади.

k_k коэффициентини тажриба йўли билан аниқлашда намунани уйғунлашган методидан фойдаланилади. Уйғунлашган намуна бомбада конденсат омилига ($\text{см}^3/\text{м}^3$ да) мувофиқ ҳолда тайёрланади. Конденсат омили кон шароитида

ишланмаган конденсат ва сепарацияланган газ намунасини сепаратордан олиш пайтида улчанади. Конденсат омили куйидаги тартибда аниқланади.

Поршенлар оралиғидаги бушлиқ вакуумланади (2—3 мм симоб устунидаги қолдиқ босимигача).

Бомбага сепарацияланган газ намунаси ҳайдалади ва унинг босими остида бомбанинг поршени энг юқорига кутарилади, бомбадаги ва баллондаги босимлар тенглашгандан сунг баллон бомбадан узилиб газни сиқувчи мосламага уланади, унинг ёрдамида зарур миқдордаги қушимча газ ҳайдалади.

Газни сиқувчи мослама ёрдамида бомбани газ намунасига тўлдириш куйидагича бажарилади.

Газни сиқувчи мослама баллондаги қолдиқ босимга тенг булган босимда газ намунасига тўлдирилади.

Баллон ёпиб куйилади ва насос газни сиқувчи мосламага уланади.

Газни сиқувчи мослама поршенининг ташқи бушлиғига гликоль ёки глицерин ҳайдалади, бушлиқда бомбадаги босимдан катта булган газ босими ҳосил бўлади.

Намунанинг ҳамма қисми бомбага сиқиб ҳайдалади.

Газни сиқувчи мослама бомбадан ажратиб олинади ва баллонга бириктирилади.

Баллондаги газнинг босими остида гликоль газни сиқувчи мосламадан босимли кичкина бакка сиқиб чиқарилади ва бомбада керакли босим таркиб топгунча цикл қайтадан такрорланади. Ҳайдалган газнинг ҳажми буйича бомбани тўлдиришга кетадиган ишланмаган конденсат ҳажми ҳисоблаб чиқилади:

$$V_k = \frac{283,64 p_{\text{тўл}} V_{\text{г}} q}{tz \cdot 10^6} [1 - \beta (p_{\text{тўл}} - p_{\text{чик}})] [1 + \alpha (t_{\text{тўл}} - t_{\text{чик}})], \quad (\text{VII.1})$$

бунда V_k — уй температураси ва юклаш босимида (см^3) бомбани тўлдиришга кетадиган конденсат ҳажми; V_i — уй температураси ва юклаш босимида бомбани тўлдиришга кетадиган газнинг ҳажми, л; $p_{\text{тўл}}$ — газ бомбага тўлдирилгандан кейинги босим, $\text{кгс}/\text{см}^2$; $p_{\text{чик}}$ — сепаратордан газ намунаси олингандан кейинги босим, $\text{кгс}/\text{см}^2$; $t_{\text{тўл}}$ — бомбани конденсатга тўлдириш пайтидаги температура (одатда уй температураси), $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{чик}}$ — сепаратордан намуна олинаётган пайтдаги температура, $^{\circ}\text{C}$; t — бомбага ҳайдалган газнинг ҳажми ҳисобланаётган вақтдаги температура (одатда, уй температураси); β — конденсатнинг сиқилиш коэффициенти, $1/(\text{кгс}/\text{см}^2)$; α — конденсатнинг термик кенгайиш коэффициенти, $1/^{\circ}\text{C}$; z — газнинг сиқилувчанлик коэффициенти; q — газ омилига тескари булган миқдор, $\text{см}^3/\text{м}^3$.

Кўпчилик газ конденсат конларида тажриба йули билан аниқланган $\alpha = 0,8 \cdot 10^3 \text{ 1/}^\circ\text{C}$; $\beta = 1,8 \cdot 10^{-4}/1/(\text{кгс/см}^2)$ га тенг.

Бомбага ишланмаган конденсат юклангандан ва уни газ ҳолатига келтирилгандан сўнг бомбадаги қатлам газининг миқдори аниқланади. Шу миқдор учун кейинроқ қатламдан чиқариб олинаётган конденсат қиймати ҳисобланади.

Конденсатни бомбага юклашдан аввал контейнерни герметик эканлигига, шунингдек, ундаги конденсат бир фазали ҳолатда булишига ишонч ҳосил қилиш керак.

Агар бомбани юклаш вақтида хона температураси сепаратордан намуна олиш вақтидаги температурадан паст бўлса, унда ишланмаган конденсат намунаси билан тулдирилган контейнер температураси намуна олиш пайтидаги температурагача етказилади ва шу даражада ушлаб турилади.

Контейнер юклаш пресси ва манифольд билан намунали манометр орқали бирлаштирилади.

Пресс сиқадиган суюқлик (глицерин ёки 50—60% ли ДЭГ эритмаси) билан тулдирилади.

Манифольдда ва бирлаштирувчи қувурларда (контейнергача) конда конденсат намунасини олиш пайтидаги босимга тенг босим барпо этилади.

Ўлчайдиган пресс уланган контейнернинг вентили очилади ва контейнердаги босим ўлчанади.

Агар контейнердаги босим намуна олишдаги босимдан кам фарқланса, контейнерни герметик деб ҳисоблаш мумкин. Акс ҳолда бундай синовни бошқа контейнерда — ишланмаган конденсатнинг дубликат намунаси олинганида қайтаришга тўғри келади.

Контейнердаги конденсат бир фазали ҳолатда бўлганига ишонч ҳосил қилиш учун контейнердаги босим 20—30 кгс/см² га орттирилади. Агар босим сезиларли даражада камайиб кетса, контейнерда газ фазаси мавжудлигидан дарак беради. Бундай шароитда контейнердаги босим 50 кгс/см² га орттирилади ва босим сақлаб турилади, натижада эркин газ суюқ фазада эрийди. Агар босим 5—10 кгс/см² га (кгс/см² дан юқори) орттирилгандан кейин у узгармай қолса, газ суюқ фазада бутунлай эриган деб ҳисобланади.

Конденсатни бомбага юборишдан аввал контейнердаги босимни конденсатни бир фазали ҳолатидаги босимидан 30—50 кгс/см² орттирилади, яъни эркин газ суюқликда тўлиқ эриган босимига тенглаштирилади.

Контейнердан конденсат бомбага VII.1 ифодадан аниқланган миқдорда ИП-6 ўлчов пресси орқали қўлда юборилади. Юборилган

конденсатнинг ҳажми ўлчов прессининг шкаласи бўйича аниқланади. Бомбанинг юклашни имкони борича босимлар фарқи кам ($1 \text{ кгс}/\text{см}^2$ дан кам) бўлганда бажариш лозим.

Конденсат намунаси бомбага юклангандан сунг ундаги температура қатлам температурасигача орттирилади.

Босим қатламдаги босимгача босқичма-босқич орттириб борилади, бунда суюқ фаза ҳажмини камайиб бориши кузатиб турилади. Фазавий мувозанатни таркиб эттириш учун босимнинг ортиб боришининг ҳар бир босқичида аралаштиркич 5 минутга ушлаб турилади. Аралаштириш жараёни тугаши билан бомба 15 минутга тинч ҳолатда қолдирилади. Шундай қилиб, конденсатни газ фазасида тулиқ эриши мумкин бўлган босим аниқланади. Шунингдек, бу босим (шабнам нуқтаси босими) поршень ёрдамида бомбадаги босимни пасайтириб аниқланади.

Мазкур тажрибани бир неча марта такрорлаш шабнам нуқтаси босимини (конденсация бошланиши босимини) $1\text{--}2 \text{ кгс}/\text{см}^2$ гача аниқлик билан белгилашга имкон беради. Бомбадаги босим қатламдаги босимга тенг бўлган тақдирда конденсатнинг бир қисми унда қолиб кетиши мумкин.

Агарда бомба ичидаги суюқлик тулиқ эримаган бўлса, бу ҳолда бошқа контейнердан ишланмаган конденсат намунаси (дубликати) олиниб бунга юкланади. Агар қайта юклаш қатлам босими ва температурасида бомбада суюқ фаза борлигини тасдиқласа, бу ўз навбатида қатламда суюқ фаза борлигини билдиради. Бундай суюқ фаза газ билан биргаликда ишлаётган қудуққа осонгина кириб бориш хусусиятига эга бўлади. Аммо бундай жараён жуда ҳам кам учрайди.

Бундай ҳолатда, агар аралашма бомбада бир фазали газ ҳолатида бўлса, уйғунлашган намунани дифференциал конденсацияланиши бўйича тажриба ўтказилади. Намунани бомбадан чиқариш босқичма-босқич бажарилади, ҳар бир соатда юкланган газ $15\text{--}20\%$ ҳажмда чиқариб турилади. Босимни биринчи марта 10% га камайитириш унчалик катта бўлмаган босқичларда ($10\text{--}15 \text{ кгс}/\text{см}^2$) амалга оширилади, кейинроқ эса бомбадаги босимни пасайтириш босқичлари шундай белгиланадики, бунда дифференциал конденсацияланиш эри чизигини чизиш учун $6\text{--}8$ нуқта олиниши керак бўлади. Бунда бомбанинг ўлчайдиган прессининг поршени бомбага бутунлай киргазилиши лозим.

Бомбадаги босимни пасайтиришнинг ҳар бир босқичидан кейин йиғилиб қолган конденсатни ўлчашдан аввал фазавий мувозанат ўрнатилади. Агар ишчи камерадаги температура ва ҳажм доимий бўлса ва кейинчалик аралашувлар натижасида бомбада тулланиб қолган

конденсатнинг босими ва ҳажми ўзгармаган бўлса, фазавий мувозанат ўрнатилган деб ҳисобланади. Бу тажрибалар асосида ишланмаган конденсатнинг ажралишини қатлам босимининг пасайишига боғлиқлигини ифодалайдиган график чизилади.

C_{5+10} барқарор конденсатнинг дифференциал конденсацияланишини акс эттирувчи эгри чизиқни тузиш учун қуйидаги махсус тажрибалар серияси ўтказилади.

Газ омилига мувофиқ тарзда бомбага газ ва конденсат намунаси юкланади.

Бомбада қатлам босими ва температураси барпо этилади.

Фазавий мувозанат барпо этилади.

Белгиланган босимгача дифференциал конденсацияланиш жараёни амалга оширилади.

Тўпланган конденсатни аралаштиргич билан аралаштириб газ фазаси билан фазавий мувозанатга келтирилади.

Бомбада йиғилиб қолган конденсатнинг ўзгариши тугагунга қадар бомба тинч ҳолатда сақланади, сўнгра ишланмаган конденсатнинг миқдори ўлчанади.

Тўпланган конденсатнинг миқдорини аниқ ўлчаб, уни ўлчов пресси ёрдамида сепаратордан ҳаммомда жойлашган U шаклидаги шишадан тайёрланган трубкага сиқиб чиқарилади.

Конденсатни трубкага сиқиб киритиш пайтида газ фазасини ёриб чиқишининг олдини олиш учун трубканинг чиқариш вентили олдида конденсат зулфини ўрнатилади, сўнгра сиқилган конденсатнинг миқдори шток чизгичи ёрдамида ўлчанади.

Конденсатдан ажралиб чиққан газ 8 газ бюреткасига (ўлчовли найчага) йиғилади.

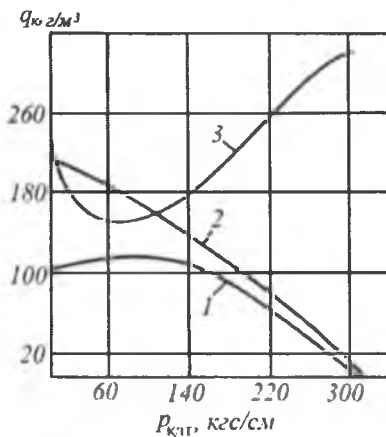
Бомбада ҳосил бўлган конденсатнинг умумий миқдорини ва газсизлантиришга олинган конденсатнинг миқдорини билган ҳолда барқарор конденсатнинг умумий миқдори ҳисоблаб чиқилади.

Бомбадан конденсат чиқариб юборилгандан кейин бомбада қолган ҳамма маҳсулот атмосферага чиқариб юборилади ва бомба янги газ конденсат аралашмаси билан тўлдирилади.

Бомбада фазавий мувозанат ўрнатилгандан сўнг аввалги босимга нисбатан камроқ бўлган босим таркиб топгунга қадар ундан газ чиқариб турилади ва цикл бутунлай қайтадан такрорланади. Олинган натижаларни барқарор конденсатнинг C_{5+8} қатлам температурасидаги дифференциал конденсацияланишини ифодаловчи эгри чизигини тузишда ишлатиш мумкин (VI.16-расм, 1-эгри чизиқ).

Конденсатнинг қолдиқ захирасини аниқлаш учун қатламдан чиқариб олинган газнинг таркибидан ажратиб олиниши мумкин бўлган

VII.16- расм. Қатлам аралашмасининг дифференциал конденсацияланишини ифодаловчи эгри чизиқлар. 1-қатлам температурасида қатлам аралашмасининг дифференциал конденсацияланиши; 2-конденсатнинг қатламдан чиқариб олинган умумий миқдори; 3-қатлам газидagi конденсатнинг потенциал миқдорини ўзгариши.



конденсат миқдорини белгилаш зарур. Кондан фойдаланишнинг турли босқичларида қатламдан чиқариб олинган конденсатнинг миқдори қуйидаги формула бўйича ҳисобланади. Бунда кондан фойдаланишнинг турли босқичларида бир хил миқдорда газ олинади $Q = Q_0/n$.

$$q_{ch.o.} = q_0 \frac{m}{n} - \frac{q_{cm}}{2n - 2m + 1} - (n - m) \times \sum_{i=2}^m \frac{4q_{c(i-1)}}{[2n - (2i - 3)][2n - (2i - 1)]}, \quad (\text{VII.2})$$

бунда n — босқичларнинг умумий сони; Q_0 — газ конденсат аралашмасининг захираси, m^3 ; q_0 — қатлам газидagi углеводородлар C_{5+10} нинг бошланғич потенциал миқдори $г/м^3$; q_{cm} — босимнинг пасайишини охириги босқичидаги p ва T ($m-m$) да C_{5+10} ни қатлам шароитида суюқ фазага айланган миқдори, $г/м^3$; $q_{c(i-1)}$ — қатлам шароитида $(i-1)$ босқичда C_{5+10} ни суюқ фазага айланган миқдори.

Мисол. Жорий қатлам босими $p_T = 155$ кгс/см²; бошланғич қатлам босими $p_{T_{\text{max}}} = 310$ кгс/см², углеводородларнинг бошланғич потенциал миқдори $q_c = 320$ $г/м^3$ ва дифференциал конденсацияланиш эгри чизиги (VII.16-расмдаги 1 эгри чизик) маълум булганда қатлам газни таркибидан олинган конденсат миқдори аниқлансин.

Конни ўзлаштиришнинг ҳамма даврини олинаётган газ конденсати миқдори 10 босқичга бўлиб чиқамиз: $Q = 0,1Q_0$.

$p_T = 155$ кгс/см² булганда $m - m$ босқичда $m = 5$ га тенг бўлади.

Дифференциал конденсацияланиш эгри чизиги буйича $C_{5+ю}$ ни ҳар қайси босқич учун газ суюқ фазага айланганда ($m = 1, 2, 3, 4, 5$) аниқлаймиз.

Босқич сонини, p босқичлар буйича қатлам босимини ва суюқ фазага айланган конденсат миқдорини жадвал куринишида (VII.2-жадвал) берамиз. Бу маълумотлар буйича 2 эгри чизиқ (VII.16-расмга қаранг) тузилади.

VII.2-жадвалнинг пастки қисми уюмни ушлаштиришнинг турли босқичларида қатлам газидан олинган конденсат миқдорини англатади. Масалан, босим $p_T = 155$ кгс/см² бўлганда, чиқариб олинган конденсат миқдори $q_{ч.о} = 126,3$ г/м³.

Конни ушлаштиришнинг бу даврида конденсатни қатламдан чиқариб олиш коэффициенти:

$$k_{ч.о} = 126,3/320 = 0,394 \text{ бўлади.}$$

VII.11.2. Қатлам босими пасайишида қатлам газидagi $C_{5+ю}$ нинг потенциал миқдори узгаришини аниқлаш

Конденсатни саноатбол ресурсларини ҳисоблаш учун ва қатламдан уларни чиқариб олишнинг моддий балансини тузиш учун конни ушлаштириш жараёнида қатлам газ таркибидаги $C_{5+ю}$ ни потенциал миқдорини билиш зарур. Конни ушлаштириш жараёнида $C_{5+ю}$ ни потенциал миқдори қуйидаги формула буйича ҳисобланади:

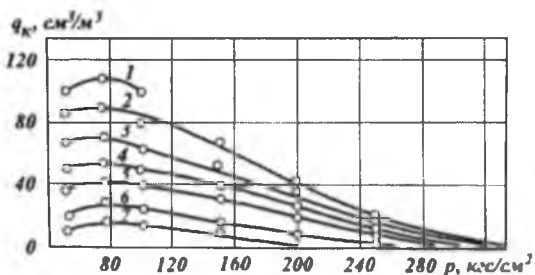
$$q_{ч.о.m} = q_0 + \sum_{i=3}^m \frac{4nq_{c(i-2)}}{(2n-2i+5)(2n-2i+3)} - \frac{q_{c(m-1)}^n(2n-2m-1)}{(2n-2m+3)(2n-2m+1)} - \frac{q_{cm}^n}{2n-2m+1} \quad (\text{VII.3})$$

Мазкур формула буйича ҳисоблаш ва бундан олдинги мисолда қабул қилинган дастлабки маълумотлар VII.3-жадвалда келтирилган, ҳисоблашнинг натижалари 3-эгри чизиқ буйича ифодаланган (VII.16-расмга қаранг).

Уюми ўзлаштиришнинг турли босқичларида қатлам газы таркибидан ажратиб
олинган конденсат миқдорини ҳисоблаш

Кўрсаткичлар	$C_{3, n}$										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m(\lambda)$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ρ , кгс/см ²	329	279	248	217	186	155	184	93	62	31	1
$2n-2m+1$	—	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1
q_{cm} , г/м ³	0	22,5	45	69	88	102	112	114	113	110	104
$q_{cm}/(2n-2m+1)$	—	1,18	2,65	4,60	6,77	9,28	12,50	16,28	22,60	36,60	104,0
$2n-2A+3$	—	—	19	17	15	13	11	9	7	5	3
$2n-2A+1$	—	—	17	15	13	11	9	7	5	3	1
$q_{cm-1}/(2n-2A+3)(2n-2A+1)$	—	—	0,07	0,18	0,35	0,62	1,03	1,76	3,26	7,54	36,60
$\sum q_{cm-1}/(2n-2A+3)(2n-2A+1)$	—	—	0,07	0,25	0,60	1,22	2,25	4,01	7,27	14,81	51,41
$4(n-m)$	—	—	32	28	24	20	16	12	8	4	—
$\sum [q_{cm-1}/(2n-2A+3)(2n-2A+1)] 4(n-m)$	—	—	2,24	7,00	14,40	24,40	36,00	48,00	58,2	59,1	—
$\frac{m}{n} q_0$	—	—	65	96	128	160	192	224	256	288	320
$\left[\sum \frac{q_{c(m-1)}}{(2n-2i+3)(2n-2i+1)} 4(n-m) \right] + \frac{q_{cm}}{2n-2m+1}$	—	1,2	5,9	11,6	21,2	33,7	48,5	64,3	80,8	85,7	104
$q_{c,n}$	—	30,8	59,1	84,4	106,8	126,3	142,5	159,7	175,2	203,3	216,0

Курсаткичлар	$C_{1,2}$										
$m(A)$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ρ_n , кгс/см ²	310	279	248	217	186	155	124	93	62	31	1
q_{cm} , Г/М ³	0	22,5	45	69	88	102	112	114	113	110	104
$2n-2m+1$	—	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1
$n(2n-2m+1)$	—	0,526	0,587	0,666	0,786	0,909	0,11	1,428	2,00	3,30	10,0
$q_c^n/(2n-2m+1)$	—	11,8	26,4	46,0	67,6	92,6	124,0	163,0	226,0	266,0	0,104
$2n-2m-1$	—	—	15	13	11	9	7	5	3	1	1
$2n-2m+3$	—	—	19	17	15	13	11	9	7	5	3
$(2n-2m-1)/(2n-2m+3)$	—	—	0,79	0,765	0,734	0,692	0,632	0,555	0,429	0,200	-0,333
$\left[\frac{n}{2b-2m+1} \right] \left[\frac{2n-2m-1}{2n-2m+3} \right]$	—	—	0,465	0,510	0,563	0,630	0,700	0,790	0,850	0,666	-33
$q_{c(m-1)} \left[\frac{n}{2n-2m+1} \right] \left[\frac{2n-2m-1}{2n-2m+3} \right]$	—	—	10,5	23,0	28,8	55,5	71,4	88,4	97,7	75,2	-366
$2n-2A+5$	—	—	19	19	15	15	13	11	9	7	5
$2n-2A+3$	—	—	—	17	15	13	11	9	7	5	3
$4n/(2n-2A+5)(2n-2A+3)$	—	—	—	0,124	0,157	0,205	0,280	0,404	0,635	1,140	2,640
$q_c^2/(2n-2A+5)(2n-2A+3)$	—	—	—	2,79	7,07	14,1	24,6	41,1	71,0	129,0	290
—	—	—	—	2,79	9,86	23,96	48,56	89,66	160,66	289,66	579,66
$\sum_{i=3}^m q_{c(i-2)} 4n/(2n-2i+5)(2n-2i+3)$	—	11,8	37,1	69,0	106,4	148,1	195,4	251,4	323,7	441,2	674
$\frac{q_{c(m-1)}n(2n-2m-1)}{(2n-2m+3)(2n-2m+1)} + \frac{q_{cm}n}{2n-2m+2}$	—	320	320	322,8	329,9	344,0	368,5	409,6	480,6	609,6	899,6
$q_0 + \sum_{i=3}^m \frac{q_{c(i-2)} 4n}{(2n-2i+5)(2n-2i+3)}$	320	308,2	282,9	253,8	223,5	199,9	173,1	158,2	156,9	168,4	225,6



VII.18- расм. УТК-3 ва УФР-2 курилмаларидан олинган конденсация-ланиш изотермалари.
 $t, ^\circ\text{C}$: 1 = -10 ; 2 = $+10$;
 3 = $+30$; 4 = $+50$;
 5 = $+70$; 6 = $+90$;
 7 = $+110$.

Сунгра бомбага янги намуна юборилади, ҳамма операциялар бошқа берилган босимда қайтарилади ва ҳоказо. Бомбани янгидан юклашда температура узгартирилади ва конденсатнинг чиқиши унинг уч-турт қийматида аниқланади. Бажарилган тадқиқотлар натижалари буйича графиклар тузилади (VII.17, VII.18-расмлар).

Сепараторда йиғилган конденсат миқдорини аниқлаш

Конденсатнинг ажралишини улчайдиган мазкур усул, аввал қайд этилган усулга нисбатан анча оддий. Аммо бу усулни фақат ўта юқори қайнайдиган углеводородларга бой (100 г/м^3 дан ортиқ) бўлган аралашмалар учун қўллаш мумкин.

Қайд этилган ишлаш тартибига биноан бомбага бирин-кетин сепарацияланган газ ва ишланмаган конденсат юкланади.

Бомбадаги температура қатлам температурасига тенг бўлганда, босим ҳам қатламдаги босимга тенглаштирилади ва натижада фазавий тенглик юзага келади. Кейинроқ бомбадаги босим яна $20\text{--}30 \text{ кгс/см}^2$ га орттирилади.

Бомбадаги «қатлам» гази билан сепараторга борадиган капилляр тулдирилади, берилган температура ва босимни сақлаган ҳолда газ сепаратор орқали ўтказилади.

Сепаратордан чиққан газ атмосфера босимигача дросселланади ва шиша тутқич (температураси -10°C бўлган совитувчи аралашмага туширилган) ва газ ҳисоблагичи орқали ўтказилади. Ҳисоблагич олдига ўрнатилган тройник газ намунасини таҳлил қилиш учун бюреткага олинади. Газнинг сепаратордан чиқиш тезлиги 60 л/с дан ортмаслиги керак.

Сепараторда конденсат етарли миқдорда (2 см^3 га яқин) йиғилгандан кейин бир вақтнинг ўзида сепаратор ва бомба вентили ёпиб қўйилади.

Конденсатнинг ҳаммаси сепараторнинг тагига оқиб тушиши учун 15 минут кутиб турилади, сунгра унинг миқдори ўлчанади. Ишлан-

маган конденсатнинг олинган ҳажми 760 мм симоб устуни ва 20°C температурада сепарацияланган газнинг ҳажмига нисбатан олинади.

Йиғилиб қолган конденсат — 10°C температурали ҳаммомга жойлаштирилган U шаклидаги шиша трубкага ўлчов пресси ёрдамида сепараторнинг пастки вентилдан сиқиб чиқарилади.

Конденсатни трубкага сиқиб чиқаришда унга газ фазасини ёриб киришининг олдини олиш учун сепараторнинг чиқариб юборадиган вентили олдига конденсат зулфини ўрнатилади ва шкала буйича сиқиб чиқарилган конденсатнинг миқдори аниқлик билан ўлчанади.

Конденсатдан ажралиб чиқаётган газ газ бюреткасига туланади. Конденсат чиқариб юборилгандан кейин унда қолган газ билан сепаратор тозаланади, сунгра у 20 минут мобайнида вакуумланади.

U шакли трубкада ҳосил бўлган барқарор конденсатнинг миқдори трубка тубига деворидаги томчилар оқиб тушгандан кейин ўлчанади. Конденсатни газсизлантириш қуйидагича амалга оширилади.

Температураси — 10°C бўлган ҳаммомдан U шакли трубка температураси 0°C га яқин (сувли муз) бўлган ҳаммомга ўтказилади.

Ҳаммомдаги температура 30 минут мобайнида доимо +20°C га етказиб турилади.

Барқарор конденсатнинг чиққан миқдори ишланмаган конденсатни чиққан миқдоридан % да ифодаланади. Конденсатнинг миқдори ($\text{см}^3/\text{м}^3$) уни U шакли трубкага сиқиб чиқаришдан олдин ўлчанади.

Сепараторда аввалги температура шароитида янги босим барпо этилади ва тажриба қайтарилади. Ҳар бир температура учун босимнинг беш-олти қийматларида бажарилган тадқиқотлар «конденсат чиқиши — босим» координатларида конденсация изотермаларини тузиш учун зарур бўлган маълумотларни олишга имкон беради.

Бажарилган ҳамма тажрибаларда бомба юқорисидаги поршенни силжитадиган босим доимо бир хилда ушлаб турилади. Чунки бомбани бир марта юклаш етарли бўлмайди, бомбани юклаш такрорланиши керак. Шундай қилиб, конденсатни чиқиши буйича олинган маълумотлардан фойдаланиб фазавий диаграмманинг бир қисмини тузиш мумкин. Олинган маълумотларнинг муҳимлиги шундаки, булар қудуқнинг стволида ва газни чиқариб юборувчи қувурда (шлейфда) ҳосил бўлган конденсат миқдорини ҳисоблашга имконият яратиб беради. Бундан ташқари, бу маълумотлар конда бажарилган тадқиқотлар вақтида конденсатни чиқиши буйича олинган маълумотларни етарли далиллар билан анча тўлдиради.

VII.12. Газ ва конденсатнинг таркибини тадқиқ қилиш

Газ ва конденсатнинг таркиби VII.19-расмда курсатилган схема буйича лабораторияда тадқиқ қилинади.

VII.12.1. Қатлам газы ва ишланмаган конденсатнинг таркибини аниқлаш

Ишланмаган конденсатнинг намуналари VII.20-расмда курсатилган схема бўйича газсизлантирилади.

Контейнер 3 ҳаммомга 2 жойлаштирилади, ундаги температура термостат 1 ёрдамида бирдай ушлаб турилади. Контейнер билан газ ўлчагич 8 оралиғига муз билан тузни совутилган (-20°C) аралашмасига туширилган илонизи шакли (шиша) тутқичлар жойлаштирилади. Бундай тутқичлар газ билан контейнердан олиб чиқиб кетилаётган суюқ углеводородларни тутиб олиш учун хизмат қилади.

Ишланмаган конденсат намунасини газсизлантириш учун контейнернинг вентили очилади ва 5 л/с дан ортиқ бўлмаган тезликда газ газ ўлчагичга юборилади; ҳаммомдаги температура 20°C атрофида ушлаб турилади. Контейнердан газнинг чиқиши тугагандан сунг (вентиль 5 ни очиб қўйиб) ҳаммомдаги температура 35°C гача кутарилади. Бунда контейнердан қўшимча газ чиқиб туради, бу ҳам ўз навбатида газўлчагичга юборилади. Бундан кейин вентиль 5 беркитиб қўйилади. Змеевиксимон тутқичларда йиғиладиган, суюқликда эриган газли углеводородларни чиқариб юбориш учун музлатадиган аралашманинг температураси аста-секинлик билан 5°C гача кутарилади.

Контейнердан олинган конденсат (олдиндан $10-15^{\circ}\text{C}$ гача совутилган) змеевиксимон тутқичлардаги газдан йиғилган суюқлик билан қўшилиб лабораториядаги махсус аппаратларда тозаланади, яъни бутансизлантирилади (ректификация колоннасида) (VII.21-расм).

Суюқлик йиғиладиган идиш билан газ бюреткаси оралиғига змеевиксимон тутқичлар урнатилади. Булар совутилган тузли муз аралашмасига туширилади, бу жойда суюқ углеводородлар тутиб олинади ва бутансизланган газ билан олиб кетилади.

Бутансизлантириш учун колбадаги 1 суюқ маҳсулот газ колбадан бутунлай чиқиб тугагунча иситилади.

Бутансизланган конденсат (C_{5-10}) колбадан ўлчов цилиндрига қўйилади, бунга яна змеевиксимон тутқичларда йиғилган суюқлик ҳам қўшилади. Сунгра суюқ маҳсулот миқдори ўлчанади ва унинг зичлиги ва молекуляр массаси пикнометр билан 20°C да аниқланади.

Баजारилган тадқиқотлар натижасида қатлам газы ва ишланмаган конденсат таркибини ҳисоблаш учун қуйидаги бошланғич маълумотлар олинади.

Сепарацияланган газдан ажралиб чиқаётган ишланмаган конденсатнинг (конда аниқланади) миқдори $\text{см}^3/\text{м}^3$ q
Ишланмаган конденсат солинган контейнернинг ҳажми, см^3V
Ишланмаган конденсатдан ажралиб чиққан газнинг контейнер ҳажмидаги миқдори, л:

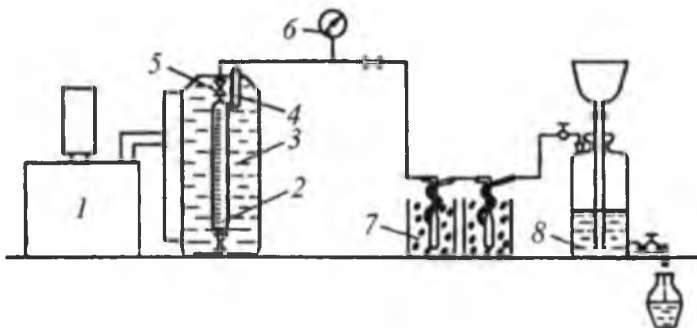
газсизлантиришда.....а

бутансизлантиришда.....б

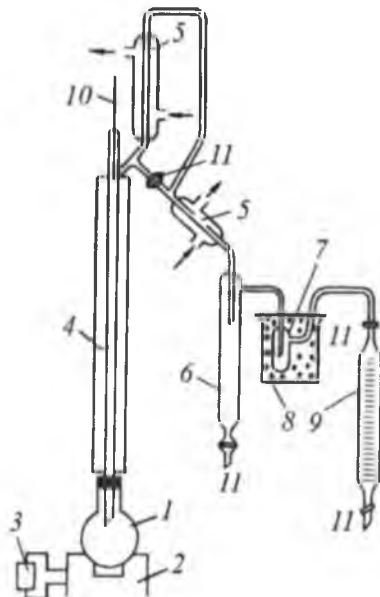
Бутансизлантирилган конденсатдаги сууқ углеводородларнинг
контейнер ҳажмидаги миқдори, см³.....в



VII.19- расм. Газ ва конденсат намуналарини тадқиқот қилиш схемаси



VII.20- расм. Ишланмаган конденсатни газсизлантириш учун ишлатиладиган аппаратлар схемаси.
 1-термостат; 2-ҳаммом—идиш; 3-контейнер; 4-термометр; 5-вентиль; 6-манометр; 7-тутқич; 8-газомер.



VII.21- расм. Газсизлантирилган конденсатни бутансизлантирадиган аппаратлар схемаси.
 1-колба; 2-колба иситкич; 3-ЛАТР; 4-лаборатория ректификация бирикмаси; 5-совуткич; 6-қабулқилгич; 7-тутқич; 8-музнинг туз билан совутилган аралашмаси; 9-газ бюреткаси; 10-термометр; 11-жумрак.

C_{5+10} нинг 20°C даги зичлиги, $\text{г}/\text{см}^3$	P_4^{20}
C_{5+10} нинг молекуляр массаси, $\text{г}/\text{моль}$	M
Бутансизлантирилган конденсатдаги изопентан ва н-пентан-нинг миқдори, мол. %:	
изопентан.....	C
н-пентан.....	d

Қатлам газининг таркиби сепарацияланган газнинг $1000 \text{ г}/\text{молига}$ асосланиб ҳисобланади.

Ишланмаган конденсатни газсизлантиришда ажралиб чиққан газнинг миқдори ($\text{г}/\text{молда}$) қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$A = aq/V. \quad (\text{VII.4})$$

Бутансизлантирилган газнинг миқдори ($\text{г}/\text{молда}$) қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$B = bq/V. \quad (\text{VII.5})$$

Ишланмаган конденсат таркибидаги C_{5+10} нинг миқдори ($\text{г}/\text{молда}$) сепарацияланган газнинг $1000 \text{ г}/\text{моль}$ учун қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$V = \frac{q\theta P_4^{20} \cdot 24,04}{VM}. \quad (\text{VII.6})$$

Бутансизлантирилган конденсатдаги $i-C_5$ нинг миқдори $D = C/100$.

$n-C_5$ нинг миқдори

$$E = B \frac{d}{100}, \quad (\text{VII.8})$$

гексан ва ута қайнайдиغان C_{6+10}^1 миқдори $F = B - (D + E)$.

Юқорида қайд этилган формулалардан олинган маълумотлар ишланмаган конденсат ва қатлам газининг таркибини ҳисоблаш учун ишлатилади.

Мисол. Конда сепаратордан босим $60 \text{ кгс}/\text{см}^2$ ва температура -15°C булганда бир вақтда сепарациялангандан кейин газдан ва ишланмаган конденсатдан намуналар олинган. Сепарацияланган газдан ишланмаган конденсатнинг чиқиши $162 \text{ см}^3/\text{м}^3$ ташкил этди. Ҳажми 85 см^3 га тенг конгейнерга олинган ишланмаган

¹ Газдаги (сепарациялаш, газсизлантириш, бутансизлантириш) каби бутансизлантирилган конденсатда ҳам суёқ газ хроматографияси методи билан ута қайнайдиغان углеводородлар, масалан, C_{6+10} (гексан, унинг изомерлари, метилциклопентан, циклогексан ва бензол)нинг миқдорини аниқлаш мумкин.

конденсат газсизлантирилди. Бунда 9,7 л газ ажратилди (760 мм симоб устуни ва 20°С да) унинг таркиби куйидагича: мол.% да: C_1 —61,23; C_2 —18,43; C_3 —12,76; $i-C_4$ —1,99; $n-C_4$ —3,15; $i-C_5$ —0,80; $n-C_5$ —0,59; C_{6+} —0,55; CO_2 —0,50.

Газсизлантирилган конденсатни бутансизлаштиришда 1,5 л газ олинган, унинг таркиби мол.% да: C_2 —0,94; C_3 —29,08; $i-C_4$ —19,12; $n-C_4$ —39,41; $i-C_5$ —7,61; $n-C_5$ —3,37; C_{6+} —0,47.

