

СПРАВКИ  
С-74

# СПРАВОЧНИК МЕХАНИКА ОТКРЫТЫХ РАБОТ

Монтаж,  
техническое  
обслуживание  
и ремонт  
оборудования

СПРАВОЧНИК



Справочник механика открытых работ. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт оборудования/Под общей ред. М. И. Щадова.—М.: Недра, 1987.—397 с.

Приведены сведения о технике и технологии монтажа и ремонта экскаваторов, перегружателей, транспортно-отвальных мостов и отвалообразователей, буровых станков и вспомогательного оборудования на открытых горных работах. Описаны методы разборки, восстановления и сборки узлов и механизмов, даны эксплуатационно-ремонтные нормативы, методы и исходные данные проектирования ремонтно-складского хозяйства предприятий.

Для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, изготовлением, эксплуатацией и ремонтом горно-транспортных машин на открытых разработках полезных ископаемых.

Табл. 244, ил. 29, список лит.—31 назв.

Авторы: И. К. Билый, А. И. Горохов, В. И. Ефимов, В. И. Морозов, Э. А. Рабт, В. И. Русичев, Г. И. Соколов.



---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года предусматривается развитие опережающими темпами добычи угля прогрессивным открытым способом. Предполагается значительно расширить использование роторных экскаваторов, бестранспортной и транспортно-отвальной разработки месторождений, поточной и циклично-поточной технологии работ на разрезах.

Решающим фактором эффективного использования мощного карьерного оборудования является дальнейшее совершенствование организации и планирования ремонтного производства — внедрение промышленных методов и повышение качества ремонтов, снижение ремонтных затрат.

Ускорение ремонтного производства достигается: централизацией и специализацией всех видов ремонтного обслуживания, монтажных и палачных работ; внедрением прогрессивных методов технического обслуживания и ремонта, а также многоменной организации труда; совершенствовании технологии ремонта оборудования, методов и средств технической диагностики для объективной оценки технического состояния оборудования, а также средств контроля за расходом ресурсов отдельных сборочных единиц и агрегатов; повышении уровня технического обеспечения ремонтного персонала средствами механизации; внедрении специализированных инструментов, приспособлений, контрольно-измерительных приборов и средств в практику выполнения ремонтных работ; расширением номенклатуры и объема восстановления деталей путем внедрения износостойких наплавов и компенсационных вставок, особенно для рабочих органов экскаваторов и буровых станков; техническим перевооружением ремонтных баз на основе современной техники.

Монтаж крупного горного оборудования, как правило, выполняется специализированными монтажными организациями. Однако энергомеханическая служба карьера осуществляет контроль качества монтажа, от которого зависит надежность работы оборудования. Сфера деятельности горного инженер-механика в обеспечении работоспособности горного оборудования широка и разнообразна и включает в себя монтаж, наладку, эксплуатацию и ремонт машин. Кроме того, механику карьера необходимо знать фактический уровень качества процесса эксплуатации на конкретном горном предприятии, отличие его от нормативного, а также возможные пути повышения фактического уровня качества.

В справочнике освещены основные вопросы, возникающие в процессе эксплуатации и ремонта основного горного оборудования (экскаваторов циклического и непрерывного действия, буровых станков и ленточных конвейеров), а также при хранении сборочных единиц и деталей, необходимых для ремонта.

Особое внимание уделено применению смазочных материалов, обеспечивающих работоспособность и долговечность оборудования. Сведения изложены таким образом, чтобы облегчить подбор смазочного материала для различных механизмов и условий их применения. Приведены основные требования по составлению и согласованию химмотологической карты, ограничительного перечня смазочных материалов, рациональному и экономичному использованию нефтепродуктов.

При написании справочника авторы использовали личный опыт и опыт ремонта карьерного оборудования в полевых условиях и на ремонтно-механических заводах, а также данные по монтажу, наладке и ремонту оборудования, полученные в научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтах Министерства угольной промышленности СССР.



---

# ГЛАВА I

## МОНТАЖ И НАЛАДКА ОБОРУДОВАНИЯ

---

### ПОДГОТОВКА МОНТАЖНО-НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

#### Монтажно-наладочная документация

К монтажной документации относятся: проект организации строительства объекта; проект производства работ; технологические карты и схемы производства работ; журналы монтажных и специальных работ. Монтажная документация составляется на базе нормативных документов (ценников), единых районных единичных расценок и ведомственных расценок, ценников и прейскурантов оптовых цен на материалы и оборудование, строительных норм и правил (СНиП), технических условий (ТУ) на производство и приемку монтажных работ, отраслевых (ОСТ) и государственных (ГОСТ) стандартов.

В соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) заводы-изготовители вместе с оборудованием поставляют инструкции по монтажу и наладке машин.

Монтажной организации к началу монтажа передаются: два комплекта конструкторской документации; сборочные и установочные чертежи со спецификациями и комплектующими ведомостями; паспорта машин, аппаратов и контрольно-измерительных приборов (в одном экземпляре); схемы разбивки негабаритных узлов на блоки с указанием маркировки (в двух экземплярах); акты завода-изготовителя на контрольную сборку, обкатку и испытание оборудования с приложением формуляра (монтажных карт), в котором указаны допустимые и фактические зазоры в соединениях, усилия затяжек, данные регулировки муфт и тормозов, частота вращения и т. д.

Проект производства работ и монтажные карты составляют проектно-технологические институты Минмонтажспецстроя СССР и монтажные организации других министерств.

При производстве монтажных работ ведут журналы монтажа оборудования, подведомственного Госгортехнадзору СССР, в которых указываются фамилии должностных лиц, ведущих монтаж, шефперсонала, представителей технического надзора заказчика. В журнале должны быть отмечены состояние поставленных изделий и их упаковка, основные этапы и даты монтажа, дефекты и меры по их устранению.

В исполнительных схемах и формулярах в процессе производства работ указывают проектные и фактические размеры,

положение осей и высотных отметок элементов металлоконструкций, допустимые и фактические зазоры в подшипниках, зубчатых и червячных передачах, другие данные согласно ТУ на монтаж, наладку и регулирование ответственных узлов и механизмов.

### Организация монтажных площадок и полигонов

Оборудование для открытых горных работ поступает на предприятия отдельными деталями и узлами, масса которых достигает 40—60 т, а в уникальных машинах — 120 т.

Для укрупненной сборки узлов и монтажа машин сооружаются специальные монтажные площадки и полигоны (рис. 1.1. и 1.2).

Площадки для приемки и монтажа горно-транспортного оборудования подготавливаются на территории горного предприятия собственными силами либо силами подрядчика при участии монтажной организации. Размеры монтажной площадки (табл. 1.1) зависят от числа и типа одновременно монтируемых машин и интенсивности монтажа. Проект монтажной площадки разрабатывается проектно-технологическими организациями и согласуется с поставщиком оборудования. Одновременно разрабатываются технологические чертежи, опре-