Бутансизлантирилган конденсатнинг (C_{5+}) чиқиши 47 см³, бу углеводородларнинг зичлиги $\rho = 0,6996$ г/см³ ва криоскопик метод билан аниқланган молекуляр массаси, $M = 98$ г/моль га тенг.

Ишланмаган конденсат конда сепарациялангандан кейин олинган газнинг таркиби куйидагича, моль.% да: C_1 —87,18; C_2 —4,80; C_3 —1,41; $i-C_4$ —0,21; $n-C_4$ —0,34; $i-C_5$ —0,11; $n-C_5$ —0,10; C_{6+} —0,19; N_2 —5,06; CO_2 —0,60.

Сувоқ газли хроматография методи билан бутансизлантирилган конденсатдан изопентан аниқланган, унинг миқдори 11,4 мол.% ва н-пентан 14,06 мол.% (VII.4) (VII.9) формулалар буйича куйидагиларни ҳисоблаб чиқарамиз:

$$A = (9,7 \cdot 162)/85 = 17,48 \text{ г-моль,}$$

$$B = (1,5 \cdot 162)/85 = 2,86 \text{ г-моль,}$$

$$D = (162 \cdot 47,0 \cdot 24,04 \cdot 0,6986)/(85 \cdot 98) = 15,31 \text{ г-моль,}$$

$$E = (11,48 \cdot 15,31)/100 = 1,76 \text{ г-моль,}$$

$$F = (14,06 \cdot 15,31)/100 = 2,15 \text{ г-моль,}$$

$$F = 15,31 - 1,76 - 2,15 = 11,40 \text{ г-моль.}$$

Олинган натижалар VII.4-жадвалда келтирилган.

Газсизлантирилган (18,48) ва бутансизлантирилган газларининг (2,86) грамм-моллари сонига ва уларнинг таркибига асосланиб айрим компонентларнинг грамм-моллари сонини (VII.4 жадвалдаги 5 ва 7-устунлар) аниқлаймиз.

Ишланмаган конденсат таркибини аниқлаш учун ҳамма компонентлар буйича газсизлантирилган ва бутансизлантирилган газлар, пентанлар, гексанлар ва ута юқори қайнайдинган углеводородлар буйича грамм-моллар сонини қўшиб ва ҳар бир компонент буйича олинган грамм-моллар сонини уларнинг умумий сонига бўламиз (36,65). Босим 60 кгс/см² ва температура — 15°С бўлганда кондаги сепараторда олинган ишланмаган конденсатнинг таркиби VII.4-жадвалнинг 10-устунида келтирилган.

Қатлам газининг таркибини аниқлаш учун компонентлар буйича сепарацияланган утган газлар, газсизлантирилган, бутансизлантирилган газлар, пентанлар, гексанлар ва ута юқори қайнайдинган углеводородларнинг грамм-моллар сонини қўшиб ва ҳар бир компонент буйича олинган грамм-моллар сонини уларнинг умумий сонига бўламиз (1036, 65). Қатлам газининг таркиби VII.4-жадвалнинг 12 устунида келтирилган.

Конда фазаларни икки босқичли ажратишда I ва II босқичли сепарациялангандан кейин ишланмаган конденсат намуналари олинади ва сепарацияланган газнинг намунаси эса сепарациялашнинг II босқичдан сунг олинди. Бундай шароитда сепарациянинг ҳар бир босқичида газ конденсат миллилари ўлчаниб турилади. Бажарилган тадқиқотлар натижа-

Газ конденсат конидаги ишланмаган конденсат ва қатлам газы таркибини ҳисоблаш натижалари

Компонент	Сепарацияланган газ		Газсизлантирилган газ		Бутансизлантирилган газ		C _{5+ю} нинг бутансизлантирилган конденсатдаги миқдори, г/моль	Газсизлантирилган, бутансизлантирилган газлар ва C _{5+ю} нинг жами миқдори, г/моль	Ишланмаган конденсатнинг таркиби, мол.%	Сепарацияланган ва газсизлантирилган газлар ва C _{5+ю} нинг жами миқдори, г/моль	Қатлам газининг таркиби, мол.%
	мол.%	г/моль	мол.%	г/моль	мол.%	г/моль					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CH ₄	87,18	871,8	61,23	11,32	—	—	—	11,32	30,89	883,12	85,20
C ₂ H ₆	4,80	48,0	18,43	3,40	0,94	0,03	—	3,43	9,36	51,43	4,96
C ₃ H ₈	1,41	14,1	12,76	2,36	29,08	0,83	—	3,19	8,70	17,29	1,67
i-C ₄ H ₁₀	0,21	2,1	1,99	0,37	19,12	0,54	—	0,91	2,48	3,01	0,29
n-C ₄ H ₁₀	0,34	3,4	3,15	0,58	39,41	1,13	—	1,71	4,66	5,11	0,49
i-C ₃ H ₁₂	0,11	1,1	0,80	0,15	7,61	0,22	1,76	2,13	5,81	3,23	0,31
n-C ₃ H ₁₂	0,10	1,0	0,59	0,11	3,37	0,10	2,15	2,36	6,44	3,36	0,32
C ₄ +в	0,19	1,9	0,55	0,10	0,47	0,01	11,40	11,51	31,41	13,41	1,29
N ₂	5,06	50,6	—	—	—	—	—	—	—	50,60	4,88
CO ₂	0,60	6,0	0,50	0,09	—	—	—	0,09	0,25	6,09	0,59
Жами	100,0	1000,0	100,0	18,48	100,0	2,86	15,31	36,65	100,0	1036,65	100,0

сида ишланмаган конденсатнинг ва қатлам газ таркибини ҳисоблаш учун бошланғич маълумотлар (VII.5-жадвал) олинади.

VII.5-жадвал

Бошланғич маълумотлар	I босқич	II босқич
Сепарацияланган газдан ажралиб чиқадиган ишланмаган конденсатнинг миқдори, см ³ /м ³	q_1	q_2
Ишланмаган конденсатга тулдирилган контейнер ҳажми, см ³	V_1	V_2
Контейнер ҳажмидаги ишланмаган конденсатдан ажралиб чиқадиган газнинг миқдори:		
газсизлантиришда	a_1	a_2
бутансизлантиришда	b_1	b_2
Контейнер ҳажмидаги бутансизлантирилган конденсатдаги суёқ углеводородлар миқдори, см ³	v_1	v_2
$C_{5+ю}$ нинг 20°C даги зичлиги, г/см ³	ρ_1	ρ_2
$C_{5+ю}$ нинг молекуляр массаси, г/моль	M_1	M_2

Ишланмаган конденсатдан ажралиб чиқатган газнинг миқдори (г/молда сепарацияланган газ г/молига нисбатан) қуйидаги формулалар бўйича аниқланади:

газсизлантиришда

$$A_1 = a_1 q_1 / V_1, \quad A_2 = a_2 q_2 / V_2; \quad (\text{VII.10})$$

бутансизлантиришда

$$B_1 = b_1 q_1 / V_1, \quad B_2 = b_2 q_2 / V_2. \quad (\text{VII.11})$$

Ишланмаган конденсатдаги $C_{5+ю}$ нинг миқдори (г/молда) сепарацияланган газнинг 1000 г/моль миқдорига нисбатан қуйидаги формулалар бўйича аниқланади:

$$B_1 = v_1 q_1 \rho_1 24,04 / V_1 M_1; \quad (\text{VII.12})$$

$$B_2 = v_2 q_2 \rho_2 24,04 / V_2 M_2.$$

Мисал. Кондаги қудукдан олинган газ икки босқичли сепарацияланган. Сепарациялаш шароити ва конденсатнинг чиқиши қуйида келтирилган.

	I босқич	II босқич
Босим, кгс/см ²	100	40
Температура, °C.....	29	-5
Ишланмаган конденсатни чиқиши, см ³ /м ³	22,7	19,0

Сепарациялашнинг II босқичида олинган ишланмаган конденсат ҳажми 85 см³ га тенг бўлган контейнерда газсизлантирилган.

Бунда 5,3 л газ ажратиб олинди, унинг таркиби, мол. %: C_1 —65,92; C_2 —17,19; C_3 —8,28; $i-C_4$ —1,36; $n-C_4$ —2,75; $C_{5+ю}$ —3,02; CO_2 —1,48.

Газсизлантирилган конденсатни бутансизлаштиришда 0,7 л газ қуйидаги таркибда олинди, мол. %: C_2 —0,90; C_3 —28,04; $i-C_4$ —18,12; $n-C_4$ —39,43; $C_{5+ю}$ —13,51.

Бутансизлантирилган конденсатнинг чиққани 67 см³ га, зичлиги 0,740 г/см³ га, молекуляр массаси 104 г/молга тенг бўлди.

II босқичли сепарациялашдан кейин газнинг таркиби қуйидагича, мол. %: C_1 —93,60; C_2 —3,30; C_3 —1,07; $i-C_4$ —0,16; $n-C_4$ —0,22; $C_{5+ю}$ —0,35; N_2 —0,80; CO_2 —0,50.

Энди (VII.10)—(VII.12) формулалар буйича ҳисоблаймиз:

$$A_2 = 5,3 \cdot 19/85 = 1,18 \text{ г-моль,}$$

$$B_2 = 0,7 \cdot 19/85 = 0,16 \text{ г-моль,}$$

$$V_2 = 19,67 \cdot 0,740 \cdot 24,04/85 \cdot 104 = 2,56 \text{ г-моль.}$$

Олинган маълумотлар VII.6-жадвалда қайд этилган.

I босқичли сепарациядан утган газнинг таркибини аниқлаш учун сепарациянинг II босқичидан утган газ компонентларининг йиғиндиси, газсизланиш, бутансизланиш гази, пентанлар ва утақайнайдиган углеводородларнинг грамм-моль сони аниқланади ва олинган ҳар бир компонентнинг грамм-моллар сони уларнинг умумий сонига бўлинади (1003,90).

Шунингдек, ҳажми 85 см³ га тенг бўлган контейнерга I босқичли сепарацияланишдан олинган ишланмаган конденсат газсизлантирилади ва бутансизлантирилади. Газсизлантириш натижасида 6,1 л газ қуйидаги таркибда олинган, моль. %: C_1 —82,90; C_2 —11,76; C_3 —2,79; $i-C_4$ —0,49; $n-C_4$ —0,61; $C_{5+ю}$ —0,85; CO_2 —0,60.

Бутансизлантиришда 1 л газ қуйидаги таркибда ажратиб олинди, моль. %: C_1 —1,45; C_2 —28,62; $i-C_4$ —22,44; $n-C_4$ —42,60; $C_{5+ю}$ —4,89.

Бутансизлантирилган конденсатнинг чиққани 68 см³ тенг бўлади; зичлиги 0,785 г/см³, молекуляр массаси 135 г/моль.

I босқичли сепарациялашдан утган газнинг таркиби VII.6-жадвалда келтирилган. (VII.10)—(VII.12) формулалар буйича қуйидагиларни ҳисоблаймиз:

$$A_1 = 6,1 \cdot 22,7/85 = 1,63 \text{ г-моль,}$$

$$B_1 = 1,0 \cdot 22,7/85 = 0,26 \text{ г-моль,}$$

$$V_1 = 22,7 \cdot 68,0 \cdot 0,785 \cdot 24,04/85 \cdot 135 = 2,54 \text{ г-моль.}$$

Олинган маълумотлар VII.7-жадвалда келтирилган.

Қатлам газининг таркибини аниқлаш учун I босқичли сепарациядан утган газ, газсизлантириш, бутансизлантириш, пентанлар гази ва ўта қайнайдиган углеводородларнинг компонентлари буйича грамм-моллари сони жамланади ва олинган ҳар бир компонентнинг грамм-моллари сони уларнинг умумий сонига бўлинади (1004,43). Қатлам газининг таркиби VII.7-жадвалда келтирилган.

I босқичли сепарациялашда сепарацияланган газ таркибини ҳисоблаш

Компонент	II босқичли сепарациялашдан кейин сепарацияланган газ ($p_2=40$ кгс/см ²)		II босқичли сепарациялашда ишланмаган конденсатнинг газисизланишидаги газ		II босқичли сепарациялашда ишланмаган конденсатнинг бутансизланишидаги газ		Бутансизлантирилган конденсатдаги C_{5+10} , г-моль	Газсизлантириш, бутансизлантириш ва C_{5+10} даги газларнинг жами миқдори, г/моль	II босқичли сепарациялашда ишланмаган конденсат таркиби, мол. %	Сепарацияланган, газсизлантирилган, бутансизлантирилган, C_{5+10} газларнинг йиғиндиси, г-моль	I босқичли сепарациядан утган газ таркиби, мол. %
	мол. %	г/моль	мол. %	г/моль	мол. %	г/моль					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CH ₄	93,87	938,7	65,92	0,78	—	—	—	0,780	20,01	939,480	93,60
C ₂ H ₆	3,29	32,9	17,19	0,20	0,90	0,001	—	0,201	5,15	331,101	3,30
C ₃ H ₈	1,06	10,6	8,28	0,10	28,04	0,045	—	0,145	3,72	10,745	1,07
i-C ₄ H ₁₀	0,16	1,6	1,36	0,02	18,12	0,029	—	0,049	1,26	1,649	0,16
n-C ₄ H ₁₀	0,22	2,2	2,75	0,03	39,43	0,063	—	0,093	2,38	2,293	0,22
C ₅₊₁₀	0,10	1,0	3,02	0,03	13,51	0,022	2,56	2,612	66,97	3,612	0,35
N ₂	0,80	8,0	—	—	—	—	—	—	—	8,000	0,80
CO ₂	0,50	5,0	1,48	0,2	—	—	—	0,020	0,51	5,020	0,50
Жами	100,00	1000,0	100,00	1,18	100,00	0,160	2,56	3,900	100,00	1003,90	100,00

Қатлам газы таркибини ҳисоблаш

Компонент	Сепарациянинг I босқичидан утган газ		I босқичли сепарациялашда ишланмаган конденсатнинг газсизланишидаги газ		I босқичли сепарациялашда ишланмаган конденсатнинг бутансизлантириш газы		Бутансизлантирилган конденсатдаги C_{5+10} г-моль	Газсизлантириш, бутансизлантириш ва C_{5+10} даги газларнинг жами микдори, г/моль	I босқичли сепарациялашда ишланмаган конденсат таркиби, мол. %	Сепарацияланган, газсизлантирилган, бутансизлантирилган, C_{5+10} газларнинг йиғиндиси, г-моль	Қатлам газынинг таркиби, мол. %
	мол. %	г/моль	мол. %	г/моль	мол. %	г/моль					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CH_4	93,60	936,0	82,90	1,351	—	—	—	1,351	30,50	937,351	93,32
C_2H_6	3,30	33,0	11,76	0,192	1,45	0,004	—	0,196	4,42	33,196	3,30
C_3H_8	1,07	10,7	2,79	0,045	28,62	0,074	—	0,119	2,69	10,819	1,08
iC_4H_{10}	0,16	1,6	0,49	0,008	22,44	0,058	—	0,066	1,48	1,666	0,17
nC_4H_{10}	0,22	2,2	0,61	0,010	42,60	0,111	—	0,121	2,73	2,321	0,23
C_{5+10}	0,35	3,5	0,85	0,014	4,89	0,013	2,54	2,567	57,95	6,067	0,60
N_2	0,80	8,0	—	—	—	—	—	—	—	8,000	0,80
CO_2	0,50	5,0	0,60	0,010	—	—	—	0,010	0,23	5,010	0,50
Жами	100,0	1000,0	100,0	1,63	100,0	0,26	2,54	4,43	100,0	1004,43	100,0

VII.12.2. Қатлам газдаги C_{5+10} нинг потенциал миқдорини аниқлаш

C_{5+10} (Π) нинг қатлам газдаги потенциал миқдори VII.12-жадвалнинг 1-бандида келтирилган маълумотлар асосида ҳисобланади ва C_{5+10} нинг ишланмаган конденсатдаги (K) ва сепарацияланган газдаги (L) йиғиндиси 1 м^3 қатлам газига тенг деб ҳисобланади:

$$\Pi = K + L, \text{ г/м}^3. \quad (\text{VII.13})$$

C_{5+10} нинг ишланмаган конденсатдаги миқдори газсизлантирилган газдаги K_1 , бутансизлантирилган газдаги K_2 ва бутансизлантирилган конденсатдаги K_3 углеводородларнинг миқдорлари йиғиндисига тенг:

$$K = K_1 + K_2 + K_3, \text{ г/м}^3, \quad (\text{VII.14})$$

$$K_1 = aqL_1 M_1 / 100 \cdot 24,04 V, \text{ г/м}^3, \quad (\text{VII.15})$$

$$K_2 = bqL_2 M_2 / 100 \cdot 24,04 V, \text{ г/м}^3, \quad (\text{VII.16})$$

$$K_3 = \vartheta \rho_4^{20} / V, \text{ г/м}^3, \quad (\text{VII.17})$$

бунда L_1, L_2 — C_{5+10} нинг газсизлантирилган ва бутансизлантирилган газдаги мос равишдаги миқдори, мол.%; M_1, M_2 — C_{5+10} нинг газсизлантирилган ва бутансизлантирилган газдаги мос равишдаги молекуляр массаси, г/моль.

Турли конлардан олинган газсизлантирилган ва бутансизлантирилган газлар намуналарининг тадқиқот қилинишидан маълум бўлишича, бу газлардаги C_{5+10} нинг молекуляр массасини 80 г/молга тенг деб олинса, буни аниқ ҳисоблашлар учун таъбиқ қилиш мумкин бўлади. Бундай ҳолатда (VII.15), (VII.16) формулалари қуйидаги кўринишда бўлади:

$$K_1 = 0,03 \frac{aqL_1}{V}, \quad (\text{VII.18})$$

$$K_2 = 0,03 \frac{\delta qL_2}{V}. \quad (\text{VII.19})$$

(VII.14) формулани эса қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:

$$K = \frac{q}{V} (0,03aL_1 + 0,03bL_2 + \vartheta \rho_4^{20}). \quad (\text{VII.20})$$

C_{5+10} нинг сепарацияланган газдаги миқдори қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$L = 10L_3 \frac{M_3}{24,04}, \quad (\text{VII.21})$$

бунда L_3 — C_{5+10} нинг сепарацияланган газдаги миқдори, моль.%; M_3 — C_{5+10} нинг молекуляр массаси. Буни газохроматографик методи билан аниқланган таркибидан ҳисоблаб чиқиш ёки VII.22-расмда келтирилган графикдан белгилаш мумкин.

(VII.18)—(VII.21)ни ҳисобга олиб, бир босқичли сепарациялашда Π ни аниқлаш учун (VII.13)ни урнига қуйидаги тенгламага эга буламиз:

$$П = \frac{q}{V} (0,03aL_1 + 0,036L_2 + \nu\rho_4^{20}) + 10 \frac{L_3 M_3}{24,04}. \quad (\text{VII.22})$$

VIII.3.1-бандда қурилган мисол учун $C_{5+\nu}$ нинг миқдори қуйидагича ифодаланади:

$$П = \frac{162}{85} (0,03 \cdot 9,7 \cdot 1,94 + 0,03 \cdot 1,5 \cdot 11,45 + 47,0 - 0,6986) + 10 \cdot 0,4 \frac{75}{24,04} = 77 \text{ г/м}^3.$$

Газ икки босқичда сепарацияланганда (VII.22) формула қуйидаги қуринишга эга бўлади:

$$П = \frac{q_1}{V_1} (0,03a_1L_{1,1} + 0,036_1L_{1,2} + b_1\rho_{4,1}^{20}) + \frac{q_2}{V_2} (0,03a_2L_{1,2} + 0,036_2L_{2,2} + b_2\rho_{4,2}^{20}) + 10L_{3,2} \frac{M_3}{24,04}. \quad (\text{VII.23})$$

Иккинчи ҳолат учун VII.12.1-банддаги мисол $П$ нинг қуйидаги миқдорини беради:

$$П = \frac{22,7}{85} (0,03 \cdot 6,1 \cdot 0,85 + 0,03 \cdot 1,0 \cdot 4,89 + 47 \cdot 0,785) + \frac{19,0}{85} (0,03 \cdot 5,3 \cdot 3,04 + 0,03 \cdot 0,7 \cdot 13,51 + 67 \cdot 0,740) + \frac{10 \cdot 0,35 \cdot 77}{24,04} = 32,4.$$

VII.13. Ишланмаган конденсатнинг хусусияти

Ишланмаган конденсатнинг таркиби VII.12.1-бандда баён этилган методика бўйича аниқланади.

Ишланмаган конденсатнинг киришишини ҳажмий коэффиенти $K_{\text{хир}}$ атмосфера шароитида газсизланган конденсатнинг ажралган миқдори 1 м^3 сепарацияланган газ ҳисобидан ишланмаган конденсатга булган нисбатига тенг:

$$K_{\text{хир}} = q_{\text{газ.с}}/q, \text{ см}^3/\text{м}^3. \quad (\text{VII.24})$$

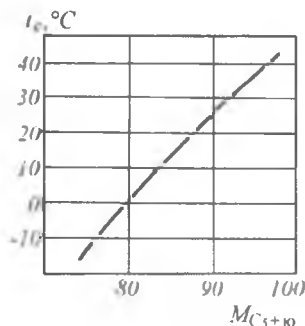
Газсизланган конденсати 1 м^3 сепарацияланган газ ҳисобидан чиқиши:

$$q_{\text{газ.с}} = q \frac{\nu}{V}, \quad (\text{VII.25})$$

бунда: ν — контейнер ҳажмидаги газсизланган конденсатдаги $C_{5+\nu}$ нинг миқдори, см^3 .

(VII.25) ни ҳисобга олган ҳолда (VII.24)нинг урнига қуйидагига эга бўламиз:

$$K_{\text{хир}} = \nu/V. \quad (\text{VII.26})$$



VII.22-расм. Сепарацияланган олинган газдаги $C_{5+\nu}$ нинг молекуляр массасининг сепарациялаш температурасига боғлиқлиги

Ишланмаган конденсатнинг зичлиги Стэндин ва Катц методи билан конденсатнинг таркиби асосида ҳисобланади.

VII.14. Газсизлантирилган, бутансизлантирилган ва сепарацияланган газларнинг хусусияти

Газнинг таркиби ва зичлиги «Методическое пособие по отбору и анализа природных газов» буйича аниқланади. Сепарацияланган газдан олинган намунадаги H_2S ва CO_2 миқдори газ чиқадиган жойнинг узида лабораторияда газсизлантирилган ва бутансизлантирилган намунада аниқланади.

Газсизлантирилган газнинг чиқиши $V_{газ.с}$ ишланмаган 1 м^3 конденсат ҳисобидан қуйидагича аниқланади:

$$V_{газ.с} = \frac{q}{V} 10^3, \text{ м}^3/\text{м}^3. \quad (\text{VII.27})$$

Бутансизлантирилган газнинг чиқиши 1 м^3 хом конденсат ҳисобидан қуйидагича аниқланади:

$$V_{газ.с} = \frac{\delta}{V} 10^3, \text{ м}^3/\text{м}^3. \quad (\text{VII.28})$$

Сепарацияланган газдаги C_{5+10} нинг солиштирма миқдори (VII.21) формула орқали ҳисобланади.

VII.15. Барқарор (бутансизлантирилган) конденсатнинг физик-кимёвий тадқиқоти

Стандарт методлар¹ билан зичлик (ГОСТ 3900—47), фракцион таркиби (ГОСТ 2177—66), турли температурадаги қовушқоқлик (ГОСТ 33—66), хиралашиш температураси (ГОСТ 5066—56), қуюқлашиш температураси (ГОСТ 1583—73) ва олтингугурт миқдори (ГОСТ 1771—48) аниқланади.

Ностандарт методлар² билан молекуляр массаси, нур синдириш кўрсаткичи, парафиннинг миқдори ва унинг эриш температураси аниқланади.

VII.16. Уюмнинг заифлашиш жараёнида олинаётган барқарор конденсатнинг фракцион таркибининг ўзгаришини баҳолаш

Босимнинг пасайишига (қатлам температурасида) боғлиқ ҳолда қатламда ажралаётган барқарор конденсатнинг миқдорини ва қатлам

¹ ГОСТ, нефтепродукты. Методы испытаний. — М.: Стандартгиз, 1967.

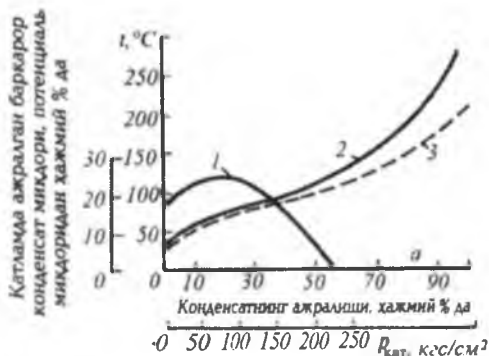
² Анализ нефти и нефтепродуктов. — М.: Гостоптехиздат, 1962.

газидан ажралиб чиққан конденсатнинг фракцион таркибини (ГОСТ 2177—60 бўйича) билган ҳолда (қатламнинг бошланғич босимида), босимнинг пасайишининг турли босқичларида конденсатнинг фракцион таркиби аниқланади.

Мисол. Қатламдан ажралиб чиқаётган барқарор конденсат миқдорини қатлам босимининг пасайишига боғлиқлиги (УГК қурилмасида тажриба йули билан аниқланган) VII.23-расмдаги 1-эгри чизиқда ифодаланган. Бошланғич қатлам босимида конденсатнинг ҳаракатланиш эгри чизиғида 2 мисол тариқасида қатлам босимининг 180, 150 100 ва 30 кгс/см² гача пасайишида конденсатнинг қайнаш температурасининг чегаралари курсатилган. Чегаралар куйидагича белгиланган.

VII.23-расмдан (1-эгри чизиқ) маълум бўлишича, масалан 150 кгс/см² босимда қатламда ажралаётган конденсатнинг миқдори унинг потенциал миқдорининг 16,3 ҳажмий % ни ташкил этган. Демак, белгиланган босимда қатламдан чиқариб олинаётган газнинг таркибидаги конденсат фракцияси 100—16,3 = 83,7 ҳажмий % га тенг. Ушбу нуқтадан (*a*-нуқта) утувчи ординаталарни конденсатнинг ҳайдаш эгри чизиғи (2-эгри чизиқ) билан кесишишидан, яъни бу фоиз 203°C температурада қайнайдиған фракцияга мос келадиган фоиз қийматини аниқлаймиз. Шу йул билан VII.23-расмда келтирилган қатламнинг бошқа босимларида конденсатни қайнаш температурасининг чегарасини аниқлай оламиз.

Қатламнинг турли босимларида конденсатнинг қайнаш температурасини билган ҳолда унинг ҳайдаш эгри чизиғи чизилади. VII.23-расмда мисол тариқасида (3-эгри чизиқ) барқарор конденсатнинг 150 кгс/см² да ҳайдашни башорат қиладиган эгри чизиқ кўрсатилган. Конденсатни ҳайдашнинг башоратловчи эгри чизиқлари сепарациялашнинг уша шароитларда, яъни қатламнинг дастлабки босимида газдан олинган (2-эгри чизиқ) конденсатнинг фракцион таркибини тавсифлайди.



VII.23-расм. Қатлам босимининг пасайишида конденсатнинг фракцион таркибини ўзгариши. 1-қатлам босимининг пасайишидан қатламда тўпланадиган барқарор конденсатнинг миқдори; 2-қатламнинг бошланғич босимида олинган барқарор конденсатнинг ҳайдаш эгри чизиғи; 3-қатлам босими $R_{квт} = 150$ кгс/см² га тенг булганда барқарор конденсатни ҳайдашнинг башоратлаш эгри чизиғи

ГАЗ ҚУДУҚЛАРИНИ ТАДҚИҚОТ ҚИЛИШНИНГ КОНДА БАЖАРИЛАДИГАН ГЕОФИЗИК МЕТОДЛАРИ

Қудуқларни газли муҳитда тадқиқот қилишнинг геофизик методлари ер ости газ омборларидаги газ конларини ўзлаштиришнинг ҳар қандай босқичида қатлам ва қудуқнинг техник ҳолати тўғрисида маълумот олиш учун асосий манба ҳисобланади.

Кондаги геофизик тадқиқот методлари уюмни ва ер ости газ омборини урганишда, уларнинг геологик тузилишини аниқлашда, газ захирасини, шунингдек, кесимнинг маҳсулдорлигини баҳолашда ҳамда конни заифлашишини ва қудуқнинг ҳолатини назорат қилишда асосий роль уйнайди. Конда геофизик методлар ёрдамида қуйидаги тадқиқотлар ўтказилади:

Газ-нефть ва газ-сув туташ юзаларининг ҳолати ҳамда уларнинг газ қудуқларида маълум вақт мобайнида ўзгариб туриши аниқланади.

Маҳсулдор қатламларнинг жойлашган чуқурлиги, газга тўйинган қатламларнинг қалинлиги, коллекторлар ғоваклилиги аниқланади, шунингдек, маҳсулдор қатламларнинг газга тўйинганлиги ва уларни конни ўзлаштириш жараёнида ўзгариб бориши баҳоланади.

Кесимнинг маҳсулот бериш имконияти баҳоланади, уюмнинг ишлаётган интерваллари ажратилади ва бу интервалларнинг дебити тахминан аниқланади.

Қушимча перфорациялаш, қатламни гидравлик ёриш, тузкислотали ишлов бериш ва портлатиш ишлари ва б. лардан кейин маҳсулотни чиқариб олишни жадаллаштириш бўйича бажариладиган ишлар самарадорлиги назорат қилиб турилади.

Ҳозирги пайтда ишлаб турган газ қудуқларида газогидродинамик изланиш методлари билан бир қаторда конда қуйидаги бажариладиган геофизик методлар: радиоактив каротаж (нейтрон-гамма-каротаж НГК, нейтрон-нейтронли каротаж ННК, гамма-каротаж ГК, импульсли нейтрон-нейтронли каротаж ИННК), дебитометрия, термометрия ва б. ишлатилмоқда. Қайд этилган тадқиқот методларини девори мустақамланган ва мустақамланмаган қудуқларда ҳам ишлатиш мумкин. Дебитометриядан ташқари, юқорида қайд этилган методларнинг ҳаммасини қатламнинг очилган маҳсулдор интервали фаввора қувурлари билан ёпилган бўлганида ҳам ишлатиш мумкин.

Конда бажариладиган геофизик методлар ишлаётган газ қудуқларида кенг миқёсда етарлича ишлатилишига қарамай, шу пайтгача шаклланиш босқичидадир, айна пайтда улар тадқиқ қилинмоқда ва такомиллаштирилмоқда.

VIII.1. Радиоактив каротаж

Фойдаланилаётган газ қудуқларини мустақамлаш қувурлар бирикмаси, фаввора қувурлари ва б.лар билан жиҳозлаш бурғиланаётган қудуқларда кенг миқёсда ишлатилиб келинаётган электр геофизик методлардан фойдаланишга яхши имконият бермайди. Шунинг учун ҳам газ конларида ва ер ости газ омборларида ишлатилаётган босимли қудуқларда радиоактив каротажи ишлатилади. Радиоактив каротажда табиий радиоактив моддаларнинг қудуқ кесимида фазовий-вақтли тақсимланиши ва ядровий нурланишнинг тоғ жинслари билан узаро таъсири натижаси ҳам урганилади.

Уюмдан газни чиқариб олиш ва газни ер ости омборида сақлаш амалиётида кўпинча радиоактив каротажнинг қуйидаги турлари ишлатилади.

Стационар каротажлар (нейтронли гамма каротаж НГК, иссиқлик нейтрони бўйича нейтрон каротаж ННК-Т, устки иссиқлик нейтронлари бўйича нейтрон каротаж НКТ-НТ).

Импульсли каротажлар (импульсли нейтрон-нейтрон каротаж ИННК, импульсли нейтрон гамма-каротаж ИНГК, гамма-гамма каротаж ГГК).

Нейтронли каротажда нейтронларнинг ҳаракатланишини секинлашиб бориш жараёни урганлиди. Бундай жараён урганилаётган муҳитнинг ядролари билан нейтронларнинг тўқнашувидан содир бўлади. Водород ядроси энг яхши секинлашиш хусусиятига эга бўлганлиги сабабли ННК нинг кўрсатиши тоғ жинсларидаги водороднинг миқдори билан аниқланади. Тоғ жинсларида ва қатлам агентиде баъзи бир иссиқлик нейтронларини кучли ютадиган элементларнинг (хлор, нодир ер элементлари ва б.) ядросида иштирок этиши ННК нинг кўрсатишига кучли таъсир этади.

НГК да иккиламчи гамма-нурланиш қайд этилади. Бундай нурланиш иссиқлик нейтронлари манбаини ўраб турган муҳитнинг ядролари билан эгаллаб олиши натижасида таркиб топади. ННК нинг кўрсатишлари тоғ жинсидаги водород ядролари ва ютувчи элементлар миқдорига кўра аниқланади. Бунда НГК чуқурлиги юқори, ишлатилаётган аппаратура эса оддий ва ишончли бўлиши керак. Иккиламчи гамма нурланиш билан бирга қайд этиладиган табиий нурланишдан

олинган натижаларни ўлчашга ва интерпретация қилишга тўққинлик қилади.

ИННК да нейтронлар манбаси кичик габаритли тезлаткич ҳисобланади. Тезлаткич аппаратура комплектига киради ва жинсни қисқа вақтли кучли нейтрон импульслари билан нурлантиришга имкон беради. Импульслар частотаси ИННК аппаратурасининг маркасига боғлиқ. Импульслар оралиғида тоғ жинси нейтронлар билан нурланмайди. Бу вақт давомида иссиқлик нейтронлари зичлигининг камайиш жараёни ва муҳитдаги иссиқлик нейтронларининг ўртача яшаш вақти деб баҳолашга имкон берувчи нейтрон параметрларини ўрганиш мумкин бўлади.

ГК да қудуқ стволи буйлаб гамма-нурланиш қайд қилинади.

Табиий нурланишнинг асосий қисми тоғ жинси скелетининг минерал таркибига кирадиган элементлар ва цемент билан, зарралар юзасида ютилган элементлар ва қатлам сувларидаги органик аралашмалар билан боғлиқ.

Агар кондан фойдаланиш даврида қатламдаги агентларнинг алмашинуви содир бўлса, яъни қатлам агентиди янгидан эриган радиоактив элементлар тузлари ўзга геокимёвий шароитга тушиб қолиб чўкса, бу жойда табиий радиоактив фонидан анча ортиқ бўлган ГК аномалиясини вужудга келтиради. Чуқундига тушган радиоактив тузларнинг чиқиби кетмаслиги сабабли ГК самараси вақт ўтиши билан кучайиб боради. Баъзида таркибида калий бор тузлар ҳисобига минерал сальниклар ҳосил бўлган жойларда юқори радиоактивлик қайд қилинади. Бундай аномалиялар, одатда, қудуқ сув билан пухта ювилгандан кейин йўқолиб кетади. Булардан ташқари ГК методи билан қудуққа ҳайдаладиган ёки репер сифатида ишлатиладиган радиоактив изотопларнинг кесимда тақсимланиши ҳам ўрганилади. Бундай изотоплар қатламга махсус перфораторлар ёрдамида ўрнатилади ва улар кейинроқ бажариладиган тадқиқотлар натижалари билан аниқ боғланиш учун хизмат қилади.

ГГК да қудуқ асбобига ўрнатилган манбадан келадиган гамма-нурланиш билан муҳитнинг узаро таъсири натижалари ўрганилади. Зичлик — мазкур метод кўрсаткичини аниқлаб берадиган асосий хусусият ҳисобланади. ГГК ҳамма РК методларига нисбатан энг кам чуқурликда бажарилади. Бундай метод зичлик самарасини, яъни мустаҳкамловчи қувурлар бирикмасида ва цементда буладиган бузилишларни ўрганишга ҳамда манба билан индикатор оралиғида жойлашган моддаларнинг зичлигини баҳолашга имкон беради.

Газ қудуқларида бажариладиган радиоактив каротаж жинсларнинг литологик тузилишини аниқлаш, коллекторларни ажратиш,

газ-нефть, газ-сув туташ юзаларини белгилаш ва кузатиб бориш, кудуқларнинг техник ҳолати ва бларни назорат қилиш учун зарур.

VIII.1.1. Радиоактив каротажни ўтказиш

Тадқиқотлар ўтказишда ва олинган диаграммаларнинг ёки ўлча-наётган параметрнинг рақамли қийматларини интерпретация қилишда «Техническая инструкция по проведению геофизических работ в газовых скважинах» қўлланмасига амал қилиш керак. Бундай изланишлар ташқи диаметри 42 мм ли РКМ-4 снаряди ёрдамида ўтказилади. Бундай снарядлар Россияда тайёрлаб чиқарилади.

Радиоактив каротаж ўтказиш учун газ кудуқлари тайёрланади. Урганилаётган интервалдан фаввора қувурлари бошмоғи энг камида 2 м юқорида жойлашган бўлиши керак. Мустақкамлаш қувурлари диаметри тушириладиган чуқурлик снаряди ва юқлар диаметридан 15 мм ортиқ бўлиши зарур. Тадқиқот ўтказишдан аввал кудуқ шаблонланади. Шаблоннинг диаметри кудуққа тушириладиган чуқурлик снарядининг диаметридан 2 мм ортиқ, узунлиги эса унинг узунлигидан кам бўлмаслиги керак.

Ўлчов ишларини ўтказиш учун қия жойлашган ўқни кудуққа шундай ўрнатиш лозимки, юқорида жойлашган роликнинг шовуни арматуранинг юқори фланжини маркази билан тўғри келиши керак. Ўқнинг пастки асосига чуқурлик датчиги билан блок-баланс ўрнатилади. Ўқдан 25—30 м масофада юк кўтаргич орқали каротаж кабели ўрнатилади ва кабель юқори ва пастки йўналтирувчи роликлар билан ҳаракатга келтирилади. Снаряд кабель ва юқлар билан бирлаштирилгандан сўнг снаряд лубрикаторга жойлаштирилади, сўнгра кабелга резинкали гайка кийгизилади ва уни сальник корпусига бураб қўйилади.

Лубрикатор конструкциясига, жумладан сальник мосламасига боғлиқ ҳолда, лубрикаторга снарядни юк билан бир оз бошқача қилиб тушириш мумкин, яъни газ муҳитида, катта босимда дебит ўлчаш ва иссиқлик ўлчашга ўхшаш ишларни бажариш мумкин. Асбоб қўйидаги тарзда туширилади.

Асосга қотирилган ва газни чиқариб юборадиган сурма клапан беркитилади.

Вентилни очиб арматуранинг юқори қисми газдан бушатилади.

Буфер қопқоқ олиб қўйилади.

Нейтрон манбали контейнер чуқурлик снарядига улаб қўйилади.

Махсус кран ёки лебедка билан лубрикатор снаряд билан юқорига кўтарилади ва фаввора арматурасининг юқорисидаги фланецга қотирилади.

Асосга қотирилган сурма клапан аста-секин очилади, бундай пайтда лубрикатордаги босимнинг ортиб бориш жараёни назорат қилиб турилади.

Асбоб қудуққа туширилади. Босим нисбатан юқори бўлганда асбобни қудуқга туширишни осонлаштириш ва снарядни тушириш жараёнида лубрикатор узунлигини қисқартириш учун қудуқ мумкин бўлган максимал дебитда қувур орти бўшлиғи орқали ҳаво оқими юборилиб тозаланади.

Агар номаълум сабабга қура снаряд қудуқ стволи буйлаб қийин ҳаракатланса, у вақтда асбобни тушириш-кутариш операцияларини кескин тарзда (тўхтатиш, тушириш, асбобни юқорига кутариш) бажаришга рухсат берилмайди.

Чуқурлик асбобини 10—20 м гача кутаришда юк кутаргичдан фойдаланилади, сўнгра кабелнинг таранглигини назорат қилиб туриб лубрикатор корпусига снарядни қўлда тортиб ундаги юкнинг юқори қисмигача киритилади.

Асосга қотирилган сурма клапан беркитилади, лубрикатордаги босим атмосфера босимига тенг бўлгунча камайтирилади, сўнгра лубрикатор бўшатиб олинади. Зичлантирувчи ускунанинг винти бураб олиниб, снаряд ва юклар лубрикатор корпусидан тортиб олинади.

Агар қудуқдаги ишлар чуқурлик снарядини фаввора қудуқларидан чиқариб олиш билан бирга бажариладиган бўлса, бундай шароитда қувурлар бошмоғига воронка уланиши лозим. Воронка чуқурлик снарядини фаввора қувурларига қайтадан киришини осонлаштиради.

VIII.1.2. Қудуқларда бажариладиган радиоактив каротаж натижаларини интерпретация қилиш

Конни ишлатиш жараёнида фойдаланиш қудуқларида бажарилган РК дан олинган маълумотлар маҳсулдор кесимнинг айрим параметрларини ўзаро боғлиқлигини аниқлаш имконини беради. Олинган маълумотларнинг ишончлилиги ўрганилаётган кесим учун танланган радиоактив методга, ғовакли муҳитнинг хусусиятига ва ишлатилаётган асбоблар ва жиҳозларнинг техник тавсифига боғлиқ.

Қатламнинг газга тўйинганлигини аниқлаш

Маҳсулдор кесимнинг жорий газга тўйинганлигини тўғри аниқлаш учун танланган методнинг сезгирлигини бузувчи омилларни ҳисобга олиш зарур, масалан, мустаҳкамлаш қувурларининг

марказини силжиганлиги, ғоваклиликни узгарганлиги, литологик таркибининг таъсири, кесим буйича газга туйинганликни узгариш характери, улчовлардаги хатоликлар ва б.

Кудуқни ишлашини назорат қилиш учун шартли равишда бошланғич, жорий, критик-минимал ва қолдиқ газга туйинганликни фарқлаш лозим, бунда қатламдан ҳали газ ва сув чиқмаган бўлади. Газга туйинганликни стационар импульс нейтронли методлар билан баҳолашнинг бир неча усуллари маълум бўлиб, улар қатлам газининг зичлигини ва ундаги водород миқдорини кам булишига асослангандир. Газга туйинганликни баҳолашнинг ишончлилиги филтратни қатламга сингиш зонасини бузиб юбориш даражасига боғлиқ. Стационар нейтронли методлардан олинган натижалар буйича қатламни газга туйинганлиги бир қанча усуллар билан аниқланади.

I. Таянч горизонтлар усули, ғоваклилиги буйича тадқиқ қилинаётган қатламга мос келади. Газга туйинганлик НГК нинг бир зонди билан олинган улчов натижалари буйича баҳоланади ва қуйидагича аниқланади:

$$q_i = f(K_i), \quad (\text{VIII.1})$$

бунда $q_i = (I_i - I_0)/(I_c - I_0)$ — параметрнинг икки марта ортиқ бўлган фарқи; I_i — газга туйинганлик номаълум бўлганда қатламдаги НГК ни қиймати; I_c , I_0 — газга туйинганлиги K_i тегишлича 0,95 ва 0, ғоваклилиги бир хил бўлган қатламлар қаршисида НГК кўрсаткичлари.

(VIII.1) формула билан ифодаланган боғлиқлик, ғоваклиликнинг 16—30% оралиғида узгармайди ва унинг қиймати зонднинг узунлиги билан деярли боғлиқ бўлмайди. Агар улчашлар аппаратлар қатори буйича бажарилса, манбанинг қуввати унинг куринишига таъсир этмайди.

Босимлар 100 кгс/см² гача бўлганда $q_i = f(K_i)$ боғлиқлик қуйидаги тенглама билан яхши аппроксимацияланади:

$$q_i = -0,77 \lg K_x = -0,77 \lg(1 - K_i). \quad (\text{VIII.2})$$

Босим 100 кгс/см² дан ортиқ бўлганда газдаги водороднинг эквивалент миқдорини инобатга олиш зарур.

$$q_i = -0,77 \lg \left(K_c + \frac{620 K_i}{P_{\text{кат}}} \right), \quad (\text{VIII.3})$$

бунда K_c — ғовакларнинг сувга туйинганлик коэффиценти.

Қайд этилган усул буйича K_i қуйидагича баҳоланади.

Қаротаж диаграммасида I_0 ва I_i ларнинг жадаллилик даражасига мос келадиган иккита чизиқ утказилади.

Сунгра $I_0 - I_r$ оралиқ таянч (базали)эгри чизиқ буйича K_r миқдорларда калибирланади.

Урганилаётган ва таянч қатламларнинг ғовакларини тенглилигига қуйиладиган талабларга аниқ амал қилиб бўлмайди. Баҳолаш аниқлиги урганилаётган кесимни муфассал булаклаш орқали оширилади.

II. Газли ва гилли таянч қатламлар усули. Бу усул таянч қатламнинг ғоваклилиги кесимнинг урганилаётган оралиғи ғоваклилигига мос бўлмаганда ишлатилади. Ғоваклилиги $k'_ж$, газга тўйинганлиги K'_r бўлган, иккиламчи гамма-нурланиш I'_r билан тавсифланадиган ҳар қандай кичик қатчани таянч қат деб қабул қилиш мумкин. Газга тўйинганликни K_r баҳолаш учун q_r параметр қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$q_r = q'_r \frac{I_x - I_0}{I'_r - I_0}, \quad (\text{VIII.4})$$

бунда $q'_r - K_r = K'_r$ ҳолати учун параметрнинг икки марта ортиқ бўлган фарқи.

VIII.1-расмда ΔI ни K_r га боғлиқлиги кўрсатилган.

Мисол. РК нинг бошланғич маълумотлари буйича $I_x = 14250$ имп/мин, $I_0 = 6200$ имп/мин, ғоваклилик коэффициенти $k_n = 0,22$ булган қатламда газга тўйинганлик коэффициенти K_r ни аниқланг. Таянч қатлам маълумотлари қуйидагича: $k'_r = 0,72$, $k'_n = 0,25$, $I'_r = 12600$, имп/мин, $q'_r = 0,370$ (А нуқта).

У ҳолда

$$q_r = \frac{(14250 - 6200)}{(12600 - 6200)} \cdot 0,37 = 0,465,$$

бунинг учун

$K_r = 0,78$ (В нуқта) бўлади.

III. Водород индекси усули. Мазкур усул тоғ жинсида водород миқдорини комплекс ҳисобга олиш ва универсал боғлиқликнинг мавжудлигини тахмин қилишга асосланган

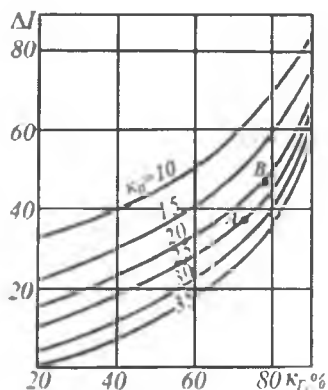
$$I_x = f(V_c), \quad (\text{VIII.5})$$

бунда V_c — тоғ жинсининг ҳажм бирлигидаги сув ҳажми (водород индекси).

V_c нинг улчами қуйидаги формула буйича тақрибан аниқланади:

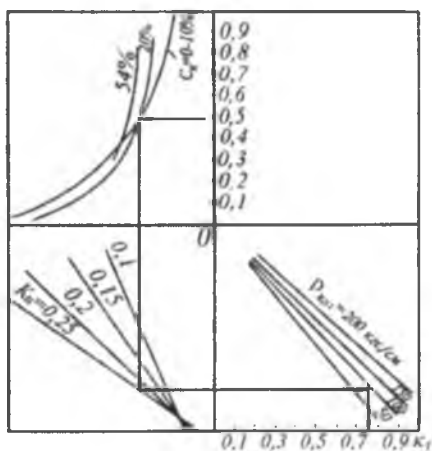
$$V_c = k_ж K_c + \frac{620}{\rho} k_ж K_r + \alpha V_{гн}, \quad (\text{VIII.6})$$

бунда $\alpha V_{гн}$ — жинсининг гилли қисмидаги сув миқдори; $V_{гн}$ баъзи бир ҳолатларда очиқ ва скелет ғоваклиликлари орасидаги фарқ деб таъкидлаш мумкин; α —аввалдан маълум бўлган сувли қатламлар



VIII.1- расм. Параметрлар нисбий фарқининг ΔI коллекторларнинг газга тўйинганлик коэффициентига K боғлиқлиги.

бўйича $I = f(k_x + V_{1,2})$ боғлиқлик таҳлилидан аниқланади. Бунинг учун α нинг турли қийматларида S^2 нинг боғланиш дисперсияси ўрганилади. Ҳақиқий α учун S^2 нинг минимал қиймати қабул қилинади. k_x ва V_c — электр қарогажи бўйича аниқланади. V_c ни ҳисоблашлардан олинган натижалар VIII.2-расмда келтирилган номограмма кўринишида ифодаланади. НГК нинг қиймати икки айирмалли параметр ёрдамида ягона шароитга келтирилган. $I_x = f(V_c)$ боғлиқлик таркибида турли миқдорда карбонат материали бўлган қатламлар учун тузилган. Номограмма НГК нинг вақтли ўлчовларини корреляцион таққослаш учун анча қулайдир.



VIII.2- расм. Терриген коллекторларнинг газга тўйинганлигини аниқлаш номограммаси.

IV. НГК нинг икки зондли методи. Мазкур метод газ миқдори аввалдан маълум бўлган газга тўйинган қатламларни ажратиш учун ишлатилади. Методнинг аниқлиги унчалик юқори бўлмаганлиги сабабли, бундан $K > 50\%$ бўлганда фойдаланиш мумкин. Газга тўйинганлик K_r НГК нинг катта (70 см) ва кичик (35 см) улчамли зондлари билан қайд этилган аномалияларнинг фарқи билан баҳоланади. Аппаратлар бир хил таркибли муҳитда, масалан, сувда даражаланади, олинган натижалар албатта шартли бирликларда қайд этилиши лозим. Икки зонд билан қайд қилинган НГК эгри чизиқларидан нусха олишда улар ғоваклариди газ йўқ, масалан қалин гил қатламлар интерваллари билан қўшиб юборилади. $K_r > 50\%$ бўлганда газли қатламлар НГК-70 асбобининг кўрсатиши НГК-35 асбобиникидан ортиб бориши бўйича ажратилади.

Орттирма газга тўйинганликка тўғри пропорционал бўлиб қуйидаги формула бўйича баҳоланади:

$$\Delta I = A \ln(1 - K_r), \quad (\text{VIII.7})$$

бунда A — тажриба йўли билан аниқланадиган коэффицент.

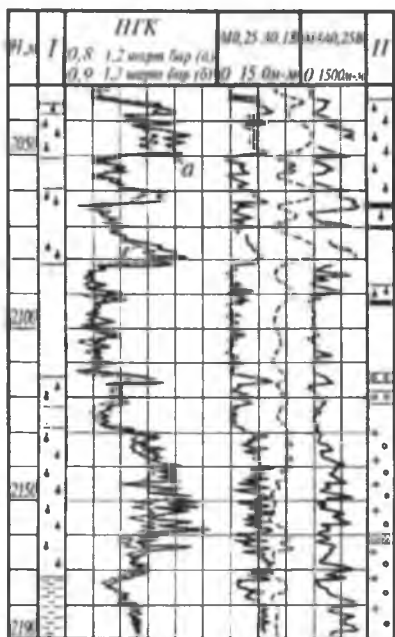
Ушбу метод, одатда, газга тўйинганлик даражасини сифатли баҳолашда ишлатилади, бу газ-сув туташ юзасини ёки сувланган қатламларни аниқлашга етарли бўлади.

VIII.3-расмда иккита зондлар билан таркибида олтингургурти кўп бўлган ётқиқиқларнинг 2030—2125 м оралиқда ва нисбий қаршилиги юқори бўлган жинсларда утказилган улчовлари натижалари кўрсатилган. 2130—2190 м оралиқни ёнлама зондлаш каротажи (ЁЗК) бўйича бир маънода тавсифлаб бўлмайди, аммо у НГК нинг икки зондли диаграммаларида мусбатли ўсишларда аниқ ажратилади, 2173 м да газ-сув тутуш юзаси жойлашган.

Газга тўйинганликни K_n импульс нейтрон каротажи (ИНК) натижалари бўйича бир неча методлар билан аниқлаш мумкин. Бу методларнинг бир қисми стационар методларга ўхшаш (битта, иккита ва б. кечикишлардаги таянч горизонтлар). Аммо ИНК нинг асосий хусусиятлари намоён бўладиган методларни ишлатиш мақсадга мувофиқ бўлади. ИНК нинг асосий хусусиятлари иссиқлик нейтронларининг муҳитдаги ўртача яшаш вақтини баҳолашга имкон беради.

Ғоваклиги бир хил бўлган таянч қатламлар усули. Ушбу усулнинг моҳияти шундан иборатки, таркибида газ ва сув бўлган жинслардаги иссиқлик нейтронларининг ўртача яшаш вақти қуйидагича аниқланади:

$$\frac{1}{\tau_{\text{кат}}} = \frac{1 - k_{\text{ж}}}{\tau_{\text{ск}}} + \frac{k_{\text{ж}} K_c}{\tau_c} + \frac{k_{\text{ж}} K_r}{\tau_r}, \quad (\text{VIII.8})$$



VIII.3- расм. Газга туйинган қатламларни икки зондли НГК методи билан ажратиш намунаси. Зондлар: а—НГК-70; б—НГК-35; методлар: I—НГК; II—БКЗ; 1—газли коллектор; 2—гил; 3—нисбий қаршилиги юқори бўлган қатламлар; 4—сувли қумтош; 5—зич қатлам.

1 2 3 4 5

бунда $\tau_{\text{кат}}$ — урганилаётган қатламдаги иссиқлик нейтронларининг ўртача яшаш вақти; $\tau_{\text{сх}}$, $\tau_{\text{сб}}$, $\tau_{\text{п.оп}}$ бу ҳам мос равишда жинснинг скелети, сув ва газ учун.

Агар кесимда ғоваклилиги бир хил бўлган таянч горизонтлар мавжуд бўлса ва уларнинг газга туйинганлиги нолга тенг ёки маълум бўлса у ҳолда қуйидагича бўлади:

$$K_{\text{ГХ}} = \frac{1}{\tau_{\text{сх}}} \frac{1}{\tau_{\text{сб}}} = \frac{\lambda_{\text{х}} - \lambda_{\text{сб}}}{\tau_{\text{п.оп}} - \tau_{\text{сб}}} \quad (\text{VIII.9})$$

бунда $\tau_{\text{х}}$, $\tau_{\text{сб}}$, $\tau_{\text{п.оп}}$ — мос равишда урганилаётган қатламдаги, ғоваклилиги бир хил бўлган ва сувга тулик туйинган қатламдаги ва газга тулик туйинган қатламдаги иссиқлик нейтронлари ҳаётининг ўртача қиймати. K , $\tau_{\text{х}}$, $\tau_{\text{сб}}$, $\tau_{\text{п.оп}}$ катталиқ $\tau_{\text{х}}$, $\tau_{\text{сб}}$, $\tau_{\text{п.оп}}$ ларга тескари бўлган катталиқлардир.

Агар кесимда таянч қатламлар бўлмаса, интерпретация қилишнинг бошқа усулларидан фойдаланиш зарур. Масалан, агарда

жинсинг ғоваклилиги гиллилиги билан таққосланса, аслида бу амалиётда жуда кўп учрайди, бундай ҳолатда ИННК да сув ва гилли маҳсулотнинг ҳажмини тўлиқ аниқлаш мумкин бўлади. Бунда иссиқлик нейтронларининг яшаш даври тахминан сувники билан бир хил бўлади.

Бундай шароитда газга тўйинганлик қуйидаги нисбатдан аниқланади:

$$K_{ГХ} = \frac{\lambda_x - \lambda_{с.б}}{\lambda_{п.оп} - \lambda_{с.б}} \cdot \frac{k_{п.оп}}{k_{пх}} \cdot K_{Г.оп}, \quad (\text{VIII.10})$$

бунда $k_{п.оп}$, $k_{пх}$ — таянч ва ўрганилаётган қатламларнинг очиқ ғоваклилиги.

V. Газга тўйинганликни ИНК мажмуаси — ғоваклилик каротажи бўйича аниқлаш усули. Ушбу усул иссиқлик нейтронлари фаолияти вақтини бошқа методлар (масалан, НГК) билан аниқланган ғоваклиликни бир-бири билан таққослашга асосланган. Газга тўйинган гилсиз тоғ жинслари учун

$$\lambda_x = (1 - k_{ж})\lambda_{ск} + k_{ж}k'_{суб}\lambda_{суб}, \quad (\text{VIII.11})$$

бунда $K'_{суб}$ — сувга тўйинганликнинг эквивалент коэффициенти бўлиб, у қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$K'_{суб} = K_{суб} \left(1 - \frac{620}{\rho} \right) + \frac{620}{\rho}. \quad (\text{VIII.12})$$

Интерпретация қилишда кесимнинг ҳамма ўтказувчан қатламлари бўйича уларнинг тўйинганлигидан қатъи назар аниқланган $k_{ж}$ ва λ ларнинг натижалари ишлатилади.

Конни ишлатиш жараёнида газга тўйинганликнинг ўзгариб боришини назорат қилиш

Кон ва ерости газ омборининг (ПХГ) ўзлаштиришни назорат қилиб туришнинг асосий масалаларидан бири — маҳсулдор қатламларнинг сувланиш далилини аниқлашдан иборатдир. Шунинг учун кондан фойдаланишнинг ҳамма даврида қатламларнинг газга тўйинганлигини ва газ-сув туташ юзасининг (ГСТЮ) ҳолатини ўзгаришини мунтазам равишда кузатиб бориш керак.

ГСТЮ нинг жорий ҳолатини газ захирасидан 1% газ чиқариб олингандан сўнг тажрибавий саноат фойдаланишида (ОПЭ) ва кейинроқ саноат миқёсида фойдаланишда аниқлаш зарур.

Қатламда водород миқдорининг нисбатини ўзгариб боришини демак, коллекторда қатлам агентининг таркибини ўзгаришини аниқлаш учун радиоактив каротаждан фойдаланилади. Радиоактив методлар билан вақтли ўлчовларни таққослаш асосида газга тўйинганликнинг ўзгариши туғрисида хулоса қилинади. Бунда асосан стационар методлардан (НГК ва ННК-Т) фойдаланилади. Аммо газга тўйинган қатламнинг кўп миқдорда гилланишида, қатлам сувларининг минералланиши 50 г/л дан юқори ва босимнинг 200 кгс/см² дан кўп бўлганида юқорида қайд этилган методларнинг масалани ҳал этиш хусусияти етарлича бўлмайди. Бундай ҳолда ўлчовларни бажаришда каротажнинг импульсли методларидан фойдаланиш зарур.

Нейтрон методлари билан вақтли ўлчовлар асосида газга тўйинганликнинг ўзгаришини баҳолаш аввал олинган диаграммаларни қудуқни цементлашдан кейин олинган бошланғич диаграммаларга солиштириш ва уларга мослаштириш орқали бажарилади.

Вақтинчалик тадқиқотлар ўтказишда қуйидагиларни бажариш зарур.

Бир қудуқнинг узида ўлчовларни ўтказишда бир типдаги асбоблар ва нур тарқатувчи манбалардан бир хил режимда фойдаланиш керак. Ҳар бир тадқиқотни ўтказишдан олдин асбобларни эталонлаш зарур.

Ўлчовлар бажариладиган интервалда тавсифи ўзгармайдиган қатламлар бўлиши керак.

Радиоактив фони ўлчангандан кейинги иккинчи ўлчов 1—5 суткадан кейин бажарилиши керак, бундан кейинги ўлчовлар вақти аввалги ўлчов вақтидан 2—3 марта ортиқ бўлиши шарт.

НК да бажарилган тенг вақтли ўлчовларни таққослаб солиштириш методикаси қуйидагича.

Ҳар қайси икки ўлчовга (биринчи ва кейингиларидан биттасига) таққослаш графиги тузилади. Бунда абсцисса ўқи сифатида битта ўлчов натижалари қабул қилинади, ордината ўқи учун иккинчи ўлчов олинади. Бу икки ўлчовлар кўрсаткичлари оралиғида ўзгармас тавсифли қатламларда боғланиш мавжуд. Бундай боғланиш қуйидаги тенгламада ўз ифодасини топади:

$$I'_i = aI''_i + b + V_i, \quad (\text{VIII.13})$$

бунда a , b — туғри регрессия параметрлари; V_i — турли хил тўсиқлар, шу жумладан тўйинганликни ўзгариши таъсирида вужудга келган оғишлар; I'_i , I''_i — нейтрон методларининг биринчи ва иккинчи ўлчашдаги кўрсаткичлари $i = 1, 2, \dots, n$ (n — қатламлар сони).

Энг кичик квадратлар методини қўллаб a ва b параметрлар қийматларини ҳисоблаб чиқамиз:

$$a = \frac{\sum I_i \sum I_i' - n \sum I_i I_i'}{(\sum I_i)^2 - n \sum (I_i)^2},$$

$$b = \frac{\sum I_i \sum I_i' - \sum (I_i')^2 \sum I_i}{(\sum I_i')^2 - n \sum (I_i')^2}. \quad (\text{VIII.14})$$

Сунгра нуқталарнинг ўртача квадрат оғиши ҳисоблаб чиқилади. Нуқталарнинг ўртача квадрат оғиши қуйидаги нисбатдан аниқланади

$$\sigma_V = \sqrt{\frac{\sum V_i^2}{n-2}}. \quad (\text{VIII.15})$$

Ўртадаги чизикдан юқорига ва пастга 2σ ёки 3σ масофада (қатламларни ажратишнинг талаб қилинган ишончлигига нисбатан) яна иккита чизик ўтказилади. Агар нуқталар шу чизиклар оралиғида жойлашган бўлса, у ҳолда қатламларнинг тўйиниши солиштири-лаётган ўлчовлар оралиғида узгаришсиз қолади деб ҳисоблаш мумкин.

2σ (3σ) доирасидан юқорида ва пастда жойлашган нуқталар тўйи-ниши ўзгарган қатламларни ажратишга ёрдам беради.

Коллектор-қатламда водород миқдорини узгаришининг сабаби қуйидагича бўлиши мумкин.

Бурғилаш суюқлигининг филтратини узгартириш (нейтронли гамма-фаоллик кўрсаткичининг ортишига мос ҳолда водород миқ-дорини камайиб кетиши).

Газга тўйинган қатламга қатлам сувини кириб келиши (кўрсатки-чининг камайиши).

Уюмларни сезиларли даражада ишланганлиги сабабли водород миқдори зичлигининг камайиб кетиши (қатлам босимининг паса-йиши). Бунда НГК аномалиясининг ортиб бориши кузатилади.

Демак, иккиламчи гамма-нурланишнинг айрим кўрсаткичларини ўтказмайдиغان қатчалар бўйича тузилган регрессия чизигидан оғиши (ишонч эҳтимоли оралиғи $\pm 2\sigma$) газга тўйинганликнинг узгаришидан дарак беради, яъни маҳсулдор қатламнинг сувланганлигини билдиради.

Қатлам босими юқори бўлганлиги сабабли газга тўйинган қатлам-ларда водород миқдори ҳам юқори бўлади, шунга кўра сувланган қатчаларни ажратишга бирмунча бошқача ёндошилади. Маҳсулдор кесимда сувга тўйинган қатламларни ИННК да белгиланган иссиқлик нейтронларининг зичлигини пасайишига боғлиқлигини ифодаловчи эгри чизик орқали ажратиш мумкин.

Шундай қилиб, қудуқ кесимида водород миқдорининг кескин ўзгаришини билган ҳолда газ-сув туташ юзаси чегарасини аниқлаш мумкин.

Газ-сув туташ юзаси ҳолатини қуйидаги конларда назорат қилиб туриш тавсия этилади.

Йирик конларда тадқиқ қилинаётган интервалларнинг қарши томони тешилмаган ҳолларда улар кузатиш қудуқлари системаси орқали назорат қилинади. Бошланғич, жорий ва қолдиқ газга тўйинганликни аниқлаш қатламнинг сувланганлик ҳолатини, уюмга кириб келаётган сувнинг ҳажми ва б. баҳолашга имкон беради.

Айрим ҳолатларда, жумладан захираси катта булган газ конларида (20—50 млрд. м³) нейтрон методлари билан вақтли тадқиқотлар ўтказиш фақат фойдаланилаётган қудуқларнинг фаввора қувурлари орқали бажарилади.

Қудуқларнинг техник ҳолатини назорат қилиш

Фойдаланилаётган газ қудуқларининг техник ҳолатини назорат қилишда пайдо буладиган масалалар, асосан мустаҳкамлаш қувурларини цементлашнинг сифатини баҳолашга боғлиқ (қатламларни изоляциясининг ишончлилик даражаси ва қувур орти бушлиғининг цемент билан тўлдирилганлиги ва унинг герметиклиги).

Қудуқлардан фойдаланиш пайтида фалокатли вазиятларга сабаб буладиган ўзига хос нуқсонларга қуйидагилар мансуб.

Қувур орти бушлиғида цементнинг бир ёқлама тақсимланиши.

Цемент ҳалқаси, қувурлар бирикмаси ва қудуқ деворлари оралигида тирқишларнинг мавжудлиги.

Цементнинг юқори даражада ўтказувчанлиги.

Ўзаро туташувчи ёрқлар ва каналларнинг ҳамда цемент тошининг яхлитлигини бузувчи ёриқларнинг мавжудлиги.

Кўп йиллик музлик зонасида цементнинг яхлаб қолиши ва б.

Кон ишлари амалиётида мустаҳкамлаш қувурларининг цементланиш сифати конда бажариладиган геофизик методлар (термометрия, радиометрик методлар, акустик цементометрия методи) ёрдамида баҳоланади. Мазкур методлар орқали қуйидаги масалалар ҳал этилади.

Қувурлар бирикмаси ортида цементнинг кўтарилиш баландлиги.

Қувур орти бушлиғини цемент билан тўлиш даражаси ҳамда қувурлар бирикмаси баландлиги ва кўндаланг кесими периметри бўйича цемент тошини тақсимланиш характери.

Кондан фойдаланиш жараёнида табиий ва сунъий таъсирлар натижасида қувур ташқи бушлиғининг герметиклигини ўзгартириши.

Термометрия методи қувурлар бирикмасининг ташқи бўшлиғида цемент эритмасини (тошини) юқорига кўтарилиш баландлигини,

шунингдек, қувурнинг ташқи бушлигида унинг айланиш оралиқларини тахминий аниқлаш учун ишлатилади.

Ўлчовлар электр термометр (ТЭГ ва б.) ёрдамида бажарилади, ўлчовларни қайд этиш принципи цементланган қувурлар бирикмасида температура аномалияларини аниқлашга асосланган. Цементнинг кутарилиш сатҳи термограммани 2—3 сутка давомида қайта-қайта, кетма-кет қайд қилиш билан аниқланади, бунда цементнинг қотишидан температуранинг ошишига эътибор берилади.

Термометрия методининг қўлланилишини чекловчи камчиликларга қуйидагилар киради.

Қувурлар бирикмаси ташқарисидаги ҳалқали тирқишни камайиши ва қудуқдаги температуранинг ортиши билан термометрия методининг масалани ҳал этиш имкониятининг пасайиб кетиши.

Методни шимолий районларда ишлатишнинг самарадорлигини пастлиги. Чунки музлаган жинслар цементланган жинслар билан цементланмаган жинслар орасидаги температуранинг фарқини камайтириб юборади.

Мустақамловчи қувурлари шлак қумли, гил цементли ва бошқа аралашмалар билан цементланган қудуқларни тадқиқот қилишда методнинг самарадорлигини пастлиги.

Радиометрик методлар. Қувур ташқи бушлигини цемент билан тулиш даражасини аниқлаш гамма-нурланишнинг тарқалиши ГГК методи билан муваффақиятли ҳал этилади. Ушбу метод гамма-нурланишнинг тарқалиш жадаллилиги атроф-муҳит зичлигига тескари боғлиқлик эканлигини қўллашга асосланган. Қувур ташқи бушлиги цемент билан тулган оралиқлар ГГК нинг паст кўрсаткичи билан тавсифланади.

Цемент ва бурғилаш эритмаларининг зичликлари бир-биридан фарқ қилганда ($0,4 \text{ г/см}^3$ дан кам бўлмаган, энгиллаштирилган эритмаларда эса $0,29 \text{ г/см}^3$ дан кам бўлмаган) мазкур метод ёрдамида қувурлар бирикмаси ташқарисидаги цемент қобиқнинг тақсимланиши ва ҳолати ҳамда унинг қудуқ атрофида бир марказга эга бўлмай қотиши туғрисида тасаввурга эга бўлиш мумкин.

Қудуқлар гамма-гамма-цементўлчагичи билан тадқиқот қилинади, шу билан бирга, диаметри кичик бўлган (89—114 мм) қудуқларда цементлаш сифатини баҳолаш учун ЦММ—3—4 асбоби ишлатилади; диаметри 146—168 мм бўлган қудуқларда эса ЦМТУ—1 (иссиққа чидамли универсал цементўлчагич) цементўлчагичидан фойдаланилади.

Иккала ҳолатда ҳам гамма-нурланиш манбаи сифатида цезий ёки кобальтнинг радиоактив изотопидан фойдаланилади. Катта диаметрли (>219 мм) қудуқларда ГГК методини ишлатиш, унга бўлган мос аппаратураларни йўқлиги сабабли чекланган.

Ҳозирги даврда қудуқларни тадқиқот қилиш амалиётида СГДТ—2 (қудуқ гамма-дефектўлчагич қалинликўлчагич) асбоби ишлатила

бошланди. Мустаҳкамлаш қувурларини цементлаш сифатини, қувурлар деворининг қалинлигини бир вақтда қайд этиш, диаграммаларни ишончли боғланишини ва фойдаланилаётган қудуқларнинг техник ҳолатини назорат қилиш масалаларини ҳал этиш учун бажарилаётган тадқиқотлар самарадорлигини анча оширади. Ушбу асбобда цементнинг зичлигини ўрганиш учун унинг ўқида жойлашган ва қўрғошинли экран билан ўраб олинган счетчик (ўлчагич) ишлатилади. Экран айланиб туради ва бу қудуқнинг кесими бўйича гамма-нурланиш жадаллигини ўлчаб туришга имкон беради. Қувурлар бирикмасининг қалинлиги қудуқ асбобининг юқори қисмида жойлашган бошқа зонд билан ўлчанади. Ҳар иккала диаграмма бир вақтнинг ўзида ёзилади.

Цементнинг турли даражада қуйилишини стендда ўхшатиш мумкин ва бунинг ГГК-ни интерпретация қилишда инobatга олиш керак. Қуйилган цементни кўтарилиш баландлигини энг оддий методлар (ГГК ва термометрия) билан белгилаш имконияти бўлмаганда радиоактив изотоплар методидан фойдаланилади.

Бундай ҳолатда радиоактив изотоплар билан даставвал фаоллаштирилган (1 м^3 га $0,5$ дан 1 мг-экв Ra) цемент қувурнинг ташқи бўшлиғида жойлашган жойи ГГК ёрдамида аниқланади. ГГК нинг кўрсатиши бўйича ва фаоллаштиришдан сўнг қувур ташқи бўшлиғининг цемент билан тўлган қисми ажратилади. Бунда радиоактив суспензия ва кукунлар ишлатилиши тавсия этилади. Чунки радиоактив тузлар эритмалари цемент эритмасидан ювилиб чиқиб кетиши ва гилли эритма билан қудуқ стволи бўйлаб цемент ҳалқанинг сатҳидан юқорига кўтарилиб кетиши мумкин. Мазкур метод унчалик кўп ишлатилмайди.

Акустик цементометрия методи — мустаҳкамлаш қувурлари бирикмасининг цементланиш сифатини баҳолашда энг самарали метод ҳисобланади ва цемент тошининг температураси ва зичлигидан қатъий назар уни қувурлар бирикмасига ва жинсларга ёпишиш даражасини аниқлашга имкон беради.

Қудуқда бажариладиган изланишлар саноатда кўп миқдорда ишлаб чиқариладиган акустик цемент ўлчагич асбоби АКЦ билан олиб борилади. Стандарт цементометрия методикаси ультратовуш тебранишларининг сўниш жадаллиги, тезлиги ва частотасини атрофмуҳитнинг эластик ва ютиш хусусиятларига боғлиқлигига асосланган.

Акустик цементометрия билан қуйидаги параметрлар қайд этилади.

Товуш тўлқинларининг (t_p) тебраниш манбаидан қабул қилгичига босиб ўтган вақти, шу билан бирга, агарда қувурлар бирикмасининг ташқи бўшлиғи цементланмаган бўлса, тўлқинни манбадан қувурлар бирикмасига, қувурлар бирикмасидан қабул қилгичига, манбадан қабул қилгичига босиб ўтган вақти билан аниқланади; цементланган қувурлар бирикмасида — эритма бўйича

босиб утилган вақтга, қувурлар бирикмаси системасида цемент ҳалқаси қатлам бўйича босиб ўтган вақтга тенг бўлади.