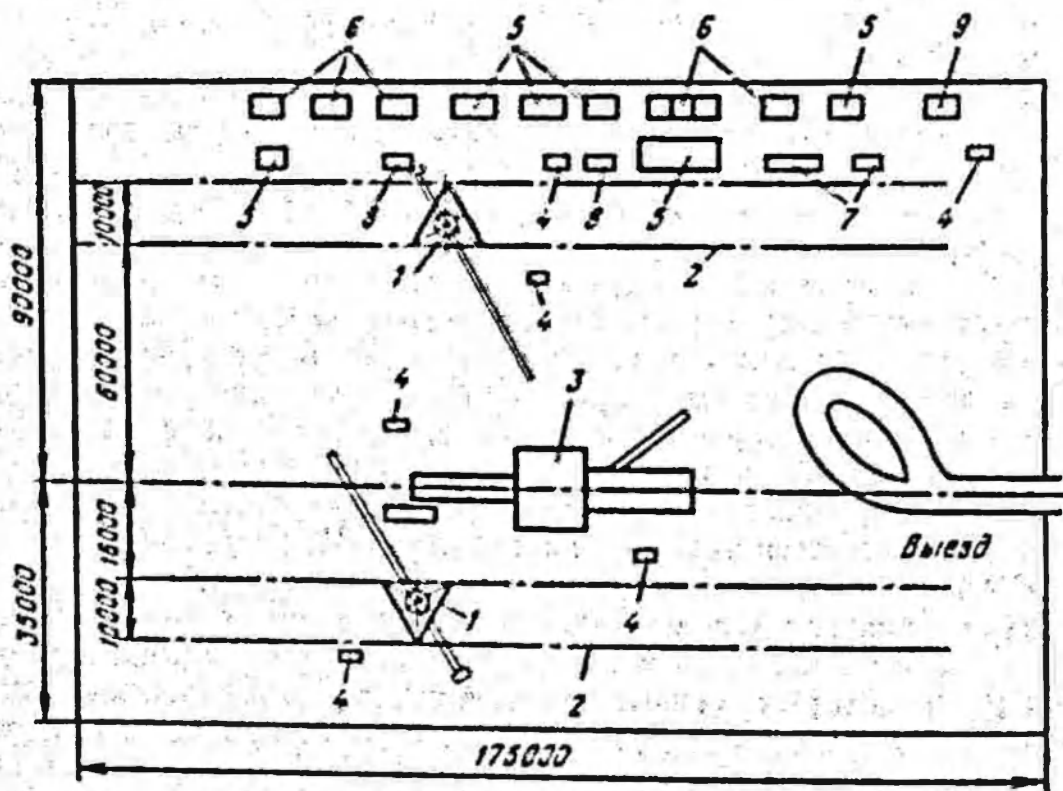


Рис. 1.1. Схема монтажной площадки роторных экскаваторов:

1 — башенный край БК-1000; 2 — подкрановые железные пути; 3 — сборочные узлы роторного экскаватора; 4 — подводящий пункт; 5 — склады; 6 — бытовые помещения; 7 — мастерские; 8 — компрессор; 9 — склад кислородных баллонов



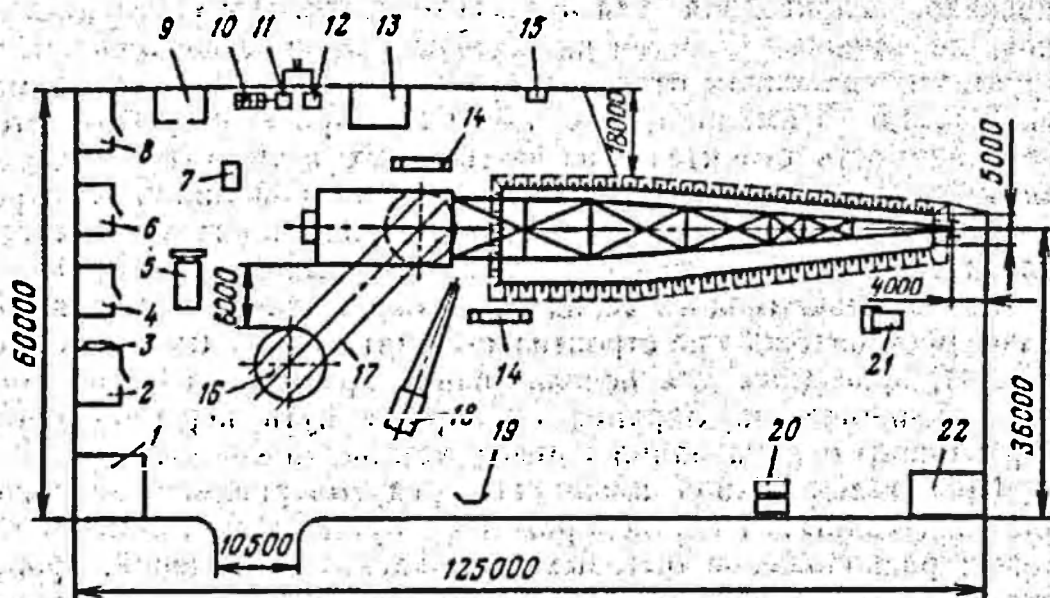


Рис. 1.2: Схема монтажной площадки шагающего экскаватора:  
 1-4, 6, 8, 9, 15 — бытовые помещения и склады; 5 — маслозаправщик; 7, 20 — трансформаторные подстанции; 10-13 — помещения технических служб; 11 — лыжи экскаватора; 16 — база; 17 — рельсовый путь; 18 — грузоподъемный кран; 19 — прожектор; 21 — бульдозер; 22 — мастерская

деляющие способ и порядок сборки отдельных узлов оборудования.

Разработке проекта предшествует топографическая съемка местности. Под монтажную площадку отводится местность, как

Таблица 1.1.

Площадки для монтажа горно-транспортного оборудования

Монтируемое оборудование	Размеры площадок, м	
	длина	ширина
Одноковшовые экскаваторы: ЭКГ-4,6А; Э-2505; ЭКГ-5А; ЭКГ-4У; ЭКГ-6,3УС; ЭКГ-4,6Б; ЭВГ-4Н	40—50	20—30
ЭКГ-8; ЭКГ-8Н; ЭШ-6/45М; ЭКГ-5У; ЭКГ-10Н	60—70	30—40
ЭШ-20/65; ЭКГ-12,5; ЭКГ-15Н; ЭКГ-6,3У; ЭШ-10/60; ЭШ-13/50; ЭВГ-6; ЭГ-12А	75—80	40—60
ЭКГ-20; ЭШ-20/90А; ЭГ-20	90—160	60—80
ЭШ-10/70А; ЭШ-15/90; ЭВГ-15; ЭШ-20/75Б; ЭШ-14/75	150—180	70—90
ЭШ-40/85; ЭВГ-35/65; ЭШ-25/100; ЭШ-80/100; ЭШ-100/100	180—280	90—120
Многоковшовые экскаваторы (цепные и роторные), перегружатели, отвалообразователи массой, т, не более:		
1500	150—180	80—120
3000	200—300	150—180
5000—6000	350—500	200—300

правило, непригодная для сельскохозяйственного использования, не слишком пересеченная, с плотными, необводненными грунтами, удаленная от места будущей работы собранных машин на 1,5—3 км, иногда на 7—10 км. При этом учитывается необходимость строительства подъездных железнодорожных и автомобильных дорог, подвода высоковольтной линии электропередач, связи, возможность использования подгрунтовых вод для хозяйственных нужд и противопожарных мероприятий.

С помощью геологических проб окружающих пород выявляют местонахождение строительных материалов (песка, глины, камня), пригодных для использования при строительстве монтажной площадки. Заранее планируют путь перегона смонтированного оборудования к месту установки его в карьере.

Проект монтажной площадки предусматривает: изображение подъездных железнодорожных путей и автомобильных дорог; расположение бытовых и складских помещений, производственных зданий и сооружений; перечень и расстановку грузоподъемных средств; расстановку узлов монтируемого оборудования; подвод электроэнергии, связи, тепловой энергии.

Кроме того, в проекте монтажной площадки указывают: способ и средства подачи оборудования с приобъектного склада на монтажную площадку в соответствии с технологической последовательностью монтажа узлов машины; здания и сооружения, имеющиеся на прикарьерной территории и не сооружаемые на монтажной площадке; способ отопления зданий монтажной площадки (при отсутствии котельной централизованное отопление временно заменяется индивидуальным); установочную мощность оборудования на площадке, ток и величину напряжения каждого потребителя.