Кундаланг ультратовуш тўлқинининг амплитудаси (A_p).

Мустақамлаш қувурлари бирикмаси бўйича тарқалаётган кундаланг ультратовуш тўлқиннинг амплитудаси (A_k).

Акустик цемент улчагич асбоби диаграммасини интерпретация қилишдан мақсад A_p , A_k ва t_p кўрсаткичларининг энг типик бирикмаларини қудуқ кесимининг турли қисмларида белгилашдан иборатдир. Шу билан бирга интерпретация вариантлари физик моделларда аниқлаб борилади. Бунда АКЦ кўрсаткичларини цементни қувурлар ташқи бушлиғига сунъий қўйишнинг турли вариантларида эталонлаш мумкин бўлади ва цементни қувурлар бирикмаси ва жинс билан ёпишиш даражаси аниқланади. АКЦ ни интерпретациялаш натижаларига — қудуқ кесимини сифатли интерпретациялаш киради, бунда цементни қувурлар бирикмаси ва жинслар билан яхши ёпишган, қисман ёпишган ва цементи бўлмаган интерваллари кўрсатилади. Цементометрия маълумотларининг сифатини ошириш учун АКЦ мажмуасининг ер устидаги аппаратларига фазокорелляцион каротаж блоки ва б. қўшимча равишда уланади.

VIII.2.«МЕТАН» типидagi дебитўлчагич билан қудуқларни тадқиқ қилиш

Дебитўлчагич қудуқ дебитининг тақсимланишини ўрганишга, газ ва газ конденсати қудуқларининг стволи бўйлаб газ берувчи қатчаларни ажратишга мўлжалланган. Бундай ишлар перфорация қилинган, лекин фаввора қувурлари билан беркитиб қўйилмаган интерваллар доирасида бажарилади. Дебитометрия маълумотлари бўйича ишлаётган қатчалар сонини, уларнинг қалинлигини ва ҳар бирининг дебитини қудуқнинг умумий маҳсулдорлиги доирасида эгаллаган ҳиссасини, суюқликни қатламлараро оқиб ўтишини, қудуқнинг ишлаш режимининг ўзгаришини алоҳида қатчаларнинг маҳсулдорлигига бўлган таъсирини ва бошқаларни аниқлаш мумкин. Дебитометриядан олинган натижалардан фойдаланиб, газ захираларини ҳисоблаш учун асосий газодинамик параметрларни аниқлаш, газ конлари ва ер ости газ омборларини лойиҳалаштириш ва уларни ишлатишни таҳлил қилиш мумкин.

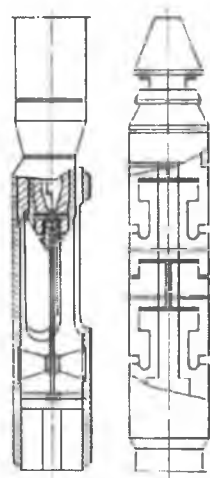
Газ қудуқларида тадқиқотлар ўтказишда «Метан» типидagi дебитўлчагичи энг қулай ҳисобланади ва кўп ишлатилади, унинг техник тавсифи VI.10-жадвалда келтирилган. Дебитўлчагичнинг «Метан» типини ВНПО «Союзгазавтоматика»да ишлаб тайёрланган бўлиб, у чуқурлик снаряди ва ер юзаси асбобидан ташкил топган ва

бир томирли каротаж кабелни орқали уланган. Конда ишлатиладиган геофизик станцияси мажмуасида дебитулчагич каротаж станцияси регистратори билан газ оқимининг тезлигини узлуксиз ёзиб боришга имконият беради, шунингдек, махсус ҳисоблагич билан тезликнинг дискрет ўлчовларини бажариши мумкин. Чуқурлик снарядининг (VIII.4-расм) диаметри 42 мм бўлиб, у босим 400 кгс/см^2 гача ва температура 0 дан 160°C гача, механик аралашмалар миқдори $0,1 \text{ г/м}^3$ гача, суюқлик $500 \text{ см}^3/\text{м}^3$ гача бўлганда ишлайди. Чуқурлик снарядини қудуққа тушириш учун каротаж кўтаргичидан фойдаланилади, кўтаргич зирҳли, мумкин қадар кичикроқ диаметрдаги кабель ва лубрикатор билан жиҳозланган бўлади. Ўлчагич учига паррак урнатилган. Паррак ўқига иккита цилиндр шаклидаги магнит билан акслантирувчи конус қотирилган. Узлигининг пастки қисмига шуъласимон (радиал) жойлашган пластинкалардан йиғилган оқимтўғрилагич урнатилган. Магнит орқали бошқариладиган электромагнит улагичи (контактор) герметик корпусдаги тасмали растяжкада қотирилган. Асбобнинг корпусига бураб киргизилган ўлчов учлиги VI.10-жадвалда кўрсатилган оқим тезлиги диапазонларидан бирини қудуқ стволида ўлчашга мўлжалланган ва дала шароитида уни осонгина алмаштириш мумкин.

Паррак айланганда акслантирувчи конусда жойлашган магнитлар герметик корпусни магнитланмаган девори электромагнит улагичи орқали бошқарилиб турилади. Электромагнит улагичининг туташиш частотаси турбинканинг айланишини бурчакли тезлигига тўғри пропорциональ.

Дебитулчагичнинг ердаги панели электромагнит улагичининг чуқурлик асбобидан кабель орқали келадиган туташиш частотасини ўлчайдиган мослама ҳисобланади. Қудуқ асбобидан чиқувчи сигнал кучайтирилиб шакллантирилгандан сўнг сигнал ёхуд оқимининг тезлигини дискретли ўлчаш учун махсус ҳисоблаш мосламасига ёки тегишли блок орқали частотага пропорциональ бўлган кучланишли токка айлантирилади ва каротаж станциясининг регистраторига юборилади, бу жойда дебитограмма деб аталадиган эгри чизикқа ўхшаган ҳолида қайд этилади.

Ушбу асбоб ўлчам аниқлигининг юқорилиги ва инерционлигини камлиги билан бошқа дебитулчагичлардан фарқланади.



VIII.4- расм. «Меган-1» дебитулчагичи.

VIII.2.1. Дебитулчагични тайёрлаш ва ишлатиш

Дебитулчагич билан қудуқлар режага асосан тадқиқот қилинади, бунда дастлаб асбобнинг ишга яроқлилиги текширилади, сунгра тадқиқот ишлари амалга оширилади. Тайёргарлик ва амалга ошириш тартиби қуйидагилардан иборат.

Қудуқнинг бошланғич параметрлари: тубининг чуқурлиги, очиладиган интерваллари, қудуқ конструкцияси, мустаҳкамлаш ва фаввора қувурларининг диаметрлари, улар тушириладиган чуқурлик ва б. урганилади.

Аввал ўтказилган геофизик, газ конденсати ва газогидродинамик тадқиқотлар натижалари; қатлам параметрлари, дебитлар, турли режимлардаги температура ва босимлар; гидратлар ҳосил бўлиш имконини мавжудлиги, босимни, дебитларнинг барқарорлашиш даври; қудуқ ёпилгандан кейин босимнинг тикланиш муддати, қатламга буладиган депрессия, суюқ ва қаттиқ аралашмалар миқдори, кириб келаётган қатлам сувининг миқдори ва б. урганилади.

Қудуқнинг мавжуд конструкциясини, ер устки ускуналарини, тахмин қилинаётган тадқиқот вазифаларини ҳисобга олган ҳолда ишни бажаришга тайёргарлик кўриш ва ўтказиш режаси тузилади ва тасдиқланади.

Қудуқ атрофида кичик майдонча барпо этилади, бу жой дебит, босим, температура, синаш жараёнида суюқ ва қаттиқ аралашмалар миқдорини ўлчайдиган асбоб-ускуналар билан жиҳозланади.

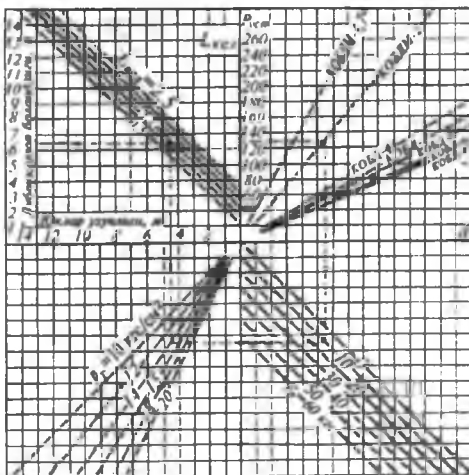
Агар мумкин бўлса, фаввора қувурлари орқали ишлатилаётган қудуқни қувур ташқи бўшлиғи орқали максимал дебитда ишлашга ўтказилади. Бу жараён қудуқни ишлаш дастурига кўра амалга оширилади.

Қудуқни тадқиқот қилиш режимига ўтказишдан олдин унинг босими ва дебита ўлчаб қурилади.

Маҳсулдор қатламнинг очилган интервалининг юқорисида фаввора қувурларидан суюқликнинг чиқадиган жойида қудуқ тубидаги оқимнинг максимал тезлиги (VIII.16) формула бўйича аниқланади.

Чуқурлик асбобига турбинка (газ кучи билан ишлайдиган двигатель) ўрнатилади. Унинг тезликни ўлчаш доираси тадқиқот ўтказиш режасига кўра асбобнинг ҳамма режимда нормал ишлашини таъминлайди, агар «Метан-1» бўлса, ундай ҳолда 0,1—3 ёки 0,25—10 м/с; агарда «Метан-2» бўлса, 0,1—3 ёки 0,25—10 ённки 0,4—50 м/с булади.

Ўзиладиган ва йўналтирувчи роликлар орқали кабель ва лубрикатор сальниги ҳаракатга келтирилади ва дебитулчагичнинг кабелли бошчасига бирлаштириб қўйилади.



VIII.5- расм. Лубрикатор баландлигини ва юкнинг миқдорини аниқлаш номограммаси.

VIII.5-расмдаги номограмма буйича лубрикаторнинг зарур бўлган баландлиги аниқланади. Номограммада қудуқ оғзи босимиغا, кабелнинг маркасига, асбобга таъсир қиладиган газ оқимининг итарувчи кучига, 1 м узунликдаги юк оғирлигига ва асбобнинг узунлигига ва юк узунлигига нисбатан лубрикатор узунлигини аниқлайдиган йул курсатилган. Қудуқ дебитига, фаввора қувурлари диаметрига, босимга, температурага, газнинг сиқилиш коэффициенти ва нисбий зичлигига боғлиқ ҳолда оқимнинг итарувчи кучи VIII.6-расмда курсатилган номограммдан аниқланади.

Лубрикатор (гоҳо унинг бир нечта секцияси) керакли баландлика монтаж қилинади.

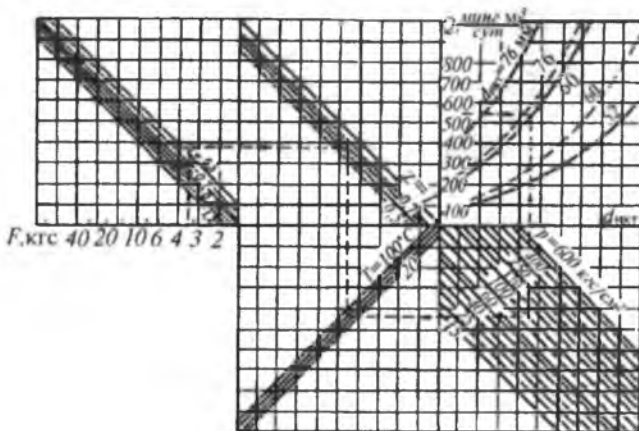
Дебитўлчагич кабелининг бошчаси лубрикатор конуси орқали утказилади, сунгра лубрикатор сальниги ва корпуси билан бирлаштирилади.

Номограмма (VIII.5-расмга қаранг) буйича юкнинг зарур бўлган миқдори олинади, улар кабелга уланади, кабель усти бошчасига қотирилади ва юклар лубрикаторга киритиб қўйилади.

Дастурда кўзда тутилган УПТ-32, «Бакинец-3М», А-50, А-40, АБ-ТМ типдаги қурилмалар ёрдамида лубрикатор юклари билан фаввора арматураси устидан буфер фланеци сатҳигача кўтарилади, бундай шароитда юклар лубрикатор корпусида ушлаб турилади.

Дебитўлчагичнинг кабелли бошчаси лубрикатор корпусидан чиқариб олинади ва дебитўлчагичга улаб қўйилади.

Ёр юзасида системанинг ҳамма тармоқларини: чуқурлик асбоби, частотамер, регистратор ва б.ларнинг ишлаш имконияти текширилади.



VIII.6- расм. Газ оқимининг итариш кучини аниқлаш номограммаси.

Сунгра лубрикатор корпусига асбоб киритилади, лубрикатор буфер фланецига урнатилади ва қотириб қўйилади.

Лубрикатордаги босим қудуқ бошчасидаги босимга тенглаштирилади. Бунда лубрикатор корпусидаги вентилни очиб мис найча орқали газ ўтказиб юборилади.

Буфердаги сурма клапан тўлиқ очилади ва асбоб 30—40 м пастга туширилади.

Асбоб ишга туширилиб системанинг ишга лаёқатлиги қайтадан текширилади. Агарда системанинг ҳамма узеллари нормал ҳолатда ишлаб турса, асбоб 25—35 м/мин тезликда фаввора қувурлари бошмоғигача туширилади.

Фаввора қувурлари воронкасида 10—15 м масофада тушириш тўхтатилади ва ёзиш масштаби белгиланади. Тешиш интервалида асбобни ишлашини қайд қилиш учун тушириш тезлиги 0,4—0,5 м/с га келтирилади. Қайд қилиш асбобни тушириш пайтида бажарилади. Тезликнинг ўлчашини қайд этишни назорат қилиш асбобни берилган режимда тадқиқот қилинаётган интервалда ишлаши пайтида амалга оширилади.

Агар белгиланган чуқурликдаги дебитлар орасидаги фарқ 5% дан ошмаса, олинган натижалар сифатли деб ҳисобланади.

Диаграммаларни ёзиш икки канал бўйича 1:500, 1:200 чуқурлик масштабида бажарилса мақсадга мувофиқ бўлади.

Башарти иш дастурида фақат ишлаётган интервалларни ажратиш ва уларнинг дебитини баҳолаш вазифаси талаб қилинган бўлса, бундай шароитда ўлчовларни фақат битта режимда бажариш етарли бўлади.

Агарда айрим қатчаларнинг умумий дебитдаги ҳиссалари турли режимларда бир-биридан унчалик фарқ қилмаса, бундай шароитда кам маҳсулли қудуқларни синаш муддатини қисқартириш мақсадида уларни битта режимда тадқиқот қилиш мумкин. Қудуқнинг ҳамма ишлаш режимларидаги умумий дебитида қатнашган қатчаларининг ҳиссаларини ўлчангани билан бир хил деб қабул қилиб, ҳар бир қатчанинг фильтрацион қаршилиқ коэффициентини аниқлаш мумкин.

Агар турли режимларда ишлаётган қатчаларнинг умумий дебитдаги ҳиссаси ўзгарувчан бўлса ва ҳар бир қатчанинг фильтрацион қаршилиқ коэффициентини аниқлаш зарур бўлса, бундай шароитда дебитограммалар энг камида 5—6 режимда, шу жумладан ишлашдан тўхтатиб қўйилган қудуқлардан ҳам олиниши лозим.

Аномалияли босими бўлмаган, янгидан ўзлаштирилаётган конларда тўхтатиб қўйилган қудуқлар дебитини ўлчаш шарт эмас.

Қудуқни тўхтатмасдан туриб турли режимларда олинган дебитограммалар бўйича газни қатламдан-қатламга оқиб ўтишини белгилаш мумкин.

Конденсатнинг миқдори $500 \text{ см}^3/\text{м}^3$ дан ортиқ бўлган газ-конденсат конларида дебитометрияни ўтказишдан аввал газ учун унда конденсатнинг зарур бўлган миқдори билан даражалаш ишларини бажариш зарур.

VIII.2.2. Дебитўлчагич билан тадқиқот қилишдан олинган дебитограммаларни интерпретация қилиш

Қудуқларнинг турли режимларда ишлашидан олинган ҳамма дебитограммаларда қуйидаги маълумотлар келтирилиши зарур: ўлчашни бажарган ташкилот, тадқиқотлар ўтказилган сана, қудуқлар номери, фаввора ва мустақамлаш қувурлари бирикмасининг диаметри ва уларни туширилган чуқурлиги, тешилган (перфорация қилинган) интерваллар, перфораторнинг тури ва тешиқларнинг зичлиги, қудуқнинг туби, қудуқ оғзидаги босим ва температура, газ, сув, конденсатнинг дебити, механик аралашмалар миқдори, ўлчовнинг бошланган ва тугаган вақти, чуқурлик ва дебитлар масштаби, ўлчаш тезлиги, режимларнинг барқарорлашиш даражаси.

Дебитометрия натижаларини сифатли интерпретация қилиш учун бошқа методлар (электр, радиоактив, акустик, температура ва б.) билан олинган натижалар, дебитўлчагичнинг даражалаш маълумотлари ва босим, температура, дебит ва ҳоказоларнинг ер юзасида ўлчанган натижалари ишлатилиши зарур.

Дебитограммаларни интерпретация қилиш қуйидагиларни аниқлашга ва баҳолашга имкон беради.

Лубрикатордан газни оқиб чиқиб кетишини.
 Газ оқимининг йўналишини.
 Айрим қатчалар дебитини.
 Ишлаётган интервалларни.
 Газнинг қатламлараро оқиб ўтишини.
 Алоҳида қатчаларнинг фильтрацион қаршилик коэффициентини.

Дебитулчагични даражалаш

Газ оқими тезликларини ўлчаш натижаларидан фойдаланиб, интерваллар бўйича дебитни аниқлаш учун айланиш частотаси f ва газ оқимининг тезлиги v оралиғидаги боғлиқликдан фойдаланилади.

Атроф-муҳитнинг физик хусусиятларини, асбобнинг қудуққа тушириш тезлигини, температурани, ҳар қандай қудуқда ишлатилиши мумкин бўлган турбинка ва ўзгартиргичнинг конструктив хусусиятларини инобатга оладиган даражалашнинг универсал эгри чизиқлари йўқ. Шунинг учун ҳам дебитограммаларни расшифровка қилиш учун асбоб даражаланади. Даражалаш тадқиқ қилинаётган қудуқда амалга оширилади. Шунингдек, фаввора қувурларининг бошмоқларидаги дебит билан ер юзасидагиси тенг бўлганда ва сальникли мосламадан газнинг чиқиб кетиши бартараф этилганда ёки унинг миқдори маълум бўлганда $Q_{с.г}$ асбоблар даражаланади.

Фаввора қувурлари бошмоқларида оқим тезлиги қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$v = 0,52 \frac{TzQ}{pD^2}, \quad (\text{VIII.16})$$

бунда $Q = Q_{\text{умч}} + Q_{\text{с.ч}}$ — газнинг критик ёки критиккача бўлган оқимини ўлчанган дебити ва сальникли мосламадан сирқиб чиқиб кетиши, минг-м³/сут; p , T — мос равишда текшириляётган кесимдаги босим (кгс/см² да) ва температура (К да); z — газнинг p ва T даги ўта сиқилувчанлик коэффициенти; D — тезлик ўлчанаётган кесимнинг диаметри.

«Метан» типигаги дебитулчагичлар учун айланиш частотаси билан оқим тезлиги орасидаги боғлиқликни қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин:

$$v = \alpha f. \quad (\text{VIII.17})$$

Тажриба йўли билан аниқланишига кўра, 0 дан 70°С гача температуранинг ва 0 дан 250 кгс/см² гача босимнинг ҳамда газнинг таркибини оқимнинг тезлиги билан ва турбинкани айланиш частотаси

оралиғидаги боғланишига бўлган таъсири дебитулчагичнинг асбобсозликда йўл қўйиладиган хатоси атрофида бўлиб у 5% дан ортиқ бўлмайди. Шу боисдан «Метан» типидagi дебитулчагич учун оқим тезлигини айланиш частотаси билан боғлиқлигини қўйидагича ифодалаш мумкин: тезлик 0,1 дан 3 м/с гача узгарганда

$$v_1 = 0,25f; \quad (\text{VIII.18})$$

0,25 дан 10 м/с гача узгарганда

$$v_2 = 0,075f. \quad (\text{VIII.19})$$

Кесимдаги дебитлар мос равишда тезлик узгаришининг биринчи ва иккинчи диапозони учун

$$Q_1 = 0,48 \frac{fpD^2}{Tz},$$

$$Q_2 = 0,144 \frac{fpD^2}{Tz}. \quad (\text{VIII.20})$$

(VIII.20) дан маълум бўлишича, дебит билан турбинканинг айланиш частотаси орасида чизиқли боғланиш бор.

Агар газ юқоридан пастга қараб (тескари оқим) ҳаракатланса, у ҳолда пропорционаллик коэффициенти ўзгаради. Оқимнинг акс ҳаракатланишида тезлик мунтазам равишда 0,15—0,2 м/с га ошиб боришида дебитулчагич даражаланади. Каротаж кабелининг ҳисоблагичи бўйича v_x нинг кўтариш тезлиги аниқланади, ер усти панелидаги дискрет ҳисоблагичи асбоби билан эса f ни айланиш частотаси қайд этилади. Оқим тезлигининг v_x айланиш частотасини f га боғлиқлиги графиги орқали тескари оқимнинг α пропорционаллик коэффициенти аниқланади.

Лубрикатор сальнигидан газнинг сирқиб чиқишини аниқлаш

Сальник мосламасидан газни сирқиб чиқиши $Q_{c, \text{г}}$ унинг герметиклигига, яъни каротаж кабели билан зичлантирувчи элемент оралиғидаги тирқишга ҳамда қудуқ оғзи босимига, газнинг хусусиятларига ва бларга боғлиқ.

Турли режимларда ишлаётган қудуқ оғзидаги босимнинг бироз узгариши ҳам газни сирқиб чиқиб кетишини билдиради ва у ҳамма режимлар учун амалда доимий бўлади. Агар турли режимларда унинг оғзидаги босим сезиларли равишда ўзгарса, у ҳолда $Q_{c, \text{г}}$ ҳам кўп узгаради.

Юқори дебитли (0,2—2,0 минг м³/сут) қудуқларни тадқиқ қилишда газнинг сирқиб чиқиши қоидага кўра, фоиз улушига тенг бўлади ва уни ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Агар кам дебитли, айниқса

максимал дебети 100 минг м³/суткагача бўлган қудуқ тадқиқ қилинса, бундай шароитда ўлчов натижаларини ва олинган маълумотларни қайта ишлашнинг туғри интерпретация қилиш учун лубрика-тордан газни сирқиб чиқишини ҳисобга олиш зарур.

Газни сирқиб чиқиши дебитулчагичда аниқланади. Беркитиб қўйилган қудуқда унинг оғзидаги босим энг кўп миқдорга етганда, газни сирқиб чиқиши максимал $Q_{сч\ max}$ миқдорга етади. Газнинг максимал даражада сирқиб чиқиши турбинканинг айланиш частотасини ўлчаш (VIII.18) ва (VIII.19) формулалар бўйича аниқланади. Газнинг сирқиб чиқиши билан қудуқ оғзи босими орасида чизиқли боғланишнинг мавжудлигини билган ҳолда икки қиймат p_y ва $Q_{сч}$ учун боғлиқлик графиги тузилади: $p_y = 0$ бўлганда газнинг сирқиб чиқиши ҳам нолга тенг бўлади ($Q_{сч} = 0$) ва $p_{y\ max}$ (тўхтатиб қўйилган қудуқда) бўлганда газнинг сирқиб чиқиши ҳам максимумга тенг бўлади ($Q_{сч\ max}$). Графикда $p_{y\ max}$ ва $Q_{сч\ max}$ нуқтасидан ўтказилган туғри чизиқ ва координатанинг бошланиш жойи ($p_y = 0$), ($Q_{сч} = 0$) газнинг сирқиб чиқишини ҳар қандай қудуқ оғзи босимида аниқлашга имкон беради.

Газ оқимининг йўналишини аниқлаш

Ягона фильтр билан очилган кўп қатламли конларда, уларнинг бир таркибли бўлмаганлиги сабабли тўхтатиб қўйилган қудуқнинг жойлашишига ва зайфлашиш даражасига кўра ҳамда унинг айрим иш режимида, агар юқорида жойлашган қатламнинг босими қудуқ тубидаги босимдан ортиқ бўлса, бундай ҳолда газнинг оқими юқоридан пастга томон йўналган бўлиши мумкин. Аммо дебитулчагичлар конструкцияси газ оқимининг йўналишини аниқлашга имкон бермайди. Шунинг учун дебитометрия натижаларини ўлчашда ва интерпретация қилишда оқимнинг йўналиши аниқланиши шарт.

Қоидага биноан, газ оқимининг тезлиги асбобни қудуққа тушириш пайтида ўлчанади. Бинобарин ўлчанаётган оқим тезлиги асбобни тушириш тезлигига тенг бўлган миқдорга орттириб юборилган бўлади.

$$v_{ўлч} = v_r + v_{туш} \quad (\text{VIII.21})$$

бунда $v_{ўлч}$ — оқимнинг ўлчанаётган тезлиги, м/с; v_r — газ оқимининг тезлиги, м/с; $v_{туш}$ — асбобни пастга тушириш тезлиги, м/с.

Агар оқим юқоридан пастга томон ҳаракатланса, бундай шароитда асбоб билан ўлчанаётган тезлик қуйидаги ифода орқали аниқланади

$$v_{ўлч} = v_r - v_{туш} \quad (\text{VIII.22})$$

(VIII.21) дагига ўхшаш шартга эга бўлиш учун оқимни юқоридан пастга томон оқишида унинг тезлиги дебитулчагични юқорига кўтариш пайтида ўлчанади.

Дебитулчагич билан тадқиқот утказишда оқимнинг йўналишини аниқлаш учун асбобни вақти-вақти билан тўхтатиб туриш керак. Бундай шароитда уни пастга туширишда қуйидаги жараёнлар содир бўлади:

1) асбоб тўхтатиб қўйилганда регистраторнинг курсатишини ортиб кетиши, оқимнинг юқоридан пастга қараб ҳаракатланишини билдиради;

2) асбоб тўхтатиб қўйилганда регистраторнинг курсатишини камайиб кетиши оқимнинг пастдан юқорига қараб ҳаракатланишини англатади;

3) асбоб тўхтатиб қўйилганда регистраторнинг курсатиши нол даражада бўлиши мазкур интервалда газ оқимининг йўқлигидан дарак беради.

Асбобни юқорига кўтариш вақтида ва уни вақти-вақти билан тўхтатишда қуйидагилар содир бўлади:

1) регистраторнинг курсатишини ортиб бориши оқимни пастдан юқорига томон йўналишини билдиради;

2) регистраторнинг курсатишини камайиб бориши эса аксинча, оқимнинг юқоридан пастга қараб йўналишини билдиради.

Оқимнинг йўналишини аниқлаш учун утказиладиган назорат улчовлари кесимнинг газ берадиган қатчалари оралиғида утказилиши зарур.

Ишлаётган интерваллар дебитини аниқлаш

Диаграммаларни қайта ишлаш қудуқ максимал дебит бераётган пайтида олинган дебитограммалардан бошланади. Ишлаётган интервал диаграммада турбинкани айланиш частотасини ортиб бориши билан тавсифланади. Ишлаётган интервалдан утилгандан сўнг турбинкани айланиш тезлиги барқарорлашади (VIII.7-расм).

i -м кесимдаги дебит қуйидаги формула билан аниқланади:

$$Q_i = Q_{ум} \frac{f_i F_i}{f_{ум} F_{ум}}, \quad (\text{VIII.23})$$

бунда $Q_{ум}$ — қудуқнинг умумий дебити. Фойдаланилаётган турбинка учун пропорционаллик коэффиенти маълум бўлганда (VIII.20) формула бўйича ёки ер юзасида дифманометр билан ўлчанган дебит маълумоти ёки ДИКТ бўйича сальникли мосламадан газни сирқиб чиққан миқдорини ҳисобга олган ҳолда аниқланади, минг м³/сут; $F_i, F_{ум}$ — мос равишда Q_i ва $Q_{ум}$ дебити газ оқиб ўтадиган майдонлар кесимлари; $f_i, f_{ум}$ тегишли кесимларда турбинканинг айланиш частотаси, Гц.

Қоидага кўра, девори мустаҳкамланган қудуқларда $F_{\text{ум}} = F_i$ бўлади ва шунинг учун i -м кесимидаги дебит қуйидаги формула буйича аниқланади:

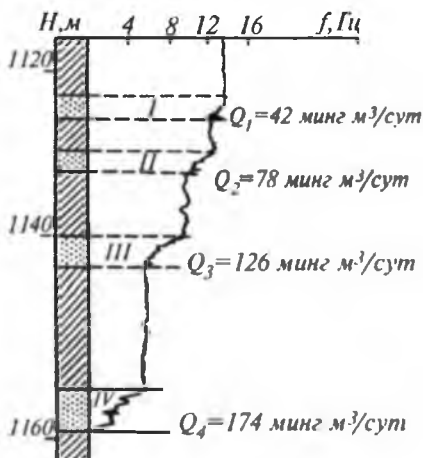
$$Q_i = Q_{\text{ум}} \frac{f_i}{f_{\text{ум}}}$$

Айрим газ берувчи интерваллар дебити қуйидаги формулага кўра аниқланади:

$$Q_{i \text{ ум}} = Q_{\text{ум}} \frac{T_{\text{ум}} z_{\text{ум}} p_{\text{ур } i}}{T_i z_i p_{\text{ум}}} \times \frac{f_{\text{к}} F_{\text{к}} - f_{\text{ж}} F_{\text{ж}}}{f_{\text{ум}} F_{\text{ум}}}, \quad (\text{VIII.24})$$

бунда T_i , p_i , z_i — $Q_{i \text{ ум}}$ аниқланадиган интервал учун мос равишда уртача температура, босим ва газнинг ўта сиқилувчанлик коэффициенти; $T_{\text{ум}}$, $p_{\text{ум}}$, $z_{\text{ум}}$ — кесимдан умумий дебити $Q_{\text{ум}}$ оқиб ўтадиган газнинг тегишлича температураси, босими ва ўта сиқилувчанлик коэффициенти; $F_{\text{к}}$, $F_{\text{ж}}$, $F_{\text{ум}}$ — i интервалдаги қатламнинг мос ҳолда устки ва пастки қисми ва умумий дебит ўтадиган кесимининг майдони; $f_{\text{к}}$, $f_{\text{ж}}$, $f_{\text{ум}}$ — i интервалдаги қатламнинг мос ҳолда устки ва пастки қисмларида ва умумий дебит ўтадиган кесимида турбинканинг айланиш частотаси.

Қоидага кўра, агар қудуқ қувур орти бўшлиғи орқали ишлатилаётган бўлса, $f_{\text{ум}}$ нинг кўрсатиши ва $T_{\text{ум}}$, $z_{\text{ум}}$, $p_{\text{ум}}$, $F_{\text{ум}}$ параметрлари фавворали қувурлар бошмоғидан олинади.



VIII.7- расм. Таркиби ҳар хил бўлган қатламда олинган дебитограмманинг характерли кўриниши.

I—IV- газ берадиган оралиқ масофалар.

Газга тўйинган қалинлиги 100 м гача бўлган конлар учун T_i , z_i , $p_{ур}$ i ва $T_{ум}$, $z_{ум}$, $p_{ум}$ параметрларни бир хил деб қабул қилиш мумкин. Агар қудуқнинг деворлари қувурлар билан мустаҳкамланган ва у қувур орти бушлиғи орқали ишлатилаётган бўлса, бундай ҳолатда F_k , F_j , $F_{ум}$ — лар ҳам бир хил бўлади. Шунинг учун бундай қудуқларнинг i -интервалидаги дебити қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$Q_{i\ un} = Q_{ум} \frac{f_k - f_j}{f_{ум}}. \quad (\text{VIII.25})$$

Мисол. Қудуқ дебити 420 минг м³/сут ва айланиш частотаси $f_1 = 10$ ва $f_{ум} = 13,8$ Гц да ишлаётганда унинг i -м кесимидаги дебитини аниқланг.

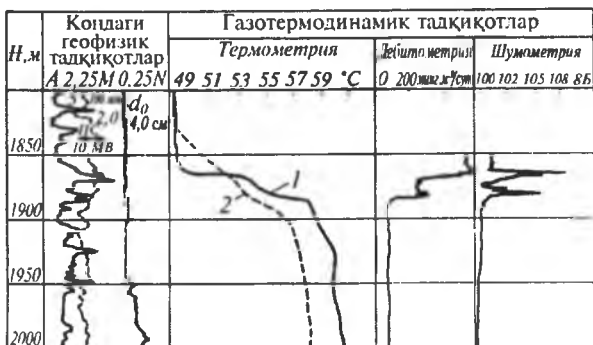
$$Q_{i\ un} = 420 \frac{10}{13,8} = 304 \text{ минг м}^3/\text{сут}.$$

Ишлаётган интервалларни ажратиш

Газ конлари ва ер ости газ омборларини ўзлаштириш амалиётида дебитўлчагич ёрдамида ишлаётган интервалларни ажратиш ҳам ушбу интерваллар дебитини аниқлаш каби аҳамиятлидир. Қудуқнинг умумий дебитини унинг оғзида ўлчаш ва олинган натижаларни газли қатлам бўйича бир метёрда тақсимлаш қатламнинг параметрларини нотўғри аниқлашга ва газни чиқариб олишни, уюмни заифлашишни, чекка ва остки сувларни қатламга кириб келишини нотўғри башоратлашга олиб келади.

Ишлаётган интерваллар дебитўлчагич, иссиқлик ўлчагич ва шовқин ўлчагичлар орқали аниқланади. Охиргисининг ҳал этиш қобилияти жуда ҳам юқори бўлишига қарамай -у ишлаб чиқаришга кенг жорий этилмаган.

Фаввора қувурлари билан беркитиб қўйилмай ишлатилаётган интерваллар иссиқлик ўлчагичларга қараганда дебитўлчагичларда катта аниқлик билан ажратилади. Аммо газ берувчи интервалларни дебитўлчагич билан ажратишнинг аниқлигини мутлақ қиймати, унинг конструктив хусусиятларидан ташқари кесимнинг тузилишининг ҳар хиллик даражасига ва ҳар бир интервал дебитига ҳамда умумий дебитга боғлиқ. Умуман газ берувчи интерваллар чегараси катта депрессияларда (дебитларда) ишончлироқ ажратилади. Гази тугаётган конларда айрим қатламларнинг қатлам босимига ва қудуқнинг ишлаш режимига, яъни мазкур режимлардаги қудуқ туби босимига боғлиқ ҳолда ишлаётган интерваллар жуда пухталиқ билан ажратилиши керак. Собиқ иттифоқнинг турли конларидаги қудуқларда «Метан» типидagi



VIII.8- расм. Қудуқнинг ишлаётган интервалларининг чегараларини аниқлаш диаграммаси.

Қудуқ термограммаси: 1-перфорациялаш интервали беркитилмаган; 2-перфорациялаш интерваллари фаввора қувурлари билан беркитилган.



VIII.9- расм. Газли қонидаги 99 қудуқдан тасвирга оланган дебитограммалар.

I—IV — кичик қатлар; 1-4 — мос равишда дебитлар 0, 75, 200, 650 минг м³/сут дебитулчагичлар билан ўтказилган тадқиқотлар натижаларига қўра ишлаётган интервалларни ажратишда остки чегарасини аниқлиги ±0,5 м, юқори чегарасиники эса ±1—2 метрга тенг.

Газ берувчи интервалларнинг чегараси VIII.8-расмда курсатилган. VIII.9-расмдан маълум бўлишича, чегара ажратишда 3 мм янглишилса, ҳатолик 1 метрни ташкил этади. Агар интервал қалинлиги 1 метргача

булган қатчалар билан тез-тез алмашиб турадиган булса, уларнинг ҳар қайсисини ажратиш қийин бўлади ва бундай қатчалар ягона бутун қатлам ҳолида ажратилади. Бундай шароитда интервални маҳсулдорлиги ва унинг ишлаш эҳтимоли газга тўйинганлик ва говаклилик коэффициентлари бўйича баҳоланади.

Қатламлараро оқиб ўтишларни баҳолаш

Ягона фильтр билан очилган, турли фильтрация — сифим хусусиятларига эга булган кўп қатламли конлар қатламлари орасида майдоний гидродинамик боғланишлар бўлмаганда уларнинг заифлашиши нотекис бўлади. Коллекторлик хусусиятлари яхши бўлган қатламлар тезроқ заифлашади, бу эса қатлам босимини ва қатламлараро оқиб ўтишни жадаллик билан пасайишига олиб келади.

Кўп қатламли уюмларни ўзлаштиришнинг бошланишида газнинг таркиби ҳамма қатламларда бир хил булганда айрим қатчалардаги қатлам босими фақат уларнинг қандай чуқурликда ётишига қараб фарқланади, буни юқорида жойлашган маҳсулдор қатламдан бошлаб ажратиш куйидаги формула билан ифодаланади:

$$p_{i \text{ қатм}} \geq p_1 e^{S_i}, \quad (\text{VIII.26})$$

бунда p_1 — энг юқорида жойлашган қатлам босими, кгс/см²; $S_i = 0,03415 \rho h_i / z_{yp} T_{yp}$; p — газнинг нисбий зичлиги; h_i — i -қатламнинг ҳисобланган чуқурлиги, м; z_{yp} — T_{yp} ва p_{yp} да i -қатламнинг ўта юқори сиқилувчанлик коэффициенти; T_{yp} — температура, К.

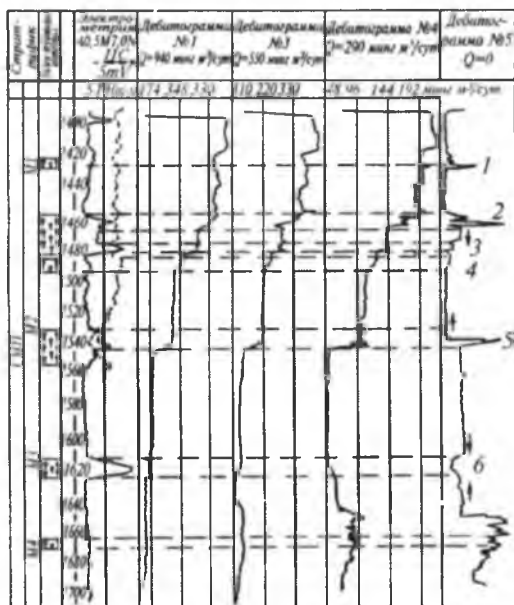
Ягона фильтр билан очилган кесими бўйича ҳар хил таркибли булган кўп қатламли конни ўзлаштириш жараёнида уч вариант бўлиши мумкин.

I. $p_i > p_j e^{S_i}$, яъни тўхтатиб қўйилган ва ишлаётган қудуқда, вақтинча $p_i > p_{ж} > p_j e^{S_i}$ булганда газнинг пастки қатламдан юқори қатламга оқиб ўтиши содир бўлади. Бундай жараён қатламлар оралиғида гидродинамик боғлиқлик бутунлай бўлмаганда ёки жуда ҳам буш булганда ва пастки қатламнинг коллекторлик хусусиятлари юқорида жойлашган қатламнинг коллекторлик хусусиятларидан пастроқ булганда; агар пастки қатламнинг босими аномал юқори булганда; пастки қатлам юқоридаги қатламга кейинроқ кўшилиб кетганда ва ҳоказоларда содир бўлади. Газли конидаги қудуқдан олинган дебитограмма бўйича пастки IV интервалдан II интервалга газни оқиб ўтиши кузатилган. Қоидага кура, оқиб ўтиш жараёни $Q_0 = 0$ булганда тўхтатилган қудуқдан олинган дебитограммада аниқ

кўрсатилган (VIII.9-расмдаги 1-эгри чизиқ). $Q_6=75$ минг м³/сут бўлганда олинган дебитограммадаги 2-эгри чизиқ ҳам оқиб ўтиш мавжудлигини кўрсатади. Аммо 1-эгри чизиқдагига нисбатан оқиб ўтаётган газнинг миқдори 25% га кам, бу ўз навбатида II интервалдаги қатлам босимига ва дебити $Q_6=75$ минг м³/сут бўлган ишлаётган ва тўхтатиб қўйилган қудуқлардаги қудуқ туби босимлари фарқига боғлиқ. Учинчи режимда $Q_6=200$ минг м³/сут бўлганда II интервалдаги ва қудуқ тубидаги босимларнинг тенглиги сабабли, яъни $p_{кат II} = p_m$ бўлганда газнинг оқиб ўтиши кузатилмайди ва қудуқнинг оғзидаги дебит пастдаги IV интервалдаги дебитга тўғри келади.

Туртинчи режимда $p_{кат II} > p_3$ бўлгани учун оқиб ўтиш жараёни йўқ ва ҳамма қатламлар ишлаб туради. $Q_6=0$ ва $Q_6=650$ минг м³/сут даги газ оқимининг схематик кесмаси VIII.9-расмда кўрсатилган.

II. $p_i < p_j e^{S_i}$, яъни тўхтатиб қўйилган ва ишлаб турган қудуқда $p_i < p_m < p_j e^{S_j}$ гача бўлган режимда юқори қатламдан пастдаги қатламга газни оқиб ўтиши содир булади, бу I параграфда қайд этилганига бутунлай қарама-қарши шароитда содир бўлиши мумкин. Газни юқорида жойлашган горизонтдан пастдаги горизонтга оқиб



VIII.10- расм. Шебелин конида юқоридаги горизонтдан пастдаги горизонтга газнинг оқиб ўтиши содир бўлган пайтда газни 174-қудуққа оқиб келиш кесмаси.

утиши VIII.10-расмда акс этирилган. Шебелин конидаги қудуқда олинган дебитограммада 6- интервалнинг коллекторлик хусусиятларини афзаллиги кўрсатилган. Қудуқнинг дебити катта бўлганда бу интервал унча катта бўлмаган газ оқимини беради. $Q_3=290$ минг м³/сут режимида эритмани ютилиши кузатилади. Бу жараён $p_m > p_{крат}$ бўлганда содир бўлиши мумкин. Тухтатиб қўйилган қудуқда олинган дебитограмма 5-қатламдан 6-қатламга газни оқиб утишини акс этиради.

III. $p_i + p_j e^{\delta_i}$, яъни қатламнинг заифлашиши уларнинг захира-сига пропорциональ равишда содир бўлади ва айрим қатламлар босимлари уюмни ишлатишнинг ҳамма даврида бир-бирига тенг бўлади. Бундай ҳолат қатламлар оралиғида гидродинамик боғлиқликни яхши бўлишидан гувоҳлик беради. Дебитограмманинг ифодали кўриниши VIII.7-расмда берилган.

Кўп қатламли конлар учун қатлам босимларининг турли кўри-нишларда келтирилган дебитограммалари газ конларини ишлатиш-нинг назорат қилиш учун газ қудуқларида дебитометрия утказилиши зарурлигини кўрсатади.

Кесим бўйича қатлам параметрларини аниқлаш

Ягона фильтр билан очилган ҳар хил таркибли қатламларда фильтрациянинг стационар режимларида қудуқлар тадқиқоти натижаларини қайта ишлашда, қудуқ оғзида олинган ўлчовлар ёрдамида кесим бўйлаб фильтрацион қаршилик коэффициентларининг ўртача қиймати аниқланади. Бу билан кўп қатламли уюмлардаги айрим қатчаларда содир бўлиши мумкин бўлган ўзгаришларни тўғри башоратлаб бўлмайди.

Газогидродинамика методларини қўллаб қудуқ оғзида олинган ўлчовлар ёрдамида айрим қатламлар параметрларини ва қатлам босимларини ҳамда фильтрацион қаршилик коэффициентини аниқлаб бўлмайди. Шунинг учун ҳам ҳозирги вақтда дебитометрия ягона амалий метод ҳисобланиб, ҳар бир қатламнинг фильтрацион қаршилиги коэффициентларини 10% гача тўғри аниқлашга имкон беради.

Айрим қатчаларнинг параметрларини аниқлаш учун фильтрация-нинг стационар режимида бажарилган тадқиқотлардан (айрим ҳолларда ностационар режимда) олинган натижалар қуйидаги тартиб-да ишлаб чиқилади.

Энг камида 5—6 режимда дебитограмма олинади ва бир вақтнинг ўзида қудуқнинг оғзидан унинг умумий дебити ўлчанади.

Кудукнинг оғзидан олинган ўлчовлар бўйича унинг тубидаги босим ҳам, яъни режимда ўлчанади ёки ҳисоблаб чиқилади. Газлиликни унчалик кўп бўлмаган қаватида ва аномал қатлам босими p_z қатламлар бўлмаган тақдирда ҳамма қатчалар бир хил деб ҳисобланади. Умуман, ҳар бир қатча учун p_m ни ҳисоблаш унинг қалинлигини ўрта қисми учун бажарилади.

Дебитграммадан ишлаётган интерваллар ажратилади ва ҳар бир интервалнинг қалинлиги h_i аниқланади.

Дебитграммадан ҳар бир режим учун ушбу интервалларнинг дебити (VIII.24) формула бўйича аниқланади.

Фильтрациянинг стационар режимида дебитўлчагич билан бажарилган тадқиқотлар натижалари таҳлил қилинади.

Ҳар бир қатча учун қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$p_{қат\ i}^2 - p_{m\ j}^2 = a_i Q_i + b_i Q_{i\ j}^2, \quad (VIII.27)$$

бунда i — газ берувчи интервалнинг индекси; a_i, b_i — i -қатламнинг фильтрацион қаршилик коэффициентлари; j режим индекси, 1 дан 5—6 гача ўзгаради ва ҳамма қатчалар учун бир хил; $p_{қат\ i}$ — i -қатламнинг қатлам босими; $p_{m\ j}$ — i -қатламнинг j -режимдаги қудуқ туби босими.

Агар ёлғизда қатламлар босими бир-бирларидан кучли фарқ қилса, бундай шартда режимларнинг умумий сони $j=5-6$ бўлганда қатлам босими паст бўлган қатламлар учун режимлар сони камайиб кетади. Шунинг учун дебитўлчагич билан тадқиқот қилиш дастурини тузишда тадқиқот натижаларини қайтадан ишлашда ҳар бир қатлам 5—6 режим билан таъминланган бўлишига эътибор бериш зарур.

Олинган маълумотлар бўйича ва қудуқ тубидаги бажарилган умумий ўлчовлар бўйича айрим қатчалар учун Δp^2 ва $\Delta p^2/Q_i$ ларни Q_i га боғлиқлиги диаграммаси тузилади ҳамда қудуқ оғзидаги умумий ўлчовлар бўйича фильтрацион қаршилик коэффициентлари $a_i, b_i, A_{ум}, B_{ум}$ аниқланади.

Агар маълумотларни таҳлил қилиш пайтида индикатор эгри чизикларининг бир қисми координатанинг бошланиш жойидан ўтмаса, у ҳолда бундай индикатор эгри чизикларига тузатишлар киритиб қайта ишланади.

Агар айрим қатчаларнинг қатлам босими номаълум бўлса, бундай шароитда туб босимлари ва дебитлари маълум бўлган қатчалар маълумотларига кура, индикатор эгри чизикларини IV.2.3 ёки IV.2.4 бандларга мос ҳолда қайта ишлаш лозим бўлади. Сунгра аниқланган фильтрацион қаршилик коэффициентлари, дебитлар, қудуқ туби босимлари бўйича ҳар бир қатчанинг қатлам босими тақрибий аниқланади.

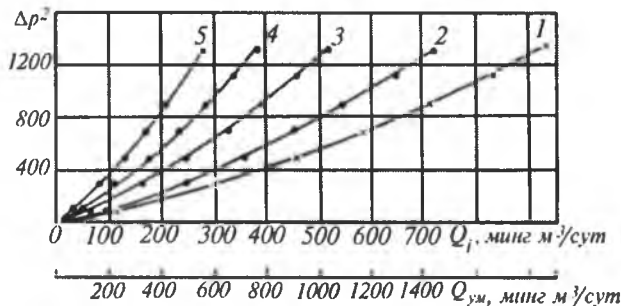
Аниқланган a_1 бўйича ҳар бир қатламнинг сингдирувчанлиги ҳисобланади, шунингдек, дебитограммдан топилган қалинлик h_1 ёрдамида қатламларнинг ўтказувчанлиги аниқланади. Бундай вақтда ишлаётган қалинликка эътибор бериш керак, чунки айрим пайтларда муваффақиятсиз тешишлар, қудуқ туби зонасининг ифлосланиши, тикинни ҳосил бўлиши ва б. газга яхши тўйинган интервалдан оқимнинг булмаслигига сабаб бўлади.

Босимни тиклаш учун қудуқни тўхтатишдан аввал ўтказилган дебитометрия натижаларидан босимнинг тиклаш эгри чизиқларини ишлашда ҳам фойдаланиш зарур.

Дебитометрия, босим ва температуранинг ўлчаш маълумотлари бўйича индикатор эгри чизиғини ишлаш мисоли VIII.1-жадвалда келтирилган ва VIII.11, VIII.12-расмларда ифодаланган. Қудуқнинг оғзидаги ўлчовлар бўйича қудуқнинг тубидаги босим ва дебитларни ҳисоблаш тартиби йуриқноманинг III ва VI бобларида баён этилган.

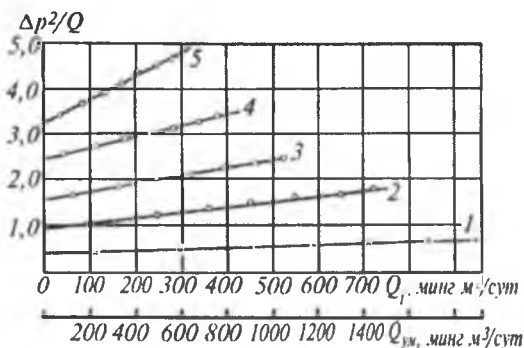
VIII.3. Газ қудуқларида ўтказиладиган термометрик тадқиқотлар

Ишлаётган ва тўхтатиб қўйилган қудуқларда термометрик тадқиқотлар ўтказиш орқали унда температуранинг тақсимланиши тўғрисида олинган маълумотлар асосида газ берувчи интервалларни ажратиш, айрим қатчалар дебитини баҳолаш, углеводородларнинг оғир компонентларини ажралиб чиқиш шароитларини аниқлаш, қувурлар бирикмасида нуқсон мавжуд бўлганда газнинг сирқиб чиқиш жойини аниқлаш, гидратларни ҳосил бўлиши, қудуқни турли иш режимларида қатламлар оралиғида газнинг оқиб ўтишини белгилаш ва ҳ.к. ни ҳал этиш мумкин бўлади.



VIII.11- расм. Δp^2 ни Q га боғлиқлиғи.

1-қудуқ оғзидаги умумий ўлчовлар бўйича; 2—5- айрим кичик қатлар учун (дебит дебитўлчагич билан ўлчанган).



VIII.12- расм. $\Delta p^2/Q$ ни Q га боғлиқлиги.

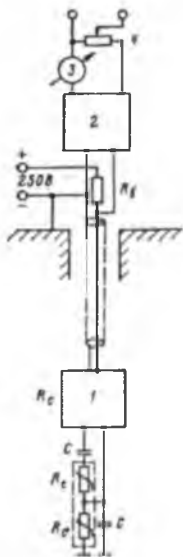
1-қудуқ оғзидаги умумий ўлчовлар бўйича; 2—5- айрим кичик қатлар учун (дебит дебитўлчагич билан ўлчанган).

Газ қудуғида бажариладиган термометрия ҳудди дебитометрия каби кенг миқёсда ишлатилади. Термометрия амалда ягона метод бўлиб фаввора қувурлари билан беркитилиб ишлатилаётган интервалларни ўрганиш бўйича ўта ишончли натижаларни олишга шароит яратиб беради. Термометриядан олинадиган натижаларни ишончли ва сифатли бўлиши маҳсулдор кесимнинг структураси ва параметрларига, газнинг хусусиятлари ва таркибига, қатламга бўладиган депрессияга, термометрнинг техник тавсифи ва қудуқнинг конструкциясига боғлиқ.

Қонда бажариладиган геофизик тадқиқотларда ишлатиладиган дистанцион электр термометрлари ўлчанаётган температуранинг ўзгаришини чуқурлик асбоби ёрдамида кучланиш частотасига айлантириб ер юзасига юборади. Ўлчанаётган миқдор аниқлайдиган сигнал частотасининг белгиси боғланиш линиясининг узатиш коэффициенти-нинг ўзга-риб туришига ва линиядаги тусиқларга боғлиқ бўлмайди. Иссиқликни тез сезувчи элемент датчик ролини бажаради. Датчик электрик схемада (VIII.13-расм) кўрсатилган икки қаршиликдан R_1 ташкил топган. Бундай қаршиликлар асбоб турган муҳитнинг температурасига боғлиқ. Чуқурлик асбобининг асосий узели частотаси ўзгарувчан генератор R_2 ҳисобланади. Генератор бошқариб туриладиган иссиқликни сезувчан иккита қаршиликдан R_1 иборат. Генератор кучайтириш коэффициенти катта бўлган уч каскадли кучайтиргичдан ташкил топган. Иссиқликни сезувчан элементлар генераторнинг автотебраниш частотасини аниқлаб беради, уларнинг тебраниш даври t қаршилик билан чизикли боғлиқ. Чуқурлик асбоби 250 В ли доимий ток манбаидан балластли қаршилик R_0 орқали таъминланади.

**Фильтрациянинг стационар режимларида қудуқни дебитометрия билан
тадқиқот қилишдан олинган натижаларни ишлаб чиқиш**

Режим	$P_1,$ кгс/см ²	$P_{\text{қат}}^2 - P_3^2 = \Delta P^2$	$Q_{\text{ум}}$ МИНГ м ³ /СУТ	$\frac{\Delta P^2}{Q_{\text{ум}}}$	I қатлам		II қатлам		III қатлам		IV қатлам	
					$Q_I,$ МИНГ м ³ /СУТ	$\frac{\Delta P^2}{Q_I}$	$Q_{II},$ МИНГ м ³ /СУТ	$\frac{\Delta P^2}{Q_{II}}$	$Q_{III},$ МИНГ м ³ /СУТ	$\frac{\Delta P^2}{Q_{III}}$	$Q_{IV},$ МИНГ м ³ /СУТ	$\frac{\Delta P^2}{Q_{IV}}$
1	99,50	100	223	0,449	29	3,45	39	2,57	60	1,67	95	1,05
2	98,49	300	596	0,500	81	3,70	110	2,73	160	1,88	245	1,23
3	97,47	500	906	0,555	127	3,94	174	2,37	245	2,04	360	1,39
4	96,44	700	1174	0,598	169	4,15	230	3,04	325	2,15	450	1,55
5	95,39	900	1420	0,634	204	4,41	281	3,20	390	2,31	545	1,65
6	94,34	1100	1687	0,653	242	4,55	335	3,29	460	2,39	650	1,69
7	93,27	1300	1900	0,684	277	4,70	380	3,42	520	2,50	723	1,80



VIII.13- расм. ТЭГ-36 термометрининг электрик схемаси. 1-генератор; 2-частота улчагич; 3-улчов асбоби; 4-потенциометр.

сингари аниқланади.

Ер устида барча узелларнинг: чуқурлик асбоблари, алоқа линияси, частотамер ва қайд қилгичнинг ишга яроқлилиги текширилади.

Асбоб 30—40 метрга туширилиб юргизилади, ер усти панелига бўладиган кучланиш ва ёзув масштаби 1 см да $0,25^{\circ}\text{C}$ ёки 1 см да $0,5^{\circ}\text{C}$ танланади.

Фаввора қувурлари орқали тадқиқот ўтказилганда асбоб 2,5—4,2 м/мин тезликда, фаввора қувурлари билан бириктирилмаган интервалларда эса 8 м/мин тезлик билан туширилади.

Тушириш тезлигининг ўлчов аниқлигига таъсирини баҳолаш учун асбоб 2 минутга тўхтатилади ва айрим нуқталарда назорат ўлчовлари амалга оширилади.

Асбоб тушириляётганда температура ўлчанади. Агар асосий ва такрорий ўлчовлар натижаларидаги фарқ $0,2—0,3^{\circ}\text{C}$ дан ортмаса, олинган натижалар сифатли ҳисобланади.

Ернинг устида частота ўлчагич 2 билан генераторнинг тебраниш даврининг давомийлиги ўлчанади. t даврнинг давомийлигига пропорционал бўлган чикувчи сигнал каротаж станциясида қайд қилинади.

Газ қудуқларида ТЭГ-36 термометри ишлатилади. Термометр «Грознефтегеофизика» таъмирлаш-жиҳозлаш корхонасида тайёрланади. ТЭГ-36 термометрининг техник тавсифи IV.10-жадвалда баён этилган.

VIII.3.1. Термометрик тадқиқотлар ўтказишга тайёргарлик

Термометрик тадқиқотларини ўтказиш учун тайёргарлик кўриш ва уларни амалга ошириш кўп жиҳатдан дебитўлчагич билан ишлашга ўхшашдир. Шу сабабли қуйида фақат газ қудуқларида термометрик тадқиқотларини ўтказишга тайёргарлик кўриш ва амалга оширишга дахлдор ишлар келтирилди.

Газ босими остида бўлган қудуққа юкли термометр лубрикатор орқали кабелда туширилади. Юклар миқдори ва лубрикатор узунлиги мазкур бобнинг VIII.2.1-бандидаги

Ёзув икки каналда 1:500 ва 1:200, баъзи ҳолларда эса 1:100 чуқурлик масштабида амалга оширилади.

Қудуқда термометрия билан геофизик тадқиқотлар ўтказилаётганда геотермик градиентнинг эгри чизиги маълум бўлиши керак. Агар бундай ишлар илгари бажарилмаган бўлса, у ҳолда бу ишни тўхтатилган қудуқда амалга ошириш лозим, бундаги асосий шарт температуранинг қудуқ стволи бўйлаб табиий тақсимланишини таъминлайдиган тўхташ вақтининг етарли бўлишидир.

VIII.3.2. Тўхтатилган ва ишлатилаётган газ қудуқларида термометрия натижаларини интерпретация қилиш

Тўхтатилган ва ишлатилаётган қудуқлардаги газ муҳитида бажарилаётган термометрия тадқиқотларидан олинган термограммалар қуйидагиларни аниқлаш имконини беради.

Қудуқ стволи бўйлаб температуранинг тақсимланишини ва қудуқ стволининг исталган кесимида асбобни тушириш ва тўхтатиб туриш пайтида турли иш режимларида унинг барқарорлашув жараёнини.

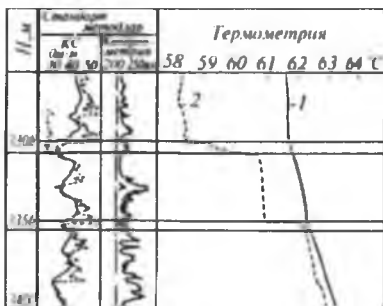
Газ берувчи интервалларни.

Айрим интервалларнинг дебитларини.

Термограммалар ҳаракатдаги газ оқими температурасининг ишлаётган қатлам интервалида, газ сирқиб чиқаётган жойларда, бир қатламдан иккинчисига оқиб ўтаётганда ва бошқа жойларда аномал ўзгариши бўйича изоҳланади. VIII.14-расмда тўхтатилган (1-эгри чизик) ва ишлаётган (2-эгри чизик) туби очик, фаввора қувурлари билан беркитилмаган қудуқлардаги ўзига хос термограмма курсатилган. Тўхтатилган ва турли режимларда (дебитларда ва депрессияларда) ишлаётган қудуқлардан олинган термограммалар температура ва унинг барқарорлашувини қудуқ туби ва қатлам босимига таъсирини тўғри ҳисобга олиш имконини беради. Қудуқ оғзидан олинган ўлчовлар булардан ташқари қудуқ стволи бўйлаб углеводородларнинг оғир компонентларини ажралишининг термодинамик шароитларини, гидратлар ҳосил бўлиши мумкин бўлган зоналарни аниқлаш, иш режими ўзгарганда янги ишга тушган интервалларни кузатиш ва б. имкон яратади.

Газ бера оладиган интервалларни ажратиш

Газ бера оладиган интервалларни ажратишнинг аниқлиги газли қатламчаларнинг ҳар хиллигига ва газли қатчаларнинг алмашилишини такрорланишига, қатламга бериладиган депрессияга, газнинг намлиги ва таркибига, қудуқ конструкциясига, чуқурлик асбобининг тавсифига, ёзиш масштабига ва б. га боғлиқ.



VIII.14- расм. Тухтатиб қўйилган (1) ва ишлаб турган (2) газ қудуқларидан олинган термограммалар.

Агар қатламнинг маҳсулдор интервали фаввора қувурлари билан беркитилган бўлса, у ҳолда газ бера оладиган интервалларни ажратиш қийин бўлади.

Қатламга бериладиган депрессиянинг ҳам аҳамияти муҳим. Юқори ўтказувчан коллекторларга, одатда, кичикроқ депрессия берилди, шу сабабли газ бера оладиган интервалларни ажратиш учун қудуқларни мумкин бўлган максимал дебитларда ишлатиш мақсадга мувофиқ.

Газ таркиби температуранинг фарқланишига анчагина таъсир кўрсатади. Масалан, газ таркибида азот кўп миқдорда бўлса, ҳатто қатламга нисбатан катта депрессия берилганда ҳам газ бера оладиган интервалларни ажратиш аниқлиги пасаяди.

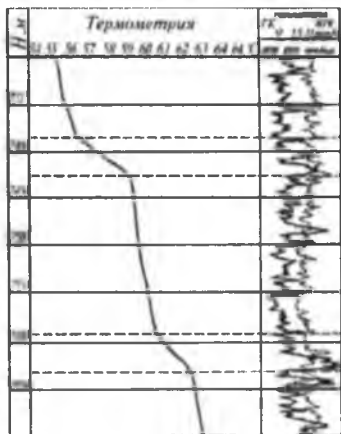
Таркиби ҳар хил, бир маромда тарқалмаган ва қалинлиги кичик қатламчаларда термограмма бўйича ишлаётган интерваллар чегараси фақат сифат жиҳатдан аниқланади. Бундай ҳолларда чегараларни миқдорий изоҳлаш учун бошқа конда бажариладиган геофизик тадқиқот методлари натижаларидан ҳам фойдаланиш зарур бўлади.

Газ бера оладиган қатчаларнинг интерваллари термограммалар бўйича аниқланганда термометрнинг инерцияси туфайли ва қудуқ туби зонасидаги қўшни қатчаларнинг қудуқнинг мазкур режимда узоқ вақт ишлаши натижасида совишидан ортган булиш мумкин.

Кўп қатламли уюмда ишлаётган интервалларни термограмма бўйича қесимнинг юқори қисмида сифатли ажратиш пастда жойлашган қатламлардаги маҳсулдор интерваллардан келадиган газнинг калориметрик аралашishi натижасида ёмонлашади.

Агар ягона фильтр билан очилган қатламлар турли даражада заифлашган бўлса, уларни термограмма бўйича ажратиш амалда мумкин бўлмайди.

Мустаҳкамлаш қувурлари билан қотирилмаган ва фаввора қувурлари билан беркитилмаган қудуқларда ишлаётган интервалларни ажратиш мисоли VIII.14-расмда, фаввора қувурлари билан мустаҳкамланган қудуқдагиси мисоли эса VIII.15-расмда кўрсатилган. VIII.13-расмдан куришиб турибдики, газ бера оладиган интерваллар, фаввора қувурлари билан беркитилганига қарамай, 2386—2425,6 м ва 2589,6—2631 м чуқурликларда етарли даражада аниқ ажратилган.



VIII.15- расм. Фаввора қувурлари билан беркитилган, мустаҳкамлаш қувурлари билан мустаҳкамланган қудуқда газ олинадиган интервалларини ажратиш схемаси.

Газ бера оладиган интервалларни термограмма буйича ажратиш сифати беркитилмаган маҳсулдор интервалларни термометрия, дебитометрия ва шумометрия методларини биргаликда қўллаш йули билан текширилади. VIII.8-расмда ишлаётган интервалларни турли методлар билан утказилган тадқиқотлар натижаларига кўра ажратиш курсатилган.

Шу расмда фаввора қувурларини қудуқ тубигача туширилгандаги термограммаси курсатилган (2-эгри чизиқ). VIII.8-расмдан кўришиб турибдики, ишлаётган интерваллар чегараси барча методларда ҳам нисбатан яхши ажраллади. Агар фаввора қувурлари қудуқ тубигача туширилса, термометрия буйича чегарани ажратиш аниқлиги пасаяди.

Қатчалар дебитларини баҳолаш

Айрим газ бера оладиган интервалларнинг дебитини баҳолаш имконияти — термометрик тадқиқотларнинг асосий афзалликларидан биридир.

i -интервалнинг дебити Q_i қуйидаги формула буйича тахминан аниқланади:

$$Q_i = \frac{t_{\text{кпр.}i} - t_{\text{ум}i}}{t_{\text{ум}i} - t_i} \sum_{n=1}^i Q_{\text{ж}}, \quad (\text{VIII.28})$$

бунда $t_{\text{кпр.}i}$, t_i , $t_{\text{ум}i}$ — пастки интервалдан ишлаётган i -интервалга келадиган, i -қатламдан чиқадиган ва калориметрик аралаштишдан сўнг пастки қатламдан келадиган ва қатламдан чиқадиган газларнинг

мос равишда температураси, °C; $\sum_{n=1}^i Q_{\text{ж}}$ — пастки қатламдан келётган газнинг ва i -қатламдан келадиган газнинг ер юзасида диафрагмали ўлчагич билан критик оқимгача ёки критик оқимда ўлчанган умумий дебити, минг м³/сут.

t_i — миқдор қатламга буладиган депрессия билан чизиқли боғланган булиб, қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$t_i = t_{\text{кат } i} - D_i \Delta p_i, \quad (\text{VIII.29})$$

бунда $t_{\text{кат } i}$ — тухтатиб қуйилган қудуқда термограмма буйича аниқланадиган i -қатлам температураси, °С; D_i — Жоул-Томсоннинг интеграл коэффициентлари, II.8-бандга биноан аниқланади, °С/(кгс/см²); $\Delta p_i = p_{\text{кат } i} - p_m$ — i -қатламга берилган депрессия, кгс/см².

Айрим қатчаларга бериладиган турли депрессияларда, бу одатда кесим буйича ҳар хил тузилган, гидродинамик бўш боғланган ва боғланмаган қатламларда учрайди, чегараларни кирувчи $t_{\text{кат } i}$ ва чиқувчи $t_{\text{ум } i}$ — температураларда ишлайдиган интерваллар буйича ажратиш анча қийин.

Q_i дебитни (VIII.28) ва (VIII.29) формулалар буйича аниқлаш мумкин, бунда қудуққа келадиган газ оқимининг икки ҳалли формуласидан Δp топилади:

$$\begin{aligned} Q_i D_i (A_i Q_i + B_i Q_i^2) + Q_i [(t_{\text{кат } i} - t_{\text{кат } i})(p_{\text{кат } i} + p_{mi})] = \\ = \sum_{n=1}^i Q_{ж} [(t_{\text{кат } i} - t_{\text{ум } i})(p_{\text{кат } i} + p_{mi})], \end{aligned} \quad (\text{VIII.30})$$

бунда A_i , B_i — фильтрациянинг стационар режимларида бажарилган тадқиқотлар натижасида аниқланадиган фильтрацион қаршилик коэффициентлари.

Бироқ айрим қатчалар дебитини аниқлашнинг асосий мақсадларидан бири — A_i ва B_i фильтрацион қаршилик коэффициентларини ҳисоблашдир. Шу сабабли (VIII.30) формуладан бу коэффициентлар маълум бўлгандагина фойдаланиш мумкин. Одатда қудуқ оғзида босим, температура ва умумий дебитларни турли режимларда ўлчаб $A_{\text{ум}}$ ва $B_{\text{ум}}$ аниқланади. $A_{\text{ум}}$ ва $B_{\text{ум}}$ дан ва қуйидаги нисбатлардан фойдаланиб A_i ва B_i ни тахминан топиш мумкин.

$$\frac{A_i}{A_{\text{ум}}} = \frac{1}{k_i h_i} \frac{\left[\sum_{i=1}^n \sqrt{h_i^2 m_i} \right]^2}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i m_i}{k_i}}$$

ва

$$\frac{B_i}{B_{\text{ум}}} = \frac{1}{h_i^2 m_i} \left[\sum_{i=1}^n \sqrt{h_i^2 m_i} \right]^2. \quad (\text{VIII.31})$$

бунда (VIII.31) h_i — i -қатламнинг ишлаётган қалинлиги, м; k_i — ўтказувчанлик, Д; m_i — ғоваклилик, бирлик улушида.

ҚУДУҚЛАРНИНГ ИШЛАШНИИ ТЕХНОЛОГИК РЕЖИМИНИ БЕЛГИЛАШ

Газ ва газконденсат қудуқларидан фойдаланиш улар ишининг технологик режимига мувофиқ конларни ўзлаштириш лойиҳалаштирилганда амалга оширилади.

Қудуқларнинг ишлашнинг технологик режими конни излаш, разведка қилиш ва фойдаланиш пайтида унинг геологик тузилишини, газли коллекторларни ва ундаги газ, сув ва конденсатнинг хусусиятларини урганиш бўйича газогидродинамик, геофизик ва лаборатория тадқиқотлари ўтказиш йўли билан тўпланган материаллар асосида белгиланади.

Қудуқнинг ишлашнинг танланган технологик режимининг туғрилиги кўп жиҳатдан тўпланган маълумотларнинг миқдори ва сифатига боғлиқ. Технологик режимга таъсир қиладиган омиллар рўйхати шу қадар каттаки, бу амалий ҳисоблашларда уларни тўлиқ ҳисобга олиб бўлмайди, улардан баъзиларини тартибга солиб ҳам бўлмайди ёки улар амалда фойдаланиш учун назарий жиҳатдан етарли даражада ишлаб чиқилмаган.

Умуман мавжуд назарий ва амалий тадқиқотлар баъзи бир асосий омилларни ажратиш имконини беради, шуларга қараб уюм ҳақидаги маълумотларни ҳисобга олган ҳолда, қудуқларнинг ишлашнинг технологик режими белгиланади.

Қоида бўйича ҳар бир аниқ конда битта белгиловчи омилни ажратиш мумкин ва шунга биноан қудуқнинг ишлашнинг технологик режими белгиланади. Айрим ҳолларда технологик режимни танлашда бир пайтда иккита ва ундан кўпроқ белгиловчи омилни ҳисобга олиш вариантдан ҳам фойдаланиш мумкин бўлади. Технологик режимга таъсир кўрсатиши мумкин бўлган энг муҳим омиллар қуйидагилардир.

Газли қатламларнинг бузилишга чидамлилиги.

Қудуқ тубида суюқлик устуни ёки қумли тиқиннинг мавжудлиги.

Остки сувларнинг мавжудлиги.

Остки сувлар ва газнинг қудуққа бир пайтда оқиб кириши.

Қатлам қудуқ стволини чулғанган муҳит температураси, гидрат ҳосил бўлиши.

Турли концентрациядаги, босимдаги, температурадаги ва оқим тезлигидаги газ таркибида агрессив компонентларнинг мавжудлиги.

Коннинг кўп қатламлилигини, айрим қатламларнинг ва улар оралағидаги туташтирувчи қатларнинг тавсифини, бу қатламлар

орасида гидродинамик боғлиқликлар бор ёки йуқлигини, уларнинг режимини, улардаги газ таркибини, уларнинг ётиш ва бир фильтр билан очилиш шароитларини, газ захираларини, чегара ва остки сувларнинг яқинлигини ҳисобга олинганлиги.

IX.1. Кудуқ туби зонаси бузилаётган шароитда газ кудуқлари ишлашининг технологик режими

Кудуқ туби зонаси бузилаётган шароитда газ кудуқларининг ишлашини технологик режимини белгилашда, ушбу қатламни тузувчи жинсларнинг мустақкамлилигига таъсир курсатадиган қатор омилларни ҳисобга олиш зарур. Бу омилларга қуйидагилар киради: жинсларнинг ётиш чуқурлиги ва физик-механик хусусиятлари, ёнбош ва тоғ босими, жинслар тўйинган суюқликлар ва газларнинг хусусиятлари, депрессия (босимлар градиенти), оқим тезлиги ва б. таъсири.