Примерный перечень зданий и сооружений, число механизированного инструмента и ручных машин, которые в зависимости от массы монтируемого оборудования используются на монтажной площадке, а также оснащение ее металлообрабатывающим и прессовым оборудованием приведены в табл. 1.2—1.4.

В строительстве монтажной площадки и монтаже оборудования участвуют несколько организаций. Строительная организация совместно с маркшейдерскими службами делает планировку монтажной площадки, укладывает покрытие, сооружает водоотводы, строит здания и сооружения. Энергетические службы подводят к площадке линии электропередач, освещение. Специализированные монтажные организации ведут монтаж металлоконструкций оборудования, наладку и пуск в эксплуатацию смонтированного оборудования.

Монтажная площадка в процессе земляных работ покрывается слоем щебня толщиной 25—30 см. При слабом грунтовом основании, большой интенсивности монтажа, большой оснащенности и скученности грузоподъемного и вспомогательного оборудования площадка покрывается бетонными плитами.



Таблица 1.2

Примерный перечень зданий и сооружений на монтажной площадке

Наименование	Площадь (м <sup>2</sup> ) зданий и сооружений при массе монтируемого оборудования, тыс. т	
	<10	10—20
Столовая	100*	150*
Бытовые и административные помещения	200—300	400—500
Слесарная мастерская	300	500
Склады:		
оборудования	300—500	500—1000
смазочных и лакокрасочных материалов	200	300
баллонов с кислородом или ацетиленом	30	70
Пожарный резервуар	25—30**	25—30**
Медпункт	20	30

\* Число посадочных мест.

\*\* Вместимость, м<sup>3</sup>.

Таблица 1.3

Механизированный инструмент и ручные машины, применяемые на монтажной площадке

Наименование	Число инструментов и машин при массе монтируемого оборудования, тыс. т		
	<1	1,5—3	3,5—5
Гайковерты, в том числе один угловой	2	3—5	7—12
Машины:			
сверлильные	3	4	6
шлифовальные, в том числе одна с гибким валом	2	3	5
развальцовочные	2	3	4
Ножницы электрические или пневматические	2	3	4
Молотки клепальные с подержками пневматическими	2—3	4—5	6—8
Маслонасос перекачной для заполнения систем густой смазки	1	2	3

Во всех случаях покрытие площадки должно обеспечивать нормальную работу грузоподъемных и транспортных машин, не допуская осадки при операциях с грузами, особенно в осеннее и весеннее время.

На монтажной площадке заранее сооружаются необходимые фундаменты, якоря, углубления. В местах закладки фундаментов и якорей производится детальное исследование грунта. Нельзя сооружать их на пльвунах, в местах, размываемых сточными водами, на рыхлых грунтах. После закладки якорей грунт вокруг них утрамбовывается механическими трамбовками.

Таблица 1.4

Металлообрабатывающее и прессовое оборудование, применяемое на монтажной площадке

Наименование	Характеристика	Число единиц по массе монтируемого оборудования, тмс. т	
		<10	10-20
Станок: радикально-сверлильный вертикально-сверлильный токарно-винторезный	Диаметр сверления до 70 мм То же до 25 мм То же до 70 мм Диаметр обрабатываемых деталей до 300 мм	1	1
строгальный трубогибочный	Ход стола 500 мм Диаметр труб до 50 мм		2
Ножины Пресс	Толщина листа 1-3 мм Усилие 500-1000 кН		1
Токар	Диаметр круга 300-400 мм	2	4
Гидроцилиндр	Усилие 1000 кН То же 2000 кН	4	6
Сварочные аппараты	—	5-10	10-15
Горн воздушный коксугольный переносной	—	2-3	3-5

Освещение монтажной площадки должно обеспечивать хорошую видимость в зоне монтажа в любое время суток.

Монтажная площадка в обязательном порядке оборудуется противопожарным инвентарем.

Оборудование на монтажной площадке располагается таким образом, чтобы подача монтируемых частей из приобъектного склада была наиболее рациональной. При одновременном монтаже нескольких однотипных машин их располагают

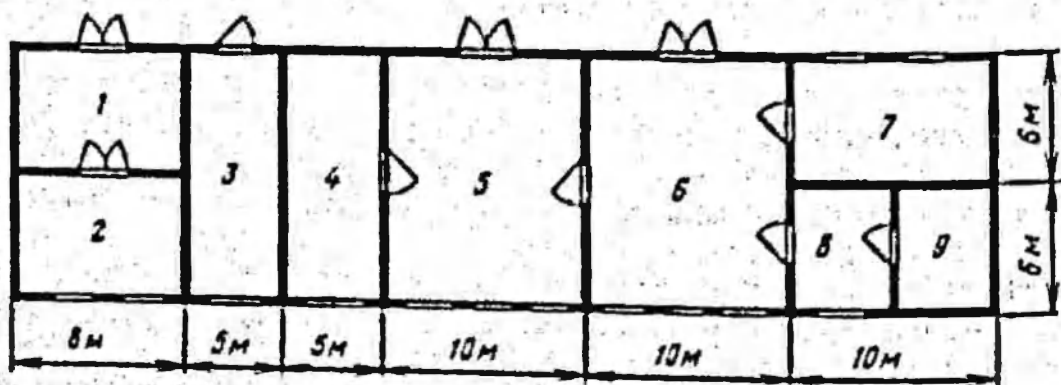


Рис. 1.3. Примерный план временных мастерских:

1 — цех ревизии и сборки маслосистем; 2, 3 — кладовые электроматериалов; 4, 5, 6 — соответственно инструментальное, станочное и слесарное отделения; 7 — гардероб; 8, 9 — помещения для отдыха ремонтного персонала



Таблица 1.5

Технические характеристики пневмоколесных прицепов тягеловозов

Марка	Основной тягач	Грузоподъемность, т	Масса снаряженного прицепа, т	Колеса, мм	Дорожный просвет, мм	Габариты, мм	Погрузочная высота, мм	Скорость передвижения, км/ч
ПН-2206	КрАЗ-255Б	17,75	12,25	1850	350	10780×3000×1830	1200	40
ПНК-20	КрАЗ-255Б	20	9	1920	220	12305×3000×1970	625	40
ЧМЗАП-5523А	КрАЗ-255Б	21	8,49	1920	250	12830×3000×1898	1200	70
ЧМЗАП-5524П	КрАЗ-255Б	23,8	6,2	1920	270	11350×2638×1597	1200	68
ЧМЗАП-5524П	КрАЗ-255Б	25	20,5	2410	250	15830×3200×1760	625	35
ПНК-3509	МАЗ-7310	35	13,17	1780	250	11230×3150×1630	1250	60
ЧМЗАП-8185	Спецтягач	40	10,9	2410	250	9330×3200×1600	1140	40
ЧМЗАП-5103	То же	40	10,4	2410	250	9330×3260×1670	1140	40
У-4005	»	40	18	1780	245	14420×3150×3190	1210	60
ЧМЗАП-9190	»	52	13,9	2470	250	11400×3300×1630	1170	32
ЧМЗАП-5212А	»	60	18	2800	350	14974×3950×1500	326—810	40
ПТ-60	»	60	16	2800	260	16000×3200×3000	710	32
Н-6007	МАЗ-537П	60	10	2480	260	14974×3950×1500	1610	25
ПТ-75	Спецтягач	75	46,35	2300	500	21755×3250×3400	500—900	10
ЧМЗАП-5530	То же	120	53,07	2215	370	26360×3740×1310	1250	10
ЧМЗАП-8389	»	300	40	1430—3350	500	По габаритам груза		3
ТУ-80	»	80	75	—	500	То же		2,2
ТУ-150	»	150	46,65	—	500	»		5
ТУ-250	»	250	75	—	500	»		2,2
ТУ-500	»	500	9,5	—	500	»		40
Р-202*	Тагра-813	20		2500	Около 350	12000×3000×1740	600	
	КрАЗ-255Б				350			
Р-251*	КрАЗ-255Б	25	12	2500	То же	14150×2500×1560	630	40
Р-402*	КрАЗ-255Б	40	19	3000	»	16445×3082×1760	650	40

\* Производство ПНР.