IX.1.1. Мустақкамлиги бўш коллекторларни очган кудуқлардан фойдаланилганда қатламга берилиши мумкин бўлган депрессияни аниқлаш

Газли коллекторларни бузилишига сабаб бўладиган асосий омил — қатламга берилиши мумкин бўлган депрессиядир. Унинг қиймати жинс хусусиятларининг мустақкамлигига боғлиқ ҳолда кенг доирада тебраниб туради.

Нефтьгазувли коллекторлар мустақкамлиги бўйича қуйидагиларга бўлинади: мустақкам бўлмаган $0,05$ (кгс/см²) см гача градиентда бузиладиганлари; мустақкамлиги суғ $0,05—1$ (кгс/см²) см гача градиентда бузиладиганлари; мустақкамлиги ўртача $1—1,5$ (кгс/см²)/см градиентда бузиладиганлари ва мустақкамлиги $1,5$ (кгс/см²)/см градиентда бузилмайдиганлари. Ўрганилаётган коллекторларнинг мустақкамлигини санаб ўтилган категориялардан бирига киритиш мақсадида босим градиентини фақат лабораторияда ва конда бажариладиган тадқиқотлар асосида аниқлаш мумкин.

Қатламнинг структурасини бузмасдан кудуқнинг ишлашини таъминлаш учун $R_{кр}$ радиусда критик босимдан ортмайдиган босим градиентини яратиш керак. Агар газ босимининг критик градиенти

$\alpha = \left| \frac{dp}{dr} \right|_{кр}$ деб белгиланса, у ҳолда дебит қуйидаги формула бўйича

аниқланади:

$$Q_{кр} = \frac{a^* R_{кр}}{2b^*} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{4\alpha b^*}{a^{*2}}} \right], \quad (IX.1)$$

бунда

$$a^* = \frac{\mu z p_{ам} T_{қам}}{\pi k h T_m},$$

$$b^* = \frac{\rho_{ам} \varphi_{ам} T_{қам}}{2\pi^2 l h^2 T_{ба}}, \quad (IX.2)$$

α параметри қатлам бузилаётган шароитда ишнинг технологик режимини белгиловчи асосий кўрсаткичдир. У қудуқдан фойдаланилганда бузилиши мумкин бўлган ҳар бир газли қатлам учун аниқланиши керак.

Қатламга берилиши мумкин бўлган депрессия қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$\Delta p = \frac{a Q_{кр} + b Q_{кр}^2}{p_{қам} + p_m}, \quad (IX.3)$$

бунда a , b — тадқиқот натижалари буйича аниқланадиган фильтрацион қаршилиқ коэффициентлари. a , b , ва a^* , b^* оралиғида қуйидаги боғлиқлик бор:

$$a = a^* \ln \frac{R_{\delta p}}{R_{кр}};$$

$$b = b^* \left(\frac{1}{R_{кр}} - \frac{1}{R_{\delta p}} \right). \quad (IX.4)$$

IX.1.2. Қудуқ туби зонаси бузилишининг критик радиусини аниқлаш

Бузилишнинг критик радиусини аниқлаш учун ҳажмий метод асосида, оқим олиб чиқадиган ва тиқин кўринишида тупланадиган қум миқдорини ҳисоблаш йўли билан чиқарилган тахминий формуладан фойдаланиш мумкин

$$R = \sqrt{R_k^2 + \left(\frac{n^* Q}{100} + 0,785 H D_{\delta p}^2 \right) \frac{0,1875 k_{суп}}{(1-m) h_{фой}}}, \quad (IX.5)$$

бунда R_k — қудуқ радиуси, м; қумнинг оқимдаги ўртача концентрацияси, %; Q — фойдаланиш бошланганидан бери қазиб олинган газ йиғиндиси, м³; D_k — қувурлар бирикмаси диаметри, м; H —

қумли тиқинларнинг умумий қалинлиги, m ; m — қатламнинг
 ғовақилиги, $k_{\text{суф}}$ — коллекторнинг физик-механик хусусиятига боғ-
 лиқ бўлган суффозия коэффиценти, $k_{\text{суф}} \approx 0,7-1,0$; $h_{\text{фой}}$ — қатлам-
 нинг филтёр билан очилган фойдали қалинлиги, m .

Газ ф-фильтрацияланганда жинс бузилишининг критик радиуси
 қуйидаги (IX.1) формула буйича аниқланади:

$$R_{\text{кр}} = \frac{2b \cdot Q_{\text{кр}}}{a \cdot \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{4\alpha b \cdot a^2}{a^2}} \right]} \quad (\text{IX.6})$$

(IX.6) формуладан фойдаланганда қуйидагилар зарур.

Қудуқнинг тегишли конструкциясини танлаш йўли билан зарра-
 ларнинг қудуқ тубидан тула чиқарилишини таъминлаш.

Оқим билан чиқадиغان зарраларнинг фракцион таркибини, газли
 объектни бурғилаш жараёнида олинган жинснинг дастлабки таркиби
 билан таққослаш. Бу емирилиш характерини, яъни скелетни ёки
 жинснинг тула емирилишини қисман сақлаган ҳолда аниқлаш имко-
 нини беради.

Жинснинг емирилишига йўл қўймасликнинг учта мумкин бўлган
 варианты мавжуд: минимал, унинг йўл қўйилиши мумкин бўлган
 қийматидан кам градиентни сақлаб туриш; қудуқ тубини мустақкам-
 лашнинг механик ёки кимёвий усулини жорий этиш. Юмшоқ, яхши
 цементланмаган коллекторларда минимал градиентни сақлаб туриш
 гуфри келмайди. Бундай ҳолларда ёки механик усул (турли типдаги
 филтёрларни тушириш ёки уларни қудуқ туби зонасида чуқинди
 ҳосил қилиш йўли билан яратиш), ёки кимёвий усуллар қўлланилади
 (қудуқ туби зонасини мустақкамлаш учун турли хил мустақкамловчи
 моддалардан фойдаланилади).

IX.2. Қудуқ тубида қумли тиқин ёки суюқлик устуни мавжуд бўлганда қудуқлар ишлашининг технологик режими

Қудуқдан фойдаланиш жараёнида коллекторларнинг мустақкам-
 лилигига, қатламга бериладиган депрессияга, қатламга бурғилаш
 эритмасининг сингишига, қудуқ конструкциясига, унинг дебити
 ва дебитни қатламнинг очилиши интервали буйича тақсимланишига,
 оқимдаги суюқлик миқдорига қараб оқимда қумли тиқин ва суюқлик
 устуни ҳосил бўлиб, қудуқнинг ишлашини технологик режимига
 салбий таъсир кўрсатиши мумкин. Шу сабабли бундай қудуқларнинг
 технологик режимини танлашда ҳеч бўлмаганда, қумли тиқинлар

ёки сууюқлик устуни ҳосил бўлиши эҳтимолини бартараф этадиган омилларни ҳисобга олиш зарур. Қумли тиқин ёки сууюқлик устунининг миқдорий таъсирини қудуқнинг номукамаллигини унинг дебитига таъсири билан таққослаш мумкин. Бу ҳодиса тиқиннинг баландлигидан ташқари, унинг ўтказувчанлиги билан ҳам боғлиқдир. Изотроп қатламларда ҳосил бўлган тиқиннинг баландлиги қатламнинг умумий газли қалинлигининг 20% фоизигача бўлса, у амалда қудуқ дебитига таъсир қилмайди.

IX.2.1. Қатлам қумли тиқин ва сууюқлик устуни билан тўла ёки қисман беркитилганда қудуқ дебитини аниқлаш

I. Тиқинли қудуқда газ филтрацияси ва босим градиенти юқори бўлса, қатлам тиқин билан тўла беркитилиб қолганда қудуқ дебити тахминан қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$Q = \frac{p_{kam}^2 - p_m^2}{\sqrt{ab}} th \sqrt{\frac{b}{a}} \delta, \quad (IX.7)$$

бунда p_{kam} , p_m — мос равишда қатлам ва қудуқ туби босими, кгс/см²; δ — қатлам қалинлиги H га тенг бўлган тиқиннинг баландлиги, м; a , b — қуйидаги ифода билан аниқланадиган филтрацион қаршилик коэффициентлари:

$$a = \frac{116 \mu z p_{am} T_{kam}}{\pi k T_{ба}} \ln \frac{R_{бp}}{R_k};$$

$$b = \frac{232 \mu z p_{am} T_{kam}}{\pi k_{ym} R_k^2 T_{ба}}, \quad (IX.8)$$

бунда k_{yt} — тиқиннинг ўтказувчанлиги, Д.

Тиқин билан тўла беркитилган маҳсулдор қатламдаги қудуқнинг нисбий дебити тахминан қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\bar{Q} = \frac{th \sqrt{\frac{b}{a}} \delta}{\delta \sqrt{\frac{b}{a}}}. \quad (IX.9)$$

Мисол. (IX.9) формула билан $H = \delta = 1,5$ ва 10 м бўлганда қатлам ва тиқин k/k_{yt} ўтказувчанлигининг турли нисбатларида Q ҳисобланди. Ҳисоблаш натижаси қури IX.1-расмда курсатилган, ундан куришиб турибдики, қатлам қалинлиги ва тиқин баландлиги ортиши билан қудуқ дебити камаяди.

II. Газли қатлам тиқин билан қисман беркитилганда қудуқнинг нисбий дебити қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\bar{Q} = 1 - \frac{\delta}{H} \left(1 - \frac{th \sqrt{\frac{b\delta^2}{a}}}{\sqrt{\frac{b\delta^2}{a}}} \right). \quad (\text{IX.10})$$

Мисол. k/k_x ning турли нисбатлари учун $H = 50$ м, $\delta = 1, 10, 20$ ва 30 м булганда (IX.10) формула бўйича ҳисоблашлар бажарилиб, натижалари IX.2-расмда курсатилган. IX.2-расмдан куришиб турибдики, тикнинг баландлиги катта булганда $\delta = 30$ м ва $k/k_x < 0,5 \times 10^{-3}$ нисбатда ифлосланган зона амалда ишламайди ва шу сабабли тикнинг қудуқнинг нисбий дебити очилиш даражаси бўйича номуқаммал қудуқнинг нисбий дебитига мос келади.

III. Қалинлиги H бўлган қатламни очган ва $\delta = H$ баландликдаги суюқлик устуни билан беркитилган қудуқ дебити қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$Q = \frac{p_m^2(1 - e^{D_1\delta})}{aD_1} + \frac{p_{\text{қам}}^2\delta}{a}, \quad (\text{IX.11})$$

бунда

$$D_1 = \frac{0,0683\bar{p}}{z_{yp}T_{yp}} \left[\varphi + (1 - \varphi) \frac{\rho_r}{\rho_c} \right]. \quad (\text{IX.12})$$

ρ_c , ρ_r — мос равишда қудуқ туби шароитидаги суюқлик ва газ зичлиги; φ — фильтр интервалидаги ҳақиқий газ миқдори; p_m — қатламнинг устки қисмидаги қудуқ туби босими.

Маҳсулдор қатлам суюқлик устуни билан тўла беркитилганда қудуқнинг нисбий дебити тахминан қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\bar{Q} = \frac{p_m^2(1 - e^{D_1\delta})}{D_1\delta(p_{\text{қам}}^2 - p_m^2)} + \frac{p_{\text{қам}}^2}{p_{\text{қам}}^2 - p_m^2}. \quad (\text{IX.13})$$

IV. Маҳсулдор қатлам суюқлик устуни билан қисман беркитилиб, қатламнинг вертикал утказувчанлиги нолга яқин булганида қудуқнинг нисбий дебити қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\bar{Q} = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_0} = \frac{p_m^2(1 - e^{D_1\delta})}{D_1H(p_{\text{қам}}^2 - p_m^2)} + \frac{p_{\text{қам}}^2\delta}{H(p_{\text{қам}}^2 - p_m^2)} + \frac{H - \delta}{H}, \quad (\text{IX.14})$$

бунда Q_0 — тоза (суюқлик устунисиз) қудуқ дебити; Q_1 , Q_2 — қатламнинг мос равишда суюқлик устуни билан беркитилган ва бекитилмаган қисмларининг дебитлари.

Мисол. (IX.14) формула бўйича $H=100$ м, $p_{\text{кв}} = 100$ кгс/см², $p_m = 99, 98, 95$ ва 90 кгс/см², $\rho_c = 1000$ кг/м³, $\rho_s = 0,8$ кг/м³; $\rho = 0,62$; $\varphi = 0,8$, $T_{\text{yp}} = 300$ К да δ нинг турли қийматлари учун дебитлар ҳисобланди. Ҳисоблаш натижалари IX.3-расмда курсатилган.

IX.2.2. Қудуқ тубининг ифлосланиш даражасига депрессиянинг таъсири ва тиқинини ҳосил бўлиш ёки емирилиш шароити

Қудуқ тубининг қумли тиқин билан ифлосланиш даражаси тиқин узунлиги бирлигига тўғри келадиган оқим тезлиги ва депрессия билан боғлиқ.

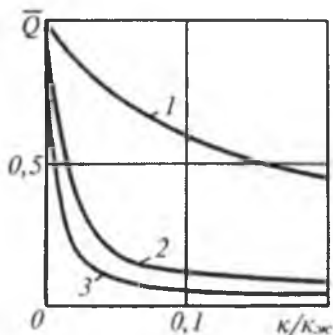
Қатламнинг устки қисмидаги босим p_m тиқин ўтказувчанлиги ва босим градиенти бўлганда δ баландликдаги ва кесими 1 см^2 тиқинга таъсир этадиган куч қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$p_{\text{к.туб.}}^2 - p_m^2 = p_{\text{қат.}}^2 - p_m^2 - \frac{p_{\text{қат.}}^2 - p_m^2}{ch \sqrt{\frac{b}{a}} \delta}, \quad (\text{IX.15})$$

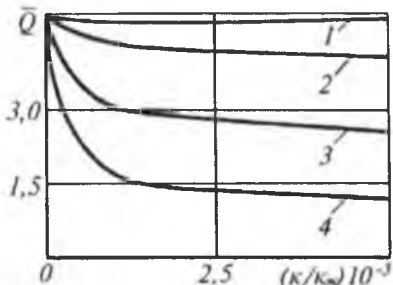
бунда $p_{\text{к.туб.}}$ — қатламнинг остки қисмидаги босим, кгс/см².

Тиқин узунлиги бирлигидаги солиштира фарқни тахминан қуйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин:

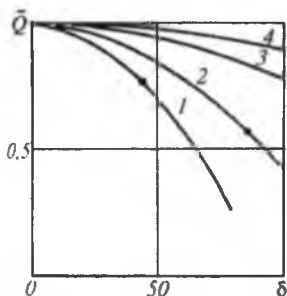
$$R = \frac{p_{\text{к.туб.}}^2 - p_m^2}{\delta (p_{\text{қат.}}^2 - p_m^2)} = \frac{1}{\delta} \left(1 - \frac{1}{ch \sqrt{\frac{b}{a}} \delta} \right). \quad (\text{IX.16})$$



IX.1- расм. Қудуқдаги маҳсулдор қатламнинг тўлиқ лойқаланган қисми учун Q ни k/k_x га боғлиқлиги. δ , м: 1—1; 2—5; 3—10



IX.2- расм. Қудуқ туби тўлиқ лойқаланмаганда тиқиннинг турли баландлиги учун Q ни k/k_x га боғлиқлиги. δ , м: 1—1; 2—10; 3—20; 4—30



IX.3- расм. Q ни δR га боғлиқлиги, $\text{кг}/\text{см}^2$.
1-1; 2-2; 3-5; 4-10

Мисол. (IX.16) формула буйича турли $\sqrt{\frac{b}{a}} = 0,05 - 0,25$ ва δ учун R ҳисобланиб, IX.4-расмда курсатилган. Ундан куришиб турибтики, R нинг солиштирма фарқи унинг критик қийматидан ортса (эгри чизикдаги максимум нуқтаси), тикиннинг усиши тўхтаб, емирилиши бошланади. Тикиннинг утказувчанлиги ортиши билан ундаги солиштирма йўқотишлар камаяди.

Тикин ҳосил бўлиш жараёнига депрессиянинг таъсирини қуйидаги формулалар буйича баҳолаш мумкин:

$$\delta_1 = \frac{10^4 (p_{\text{кат}} - p_m)}{2\rho_{\text{ж}}} + \sqrt{\left[\frac{10^4 (p_{\text{кат}} - p_m)}{2\rho_{\text{ж}}} \right]^2 - \frac{2a}{b}}, \quad (\text{IX.17})$$

$$\delta_2 = \frac{10^4 (p_{\text{кат}} - p_m)}{2\rho_{\text{ж}}} - \sqrt{\left[\frac{10^4 (p_{\text{кат}} - p_m)}{2\rho_{\text{ж}}} \right]^2 - \frac{2a}{b}}. \quad (\text{IX.18})$$

(IX.17) формула қуйидагиларни аниқлаш имконини беради.

1. Қуйидаги шартда тикиннинг критик баландлигини аниқлаш имконини беради:

$$\left[\frac{10^4 (p_{\text{кат}} - p_m)}{2\rho_{\text{ж}}} \right]^2 = \frac{2a}{b}. \quad (\text{IX.19})$$

2. Қуйидаги ҳолатда тикиннинг тинмай ўсишини аниқлаш имконини беради:

$$\left[\frac{10^4 (p_{\text{кат}} - p_m)}{2\rho_{\text{ж}}} \right]^2 < \frac{2a}{b}. \quad (\text{IX.20})$$

3. Қуйидаги ҳолатда тикиннинг емирилиши ва ер юзасига олиб чиқилишини аниқлаш имконини беради:

$$\left[\frac{10^4 (p_{\text{кат}} - p_m)}{2\rho_{\text{ж}}} \right]^2 > \frac{2a}{b}. \quad (\text{IX.21})$$

бунда $\rho_{\text{ж}}$ — тикин ҳосил қилган модданинг зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Мисол. (IX.17) ва (IX.18) формулалар буйича $2a/b = 10, 100, 400, 900, 1500$ ва 2500 ҳамда турли депрессиялар учун тикин баландлиги ҳисобланади. Ҳисоб натижалари IX.5-расмда курсатилган.

Қумли тиқин ёки суюқлик устунининг ҳосил бўлиши фаввора қувурлари диаметрини ва тушириш чуқурлигини танлаш, тешиш интервалида дебитнинг тақсимланиши ва қудуқ дебити билан боғлиқ. Зарранинг шакли ва ўлчамига боғлиқ ҳолда диаметрни танлаш нисбатан старли ўрганилгани боис, технологик режимни белгилашда қувурни тушириш чуқурлиги асосий мезон ҳисобланади.

Фаввора қувурларининг тушириш чуқурлиги босимнинг йўқолиши, уларнинг қисилиб қолиши мумкинлиги, перфорациялаш интервали (ёки очиқ қудуқ туби)нинг бир хиллиги, дебитнинг кесим бўйлаб тақсимланиши, фильтрнинг узунлиги, қувурни маҳсулдор интервалгача туширишни талаб этадиган тадқиқот ишларини ўтказиш зарурлиги ва б. билан боғланиши керак. Амалда барча санаб ўтилган омиллар, тушириш чуқурлигини ҳам қўшганда, алоҳида-алоҳида ўрганиб чиқилган. Бироқ ҳозирги вақтда барча омилларни ҳисобга олган ҳолда фаввора қувурларининг тушириш чуқурлигини ҳисоблашнинг ягона методикаси йўқ. Тўпланган материални умумлаштирган ҳолда, қисилиб қолиш хавфи бўлмаган, перфорациянинг очиқ интервалини талаб этадиган тадқиқотларни ўтказиш зарурати бўлмаган қудуқлар учун қувурларни перфорациялаш интервалининг 85—90% чуқурлигигача туширишни тавсия этиш мумкин.

IX.3. Остки сувлар мавжудлигида қудуқлар ишлашининг технологик режими

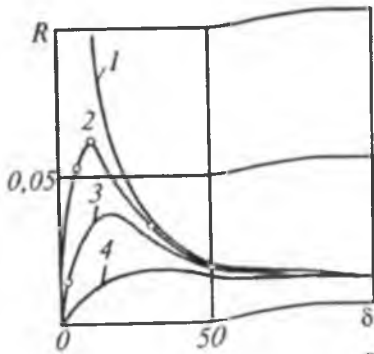
IX.3.1. Газ-сув туташ юзаси кўгарилишини ҳисобга олмаганда газ қудуқларининг энг юқори сувсиз дебитини аниқлаш

Остки сувларнинг мавжудлиги газ қудуқлари ишлашини технологик режимга таъсир этувчи асосий омиллардан биридир. Бундай қудуқларнинг унумдорлиги қатламга берилиши мумкин бўлган депрессия билан чегараланади ва (IV.62) ёки (IV.63) формула билан аниқланадиган. Агар қатламга берилиши мумкин бўлган депрессия (IV.62) формула билан аниқланса, унда қудуқнинг юқори сувсиз дебити қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$Q_{ю} = \frac{-a + \sqrt{a^2 + 4b\Delta\rho_{м.б}(p_{кат} + p_m)}}{2b}, \quad (IX.22)$$

бунда a , b — қудуқни тадқиқ қилиш натижалари бўйича аниқланадиган фильтрацион қаршилик коэффициентлари; $p_{кат}$, p_m — мос равишда қатлам ва қудуқ туби босими.

Агар мумкин бўлган депрессия (IV.63) формула бўйича аниқланган бўлса, у ҳолда қудуқ билан изотроп қатлам очилганда $Q_{кат}$ — қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:



IX.4- расм. Тиқиннинг ўлчамига ва унинг узунлик бирлигига тўғри келадиган босимлар фарқини ўзаро боғлиқлиги.

$\sqrt{b/a}$: 1 - 0,25; 2 - 0,15; 3 - 0,10; 4 - 0,05; 5 - Газли конидаги №9 қудуқ маълумоти буйича.

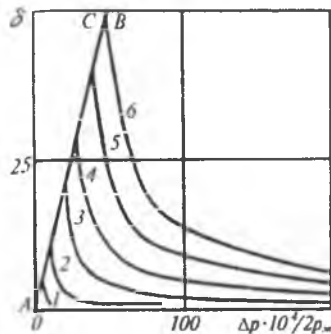
$$Q_{ю} = \frac{a\bar{h}}{2b \ln \bar{R}} \ln \frac{\bar{R}}{\bar{h}} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{\bar{k}_0(1-\bar{h})}{\bar{h} \left(\ln \frac{\bar{R}}{\bar{h}} \right)^2}} \right], \quad (IX.23)$$

анизотроп қатламники қуйидаги формула буйича ҳисобланади:

$$Q_{ю} = \frac{a\bar{h}}{2b} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{4bvD(1-\bar{h}) \ln \bar{R}}{a^2 \bar{h} \ln \frac{\bar{R}^v - c}{\bar{h}}}} \right], \quad (IX.24)$$

бунда

$$\bar{k}_0 = \frac{4bD(\ln \bar{R})^2}{a^2}; \quad (IX.25)$$



IX.5- расм. Лоқолалиниш зонаси ўлчамининг депрессияга боғлиқлиги. C - тиқиннинг қатталиги ҳар қандай бўлиши мумкин бўлган фаразий область; $2a/b$: 1-10; 2-100; 3-400; 4-900; 5-1500; 6-2500.

$$\bar{R} = \frac{R_{\text{ср}}}{R_{\text{к}}}$$

(IV.63) формула бўйича аниқланадиган Δp^2 ни тахминан $p_{\text{қат}}^2 - p_m^2 = 0,2 p_{\text{қат}} (\rho_{\text{суб}} - \rho_r)(h - h_{\text{ок}}) = D_c$ га алмаштириш мумкин, (IX.26) бунда

$$D = 0,2 p_{\text{қат}} h (\rho_{\text{суб}} - \rho_r); \quad c = 1 - \bar{h}$$

ва

$$\bar{h} = h_{\text{ок}} / h; \quad (\text{IX.27})$$

$\rho_{\text{суб}}, \rho_r$ — қатлам шароитидаги сув ва газнинг мос равишда зичлиги; $v = \sqrt{k_{\text{суб}} / k_r}$ анизотропик параметри.

$h_{\text{ок}} \geq 0,577h$ бўлганда қудуқнинг юқори сувсиз дебитини (IX.23) ва (IX.24) формулалари бўйича аниқлаш лозим. Бу формулалар бўйича $h_{\text{ок}} > 0,577h$ бўлганда олинган дебитлар барча мавжуд методлар билан олинган дебитларга нисбатан кичикдир.

Мисол. Изотрон қатламни очган қудуқнинг юқори сувсиз дебитини қуйидаги бошланғич маълумотлар билан аниқланг. $R_{\text{ср}} = 100$ м; $R_{\text{к}} = 0,1$ м; $h = 60$ м; $p_{\text{ср}} = 46,6$ кгс/см²; $a = 0,6$; $b = 0,000105$; $k_r = k_{\text{суб}} = 0,213$ Д; $h_{\text{ок}} = 40$ м ва $h_{\text{ок}} = 30$ м учун $\rho_{\text{суб}} = 1020$ кг/м³.

(IX.22) ва (IX.23) формулалари бўйича амалга оширилган ҳисоблашлар шуни кўрсатадики, $\bar{h} = 0,5$ да юқори сувсиз дебитлар мос равишда $Q_{\text{кел}} = 425$ минг м³/сут ва $Q_{\text{кел}} = 378$ минг м³/сут га тенг, $\bar{h} = 0,667$ да эса $Q_{\text{кел}} = 272$ минг м³/сут га тенг.

IX.3.2. Газ-сув туташ юзаси кутарилишини ҳисобга олганда газ қудуқларининг энг юқори сувсиз дебитини аниқлаш

IX.3-бандда баён қилинган формула бўйича аниқланадиган юқори сувсиз дебитлар газ-сув туташ юзасининг жорий ҳолати учун яроқлидир. Қатламнинг газли қисмида қатлам дебити пасайишига қараб газ-сув туташ юзаси кутарилади. Газ-сув туташ юзасининг кутарилиши қатламнинг газли қисмининг қатлам босимига, a ва b параметрларига, қатламни қалинлиги h ва б.ларга таъсир қилмайди. Шу сабабли юқори сувсиз дебитни башоратлашда вақтга қараб газ-сув туташ юзаси ҳолатининг ўзгаришини ҳисобга олиш керак.

Газ-сув туташ юзасининг кутарилиши (IV.62), (IV.63) ва (IX.22), (IX.23) формулаларга кирувчи параметрларнинг ўзгартириш йўли билан ҳисобга олинади. Агар $Q_{\text{кел}}$ (IX.22) формуласи бўйича аниқланса, у ҳолда $p_{\text{м6}}$, a ва b қуйидагига алмашади

$$\Delta p_{м.6}(t) = \frac{(\rho_{суб} - \rho_r)h^2(t)}{3} \left[\frac{1}{\sqrt{h_{ок}^2 + R_c^2}} - \frac{\sqrt{3}}{h(t)} \right] \sqrt{\frac{k_r}{k_{суб}}} + 0,42h(t)(\rho_{суб} - \rho_r); \quad (IX.28)$$

$$a(t) = ah/h(t); \quad b(t) = bh^2/h^2(t). \quad (IX.29)$$

Бундан ташқари, $p_{кат}$, $\rho_{суб}$ ва ρ_r лар $p_{кат}(t)$, $\rho_{суб}(t)$ ва $\rho_r(t)$ га алмаштирилади. Агар $Q_{ю}$ (IX.23) ёки (IX.24) формуласи бўйича аниқланса, бунда газ-суб туташ юзаси кутарилишини ҳисобга олган ҳолда бу формулалар куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$Q_{ю} = \frac{a(t)\bar{h}(t)}{2b(t)\ln R} \ln \frac{\bar{R}}{h(t)} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{k_0(t)[1 - \bar{h}(t)]}{\bar{h}(t) \left[\ln \frac{\bar{R}}{h(t)} \right]^2}} \right]; \quad (IX.30)$$

$$Q_{ю} = \frac{a(t)\bar{h}(t)}{2b(t)} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{4b(t)vD(t) [1 - \bar{h}(t)] \ln \bar{R}}{a^2(t)\bar{h}(t) \ln \frac{\bar{R}^v - c(t)}{h(t)}}} \right]; \quad (IX.31)$$

бунда

$$k_0(t) = 4b(t)D(t)(\ln \bar{R})^2 / a^2(t);$$

$$c(t) = 1 - \bar{h}(t); \quad \bar{h}(t) = h_{ок} / h(t);$$

$$D(t) = 0,2p_{кат}(t) [\rho_{суб}(t) - \rho_r(t)] h(t).$$

Газга тўйинган қалинликнинг бошланғич ва жорий қиймати ўртасидаги фарқни тахминан куйидаги формула бўйича аниқлаш мумкин:

$$h_0 - h(t) = \Delta h = \frac{2}{3} \sqrt{4\aleph t + A_0 t^2} - \frac{4\aleph}{3\sqrt{A_0}} \ln \frac{2A_0 t + 4\aleph t + 2\sqrt{A_0} \cdot \sqrt{4\aleph t + A_0 t^2}}{4\aleph}; \quad (IX.32)$$

бунда

$$A_0 = \frac{3kQp_{ам}}{m\varphi_r \beta \mu_{суб} \Omega_0}; \quad (IX.33)$$

$$\Omega_0 = \pi R_k^2 m h_0 \varphi_r;$$

k — қатламнинг ўтказувчанлиги, Д; Ω_0 — уюмнинг газли қисмининг бошланғич ҳажми, м³; $\mu_{суб}$ — қатлам шароитидаги сувнинг қовушқоқлиги, сП; Q — қудуқ дебити, минг м³/сут; t — ишлатиш вақти,

сут; уюмнинг сувли қисмининг пьезоутказувчанлик коэффициентини, $\text{см}^2/\text{с}$; $\beta = 293/T_{\text{сут}}$ — температурага тузатиш; m — роваклилик, бирлик улушида; φ_r — газли қисмининг газга тўйинганлиги, бирлик улушида.

Газ-сув туташ юзаси ҳаракатчан бўлганда юқори сувсиз дебитни аниқлаш тартиби қуйидагича бўлади.

(IX.32), (IX.33) формулалар буйича қатламнинг газли қисмининг ҳажми, сунгра A_0 коэффициентини, кейин Δh ва $h(t)$ аниқланади (қараб чиқилаётган вақт булагини учун).

Қатламнинг жорий босими моддий баланс тенгласидан аниқланади, ўз навбатида газ захирасининг қолган қисми ва уюмнинг газли қисмининг жорий ҳажми инобатга олинади, бунда $\Omega_m = \pi R_c^2 m \varphi_r h(t)$ га тенг бўлади.

Уюмнинг газли қисмининг жорий ҳажми Ω_m буйича жорий A_t ҳисобланиб, унда янги Q қабул қилинади. Қабул қилинадиган ҳисоблаш методикасига боғлиқ ҳолда (IX.28), (IX.29) ёки (IX.30) — (IX.33) формулалари буйича жорий параметрлар аниқланади.

Бу қийматлар буйича юқори сувсиз дебит $Q_{\text{ксл}}$ (IX.23) ёки (IX.22) формулалари буйича ҳисобланади.

Ҳисобланган $Q_{\text{ксл}}$ дан янги жорий қиймат A_m ни топишда фойдаланилади.

Шунга эътибор бериш керакки, Δh ни аниқлашда катта аниқлик талаб қилинади, яъни логарифмдан кичик миқдорни ҳисоблаш (вергуддан сунг еттинчи белгигача) зарур бўлади.

Мисол. Қуйидаги бошланғич маълумотлар билан қудуқларнинг юқори сувсиз дебитини аниқланг: $t = 0; 1000; 2000; 3000$ ва 4000 сутка бўлганда $p_{\text{сут}} = 300$ кгс/см²; $h_0 = 50$ м; $R_{\text{оп}} = 500$ м; $R_c = 0,1$ м; $a = 0,56$ сут/минг. м³; $b = 0,0058$ (сут/минг м³)²; $\kappa = 1,25 \cdot 10^3$ см²/с; $Q_{\text{н}} = 340$ минг. м³/сут; $\Omega_0 = 5,81 \cdot 10^6$ м³; $\varphi_r = 0,74$; $\beta = 0,76$; $m = 0,2$; $k = 0,025$ Д. Ҳисоблаш натижалари IX.1-жадвалда келтирилган ва IX.6-расмда кўрсатилган. IX.6-расмдан кўриниб турибдики, (IX.30) формула буйича ҳисобланган юқори сувсиз дебитлар ҳаракатчан газ-сув туташ юзасида янада жадалроқ пасаяди, бу уюмни ишлатиш жараёнида қатламга бериладиган депрессияни камайтириш зарурияти, қатлам қалинлиги ва б. билан боғлиқ.

IX.1-жадвал

Газ-сув туташ юзаси ҳаракатчан бўлганда $Q_{\text{ксл}}$ ни ҳисоблаш натижалари

t, сут	Q_r , млн.м ³	D / м	h(t), м	Ω_r , млн. м ³	$p_{\text{сут}}$ (А), кгс/см ²
0	0	—	50,0	5,81	300
1000	340	3,0	47,0	5,46	257
2000	680	8,2	41,8	4,85	219
3000	1020	15,5	34,5	4,00	181
4000	1360	27,0	23,0	2,67	144

IX.3.3. Остки суви бўлган газли қатламнинг оптимал очилишини аниқлаш

Остки суви бўлган газли қатламни оптимал очилиши қудуқнинг максимал сувсиз дебитини таъминлайди ва қатламнинг ҳажмий ва фильтрацион хусусиятларига, газ ва сувнинг хоссаларига ва б.га боғлиқ бўлади.

Қатламнинг оптимал очилиши аналитик ва графо-аналитик методлар билан аниқланади.

Аналитик методда қатламнинг оптимал очилиши $h_{он}$ тахминан қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$h_{он} = 0,56 \left[0,6h + \frac{a_1}{b_1 \rho_{қат} (\rho_{сув} - \rho_r)} - \sqrt{\left[0,6h + \frac{a_1}{b_1 \rho_{қат} (\rho_{сув} - \rho_r)} \right]^2 - 0,36h^2} \right], \quad (IX.34)$$

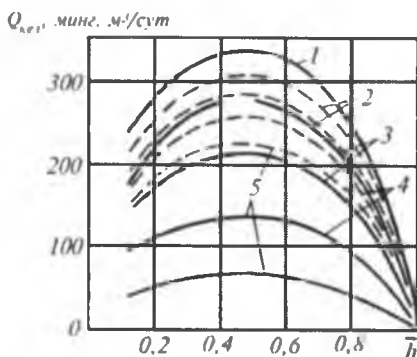
бунда $a_1 = ah$; $b_1 = bh^2$. a ва b нинг янги қийматлари қуйидаги формулалар бўйича аниқланиши керак:

$$a = \frac{2a_1}{h_{ок} + h}; \quad b = \frac{4b_1}{(h_{ок} + h)^2}. \quad (IX.35)$$

Графо-аналитик методда қатламнинг оптимал очилиши қуйидагича аниқланади.

(IX.23) ёки (IX.24) формула бўйича турли хил h учун $Q_{ю}$ ҳисобланади.

$Q_{ю}$ нинг h га боғлиқлик графиги тузилади (IX.7-расм).



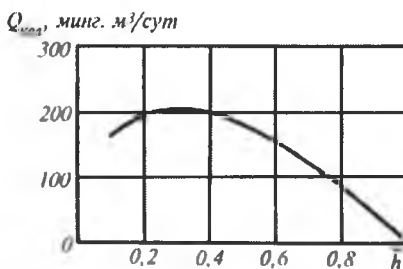
IX.6- расм. Қўзғаладиган (туташ чизиқлар) ва қўзғалмайдиган (узук-узук чизиқлар) газ-сув туташ юзасида $Q_{ю}$ ни h га боғлиқлиги.

$\rho_{квт}$, кгс/см²; 1-300; 2-257; 3-219; 4-181; 5-144.

$Q_{ю}$ нинг h га боғлиқлиги буйича $\bar{h}_{оп} = h_{ок.оп} / h$ га мос келадиган сувсиз дебитнинг $Q_{ю. макс}$ қиймати аниқланади.

Таклиф этилган графо-аналитик метод буйича бошланғич маълумотлар $a=5,6$ сут/минг m^3 ; $b=0,0058$ (сут/минг m^3)²; $\rho_{с\text{у}\text{т}}=300$ кгс/см²; $h=50$ м; $R_{бр}=500$ м; $R_{с\text{у}\text{в}}=0,1$; (IX.23) формула буйича берилган h учун $Q_{ю}$ ҳисобланди ва

$Q_{ю}$ нинг h га боғлиқлик графиги тузилади. $Q_{ю}$ нинг h га боғлиқлиги буйича тузилган эгри чизиқ ёрдамида максимал $Q_{ю}$ буйича ушбу қудуқ учун мақбул бўлган $Q_{ю}=200$ минг m^3 /сут га тенглигини аниқлаймиз, у уз навбатида $h=0,35$ қийматига мос келади, бу қийматлар қудуқ учун оптимал ҳисобланади. Бунда оптимал очиш $h_{ок.оп}=0,35$ $h=17,5$ м га тенг бўлади. Қатламни оптимал очишни аниқлаш методикасидан газ-сув туташ юзаси ҳаракатчан бўлган уюмларни ишлатиш жараёнида $Q_{ю}$ ни вақти-вақти билан назорат қилиб туришда фойдаланилади.



IX.7- расм. $Q_{ю}$ ни h га боғлиқлиги.

IX.4. Газ ва остки сувлар оқими бир пайтда пайдо бўлганда қудуқлар ишлашининг технологик режими

Остки сувлар конуси қудуққа ёриб кирганда ва унинг қудуқ тубига оқиб киришини тухтатиш имконияти бўлмаса, бундай қудуқнинг ишлашини технологик режимини белгилаш зарурияти туғилади.

Газ ва остки сувлар қудуқ тубига бир пайтда оқиб кирганда уларнинг дебитини етарли даражада тўғри аниқлаш методикаси шу пайтгача ишлаб чиқилмаган. Шу сабабли газ ва сув дебитини ҳисоблашнинг тахминий методлари тавсия этилади.

Изотроп қатламнинг газли қисми тўла очилмаганда остки сувлар дебити қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$Q_{с\text{у}\text{в}} = \frac{\pi k_{с\text{у}\text{в}}(\sigma) \Delta p \left(\Delta p - \frac{h - h_{ок}}{\eta} \right) \eta}{\mu_{с\text{у}\text{в}} \ln \frac{R_{бр}}{R_{к}}} \quad (IX.36)$$

бунда $k_{с\text{у}\text{в}}(\delta)$ — сув учун фазали ўтказувчанлик, Д; $\mu_{с\text{у}\text{в}}$ — қатлам шароитидаги сувнинг қовушқоқлиги, сП; $h, h_{ок}$ — қатламнинг мос равишда газли ва очилган қисмининг қалинлиги, м; η — қатлам шароитида 1 кгс/см² босимни юзага келтирувчи сув устуни баландлиги, м/(кгс/см²).

Мисол. Қуйидаги бошланғич маълумотлар бўйича қудуқдаги сув дебитини аниқланг. $p=1-5$ кгс/см² бўлганда $h=50$ м; $h_{ок}=25$ ва 50 м; $=10$ м/кгс/см²; $R_{св}=500$ м; $R_{к}=0,1$ м; $k_{св}$ (σ)=0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 ва 1,0 Д. Ҳисоблаш (IX.36) формула бўйича амалга оширилган, унинг натижалари IX.8-расмда берилган. IX.8- расмга мувофиқ остки сувлар оқими сувнинг босимсиз ҳаракатидаги оқимга ухшашдир.

Анизотроп қатламда газ ва остки сув қудуққа бир пайтда кириб келганда остки сув дебити тахминан қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$Q_c = \frac{5,426k_{г\text{св}}v h_2 \Delta p}{\mu_v \ln \frac{R_k}{R_c}} \left[1 - \frac{v h_2}{\eta \Delta p} \ln \left(1 + \frac{\eta \Delta p}{v h_2} \right) \right] \quad (\text{IX.37})$$

бунда $k_{г\text{св}}$ — сув учун горизонтал ўтказувчанлик, Д; $v = \sqrt{k_{г}/k_c}$ анизотропия коэффиценти; h_2 — қатламнинг сув билан банд бўлган қисмининг қалинлиги, м.

Газ дебити тахминан қуйидаги формула бўйича аниқланади:

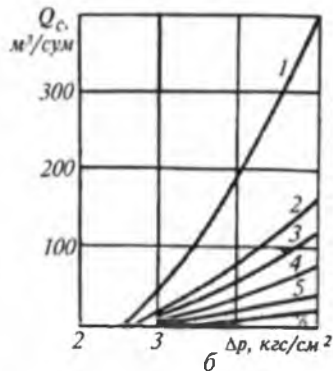
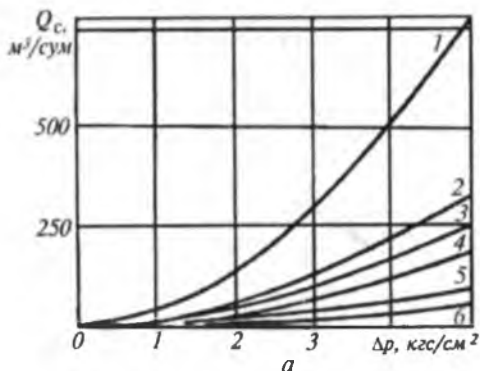
$$Q_g = \frac{0,017\pi k_{г} h_1 T_{6a} \Delta p}{\mu_r z p_{ам} T_{кам} \ln \frac{R_r}{R_k}} \left[\left(1 - \frac{v h_2}{h_1} \right) p_{кам} - 0,5 + \frac{v h_2}{\eta} + \frac{(v h_2)^2 p_{кам}}{\eta h_1 \Delta p} \ln \left(1 + \frac{\eta \Delta p}{v h_2} \right) \right], \quad (\text{IX.38})$$

бунда $k_{г}$ — газ учун горизонтал ўтказувчанлик, Д; h_1 — қатламнинг газ билан банд бўлган қисмининг қалинлиги, м; μ_r — газнинг қовушқоқлиги, сП; z — газнинг ўта сиқилувчанлик коэффиценти.

Мисол. Қуйидаги бошланғич маълумотлар билан қудуқдаги газ ва сувнинг дебитлари аниқлансин: Δp , h_1 , h_2 нинг турли қийматлари учун $k_{г} = 0,01$ Д; $k_{св} = 0,01$ ва $0,001$ Д; $\mu_r = 0,02$ сП; $\mu_c = 1,0$ сП; $\eta = 10$ м (кгс/см²); $p_{ам} = 50$ кгс/см²; $R_{св} = 500$ м; $R_{к} = 0,1$ м. Газ ва сув дебитларини ҳисоблаш натижалари IX.9-расмда кўрсатилган.

IX.5. Қудуқлар ишлашининг температурали технологик режими

Қатлам ва қудуқ стволени қуршаган муҳитнинг температураси паст булганида ҳамда газда намлик мавжудлигида қудуқ туби зонасида ва қудуқ стволида гидратлар ҳосил бўлиши учун шароит юзага келади. Натижада қудуқнинг ишлаши мураккаблашади ва газ қазиб олишнинг ишончлилиги пасаяди. Гидрат ҳосил бўлишини бартараф этишга ва қудуқлардан фойдаланиш имкониятини оширишга қудуқнинг ишлашини технологик режимини тўғри танлаш ёки қудуққа



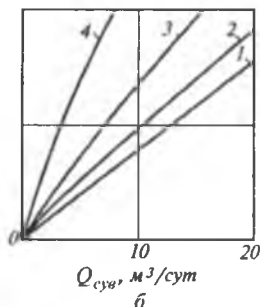
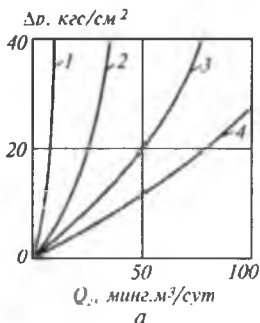
IX.8- расм. Сув дебитининг қатламга бўлган депрессияга боғлиқлиги. Қатламнинг газли қисмининг очилгани: а- тўлиқ очилган; б-тўлиқ очилмаган; $k_{\text{суб}}(\sigma)$, Д(5): 1-1; 2-0,4; 3-0,3; 4-0,2; 5-0,1; 6-0,05.

гидратга қарши ингибиторларни ҳайдаш йўли билан эришиш мумкин. Қудуқнинг гидратлар ҳосил қилмай ишлашини таъминлайдиган технологик режимни белгилаш имконияти мавжуд бўлганда, кам самарали усул қудуққа ингибиторни ҳайдаш усулини қўллаш мақсадга мувофиқ эмас. Гидрат ҳосил бўлиш шароитида қудуқнинг ишлашини температурали технологик режимини аниқлаш ва гидрат ҳосил бўлишини барқарор босим ва температура билан боғлаш керак. Барқарор босим ва температурада гидрат ҳосил бўлиши газ таркиби, намлик миқдори, қудуқ стволини ўраб турган муҳитнинг теплофизик хусусиятлари ва параметрларига ва б. га боғлиқ.

Қудуқнинг ишлашини температурали технологик режимини белгилаш учун газнинг дебити, босими ва температурасининг ўзгаришини аниқлаш ва бу ўзгаришларни гидрат ҳосил бўлишининг барқарор босими ва температураси билан боғлаш зарур. Бунда газ оқимининг қудуққа кириб келиши тенгламасидан, қудуқ стволида газ оқимини ҳаракатланиш тенгламасидан, гидрат ҳосил бўлиш босими билан барқарор температура оралиғидаги аналитик ёки экспериментал боғлиқликдан ва қатламда ҳамда ишлаётган қудуқ стволида температурани ўзгариш тенгламасидан фойдаланиш керак. Қудуқнинг ишлашини гидратсиз режими учун маълум дебитда (босимда) газ температураси гидрат ҳосил бўлишининг барқарор температурасидан t_p юқори бўлиши зарур.

Агар гидратлар фақат қатламда ҳосил бўлмаслиги зарур бўлса, $t_m > t_p$ шарт қониқтирилиши керак.

Агар гидратлар қудуқ оғзигача ҳосил бўлмаслиги зарур бўлса $t_i > t_p$ бўлиши лозим.



IX.9- расм. Газ (а) ва сув (б) дебитининг $v=0,33$ га тенг булганда депрессияга боғлиқлиги. 1— $h_1=12,5$ ва $h_2=37,5$; 2— $h_1=20$ ва $h_2=30$; 3— $h_1=30$ ва $h_2=20$; 4— $h_1=40$ ва $h_2=10$.

IX.5.1. Қудуқ туби зонасининг ва қудуқ стволининг гидратсиз ишлаш режими

Қудуқ туби зонасида ва қудуқ стволида гидрат ҳосил бўлиши мумкинлигини аниқлаш ингибиторни узатиш усули ва жойини танлаш учун зарур. Гидратлар қудуқ туби зонасида ҳосил бўлган ҳолларда, ингибиторлар қатламга вақти-вақти билан ҳайдалади.

Қудуқ туби зонасининг гидратсиз режими $t_p < t_m$ тенгсизлик бажарилганда таъминланади. t_p нинг қиймати II.9-бандда келтирилган метод бўйича ҳар бир кон учун алоҳида, t_m (III.31) формула бўйича аниқланади, ушбу режимдаги қудуқ дебити эса қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$G = 54\rho \frac{-a + \sqrt{a^2 + 4b\Delta p^2}}{2b} \quad (IX.39)$$

t_p , t_m ва G ни ҳамда уларга кирадиган параметрларни аниқлаш тартиби II—IV бобларда берилган. Қудуқ туби зонасидаги гидратсиз ишлаш режимини аниқлаш бўйича ҳисоблар қуйидаги тартибда амалга оширилади.

a ва b коэффициентлар маълум булганда қудуқ туби босимига мос келувчи G аниқланади.

G ва (III.31) формулага кирувчи бошқа параметрлар бўйича t_m ҳисобланади.

Экспериментал далиллар ёки (II.39) формулага биноан ҳисоблаш йули билан ёки гидрат ҳосил бўлишининг мувозанатли эгри чизиги бўйича газнинг маълум зичлигида t_p аниқланади.

t_m ва t_p ning олинган қийматлари $t_p < t_m$ тенгсизликни қаноатлантириши керак. Агар бу шарт бажарилмаса, у ҳолда t_m ҳисоби G ning янги қиймати билан $t_p < t_m$ бўлмагунча такрорланади.

Қудуқ стволининг гидратсиз ишлаш режими $t_p < t_y$ да таъминланади. Қудуқ оғзидаги температура t_y кўп йиллик музлоқ зона йўқлигида (III.33) формула бўйича аниқланади.

(III.33) формулага тўғридан-тўғри кирмаган қудуқ дебити, Δt ва α орқали (IX.39) формула бўйича аниқланади. Қудуқ стволида босимнинг тақсимланиши (III.9) формула билан ифодаланади.

Бу формулаларга кирувчи параметрлар ва уларни аниқлаш тартиби II—IV бобларда баён қилинган.

Кўп йиллик музлоқ қатламидан ўтган қудуқнинг гидратсиз ишлаш режими куйидаги тартибда аниқланади.

(III.37) формула бўйича кўп йиллик музлоқ зонасига кирувчи газ температураси аниқланади.

t_{mo} ни билиб, (III.38) формула бўйича кўп йиллик музлоқ жойлашган интервалда температуранинг тақсимланиши аниқланади. (III.37) ва (III.38) формулаларга кирувчи параметрларни аниқлаш тартиби III бобда баён қилинган.

Кўп йиллик музлоқ зоналарида жойлашган қудуқларда исталган чуқурликда гидрат ҳосил бўлиши мумкин. Шу сабабли гидратлар ҳосил бўлишини истисно қилувчи $t_p < t_y$ шарт кўп йиллик музлоқ мавжудлигида ҳам тўғридир.

Агар турли режимлардаги ҳисоблар мазкур қудуқда $t_p < t_y$ шартни қаноатлантириш мумкин эмаслигини кўрсатса, у ҳолда қудуққа ингибитор юборилишини таъминлаш зарур.

IX.6. Маҳсулотида агрессив компонентлар мавжуд бўлган қудуқлар ишлашининг технологик режими

Табиий газлар таркибидаги агрессив компонентлар (карбонат ангидрид вази, водород сульфид, симоб ва б.) қудуқ маҳсулотида нам бўлса, металллар билан кимёвий реакцияга киришади ва қудуқ ичидаги ҳамда ер юзасидаги ускуналарнинг коррозиясини юзага келтиради. Коррозиянинг тезлиги муҳитнинг босими ва температурасига, агрессив компонентлар концентрациясига, намлик миқдорига, қудуқдаги ва ер юзасидаги ускуналар металлининг хусусиятларига, қудуқ конструкциясига, сувнинг минераллашуви даражаси ва характериға, оқим тезлигига ва бларға боғлиқ. Барча омилларнинг коррозия суръатига таъсирини ҳисобға олиш анча мураккаб ва шу боисдан ҳеч бўлмаса уларнинг асосийларини ўрганиш мақсадға мувофиқ. Уларға куйидагилар киғади.

Оқимдаги агрессив компонентларнинг концентрацияси.
Муҳитнинг босими ва температураси.

Оқим тезлиги.

Сувнинг минералланганлиги.

Фойдаланилаётган ускунанинг техник тавсифи.

Бу омилларнинг бир қисмини (газда агрессив компонентларнинг тупланишини ва сувнинг минераллашувини) бошқариб бўлмайди. Шу сабабли технологик режимни танлаш коррозияга чидамли материалларни ва коррозияга қарши ингибиторларни қўллаш имкониятидан, оптимал босим, температура ва газ тезлигини белгилашдан ва қудуқ конструкциясини тўғри танлашдан келиб чиқиш керак.

Айрим намуналарни тадқиқ қилиш ва кондаги кузатишлар шуни кўрсатаптики, карбонат кислотали коррозиянинг тезлиги карбонат ангидрид гази ва температуранинг парциал (газнинг ҳар бир компоненти юзага келтирадиган) босимига боғлиқдир.

Парциал босим CO_2 ортиши билан коррозия тезлиги ортади. Температура ортиши билан коррозия тезлиги ҳам сезиларли ортади. Ишлатиш жараёнида парциал босим CO_2 пасаяди, сув конденсати ҳажми эса ортади ва шу сабабли коррозия тезлиги пасаяди.

Коррозиянинг тезлашувини юзага келтирувчи энг агрессив компонент водород сульфиддир (H_2S). Водород сульфидли коррозиянинг ўзига хос белгиси ёриқлар пайдо бўлишидир. Карбонат кислотали коррозиядаги сингари, коррозия тезлиги H_2S нинг парциал босимига боғлиқ. Газ таркибида CO_2 ва H_2S мавжудлигида H_2S ни коррозиянинг тезлигига таъсири CO_2 га нисбатан кучлироқ бўлади.

Металл коррозиясининг асосий шартларидан бири қазиб олинаётган маҳсулотда намликнинг мавжудлигидир. CO_2 ва H_2S нинг маълум бир концентрациясида сувнинг бўлиши муҳитнинг кислоталилигини белгилайди ва коррозиянинг шиддатини оширади. Газда маълум миқдорда намликнинг бўлиши ва агрессив компонентларнинг тупланишида коррозиянинг шиддати кўп жиҳатдан оқимнинг тезлигига боғлиқ бўлади. Тезлик қатламнинг унумдорлигига, қудуқнинг конструкциясига, қудуқ стволидаги газнинг босими ва температурасига боғлиқ. Конда ва лабораторияда бажарилган кўп сонли тадқиқотлар шуни кўрсатаптики, газдаги айрим компонентлар ва намликнинг маълум концентрациясида, газнинг босими ва температурасида шундай тезлик мавжуд бўладики, агар тезлик бу қийматдан ошса, коррозиянинг тезлиги ҳам анчагина ортади. Майкоп кони қудуқларини тадқиқ қилиш маълумотлари бўйича бу тезлик 11 м/с га тенг. Айрим ҳолларда бу миқдор турли омилларга боғлиқ равишда кўп ёки оз бўлиши мумкин ва у ҳар бир кон учун конда ва лабораторияда бажариладиган тадқиқотлар асосида белгиланади.

Объектив сабабларга биноан коррозияга қарши қопламали жиҳозлардан фойдаланилмаган бўлса ёки коррозияга қарши ингиби-

тор юбориш имконияти бўлмаса, у ҳолда технологик режимни белгилашда асосий курсаткич сифатида оқим тезлигини қабул қилиш керак бўлади. Бунда қўлланиладиган ускуналар тури ва сифати конда ва лабораторияда бажариладиган тадқиқотлар натижасига қўра танланади. Қудуқ конструкциясида қўлланиладиган фаввора қувурлари диаметри бир хил бўлганда, қудуқ оғзидаги коррозия энг хавфли бўлиши мумкин, шу сабабли бу жойда критик тезликни $v_{кр}$ сақлаб туриш керак, унинг ортиши коррозия тезлигини оширади.

Маълум критик тезликда қудуқ дебити қуйидаги формула буйича аниқланади:

$$Q_{кр} = v_{кр} d^2 p_o / 0,52 T_o z_o, \quad (IX.40)$$

бунда d — фаввора қувурлари диаметри, см; p_o — қудуқ оғзидаги босим, кгс/см²; T_o — қудуқ оғзидаги газ температураси, К; z_o — p_o ва T_o даги ўта сиқилувчанлик коэффиценти.

$Q_{кр}$ миқдори қудуқ туби ва қудуқ оғзидаги босим билан боғлиқ бўлиб, қуйидаги ифодалар билан аниқланади:

$$p_m^2 = p_{крат}^2 - a Q_{кр} - b Q_{кр}^2, \quad (IX.41)$$

$$p_m^2 = p_o^2 e^{2S} + 1,377 \lambda \frac{z_{гп}^2 T_{гп}^2}{d^5} (e^{2S} - 1) Q_{кр}^2. \quad (IX.42)$$

Қуйидагича белгилаб,

$$\alpha = \frac{d^2}{0,52 T_o z_o}; \quad \theta = \frac{1,377 \lambda z_{гп}^2 T_{гп}^2}{d^5} (e^{2S} - 1).$$

аниқлаймиз

$$p_y = \frac{-\alpha a v_{кр} + \sqrt{(\alpha a v_{кр})^2 + 4 p_{крат}^2 [e^{2S} + (\theta + b) \alpha^2 v_{кр}^2]}}{2 [e^{2S} + (\theta + b) \alpha^2 v_{кр}^2]}. \quad (IX.43)$$

(IX.41)–(IX.43) формулаларга кирувчи параметрлар, уларнинг ўлчамини аниқлаш тартиби III, IV бобларда келтирилган. a , b , θ , $v_{кр}$ маълум бўлганда p_o қиймати ишлатиш жараёнида $p_{крат}$ га боғлиқ бўлади. Танланган тезлик учун технологик режимни ҳисоблаш тартиби қуйидагича.

Маълум $p_{крат}$, $v_{кр}$ ва a , b , θ параметрлари буйича p_o аниқланади.

Сўнг (IX.40) формула буйича $Q_{кр}$ аниқланади ва маълум p_o ва $Q_{кр}$ буйича берилган конструкция учун p_m ва ундан сўнг Δp^2 ҳисобланади.

Ишлатиш жараёнида $p_{крат}$ нинг ўзгаришини моддий баланс тенгламаси буйича тахминан аниқлаш мумкин.

Мисол. Қуйидаги бошланғич маълумотлар билан берилган конструкциядаги p_o ва $Q_{кр}$ ни аниқланг: $v_{кр} = 10$ м/с; $d = 6,3$ см; $T_o = 300$ К; $T_m = 340$ К; $L = 1500$ м; $\rho = 0,6$; $\lambda = 0,016$; $a = 6$ сут/минг м³; $b = 0,02$ (сут/минг м³)².

Ҳисоблаш натижалари IX.2-жадвалда келтирилган.

IX.2-жадвал

Коррозия шароитида қудуқлар ишлашининг технологик режимини ҳисоблаш натижалари

Тарт-иб	Ишлатиш вақти, сут	$P_{\text{хлт}}$, кгс/см ²	$P_{\text{о}}$, кгс/см ²	$Q_{\text{ф}}$, минг м ³ /сут	$P_{\text{д}}$, кгс/см ²	$D_{\text{д}}$, кгс/см ²
1	0	150	110	333	144	6,0
2	730	125	92	272	120	5,0
3	910	100	73,5	213	95,1	4,9
4	1210	75	55	152	70,9	4,1
5	1760	50	36,5	100	47,0	3,0

Газда агрессив компонентлар мавжуд булганда, қудуқнинг ишлашини технологик режими унинг оғзидаги тезлик билан чекланади, бу режимни фаввора қувурлари диаметрида (оқимнинг утиш кесимида), оқим структурасида, унинг йуналишида ва б. да ўзгариш булмаганида қўллаш мумкин.

Агар фаввора қувурлари турли диаметри қувурлардан иборат булса, у ҳолда талаб этилган тезлик қудуқ оғзи яқинида юзага келмай, балки қудуқ стволидаги фаввора қувурларининг бир диаметридан (қоида буйича, кичигидан) иккинчи диаметрига утишида юзага келиши мумкин.

Агар белгиланган тезлик ва у билан боғлиқ қудуқ туби босими ва дебитлари қудуқда мураккабликлар келтириб чиқарса, яъни қатламнинг емирилишига, тиқин ёки гидратлар ҳосил бўлишига олиб келса, бу омилларни мезон сифатида қабул қилиш мумкин. Бунда юзага келган тезлик коррозия натижасида юзага келган тезликдан ортиқ булмайди.

IX.7. Кўп қатламли уюмларни очган қудуқлар ишлашининг технологик режими

Кўп қатламли уюмларни очган қудуқларнинг ишлашини технологик режими, биринчи навбатда ягона филтър билан очилган қатламлар ўртасида гидродинамик алоқалар мавжудлигига ёки йўқлигига боғлиқ бўлади.

Ягона филтър билан очилган қатламлар ўртасида етарли даражада яхши гидродинамик алоқа бўлганида, технологик режим кесим буйича жинсларнинг ҳар хил таркиблилиги ҳисобга олинади ва бир қатламли уюмдагидек қилиб белгиланади.

Агар қатламлар бир-биридан ажралган бўлса, лекин бир пайтда барча қатламлардан фойдаланиш зарурияти туғилса, у ҳолда газнинг таркиби нисбатан бир хил бўлганда, иссиқлик чиқариш хусусияти, агрессив компонентлари, ва конденсат миқдори бўйича бир-бирига яқин бўлганда қатламларда технологик режим бир қатламли кондагидек қилиб белгиланади. Бунда газ захираси, айрим қатламларнинг ҳар хиллиги, айрим қатламлар босимининг бошланғич ва булиши мумкин ўзгаришлари, газнинг бир қатламдан иккинчи қатламга оқиб ўтишининг мумкинлиги ва б. ҳисобга олинади.

Агар газ-сув туташ юзаси ҳолатидаги фарқ, газ захиралари ва айрим қатчаларнинг маҳсулдорлик тавсифи барча қатламлардан ягона филтёр билан бир пайтда фойдаланиш имконини бермаса, у ҳолда қудуқлардан бир пайтда ажратиб фойдаланиш зарур бўлади.

Агар остки сувлар билан туташган пастки қатлам юқоридагисидан яхши изоляция қилинган бўлса, у ҳолда пастки қатламни очган қудуқларнинг бир қисмининг ишлаш режимини белгилашда остки сувлар мавжудлигини мезон сифатида танлаш мумкин.

Газ таркиби бир хил, қатлам босими нисбатан яқин, лекин бузилишга чидамлилиқ даражаси ҳар хил бўлган бир неча газли қатламлар мавжуд бўлганда технологик режим чидамлилиги паст қатлам бўйича белгиланиши керак. Агар қатламларнинг бирини емирилиши кузатилса у ҳолда бу қатламни саралаб мустақамлаш учун механик ва кимёвий усуллардан фойдаланилади.

Агар газлар иссиқлик чиқариш хусусияти, агрессив компонентлар ва огир углеводородлар миқдори бўйича кескин фарқланса, бундай шароитда мазкур қатламларни алоҳида-алоҳида очиш керак бўлади, бунда ажраткичлардан фойдаланган ҳолда газ захирасини, халқ хўжалигининг газга бўлган эҳтиёжини, бир пайтда газ тўплаш ва тайёрлашнинг икки системасини ишга тушириш имкониятини ва б. ҳисобга олиш зарур.

ҚУДУҚЛАРНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШДА ТЕХНИКА ХАВФСИЗЛИГИ

Х.1. Тадқиқотга тайёргарлик кўриш пайтидаги хавфсизлик қоидалари

Газ конларида қудуқлар оғзи фаввора арматураси билан жиҳозланганидан сунг тадқиқ қилинади.

Қудуқ олди участкаларида олов ёқиш тадқиқланади.

Газ доимо ҳайдаладиган ҳудуддаги қудуқ жойлашган майдон ўт-ўланлардан ва бегона буюмлардан тозаланиши керак.

Арматуранинг барча Сурма клапанлари маховикка (ғилдиракка) ва «Очик», «Ёпиқ» деб ёзилган кўрсаткичларга эга булиши керак.

Ҳаво оқими билан тозалаш линияси фаввора арматурасидан кичик бўлмаган диаметрдаги қувурлардан монтаж қилиниши ва камида 100 метр узунликка эга булиши керак. Қувур узатгич охирида штуцерли тройник (газни уч томонга булиб юборадиган жумракли мослама) ўрнатилган булиши лозим.

Ҳаво оқими билан тозалаш линияси лангар (якорь)га ҳалқасимон қисқич билан маҳкамланиши керак.

Ўлчаш ва ҳаво оқими билан тозалаш линиялари қудуқни синашда бир ярим баробарли максимал босимда текшириб кўрилиши керак. Босим билан текшириш натижалари далолатнома билан расмийлаштирилади.

Ўлчаш линияси камида иккита таянч билан мустаҳкамланади, улардан бири линия охирида ДИКТ да ўрнатилади.

Қудуқ оғзидаги арматура яқинида чуқур ўлчашлар ўтказиш ва ДИКТ нинг яқинида диафрагмани алмаштириш учун стационар ёки кучма типдаги майдонлар тайёрланиши лозим.

Баландликдаги иш майдонлари металл тунукадан тайёрланган, сиргалмайдиган тушамага эга булиши ёки у ерга 4 см қалинликдаги, баландлиги 125 см ли буйлама түсиғи, бир-биридан 40 см дан ортиқ масофада жойлашган планкаси, баландлиги камида 15 см дан иборат борти бўлган, тушамага зич туташадиган тахта қоқилиши керак.

Майдонча ва зиналар қор, муз ва чиқиндилардан мунтазам равишда тозалаб турилиши лозим.

Жиҳозлар, механизмлар ва назорат улчов асбоблари ГОСТ талабларига мувофиқ фойдаланиш ва таъмирлаш ҳужжатларига эга булиши керак.

Жиҳозларни, механизмларни, назорат анжомларини ва асбобларни паспортида белигиланганидан ортиқ юклама (нагрузкаида, босимда ва температурада фойдаланиш ва монтаж қилиш тақиқланади.

Носоз ускуна, механизм, назорат-ўлчов анжомлари, асбоблар ва мосламаларни ишлатиш, шунингдек, носоз шахсий ҳимоя воситаларидан фойдаланиш тақиқланади.

Хавфсизлик қурилмалари, тўсадиган, қайд қиладиган ва сигнал мосламалари ва асбоблари носоз бўлган ускуналар, машина ва механизмлардан фойдаланиш тақиқланади.

Сақлагич клапанлари ва назорат ўлчов-асбоблари ўрнатилганда уларга хизмат кўрсатиш ва қўзатиш қулайлиги таъминланиши ҳисобга олиниши керак.

Жиҳозларга, қудуқлар оғзидаги арматурага, қувур узаткичларга ўрнатилган назорат-ўлчов асбобларида Давлат ишончли ташкилотининг ёки бундай асбобларни таъмирлаш ва даражалаш билан шуғулланадиган ташкилотнинг пломбаси ёки тамғаси бўлиши керак.

Назорат-ўлчов асбобларининг созлиги бу асбоблардан фойдаланиш бўйича йуриқномада кўзда тутилган муддатда, шунингдек, уларнинг кўрсаткичларининг тўғрилигига шубҳа туғилганида ҳар гал текширилиши керак.

Назорат-ўлчов асбоблари носоз бўлганида ёки улар бўлмаганида ускуналар, аппаратуралар ва қувур узаткичларни ишлатиш тақиқланади.

Назорат ва автоматика асбобларини монтаж қилиш ва фойдаланиш ёнғинга қарши қондалар ҳамда йуриқномалар талабларига жавоб бериши керак.

Радиоактив изотопли асбобларни монтаж қилиш ва фойдаланишда «Ионловчи нурланиш манбасига эга бўлган радиоактив моддалар билан ишлашнинг санитария қондалари»га амал қилиш зарур.

ДИКТ даги ва қувур орти бушлиғидаги босимни ўлчаш учун манометрлар қўзатиш учун қулай ва хавфсиз бўлган умумий шчитда ўрнатилиши керак. Манометрлар пулатдан тайёрланган уч ёқлама очиладиган жумракка ёки игнасимон вентилга ўрнатилиши лозим.

Чуқур ўлчашлар учун лебёдкаси булган автомашина шамолга рўпара томонга, қудуқ оғзидан камида 25 м масофада ўрнатилиши ва шундай қилиб, лебёдкани бошқараётган оператор қудуқ оғзидаги фланецни ёки лубрикаторни кўриши керак.

Лебёдкалар, кранлар ва бошқа кўтариш механизмлари ишончли, юкнинг ўз-ўзидан тушиб кетишига йўл қўймайдиган тормоз қурилмасига эга бўлиши керак.

Механизациялашган узатмали лебёдкалар (ёрдамчисидан ташқари) барабанга ўралаётган канат ёки кабелнинг тўғри ўралишини таъминлайдиган мослама билан жиҳозланиши керак.

Газ кони ҳудудига ва газ кони иншоотларига қандай талаб қўйилган бўлса, газни ер остида сақлаш станцияси ҳудудига, иншоотларга, коммуникацияларга, ҳаво оқими билан тозалаш ускуналарига, газ қувурларига ҳам шундай хавфсизлик талаблари қўйилади.

Ер ости газ омборлари қудуқлари оғзидаги жиҳозлар уларни махсус асбоб-ускунасиз ёки уларни тўтамасдан тадқиқот ишларини амалга ошириш имконини берадиган қурилмаларга эга бўлиши керак.

Қатлам температураси ва ер юзасидаги атмосфера шароитига қараб гидратлар ҳосил бўлиши ва йиғма линияларнинг музлашининг олдини олиш мақсадида қудуқ оғзига иситкичлар ўрнатиш зарур.

Очиқ газ фавворалари дебитини улчаш учун тадқиқотчилар масъул раҳбарлар билан келишилган ҳолда, махсус инструктаждан сунг ишга қўйиладилар.

Х.1.1. Гидрат ҳосил бўлишида ингибиторлар билан ишлашга тайёргарлик кўриш

Метанол сизимли қудуқ баландлиги камида 2 м, юқори қисмида қопламаси (периметри буйича уч қатор) ва ўрта қисмида тиконли сими бўлган металл ғовга эга бўлиши керак. Ғовнинг иккита чиқиш жойи бўлиши, улар қулфланиши ва тамғаланиши керак.

Метанол сақланадиган сизим ҳаво кирадиган ва гидравлик клапан билан жиҳозланиши ва тамғаланиши керак. Метанол учун сизим атрофи ғов билан ўралган майдонда бостирма остида ёки омборда жойлашиши керак.

Идишга метанол ҳайдагунча метанол қурилмасининг барча узеллари, фланецли бирикма, вентилар, клапанли сақлагичлар, манометрлар ва б. нинг созлигини текшириш керак. Метанол қурилмасининг шикастланган жойлари дарҳол бартараф этилиши керак.

Метанол солинадиган идишни челақ ва бошқа идишлар билан тўлдириш тақиқланади.

Метанол солинадиган сизимни метанол билан тўлдириш ундаги босим атмосфера босимига етказилганидан сунг бошланади.

Махсус тагликка ўрнатилган, метанол солинган бакка чиқиш учун нарвон бўлиши керак.

Агар босимнинг метанол сизимини мосланган миқдордан ортиб кетиш хавфи булса, у ҳолда унга сақлагич клапани ўрнатиш керак булади.

Агар метанол идишдаги қувур узатгич музлаб қолса, уни ишлаётган системадан узиб, буғ ёки иссиқ сув билан иситиш керак. Олов ёқиб қиздириш тақиқланади.

Метанол билан ишлаганда «Метанолни ташиш, сақлаш ва қўллаш қоидалари»га, «Метанолни сақлаш ва қўллаш буйича умумий санитария қоидалари»га, «Таъминотчилардан метанол олиш, ташиш, сақлаш ва газ конларида, магистрал газ узаткичларда ва газни ер остида сақлаш станцияларида қўллаш тартиби буйича йуриқнома»даги талабларга риоя қилиш лозим.

Газни қуритиш қурилмаларига диэтиленгликолни (этиленгликолни, триэтиленгликолни) киритиш учун ишлатиладиган насос

Ингибиторни қатламга ҳайдаш олдидан ҳайдаш линиясини бир ярим баробар ортиқ максимал ишчи босимда сув билан мустаҳкам-лигини синаш керак.

Ингибитор қурилмасининг мустаҳкамлиги ва герметиклигини босим остида синаш «Босим остида ишлайдиган идишларни ўрнатиш ва хавфсиз ишлатиш қоидалари»даги талабларга мувофиқ амалга оширилиши керак.

Х.1.4. Паст температурали сепарациялашни қўллаб қудуқларни тадқиқ қилишга тайёрлаш

Паст температурали сепарацияда метанол, аммиак ва бошқа кимёвий реагентларнинг таъсирига учрайдиган ускуналар, аппаратлар ва арматуралар емирилишга чидамли материаллардан тайёрланиши ёки ички ҳимоя қопламасига эга бўлиши керак.

Ҳар бир газ сепараторида камида иккита сақлагич қурилмаси бўлиши, уларнинг ҳар бири аппаратнинг фалокатсиз ишлашини таъминлаши керак. Паст температурали газ сепараторининг газ кирадиган жойига автоматлашмаган редукция (пасайтириш) мосламасини ўрнатишга рухсат берилади.