рядом. Подкрановые пути на площадке должны обеспечивать маневрирование кранами, которые на отдельных этапах монтажа могут концентрироваться у той или иной машины.

На монтажной площадке сооружается одна или несколько временных мастерских различного назначения (рис. 1.3).

Подготовительные работы на монтажной площадке (доставка и сборка грузоподъемных средств) составляют до 20% общего объема монтажных работ.

### Транспортирование оборудования

Оборудование открытых горных работ массой более 60—80 т доставляют к месту назначения отдельными узлами железнодорожным либо автомобильным транспортом (табл. 1.5).

На расстоянии 30—50 км самоходные горные машины передвигаются своим ходом, на расстояние свыше 50 км оборудование, как правило, транспортируется различными железнодорожными платформами, технические характеристики которых приведены ниже.

Технические характеристики железнодорожных платформ

Грузоподъемность, т	60	63	92
Число осей	4	4	6
Площадь пола, м <sup>2</sup>	56,3	36,8	74
База платформ, мм	16 720	9 720	17 200
Ширина платформ, мм	3 142	3 140	3 200
Длина по осям автосцепки, мм	21 620	14 620	25 220
Высота от головки рельса до уровня пола, мм	1 305	1 302	1 358
Масса, т	25,55	20,8	40

Технические характеристики железнодорожных платформ-транспортёров

Грузоподъемность, т	110	150	180	230
Число осей	12		16	20
Нагрузка на ось, кН	160	198	215	220
Число тележек	4		8	10
Длина по осям автосцепки, мм	39 400		38 400	41 200

Экскаватор с ковшом вместимостью до 5 м<sup>3</sup> перевозят в разобранном виде, например: на платформах-транспортёрах — стрелу и рукоять с ковшом; на двух четырехосных платформах — нижнюю раму и поворотную платформу с лебедками и поворотным механизмом; на двухосной платформе — гусеничную тележку в сборе и поперечный вал; на трех двухосных платформах — гусеничные цепи, стойки и боковые площадки поворотной платформы, листы кузова, ящики с электрооборудованием.

Для доставки с завода-изготовителя мощных одно- и многоковшовых экскаваторов необходимы под погрузку железнодорожные составы, при этом отдельные крупные части машины (ротор, поворотные платформы, пилоны и др.) перевозят на

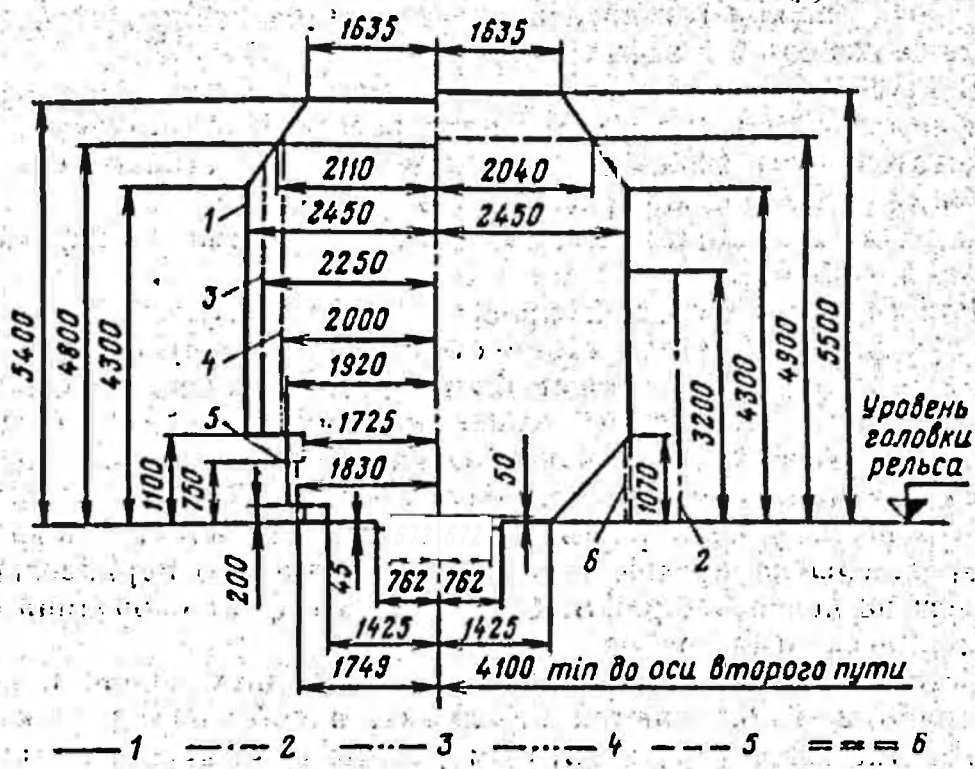


Рис. 1.4. Допустимые размеры приближения строений к железнодорожному полотну. Условные обозначения линий приближения:

1 — вновь строящихся зданий, заборов, опор; 2 — подкрановых балок, флигелей, проемов ворот, сооружений и устройств на железнодорожных путях; 3 — отдельно стоящих колонн, стоек, выступающих частей зданий; 4 — сливно-наливных и погрузочно-выгрузочных устройств, выдвижных и откидных лотков; 5 — временных отступлений на путях, по которым движение составов габарита «Т» не предусмотрено; 6 — тоннелей, перил на мостах и эстакадах

специальных платформах, являющихся собственностью поставщиков.

Допустимые размеры приближения строений к железнодорожному полотну при перевозке габаритных и негабаритных грузов приведены на рис. 1.4.

### Графики монтажа

Монтажные работы на площадках осуществляют по заранее разработанным графикам — сетевым или линейным. Для монтажа крупных машин, кроме этого, составляют индивидуальные проекты производства работ.

Линейные графики в отличие от сетевых не отражают всех взаимосвязей между работами при монтаже, а также сроков завершения монтажа. Поэтому для ускорения монтажных работ применяют сетевые графики, обуславливающие параллельный монтаж различных частей машин в блоки, которые затем соединяют между собой. Монтаж начинают с момента поступления первых сборочных единиц на предприятие. Таким обра-



зом, пока завод-изготовитель производит очередные узлы, готовые включаются в монтаж.

В сетевом графике используется метод критического пути. График позволяет более четко планировать взаимосвязку и последовательность работ и контролировать ход выполнения их, наиболее рационально расставлять рабочих и использовать средства механизации. Главные элементы сетевого графика — работа и событие.

*Работа* — это трудовой процесс, характеризующийся объемом (в физическом или стоимостном выражении) и временем монтажа, к которому может быть присовокуплено возможное «ожидание» с затратами только времени, а также «зависимость», не требующая никаких затрат ресурсов и времени, но показывающая взаимосвязь между работами. Важным является то, что последующая работа не может быть начата, пока не будет завершена предшествующая, но возможно параллельное ведение независимых работ. *Событие* — это факт окончания одной или нескольких работ.

Сетевые графики монтажа могут быть двух видов: в первом работы изображаются стрелками, а события — кружками с цифрами (рис. 1.5); во втором работы изображаются кружками, а события — стрелками. Удобнее пользоваться графиком первого вида, где каждая последующая работа располагается после исходной. Продолжительность отдельных работ определяется по действующим сборникам единых и ведомственных норм, общая продолжительность монтажно-наладочных работ определяется суммированием длительности отдельных работ (табл. 1.6 и 1.7).

Приблизительно продолжительность работ может быть вычислена по формуле

$$I_{\text{н}} = \frac{I_{\text{max}} + 4I_{\text{н}} + I_{\text{min}}}{6}, \quad (1.1)$$

где  $I_{\text{max}}$  и  $I_{\text{min}}$  — наибольшая и наименьшая продолжительность (ч, сут, смен) монтажа соответственно при неблагоприятных и благоприятных условиях производства работ;  $I_{\text{н}}$  — наиболее вероятная продолжительность монтажа, определяемая на основе данных предыдущего опыта в тех же показателях.

Расчет сетевых графиков производится на ЭВМ или вручную (при числе работ 200—300) и заключается в определении: критического пути наибольшей длины между начальным и конечным событиями; раннего и позднего окончания работ; запасов времени по работам вне критического пути.

Сетевой график разрабатывается в несколько этапов оперативно-диспетчерской группой монтажной организации с привлечением заказчика. Сначала на основе изучения проектно-сметной документации выдается техническое задание (ТЗ) назначенным исполнителям, затем составляются локальные графики (сети), главные цепи, уточняются работы, которые можно

Рис. 1.5. Элемент сетевого графика

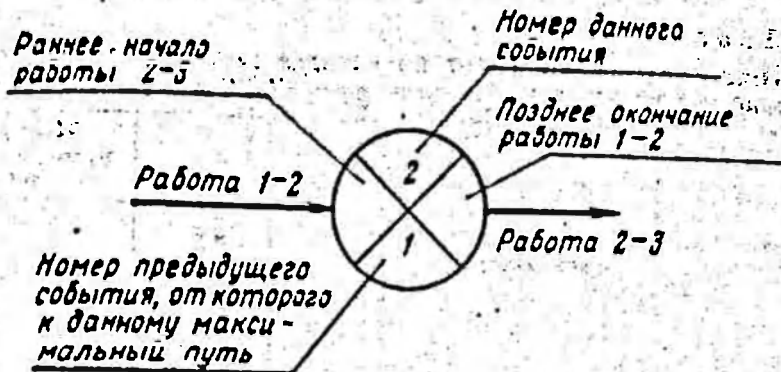


Таблица 1.6

Продолжительность монтажа и наладки экскаваторов на разрезах Минуглепрома СССР, сут

Экскаватор	Всего	В том числе монтаж и наладка электрической части
ЭШ-40/85; ЭВГ-35/65	730	280
ЭРП-2500; ЭШ-15/90А	370	180
ЭКГ-20; ЭШ-15/75; ЭГ-20	180	90
ЭШ-20/90А; ЭШ-25/100	370	185
ЭКГ-12,5; ЭКГ-6,3У; ЭКГ-15И; ЭГ-12А	90	45
ЭР-1250Д; ЭРП-1250; ЭВГ-6	222	110
ЭРГВ-630	160	82
ЭШ-10/70А; ЭШ-13/50	124	76
ЭШ-6/45М	98	50
ЭКГ-8И; ЭВГ-4И; ЭКГ-4У; ЭКГ-6,3УС	45	37
ЭКГ-4,6А; ЭКГ-4,6Б; ЭКГ-5А	25	14
Э-2505	20	10

Примечания. 1. Время, необходимое на перегон экскаватора, опробование и наладку в забое на оптимальный режим, не учтено. 2. Работы по монтажу и наладке электрооборудования до запуска преобразовательного агрегата предусматриваются совмещенным графиком совместно с монтажом механической части. 3. При монтаже экскаваторов опытных образцов или изготовленных по индивидуальному заказу, а также при ремонте находящихся в эксплуатации, но снятых с производства экскаваторов продолжительность работ устанавливается по согласованному графику.

вести параллельно. Работы увязываются между собой зависимостью так называемых фиктивных работ, не требующих затрат труда и времени.

Фиктивные работы изображают пунктирной линией. Различают условные, организационные и технологические фиктивные работы.

Монтажная организация назначает ответственных исполнителей сетевых графиков, которые собирают исходные данные, необходимые для составления графика; контролируют ход его выполнения, анализируют возможные отклонения от графика, подготавливают оперативную информацию о состоянии монтажных работ.

Таблица 1.7

Продолжительность работ по наладке электрооборудования экскаваторов после монтажа на разрезах Минуглепрома СССР, сут

Экскаваторы	До запуска преобразовательного агрегата <sup>1</sup>	После запуска преобразовательного агрегата <sup>1</sup>		Всего с момента запуска преобразовательного агрегата <sup>1</sup>
		до начала работы в забое	до выхода в забое на оптимальный режим	
<b>С тиристорным возбуждением:</b>				
ЭШ-40/85; ЭРП-5250; ЭВГ-35/63М	75	60	5	65
ЭШ-20/90; ЭГ-20; ЭКГ-15И	50	47	3	50
ЭКГ-12,5; ЭКГ-10И; ЭКГ-6,3У	30	18	2	20
<b>С магнитными усилителями:</b>				
ЭШ-10/70А; ЭШ-13/50; ЭШ-6/45М	14	10	2	12
ЭКГ-8И; ЭКГ-4У; ЭВГ-4И;	10	6	1	7
ЭКГ-6,3УС				
ЭРП-2500	48	32	3	35
ЭРП-1250; ЭР-1250Д; ЭРВГ-630	24	20	2	22
ЭКГ-5А	6	4	1	5

<sup>1</sup> Работы по наладке электрооборудования до запуска преобразовательного агрегата предусматриваются по смежному графику с монтажом электрической части.

Для готовых экскаваторов — до приведения приводов в готовность и пробному пуску.  
Для вторичных экскаваторов — после приведения приводов в готовность и пробному пуску.

Таблица 1.8

Технические характеристики кошки с ручным приводом

Грузоподъемность, т	Типовое усилие, Н	Номер двутавра	Масса, кг	Грузоподъемность, т	Типовое усилие, Н	Номер двутавра	Масса, кг
0,25	—	12, 14, 16	5	1	100	10, 18, 20	20
0,5	—	14, 16, 18	9	2	250	20, 22, 24	30
1	—	16, 18, 20	13	3,2	280	22, 21, 27	40

Примечание. Кошки грузоподъемностью 0,25—1 т предназначены для горизонтального перемещения груза. Для подъема груза и кошки подвешивается таль.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНТАЖНО-НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

### Грузоподъемные механизмы

При сборке и разборке различного горно-транспортного оборудования для открытых работ применяются грузоподъемные механизмы с высотой подъема до 30—40 м и массой поднимаемого груза до 250—300 т, технические данные и такелажная оснастка которых приведены в табл. 1.8—1.23.



Таблица 1.9

Технические характеристики лебедок ручных однобарабанных

Параметры	ЛР-1.23	Л-3,2	Л-5	СР-8
Тяговое усилие каната на передачах, кН:				
первой	12,5	32	50	60
второй	8	20	32	50
Диаметр каната, мм	11	16,6	21	27,5
Канатоемкость барабана, м	50		75	
Габариты, мм:				
длина	800	850	1050	1300
ширина	600	700	950	1250
высота	800	900	1000	1300
Масса, кг	160	260	500	900

Таблица 1.10

Технические характеристики лебедок ручных рычажных

Параметры	Л-0.75			Л-1.5			Л-3		
	Л-0.75	Л-1.5	Л-3	Л-0.75	Л-1.5	Л-3	Л-0.75	Л-1.5	Л-3
Тяговое усилие, кН	7,5	15	20—30	Канатоемкость, м			20		
Усилие на рычаге, Н	260	350		Габариты, мм:			15		
Диаметр каната, мм	7,5	13	16,5	длина	503	620	715		
				ширина	130	150	155		
				высота	220	300	340		
Масса, кг	17	31,8	54,5						

Таблица 1.11

Технические характеристики талей ручных

Грузоподъемность, т	Усилие подъема, Н	Высота подъема, м	Масса, кг	Шестеренные				Червячные			
				Грузоподъемность, т	Усилие подъема, Н	Высота подъема, м	Масса, кг	Грузоподъемность, т	Усилие подъема, Н	Высота подъема, м	Масса, кг
0,25	250	3; 6; 9; 12	25	1	350	3; 6; 9; 12	32	1	350	32	
0,5	320		34	3,2	650		75	3,2	650	75	
1			50	5	750		145	5	750	145	
2			80	8			240	8		240	
3	120		12,5	410			12,5	410			
5	500	170									
8		280									

\* Для талей с высотой подъема 3 м.