Траплар ва сепараторларга ҳаво ҳайдаганда ҳаво оқими билан тозалаш линиясидаги беркитиш мосламасини секин-аста ва бир текисда очиб-ёпиш керак.

Х.1.5. Конда бажариладиган геофизик тадқиқотларга тайёргарлик кўриш

Геофизик тадқиқотларни ўтказиш учун қудуқни унга эгалик қилувчи ташкилот тайёрлаши лозим.

Қудуқ стволи асбоб ва аппаратураларни қаршиликсиз утишини таъминлаши керак. Қудуққа тушириладиган тегишли геофизик асбоблар ўлчамидан шаблон узунлиги кам бўлмаслиги, диаметри эса 2 мм га ортиқ бўлиши керак.

Бажариладиган геофизик тадқиқотларга қудуқнинг тайёрлиги далолатнома билан расмийлаштирилиб, буюртмачи ва геофизик корхонанинг масъул вакиллари томонидан имзоланади. Қудуқнинг тайёрлиги тўғрисидаги далолатнома геофизика партиясининг бошли-гига берилади, шундан сўнг ишга киришиш мумкин.

Конда геофизик ишларни бажаришда кўтаргич ва лаборатория жиҳозлари ерга туташтирилиши керак.

Конда ишлайдиган геофизик партия тадқиқот ишларини амалга оширгунга қадар қуйидагиларни бажаришга мажбурдир:

а) техника хавфсизлиги қоидалари талаблари ва қудуқнинг тайёрлиги далолатномасига мувофиқ қудуқларнинг булажак тадқиқотларга тайёрлигини текшириш;

б) қувурлар бирикмасини ёки насос-компрессор қувурларини имкониятга қараб қудуқ тубигача шаблонлаш назоратини амалга ошириш.

Геофизик партия томонидан тайёргарлик ишлари амалга оширилганда автомобиль-қутаргичнинг чидамлилиги таъминланиши лозим.

Иш бошлангунга қадар иш жойининг ҳолати, шунингдек, булажак иш учун мулжалланган асбоб-ускуналар, анжомлар ва техника хавфсизлиги бўйича мосламаларнинг созлиги текширилиши, носозликлар аниқланса, уларни бартараф этиш бўйича чора-тадбирлар белгиланиши керак.

Х.2. Қудуқларни тадқиқ қилиш жараёнида хавфсизлик қоидалари

Газ ва газконденсат қудуқлари газ қазиб олувчи корхона бош муҳандиси ва бош геологи тасдиқлаган режа бўйича тадқиқ қилинади. Режада босим пасайишининг йўл қўйилиши мумкин бўлган чегараси кўрсатилиб, у фойдаланиш қувурлари бирикмасини эгилишдан кафолатлаши керак.

Қудуқларни тадқиқ қилиш кундузи масъул инженер-техник ходим раҳбарлигида ва амалдаги йўриқномага риоя қилган ҳолда бажарилиши керак.

Объектдаги иш раҳбари ёки маъмурият рухсатсиз иш жойларида бегона одамлар бўлишига рухсат берилмайди.

Тадқиқотга киришишдан олдин арматурада қувур бошчасидан юқоридаги барча сурма клапанларни очиш керак, фақат чеккадаги металл симлардаги сурма клапанлар бундан мустасно.

Қудуққа ҳаво ҳайдаб тозаланаётганда ва ўлчаш пайтида бурғилаш қурилмасининг двигатели, шунингдек, қудуқ ёнида турган трактор ва автомобилларнинг двигателлари тўхтатилиши, қозоннинг ўтхоналари ўчирилиши керак. Ҳаво ҳайдаб тозалаш штуцери бўлган, мустақкам қотирилган ҳаво ҳайдаб тозалаш линияси орқали ва ташламадаги барча сурма клапанлар тула очилган шароитда амалга оширилиши керак.

Ўлчаш ва ҳаво ҳайдаб тозалаш учун чеккада жойлашган симлардаги сурма клапанлардан фойдаланиб, уларни тула очиб, ёпиб туриш керак. Диафрагмани алмаштиришда ҳаво ҳайдаб тозалаш линиясидаги сурма клапанни очиш ва бир пайтда ўлчаш линиясидаги сурма клапанни ёпиш керак. Тула очилмаган сурма клапан орқали ишлаш тадқиқланади.

Симлардан биридаги сурма клапанни очишдан аввал, сурма клапан олдида турганлардан ташқари, барча ходимлар қудуқ оғзидан, ўлчаш ва ҳаво ҳайдаб тозалаш линиясидан узоқлашиб, хавфсиз масофага бориб туришлари керак.

Термометр кўрсаткичларини қайд қилишга ўлчаш линиясидаги сурма клапан тула очилганидан сўнг рухсат берилади.

Штуцерни ва штуцердаги калта қувурларни алмаштиришдан аввал (оқим захира ташламага бурилганидан ва ишчи ташламадаги тегишли сурма клапанлар беркитилганидан сўнг) штуцер ортида жойлашган симдаги босимни линияга ўрнатилган вентиль ёрдамида атмосфера босимигача пасайтириш керак.

Газ оқаётганда, шунингдек, у бирдан тўхтаб қолганда ДИКТ га диафрагма томонидан яқинлашиш тақиқланади.

Ишлаётган қудуқларда чуқур ўлчовлар ўтказишга фақат ўзи зичланадиган сальниги, манометри, шахобчали учёклама жумраги ёки унинг ўрнини босадиган қурилмаси бўлган махсус лубрикаторни қўлаганда йўл қўйилади. Ҳар бир лубрикатор максимал босимдан бир ярим барабар юқори босимда мустақамликка синалиши ва синов натижалари бўйича далолатнома тузилиши керак.

Лубрикатор бошқасини монтаж ва демонтаж қилиш жараёнида чуқурлик асбоби тўлиқ бекитиладиган буфер сурма клапанига ўрнатилиши керак. Чуқурлик асбобини лубрикатордан олишдан аввал ундаги босим шахобчага ўрнатилган беркитувчи қурилма орқали атмосфера босимигача пасайтирилиши керак.

Чуқурлик ҳисоблагичи носоз бўлганда чуқурлик асбобини қудуққа туриришга йўл қўйилмайди. Чуқурлик асбобини кўтариш пайтида чуқурлик ҳисоблагичи ишдан чиқса, уни бундан сўнг кўтариб олиш қўл билан юргизиладиган узатма билан амалга оширилиши керак.

Чуқурлик асбобини қудуқдан қўл билан юргизиладиган узатмаси бўлган лебёдкада кўтариб олишда храпли (илгакли) механизмни ишга солиш лозим.

Қудуқларда ва бошқа портлаш хавфи бўлган объектларда тадқиқот ишларига тайёргарлик қўриш ва уни ўтказиш жараёнида металлдан тайёрланган, зарба пайтида учқун чиқармайдиган асбобдан фойдаланиш керак.

Бирон бир буюмни юқоридан ташлаш тақиқланади.

Х.2.1. Конда геофизик тадқиқотларни бажариш

Конда бажариладиган барча геофизик ишлари МДХ Соғлиқни сақлаш вазирликлари томонидан тасдиқланган амалдаги «Портлатиш ишларидаги ягона хавфсизлик қоидалари», «Конда геофизик ишларни амалга оширишда техника хавфсизлиги бўйича йуриқнома», «Радиоак-

тив моддалар ва ионлаштирувчи нурланиш манбааларида ишлашнинг санитария қоидалари», «Радиоактив моддаларни ташиш қоидалари» ва «Радиацион хавфсизлик нормалари»га риоя қилган ҳолда бажарилиши керак.

Кондаги қудуқларда бажариладиган геофизик ишлар партия бошлиғи раҳбарлигидаги буюртмачи вакили ёки бу ишни амалга ошираётган корхона буйруғи билан тайинланган бошқа маъсул инженер-техник ходим иштирокида амалга оширилади.

Конда бажариладиган геофизика ишлари учун кучланиши 380 В дан юқори электр тармоғидан фойдаланиш тақиқланади.

Тушириш-кутариш операцияси пайтида кабель устига энгашиш, унинг устидан сакраб ўтиш, шунингдек, ҳаракатланаётган кабелни қўл билан ушлаш тақиқланади. Кутаргич барабанига кабель махсус йуналтиргич орқали юборилади.

Оғирлиги 40 кг дан ёки узунлиги 2 м дан ортиқ бўлган юклар ва қудуқ асбоблари, оғирлигидан қатъий назар, қудуққа геофизик кутаргич (осма блок-баланс орқали ишлаганда), қўл ёки бурғилаш лебёдкаси билан кутарилиб, туширилади. Бурғилаш лебёдкаси қўлланилганда ишга бурғилаш бригадаси жалб этилади.

Қудуққа тушириладиган қудуқ асбоблари ва юкларининг кабелга бирлаштирилладиган, кабелнинг узилиш кучидан 2/3 барабар ортиқ бўлмаган кучланишда узилиб кетадиган нозикроқ жойи бўлиши керак.

Асбоб қудуққа туширилганидан кейин лебёдка барабанида кабелнинг охириги ўрамининг камида ярми қолиши керак.

Қудуқ стволида ушланиб қолган кабелни (ёки асбобни) чиқариб олиш учун уни тинмай юргизиб туриш керак. Агар асбобни юргизиш йўли билан чиқариб олиш мумкин бўлмаса, бу муаммони бартараф этиш буйича бундан кейинги ишлар геофизика корхонаси раҳбари ёки буюртмачи билан келишилган ҳолда амалга оширилиши керак.

Зирқ билан қопланган кабелда «фонарлар» бўлишига йўл қўйилмайди. Кабелнинг «фонар» ҳосил қиладиган симларини кесиш мумкин эмас, уларнинг охирига шикастланмаган симлардан қўйиш керак.

Канат ёки кабелнинг сўнги 100 метри қудуқдан паст тезликда кутарилиши керак. Паст тезликка ўтиш вақтини аниқлаш учун кабелга яхши кўринадиган белги ўрнатилади.

Х.2.2. Гази таркибида водород сульфиди бўлган қудуқларни тадқиқ қилиш

Водород сульфиди тупланиши мумкин бўлган хавfli очик жойларда суткада бир марта унинг тупланишини назорат қилиш керак.

Таркибида водород сульфиди бўлган газ қудуғини газ туплаш тармоғига улаш имконияти бўлмаса, тадқиқот жараёнида қудуқ

оғзидан газ қувур узаткич орқали узоклаштирилиши ёки махсус қурилма билан сўриб олиниши керак.

Қувур узаткич охирига юқорига йўналган — устун қуринишида қувур урнатилади. Қувур камида 10 м баландликка тик кутарилган булиши ва ишлаб чиқариш биноларидан камида 200 м, кондаги иш жойларидан 25 м ва аҳоли яшаш жойларидан ва магистрал йўллардан 1000 м олисликда жойлашган булиши керак. Тик кутарилган қувурлар камида учта пўлат симли тортқич билан қотирилади. Қувурларга олиб борилган газ ёқилиши керак. Газни ёқмасдан атмосферага чиқариш тақиқланади.

ДИКТ даги диафрагма қудуқ беркитилганидан сунг 15 минут ўтгач алмаштирилиб, бунда олдиндан водород сульфидга анализ қилинади.

Қудуқларни тадқиқ қиладиган ходимлар қуйидагиларга мажбурдирлар:

а) водород сульфид мавжуд булган муҳитда ишлаганда хавфсизлик қоидаларини ва жабрланганларга биринчи ёрдам курсатиш усулларини билишлари керак;

б) иш пайтида ҳар бир ишчи узига биркитилган противогазга эга булиши лозим;

в) ҳар бир ишчи водород сульфиди миқдорини улчайдиган асбоб (индикатор)га эга булиши керак.

Қудуқлар тадқиқ қилинаётганда унинг оғзига ва улчаш линиясига противогазсиз ва тегишли махсус кийимсиз яқинлашиш тадқиқланади.

Қудуқ оғзи арматурасида бунёд этиладиган иситиш хонасига, тақсимлаш пунктига, қурилмаларига ва б. жойларга противогазсиз кириш тақиқланади.

Шлангли противогаз кийиб бажариладиган иш 15 минутдан ошмаслиги, сунг тоза ҳавода камида 15 минут дам олиш керак.

Махсус кийим ва махсус пойафзал амалдаги ГОСТ га мувофиқ булиши ва ҳар бир касб ходимида белгиланган норма доирасида берилиши керак. Тайга-дала шароитида ишлайдиган ходимлар чақадиган ҳашаротлардан ҳимоя қилиш воситалари билан таъминланишлари лозим.

Иш пайтида ишчилар берилган махсус кийим ва махсус пойафзалдан фойдаланишга мажбурдирлар.

Х.2.3. Катта босим остида ишлайдиган сиғимларга хизмат курсатиш

0,7 кгс/см² ва ундан юқори ортиқча босимда ишлайдиган траплар, сепараторлар, газни тозалаш ва қуритиш аппаратларидан «Босим остида ишлайдиган идишларни жойлаштириш ва хавфсиз ишлатиш қоидалари»га мувофиқ фойдаланиш керак.

Траплар, сепараторлар ва бошқа аппаратлар сақлагич клапанга, манометрга, сатҳ улчагич ойнасига ёки унинг ўрнини босувчи сатҳ курсаткичга ва суюқликни автоматик қуйиш мосламасига эга бўлиши керак.

Дебит ўлчанмайдиган трапларда сатҳ улчагич ойна ёки унинг ўрнини босадиган сатҳ курсаткич ўрнатиш шарт эмас.

Аппаратлар, газ қувурлари, сурма клапанлар, штуцерлар ва б.лар музлаб қолганда уларни иссиқ сув ёки буғ билан қиздириш керак. Очиқ жойда олов ёқиб қиздириш тақиқланади.

Агар система (сепараторлар, конденсат йиғгичлар ва б.) газ коллекторидагига тенг газ босимига эга бўлмаса, қудуқни газни тайёрлаш қурилмасига улаш тақиқланади.

Йиғув пункти фалокат сабабли тўхтаганда газ қурилмалари гуруҳидан чиқадиган жойдаги сурма клапанни беркитиш ва босимни фалокат қувурлари бирикмаси орқали ҳаво юбориб атмосфера босимигача пасайтириш, қудуқни машъала линиясига улаш керак.

Х.3. Газконденсатидан намуна олишда ва лаборатория таҳлилларида хавфсизлик қоидалари

Ҳаво муҳитида заҳарли ва портлаш хавфи бўлган газларнинг йиғилишини назорат қилиш системаси бўлмаганда ёки бундай система носоз бўлганида газдан хавфли объектларни ишга тушириш ва фойдаланиш тақиқланади.

Газконденсатидан намуна олиш ГОСТ 2517—69 га мувофиқ амалга оширилиши лозим. Намунаолгич учқундан хавфсиз материалдан тайёрланиши керак.

Таркибида водород сульфиди бўлган газ ва конденсат намуналарини водород сульфидига чидамли материаллардан тайёрланган контейнерларга олиш керак.

Резервуарлардаги олтингуртли ётқизиқларнинг намуналари резервуарлардан фойдаланаётган корхонанинг бош муҳандиси ружсати билан олинади. Бу иш камида иккита махсус тайёрланган ходимга топширилиши ва тегишли противогазда бажарилиши керак.

Олтингурт конденсати бўлган резервуарларга хизмат қилувчи ходимлар конденсат учун хос бўлган хавф билан таништирилган бўлишлари ва противогаздан ва бошқа ўзини ҳимоя қилиш воситаларидан фойдаланишни билишлари шарт.

Лабораториядаги иш хоналари санитария нормалари ва қоидаларига, шунингдек, бинони ва нефть саноати иншоотлари қурилиши лойиҳаси бўйича курсатмаларга ва қурилишни лойиҳалашнинг ёнғинга қарши техник шартларига мувофиқ жиҳозланиши керак.

Водород сульфиди тўпланиши хавфи бўлган ёпиқ биноларда, сменада камида бир марта унинг тўпланиши устидан назорат ташкил этилиши лозим.

Ишлаб чиқариш бинолари ҳавосидаги газ миқдори қуйидаги миқдордан ортиқ булмаслиги керак:

Метан, ҳажмий%	0,7
Олтингугуртли газ, мг/м ³	10
Углерод оксиди, мг/м ³	20
Бензин буғлари (углеродга айлантирганда) мг/м ³	300
Симоб, мг/м ³	0,01
Углерод билан қоришган водород сульфиди.....	3
Метанол (метил спирти), мг/м ³	5

Аҳоли яшаш жойларидаги водород сульфид концентрацияси 0,008 мг/м³ дан ошмаслиги керак.

Газ концентрацияси йўл қуйилиши мумкин булган чегарадан ортиқ, фақат противогазда (фильтрловчи противогаз билан — очик ҳавода, шлангли противогаз билан — идишлар ичида, қудуқда ва берк биноларда) ишлашга рухсат берилади.

Биноларда ва майдонларда водород сульфид ва углеводород концентрациясини асбоб-ускуна ва аппаратлар билан доимий назорат қилиш учун чироқли ва товушли сигнализацияси булган газанализаторлар урнатилиши керак. Бир жойда турадиган газанализаторлардан ташқари кучма асбобларни ҳам қўллаш лозим.

Таъмирлаш ишлари пайтида иш жойининг водород сульфид билан газланганлик даражасини газанализаторлар ёрдамида ёки атроф-муҳит ҳавоси намунасини кимёвий анализ қилиш ёрдамида текшириш лозим.

Сальникли ва фланецли бирикмалар, беркитувчи қурилмаларнинг бинодаги аппаратлар ва коммуникацияларнинг герметиклигини сменада камида бир марта текшириш керак.

Бирикмалар зич эмаслиги, сальниклар, тешиклар орқали ва б. сабаблар билан газ ёки конденсат сирқиб чиқаётганлиги аниқланса, уни дарҳол бартараф этиш керак.

Соғлиқ учун зарарли газлар, буғлар, чанглар чиқиши билан боғлиқ ишлар ишончли вентиляция билан жиҳозланган суриш шкафларида амалга оширилиши лозим.

Газлар портлаши ёки аччиқ суюқликларнинг сачраши билан боғлиқ бўлиши мумкин булган ишларда ишловчилар сақлагич кузойнак тақишлари ва ҳимоя экрани орқасида булишлари керак.

Йўл қуйилиши мумкин булган санитария нормасидан ортиқ ишлаб чиқариш шовқини ва ускуналар тебраниши мавжуд бўлса, уларнинг ишчиларга таъсирини чеклаш бўйича техник тадбирлар белгиланиши лозим.

М У Н Д А Р И Ж А

Сузбоши.....	3
I БОБ. ҚАТЛАМЛАР ВА ҚУДУҚЛАРНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ ТУҒРИСИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР.....	7
I.1. Қудуқларни тадқиқ қилишнинг асосий вазифалари.....	7
I.2. Газогидродинамик тадқиқотларни таснифлаш.....	10
I.3. Қудуқларни газогидродинамик тадқиқотларга тайёрлаш.....	12
II БОБ. ГАЗНИНГ ФИЗИК-КИМӨВИЙ ВА ТЕПЛОФИЗИК ХУСУСИЯТЛАРИ.....	16
II.1. Табиий газнинг таркиби ва асосий параметрлари.....	16
II.2. Газ ва газконденсат аралашмасининг зичлиги.....	21
II.3. Газнинг критик ва келтирилган параметрлари.....	25
II.4. Табиий газнинг қовушқоқлиги.....	30
II.4.1. Атмосфера босимида газ қовушқоқлигини график усулда аниқлаш.....	31
II.4.2. Атмосфера босимидаги қовушқоқликни аналитик усулда аниқлаш.....	31
II.4.3. Берилган босимда қовушқоқликни ҳисоблаш.....	36
II.5. Табиий газнинг ўта сиқилувчанлик коэффициентини.....	37
II.5.1. Келтирилган икки параметр буйича ўта сиқилувчанлик коэффициентини аниқлаш.....	37
II.5.2. Ҳақ параметр буйича ўта сиқилувчанлик коэффициентини аниқлаш.....	39
II.5.3. Ҳта сиқилувчанлик коэффициентини аниқлашнинг аналитик методлари.....	41
II.6. Газлардаги намлик миқдори.....	45
II.7. Газнинг иссиқлик сифими.....	49
II.8. Газнинг дроселлаш Жоул—Томсон коэффициенти.....	55
II.9. Гидрат ҳосил бўлиш шароитини аниқлаш.....	58
III БОБ. БОСИМ ВА ТЕМПЕРАТУРАНИ АНИҚЛАШНИНГ АНАЛИТИК МЕТОДЛАРИ.....	68
III.1. Газнинг мутлақ босимини аниқлаш.....	68
III.2. Тухтатилган қудуқ тубидаги босимни аниқлаш.....	69
III.3. Ишлаётган қудуқ тубидаги босимни аниқлаш.....	88
III.4. Маҳсулотида суюқлик бўлган қудуқларда қудуқ туби босимини аниқлаш.....	119
III.5. Қудуқ туби жиҳозларида босим йўқолишини аниқлаш.....	122
III.6. Қудуқ стволни буйлаб температуранинг тақсимланишини аниқлаш.....	130

III.6.1. Тўхтатилган қудуқда температуранинг тақсимланиши.....	131
III.6.2. Ишлаётган қудуқ туби атрофида температуранинг ўзгариши.....	131
III.6.3. Қуп йиллик музлоқ зона бўлмаган шароитда ишлаётган қудуқ стволда температуранинг тақсимланиши.....	132
III.6.4. Кесимда қуп йиллик музлоқ зона мавжудлигида ишлаётган қудуқ стволда температуранинг тақсимланиши.....	133

IV БОБ. ГАЗ ФИЛЬТРАЦИЯСИНING ЎЗГАРМАС РЕЖИМЛАРИДА ҚУДУҚЛАРНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ ВА НАТИЖАЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШ МЕТОДЛАРИ.....138

IV.1. Синов ўтказиш методикаси.....	138
IV.2. Тадқиқот натижаларини қайта ишлаш методлари.....	141
IV.2.1. Қатлам босими маълум бўлганда a ва b коэффициентларни аниқлашнинг график усули.....	146
IV.2.2. Қатлам босими маълум бўлганда a ва b ни аниқлашнинг микдорий методи.....	146
IV.2.3. Қатлам босими номаълум бўлганда a ва b ни аниқлашнинг график методи.....	147
IV.2.4. Қатлам босими номаълум бўлганда a ва b ни аниқлашнинг микдорий методи.....	147
IV.3. Турли омилларнинг индикатор чизиғи шаклига таъсири.....	148
IV.3.1. Қатлам босими тўлиқ тикланмагандаги синаш ишлари.....	149
IV.3.2. Қудуқ туби босими барқарорлашмагандаги синаш ишлари.....	150
IV.3.3. Қувурларнинг гидравлик қаршилик коэффициенти номаълум бўлганда синаш ишлари.....	152
IV.4. Қудуқ тубида ва қудуқ туби атрофида суяқ ва қаттиқ зарраларнинг тупланиши ҳамда уларни тозалаш вақтида қудуқларни тадқиқ қилиш.....	153
IV.5. Газнинг ҳақиқий хусусиятларини босим таъсирида ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда индикатор чизигини қайта ишлаш методикаси.....	154
IV.6. Қудуқни ишлатиш маълумотлари асосида тузилган индикатор чизигини қайта ишлаш методикаси.....	156
IV.7. Газузаткич қувурига газ юбориб (чиқариб) қудуқларни синаш методикаси.....	157
IV.8. Гидратлар ҳосил бўлиши шароитида қудуқларни тадқиқ қилиш методикаси.....	161
IV.9. Қуп қатламли уюмдаги қатламларнинг параметрларини аниқлаш.....	163
IV.10. Қудуқ туби босими ва дебети узоқ муддат барқарорлашган қудуқларни тадқиқ қилиш методлари.....	169
IV.10.1. Изохрон метод.....	170
IV.10.2. Тезкор-изохрон метод.....	173
IV.10.3. Экспресс-метод.....	175
IV.10.4. Дебитларнинг бир хил - поғонали ўзгариши методи.....	177
IV.11. Остки сувлари бўлган қатламларни очган қудуқларни тадқиқ этишнинг ўзига хос хусусиятлари.....	180

IV.12. Ерости газ омборларидаги газ қудуқларини тадқиқ қилишнинг узига хос хусусиятлари.....	182
IV.13. Газконденсат қудуқларида бажарилган тадқиқот натижаларини қайта ишлаш методикаси.....	185

V БОБ. ФИЛЬТРАЦИЯНИНГ НОСТАЦИОНАР РЕЖИМЛАРИДА ҚУДУҚЛАРНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШНИНГ ГАЗОГИДРОДИНАМИК МЕТОДЛАРИ.....189

V.1. Босимнинг тикланиш эгри чизигини ифодалаш ва қайта ишлаш методлари.....	189
V.1.1. Босимнинг тикланиш эгри чизигини ифодалаш методикаси.....	189
V.1.2. Босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш методлари.....	190
Қатлам босимини аниқлаш.....	196
V.1.3. Босимнинг тикланиш эгри чизиги шаклига турли омилларнинг таъсири.....	199
V.1.4. Босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлашда турли омиллар таъсирини ҳисобга олиш.....	201
Қудуқ тухтапилгандан кейин унга кирадиган газ оқимини ҳисобга олиш.....	201
Босимнинг тикланиш жараёнининг ноизометриклигини ҳисобга олиш.....	208
Босимнинг тикланиш эгри чизигини улчаш олдиладан қудуқнинг ишлаш шароитини ҳисобга олиш.....	212
Ҳар хил таркибли қатламлардаги босимнинг тикланиш эгри чизигининг хусусияти ва уни қайта ишлаш.....	216
Газконденсат қудуқларидаги босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш.....	221
Ёриқли-ғовакли коллекторларни очган қудуқлардаги босимнинг тикланиш эгри чизигини қайта ишлаш.....	226
V.2. Қудуқ туби босимининг барқарорлашишини ифодаловчи эгри чизикни қайта ишлаш.....	229

VI БОБ. ҚУДУҚЛАРНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШДА ИШЛАТИЛАДИГАН АСБОБ ВА АППАРАТЛАР.....232

VI.1. Босимни улчашда ишлатиладиган асбоб ва аппаратлар.....	234
VI.1.1. Пружинали манометрлар.....	234
VI.1.2. Дифференциал манометрлар.....	236
VI.1.3. Босимни маҳаллий қайд қиладиган чуқурлик манометри.....	236
VI.2. Температурани улчашда ишлатиладиган асбоб ва аппаратлар.....	245
VI.3. Қудуқнинг дебитини улчайдиган асбоб ва аппаратлар.....	247
VI.3.1. Газнинг критик ҳолатидан олдинги оқимининг сарф улчагичлари.....	248
VI.3.2. Газни критик оқимининг сарф улчагичлари.....	256
VI.3.3. Фаввораланаётган қудуқдаги газнинг сарфини акустик усул билан улчаш.....	262
VI.4. Масофадан туриб ишлайдиган чуқурлик асбоблари ва комплекслари.....	265

VI.5. Чуқурлик асбобларини қудуққа тушириш учун зарур бўлган асбоб-мосламалар.....	266
VII БОБ. ГАЗКОНДЕНСАТЛИ КОНЛАРНИНГ ГАЗКОНДЕНСАТЛИЛИГИНИ ТАДҚИҚОТ ҚИЛИШ МЕТОДЛАРИ.....	271
VII.1. Коннинг газконденсатлилигини аниқлаш учун бажариладиган тадқиқот методлари.....	271
VII.2. Гидрат ва коррозия ҳосил бўлиш шароитларида газконденсатлиликни тадқиқот қилиш методлари.....	274
VII.3. Қудуқнинг босими ва дебитини узоқ вақт давомида барқарорлаштириб, кам маҳсулдор қатламларни газконденсатликка тадқиқот қилиш методлари.....	275
VII.4. Уюмнинг хусусиятига кура конда бажариладиган тадқиқотлар методларини танлаш.....	276
VII.5. Қудуққа қуйиладиган талаблар.....	276
VII.6. Сепараторга қуйиладиган талаблар.....	277
VII.7. Газни бир босқичли сепарациялашда бажариладиган тадқиқотлар.....	277
VII.8. Газни икки босқичли сепарациялашда бажариладиган тадқиқотлар.....	282
VII.9. Охиригача тўйинмаган (қудуқ оғзидаги босим ва температурада) газконденсат уюмларини тадқиқ қилиш.....	285
VII.10. Магистрал газ узатиш қувуридан газни узатишда ундан ажралиши мумкин бўлган конденсат миқдорини аниқлаш.....	289
VII.11. Фазавий мувозанат ускуналарида қатлам газконденсати системаларини лаборатория тадқиқотлари.....	289
VII.11.1. УГК-3 ва УФР-2 қурилмаларида ўтказиладиган тадқиқотлар.....	291
Қатламнинг конденсат бера олиш коэффициентини аниқлаш.....	291
VII.11.2. Қатлам босими пасайишида қатлам газидаги C_{5+9} нинг потенциал миқдори ўзгаришини аниқлаш.....	298
VII.11.3. Конденсатнинг чиқишини турли босим ва температураларда аниқлаш.....	301
Бомбада йиғилган конденсат миқдорини аниқлаш.....	301
Сепараторда йиғилган конденсат миқдорини аниқлаш.....	302
VII.12. Газ ва конденсатнинг таркибини тадқиқ қилиш.....	303
VII.12.1. Қатлам гази ва ишланмаган конденсатнинг таркибини аниқлаш.....	304
VII.12.2. Қатлам газидаги C_{5+9} нинг потенциал миқдорини аниқлаш.....	314
VII.13. Ишланмаган конденсатнинг хусусияти.....	315
VII.14. Газсизлантирилган, бутансизлантирилган ва сепарацияланган газларнинг хусусияти.....	316
VII.15. Барқарор (бутансизлантирилган) конденсатнинг физик-кимёвий тадқиқоти.....	316
VII.16. Уюмнинг заифлашиш жараёнида олинаётган барқарор конденсатнинг фракцион таркибининг ўзгаришини баҳолаш.....	316
VIII БОБ. ГАЗ ҚУДУҚЛАРИНИ ТАДҚИҚОТ ҚИЛИШНИНГ КОНДА БАЖАРИЛАДИГАН ГЕОФИЗИК МЕТОДЛАРИ.....	318
VIII.1. Радиоактив каротаж.....	319

VIII.1.1. Радиоактив каротажни утказиш.....	321
VIII.1.2. Қудуқларда бажариладиган радиоактив каротаж натижаларини интерпретация қилиш.....	322
Қатламнинг газга туйинганлигини аниқлаш.....	322
Конни ишлатиш жараёнида газга туйинганликнинг ўзгариб боришини назорат қилиш.....	328
Қудуқларнинг техник ҳолатини назорат қилиш.....	331
VIII.2. «МЕТАН» типдаги дебитулчагич билан қудуқларни тадқиқ қилиш.....	334
VIII.2.1. Дебитулчагични тайёрлаш ва ишлатиш.....	336
VIII.2.2. Дебитулчагич билан тадқиқот қилишдан олинган дебитограммаларни интерпретация қилиш.....	339
Дебитулчагични даражалаш.....	340
Лубрикатор сальнигидан газнинг сирқиб чиқишини аниқлаш.....	341
Газ оқимининг йуналишини аниқлаш.....	342
Ишлаётган интерваллар дебитини аниқлаш.....	343
Ишлаётган интервалларни ажратиш.....	345
Қатламлараро оқиб ўтишларни баҳолаш.....	347
Кесим бўйича қатлам параметрларини аниқлаш.....	349
VIII.3. Газ қудуқларида ўтказиладиган термометрик тадқиқотлар.....	351
VIII.3.1. Термометрик тадқиқотлар утказишга тайёргарлик.....	354
VIII.3.2. Тухтатилган ва ишлатилаётган газ қудуқларида термометрия натижаларини интерпретация қилиш.....	355
Газ бера оладиган интервалларни ажратиш.....	355
Қатчалар дебитларини баҳолаш.....	357

IX БОБ. ҚУДУҚЛАРНИНГ ИШЛАШНИИ ТЕХНОЛОГИК РЕЖИМИНИ БЕЛГИЛАШ.....359

IX.1. Қудуқ туби зонаси бузилаётган шароитда газ қудуқлари ишлашининг технологик режими.....	360
IX.1.1. Мустақкамлиги бўш коллекторларни очган қудуқлардан фойдаланилганда қатламга берилиши мумкин булган депрессияни аниқлаш.....	360
IX.1.2. Қудуқ туби зонаси бузилишининг критик радиусини аниқлаш.....	361
IX.2. Қудуқ тубида қумли тиқин ёки суюқлик устуни мавжуд булганда қудуқлар ишлашининг технологик режими.....	362
IX.2.1. Қатлам қумли тиқин ва суюқлик устуни билан тўла ёки қисман беркитилганда қудуқ дебитини аниқлаш.....	363
IX.2.2. Қудуқ тубининг ифлосланиш даражасига депрессиянинг таъсири ва тиқиннинг ҳосил бўлиши ёки емирилиши шароити.....	365
IX.3. Остки сувлар мавжудлигида қудуқлар ишлашининг технологик режими.....	367

IX.3.1. Газ-сув туташ юзаси кутарилишини ҳисобга олмаганда газ қудуқларининг энг юқори сувсиз дебитини аниқлаш.....	367
IX.3.2. Газ-сув туташ юзаси кутарилишини ҳисобга олганда газ қудуқларининг энг юқори сувсиз дебитни аниқлаш.....	369
IX.3.3. Остки суви булган газли қатламнинг оптимал очилишини аниқлаш.....	372
IX.4. Газ ва остки сувлар оқими бир пайтда пайдо булганда қудуқлар ишлашининг технологик режими.....	373
IX.5. Қудуқлар ишлашининг температурали технологик режими.....	374
IX.5.1. Қудуқ туби зонасининг ва қудуқ стволининг гидратсиз ишлаш режими.....	376
IX.6. Маҳсулотида агрессив компонентлар мавжуд булган қудуқлар ишлашининг технологик режими.....	377
IX.7. Куп қатламли уюмларни очган қудуқлар ишлашининг технологик режими.....	380
X БОБ. ҚУДУҚЛАРНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШДА ТЕХНИКА ХАВФСИЗЛИГИ.....	382
X.1. Тадқиқотга тайёргарлик куриш пайтидаги хавфсизлик қондалари.....	382
X.1.1. Гидрат ҳосил булишида ингибиторлар билан ишлашга тайёргарлик куриш.....	384
X.1.2. Гази таркибида водород сульфиди булган қудуқларни тадқиқ қилишга тайёрлаш.....	385
X.1.3. Коррозияга қарши ингибиторни қўлаб қудуқларни тадқиқ қилишга тайёрлаш.....	385
X.1.4. Паст температурали сепарациялашни қўлаб қудуқларни тадқиқ қилишга тайёрлаш.....	387
X.1.5. Конда бажариладиган геофизик тадқиқотларга тайёргарлик куриш.....	387
X.2. Қудуқларни тадқиқ қилиш жараёнида хавфсизлик қоидалари.....	388
X.2.1. Конда геофизик тадқиқотларни бажариш.....	389
X.2.2. Гази таркибида водород сульфиди булган қудуқларни тадқиқ қилиш.....	390
X.2.3. Катта босим остида ишлайдиган сифимларга хизмат курсатиш.....	391
X.3. Газконденсатидан намуна олишда ва лаборатория таҳлилларида хавфсизлик қоидалари.....	392

УҚУВ АДАБИЁТИ

**ГАЗ ВА ГАЗКОНДЕНСАТ ҚАТЛАМЛАРИ
ВА ҚУДУҚЛАРИНИ КОМПЛЕКС ТАДҚИҚ
ҚИЛИШ БЎЙИЧА ЙЎРИҚНОМА**

*Муҳаррир Х. Пулатхўжаев
Бадий муҳаррир Ш. Хўжаев
Техник муҳаррир Д. Ҳамидуллаев
Мусаҳҳих Б. Туёқов*

Чоп этишга 24.05.2010 йилда рухсат этилди. Бичими 60x84¹/₁₆.
Таймс Тад гарнитураси. Шартли босма табағи 25,55. Нашр б.т. 25,0.
Буюртма рақами №23. Адади 700 нусха.

„NOSHIR“ нашриёти. Тошкент шаҳар, Навоий кучаси,
пастки савдо расталари.

„NOSHIR“ Ўзбекистон-Германия қўшма корхонасининг
босмахонасида чоп этилди. Тошкент шаҳар, Навоий кучаси, пастки
савдо расталари.