Таблица 1.12

Технические характеристики талей ручных с высотой подъема груза 3 м

Грузоподъемность, т	Тяговое усилие, Н		Номер двутавра	Масса, кг
	подъема	перемещения		
1	350	100	16; 18; 22; 24; 27; 30; 33	45
3,2	650	180	22; 24; 27; 30; 33; 36; 40; 45	90
5,0	750	200	30; 33; 36; 40; 45; 50; 55	150
8,0	750	250	40; 45; 50; 55; 60	300

Таблица 1.13

Технические характеристики талей эпитрических передающих (тельферов)

Марка	Грузоподъемность, т	Высота подъема груза, м	Номер двутавра	Масса, кг
ТЭ 0,25-Э11	0,25	6	14-21	50
ТЭ 0,5В <sub>г</sub> -Х ТЭ 0,5В <sub>г</sub> -П	0,5			18 3,5 6
ТЭ 0,5В <sub>г</sub> -1118 ТЭ 0,5В <sub>г</sub> -К11 ТЭ 0,5-1		115 77 95		
ТЭ 0,5 (ТЭ 0,5-331)		110		
ТЭ1-521 (ТЭ1-531) ТЭ2-521 (ТЭ2-531)		1 2	12 (18)	24, 30м, 36м 24м, 30м, 36м
ТЭ3-521 (ТЭ3-531) ТЭ5-921 (ТЭ5-931)	3 5		30м, 36м, 45м	650 (600) 732 (793)
ТЭ10-12 ТЭ10-16	10	21 36	50, 55, 60з 50а, 55а	2770 3100

Примечание. Скорость подъема груза — 8 м/мин, скорость перемещения — 20 м/мин.

## Механизированный инструмент

Для выполнения монтажных операций (подготовка и сборка крепежных резьбовых и заклепочных соединений; прокладка трубопроводных и кабельных трасс; разделка металлических листов, труб и кабелей; мойка и обезжиривание деталей ме-

Таблица 1.14

Технические характеристики лебедок электрических переносных

Параметры	T-66E	T-66A	C-929	T-221B	C-930	C-931	T-145Г
Тяговое усилие, кН	3,2	5		12,5		51	
Диаметр каната, мм	6,8	7,7		11,5		22	
Канатоемкость барабана, м	80		80			25	
Скорость навивки каната на последний слой, м/мин	43	31	24	34,6	26,8	18	24,6
Мощность двигателя, кВт	2,8	2,8		7		16	
Габариты, мм:							
длина	750	920	840	1040	1200	1975	1785
ширина	790	800	680	960	680	1600	1790
высота	500	840	680	770	760	980	1175
Масса (без каната), т		240	210	462	400	1930	2032

таллоконструкций перед окраской) используют различные ручные машины и механизмы.

Сверление отверстий диаметром до 32 мм осуществляют пневматическими и электрическими сверлильными машинами (табл. 1.24—1.26).

Для разборки и сборки резьбовых соединений используют резьбозавертывающие машины (гайковерты и шурупверты) с электрическим или пневматическим приводом (табл. 1.27—1.29).

Нарезание резьбы производят электрическими и пневматическими резьбонарезными машинами.

Технические характеристики машин ручных резьбонарезных электрической ИЭ-3401 и пневматической ИП-3403А

	ИЭ-3401	ИП-3403А
Диаметр нарезаемой резьбы, мм		12
Крутящий момент, Н·м		47
Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup> :		
при правом вращении	3	6
при левом вращении	5	11
Мощность двигателя, кВт		0,4
Напряжение, В	220	—
Частота тока, Гц	50	—
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	—	1
Давление сжатого воздуха, МПа	—	0,5
Габариты, мм:		
длина	470	260
ширина	100	60
высота	595	180
Масса, кг	6,5	2,5

Для зачистки литья, сварочных швов, подготовки кромок под сварку, шлифования металлических поверхностей, снятия



Таблица 1.15

Технические характеристики лебедок электротехнических монтажных специальностей

Лебедка	Тяговое усилие, кН	Диаметр каната, мм	Квадратность каната барабана, м	Скорость движения каната, м/мин	Мощность двигателя, кВт	Габариты, мм	Масса, т
Конструкции ВНИИПТМаша	15	13	200	49	13,5	1,4×1,35×1	1,03
	30	17,5	260	43	23	1,5×1,43×1,21	1,95
	50	21		39	32	1,9×1,73×1,25	3,44
	100	32,5	220	31	64	2,55×2,27×1,4	5,38
Конструкции Центроэнергомонтажа	15	13	212	16,5	5	1,12×1,12×0,64	0,73
	30	19,5	262	16,6	11	1,55×1,41×1,13	1,35
	50	24	259	14,1	16	1,7×1,51×1,07	1,8
НЗ-422 ЛМЦ-3	30	17,5	200	9	7	1,64×1,33×1,03	0,98
			250	10—13	7,5	1,39×1,55×0,83	1,27
ЛС-5-30-150				1,12; 1,56	22	1,88×1,16×1,69	1,91
	50	22	450	1,12; 1,56; 9; 12,5	10	1,71×1,63×1,06	1,72
ЛС-5-9-510				7		2,25×1,63×1,58	2,24
	75	28,5	350	3,14—4,04	5	1,63×1,52×1,4	2,01
НЗ-587							
Л-7502							

Таблица 1.16  
Технические характеристики домкратов речных

Параметры	Р-3	ДР-5	ОМД-5	ДРН-5	ДР-7	ДР-12
Грузоподъемность, т	3		5		7	12
Высота подъема, мм	330	350		400	350	300
Габариты, мм:						
длина	695	350	208	200	312	520
ширина	220	260	300	310	266	496
высота	456	701	685	700	850	1120
Масса, кг	35		36	29	48	60

Таблица 1.17  
Технические характеристики домкратов специальных

Домкрат	Грузоподъемность, т	Высота подъема, мм	Высота домкрата, мм	Масса, кг
Винтовой монтажный ДМ-5	5	40	94	3,5
Гидравлический подкладочный ДП-5	5	20	70	27
Гидравлический с лапой ГДЛ-7	7	230	370	22
Клиновой	10 (20)	8 (5)	90 (35)	18 (9,2)
Цепной	10	300	678	46
Гидравлический:				
малогабаритный	25	60	100	4,5
клиновой	40	10	35	13
беспоршневой	45	15	35	3,9
облегченный	100	60	139	20

Таблица 1.18  
Технические характеристики домкратов винтовых

Параметры	Т-83	БО-3	ДВ-5	Т-56Б	БО-Б
Грузоподъемность, т	2	3		5	
Высота подъема, мм	240	130	118	178	300
Диаметр основания, мм	120	130	150	160	148
Высота домкрата, мм	240	300	500	315	510
Масса, кг	4,2	6,2	20	10,8	17

Продолжение табл. 1.18

Параметры	ДВ-10	БТ-10	БТ-15	ДВ-20	ДП-20
Грузоподъемность, т		10	15	20	
Высота подъема, мм	200	330	350	200	300
Диаметр основания, мм	160	180	226	180	220
Высота домкрата, мм	416	585	610	580	748
Масса, кг	30	37	48	32	154

Таблица 1.19

Технические характеристики гидроджкратов общего назначения

Параметры	ДГС-2	ДГС-1	ДГО-20	МДТ-25	ДГО-50	МДТ-80
Грузоподъемность, т	5	10	20	25	50	80
Высота подъема, мм	110	150	90	75	100	
Давление масла, МПа	40	35	32		40	
Габариты, мм:						
длина	140	170	225	150	313	220
ширина	85	180	565	130	460	160
высота	215	300	173	270	220	290
Масса, кг	7,3	15,8	16,7	19	63	68

Продолжение табл. 1.19

Параметры	ДГО-100	МДТ-100	ДГ-100	ДГО-200	ДГ-200
Грузоподъемность, т		100			200
Высота подъема, мм			155		
Давление масла, МПа			40		
Габариты, мм:					
длина	503	375	658	690	800
ширина	375	280	405	470	502
высота	285	370	920	501	920
Масса, кг	125	122	174	209	314

заусенцев используют ручные шлифовальные машины (табл. 1.30, 1.31).

Для заточки ножей рубанков, круглых пил, долбежных и пильных цепей, разводки зубьев круглых пил применяются машины заточные и точила.

Технические характеристики машин заточной электрической ИЭ-9703 и точила настольного БЭТ-1

	ИЭ-9703	БЭТ-1
Диаметр шлифовального круга, мм		100
Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup>	45	47
Электродвигатель:		
потребляемая мощность, кВт	0,3	0,44
напряжение, В		220
частота тока, Гц		50
Габариты, мм:		
длина	700	244
ширина	530	140
высота	340	230
Масса, кг	15,4	7,7



Таблица 1.20  
Технические характеристики колесных грузоподъемных кранов

Марка	Грузоподъемность, т		Высота подъема крюка наибольшей, м	Вылет крюка наибольшей, м	Габариты, м	Масса, т
	наибольшая	вспомогательного подъема				
НКГ-100	0,1	—	10,9	8,5	6,1×4×2	2,35
НКГ-200	0,25	—	9	6,9	5,4×3,9×3	2,31
ГМКП-320	0,32	—	11	7	5,3×3,3×2,2	2,9
МКП-1,5	1,5	—	14,5	11	9,7×3,9×2,7	6
МКА-2	2	—	15	10	9,3×3,4×2,5	7,6
ЛАЗ-600	3	—	6,6	5,5	8,8×3,4×2,2	7,5
КС-1562	4	—	10	10	8,4×3,3×2,5	7,4
КС-1571		—	6,5		7,5×2,9×2,4	
МКП-5	5	—	7	5	5,3×2,9×2,3	6,3
КС-1562А		—	15	10	8,4×3,3×2,5	7,4
КС-2561Д	6,3	—	13	12	10,6×3,7×2,6	5,9
КС-2561Е		—		11,6		8,7
КС-2561К	6,3	—	16	12	12×3,7×2,7	9
КС-2563		—	11,7	11		12,5
КС-2771	7,5	—	16,5	5	8×3×2,5	9,7
МКА-6,3		—	12,2	10	9,3×3,9×2,6	9,8
ЛК-75	7,5	—	12,4	9	9,9×3,6×2,5	8,8
МКА-10М	10	3	18	16	13,3×3,9×2,7	14,8
КС-3562А		2	22	20	13,3×3,8×2,8	14,3
КС-3563		3	12	11,8	9,8×3,9×2,9	19,7
КС-3571	13	—	20	19,1	10×3,3×2,8	15,3
МКП-10		—		16	14,3×3,8×3,21	16
МКТ-6-45	13	7	48	20	12,7×4,3×4,1	41,5
МКА-16	16	2	25,1	21	14,3×3,9×2,8	22,7
МКП-16		4	25	20	14,5×4×3,2	24
МКШ-16	16	—	25,6	19	15,3×4×2,8	26
КС-4361		3	25,5	23	14×3,9×3,2	23,7
КС-4361С		—				24
КС-4362	—	—	26,1	16	16,9×4×3,2	23
КС-4561	16	2	22,4	14	14×3,9×2,8	21,8
КС-4571			27,5		14×4×2,8	24,4

Продолжение табл. 1.20

Марка	Грузоподъемность, т		Высота подъема крана наибольшей, м	Вылет крана наибольший, м	Габариты, м	Масса, т
	наибольшая	вспомогательного подъема				
КС-5363			36,7	26,3		33
КС-5472		6,3	35	25	14,1×3,9×3,4	
МКП-25	25		27	15	19,5×1,2×3,2	39
МКП-25А		5	33	17,1	13,9×4×3,2	35,6
МКШ-25		8	41,5	11,2	12,5×4,2×3	39,5
МКП-40		7,5	35,5	23,5	12,7×4×4,1	45
МКТ-40		7	33,5	25	12,7×4,2×4,1	44,1
КС-6361		5	29,5	20		50
КС-6362	40	16	54	30,7	20,9×4,2×4	48
КС-6362ХЛ					15,5×4×3,5	44
КС-6471		2,4	46	25	13,7×3,8×2,8	
КС-7362	63		62,9	30	16×4,3×3,6	70
КС-7471			56		67,2	
КС-8471		30	62		22×4×3,2	92
КС-8362	100		82	32	22,1×4×3,2	96

Таблица 1.21

Технические характеристики гусеничных грузоподъемных кранов и трубоукладчиков

Марка	Грузоподъемность, т		Высота подъема крана наибольшей, м	Вылет крана наибольший, м	Габариты, м	Масса, т
	наибольшая	вспомогательного подъема				
Краны гусеничные						
МКТ-6,3			14	7	4,9×3,9×2,8	21,4
МКГ-6,3	6,3	—	18	16	14×3,6×3	15,9
КМТ-6,3			12,8	7	9,8×4,6×2,7	21

Продолжение табл. 1.21

Марка	Грузоподъемность, т		Высота подъема крока шиболь-шай, м	Вылет крока шибольшей, м	Габариты, м	Масса, т
	шай	вспомогательного подъема				
МКГ-10А	10	—	20	18	5,5×3,5×3,1	20
МКГ-16 МКГ-16М	16	—	25,4	22	15,3×3,5×3,2 6,4×3,5×3,2	25,5
МКГ-25 РДК-251 ДЭК-251	25	5	37 35,9 31,8	21 21,3 25	6,1×3,7×3,2 6,7×4,3×3,2 6,4×4,3×4,3	39 47,9 38,8
МКГ-25БР МКГ-25ХЛ	—	—	47 37	21,2 21	7×3,9×3,2 6,1×3,9×3,2	40
МКГ-40 СКГ-40	40	7	54 34,6	25	7,4×4,3×4,3 6,5×4,1×4,1	62,1 57,6
СКГ-40БС	—	13	—	24	6,3×4,1×4,1	66
ДЭК-50	50	7	54	40	6×5,3×5	90,8
ЭО-7116	60	5	41,7	16,6	21,4×4,2×6,3	83
СКГ-63 КС-7164	63	15 —	52,4 62	26 16	6,1×4,4×5 21×4,2×6,3	87,2 85
КС-8161 КС-8164	—	15	70 72	35	21×4,2×6,3 23×5,5×6,3	87 132,5
МКГ-100 СКГ-100,1 СКГ-100	100	40 — 15	79 71,5 61,5	30,7 34	23×5,0×7,0 9,5×5,7×6,3 7,5×4,6×6,3	131,5 134 132,5
СКГ-160	160	18	83	41,5	28×5,5×7	206

Трубоукладчики гусеничные

ТГС-4; ТГС-4,1	1,6	—	6,2	4,2	5,7×3,2×2,3	10,1
ТЛДТ-54А КТБ-07	3	—	4,3	3	4,5×4,9×3,4 4,5×4,5×4,3	6,25 13
ТГ-61 (62)	6,3	—	4,85	5	4,4×6,2×3,5	12,5
ТЛ-4 ТО-1224В	10 12	—	4,3 4,6	4,5	4,2×5,7×3,3 4,2×6,1×4,3	17 19,3
ТГ-123	12,5	—	5,1	6	4,6×6,9×4,7	21,2



Марка	Грузоподъемность, т		Высота подъема крана наиболь. в вылет, м	Вылет крана наибольший, м	Габариты, м	Масса, т
	Автоматическая	Вспомогательного подъема				
ТГ-1510	15	—	4,5	—	4,4X6,5X4,2	24,1
Т-2510	25	35	—	5,2	5,2X6,7X4,2	31,4
					Т-3210	—
ТГ-512	50	63	—	6,3	6,8X8,9X5,8	63
					ТГ-631	—

Таблица 1.22  
Технические характеристики кранов с грузоподъемными кранами

Марка	Грузоподъемность, т		Высота подъема крана наиболь. в вылет, м	Кабель, м	Длина консолей, м	Габариты, м	Масса, т
	Автоматическая	Вспомогательного подъема					
УКК-3,2	3,2	5	5,8	7,1	6-16	21X8X7,3	9
ККЭ-8	10	12,5	10	7	16-25	28,4X10X9	55
ККЭ-12,5	18	—	21	10,5	41	44,5X29,7X14,6	81,6
ККЭ-20,5	20	21	12	21	20-32	42,1X16,5X14,6	83,4
К-305	30	—	10,5	—	—	37,9X16,1X8,6	55,3
КК-32	32	8	10,6	—	32	10X9X6	55
К-451	45	50	10,5	26	—	31,9X16,1X8,6	51,8
МК-60	60	80	12,45	12	—	25,9X16,1X8,6	47,4
КМК-120	120	200	18,5	18-20	—	20X23,8X17,9	120,8

Таблица 1.23  
Технические характеристики зарубежных грузоподъемных кранов

Параметры	002-KN		005-KN		08-ST		SNICEV		09-ДЛ		005-ДЛ		001-ДЛ	
	20	30	75	63,5	25	36	25	36	25	60	80	125	25	25
Грузоподъемность, т	20	30	75	63,5	25	36	25	36	25	60	80	125	25	25
Длина (вылет) стрелы, м	9,5—23,5	10—31,5	50	15,24—36,6	6—12,4	38	6—12,4	38	11	14	30	30	30	30
Высота подъема максимальная (с гуськом), м	24,6 (36,4)	31,5 (44,5)	44 (55,3)	35	26	38	26	38	11 (15)	13	30	30	30	30
Скорость: подъема груза, м/мин	63	80	54—108	13—45	110	120	110	120	—	6—12	—	—	—	—
передвижения, км/ч	63	70	55	0,5—1,6	80	70	80	70	—	6	—	—	—	—
Частота вращения поворотной платформы, мин <sup>-1</sup>	3,1	0—2,3	0,5—1,6	0,9—3	2,6	2,5	2,6	2,5	1,5	—	—	—	—	1
Мощность двигателя, кВт (л. с.):	140 (190)	169 (230)	147 (200) 228 (310)	161 (220)	74 (100) 152 (207)	116 (153) 213 (290)	—	—	132 (180)	140 (190)	147 (200) 75 (102)	—	—	—
подъема														
хода поворотной платформы	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Механизм передвижения	Колесный			Гусеничный	Колесный		Колесный		Рельсовый		Рельсовый			
Масса, т	25,3	34,2	61	83,9	26	34	26	34	80	90	115	220	220	220
Изготовитель	Фирма «КАТО», Япония			Фирма «Сумитомо», Япония	Фирма «ЛОКОМО», Финляндия		Фирма «ЛОКОМО», Финляндия		Машиностроительный завод им. С. М. Кирова, ГДР					

Таблица 1.24

Технические характеристики машин ручных сверлильных пневматических

Параметры	ИП-1011 (ИП-1104)	ИП-1019 (ИП-1029)	ИП-1021 (ИП-1022)	ИП-102А	ИП-1023	ИП-102А (ИП-101А)
Диаметр сверла, мм	9	12	14	23	23	32
Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup>	27	17	3,3 (17)	5	200	7,5
Мощность на шпинделе, кВт	0,3	0,44	0,59	0,96	0,83	1,8
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,6	0,9	1	0,8	1,2	2
Габариты, мм:						
длина	156 (200)	200 (230)	290	620	690	396 (380)
ширина	53	53 (56)	58	123	133	96 (160)
высота	84	178	178	163	195	215 (260)
Масса, кг	1,1 (1,5)	1,7	2,6	8	8,4	7,5 (8,4)
Изготовитель	Ленинградский завод «Пневматика»	Московский завод «Пневмостроймашина»		Ленинградский завод «Пневматика»	Московский завод «Пневмостроймашина»	Свердловское ПО «Пневмостроймашина» им. Орджоникидзе

Таблица 1.25

Технические характеристики машин ручных сверлильных электрических

Параметры	ИЭ-1023А	ИЭ-1024А	ИЭ-1203	ИЭ-1033	ИЭ-1017А	ИЭ-1029
Диаметр сверла, мм	6	9	9/14	14	22	25
Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup>	20,5	13	9—13	9	7	63
Потребляемая мощность, кВт	0,21	0,285	0,365	0,365	0,65	1,07
Габариты, мм:						
длина	235	239	372	363	312	780
ширина	67	67	204	201	384	350
высота	162	162	127	133	97	142
Масса, кг	1,6	1,7	4	3	4,1	6,7
Изготовитель	Конаковский завод механизированного инструмента			Выборгский завод «Электронинструмент»		

Примечание. Электродвигатель асинхронный трехфазный с короткозамкнутым ротором, частота тока 200 Гц, напряжение 36 В, класс защиты III.

Таблица 1.26

Технические характеристики машин ручных сверлильных электрических с двойной изоляцией

Параметры	ИЭ-1003Б	ИЭ-1020	ИЭ-1019А	ИЭ-1031А	ИЭ-1032	ИЭ-1202	ИЭ-1022В	ИЭ-1023
Диаметр сверла, мм	6	6	9	9	9	9	14	23
Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup>	25	43	13	16	15,6	15,6/33	12	4
Потребляемая мощность, кВт	0,27	0,12	0,34	0,27	0,42	0,42	0,4	0,6
Габариты, мм:								
длина	242	228	255	238	245	275	406	460
ширина	71	68	68	71	70	70	206	90
высота	170	206	210	170	157	157	146	525
Масса, кг	1,55	1,85	2	1,6	1,7	1,85	2,8	6,5
Изготовитель	Назрановский завод «Электронинструмент» им. Гапура Ахриева			Конаковский завод механизированного инструмента		Ростовское-на-Дону ПО «Электронинструмент»		Резекненское ПО «Электростройинструмент» им. XXIV съезда КПСС

Примечание. Электродвигатель коллекторный однофазный, частота тока 50 Гц, напряжение 220 В, класс защиты II.

Таблица 1.27

Технические характеристики гайковертов ручных электрических

Параметры	ИЭ-3116	ИЭ-3113	ИЭ-3115А	ИЭ-3117	ИЭ-3114А	ИЭ-3118
Диаметр затягиваемой резьбы, мм	12	16	12—30	12	16	12—30
Момент затяжки, Н·м	63	125	700	63	125	700
Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup>		17			16	
Частота ударов, Гц			2			1,5
Электродвигатель:						
потребляемая мощность, кВт	0,22	0,34	0,42	0,21	0,27	0,37
напряжение, В		220			36	



8 Продолжение табл. 1.27

Параметры	ИЭ-3116	ИЭ-3113	ИЭ-3113А	ИЭ-3117	ИЭ-3114А	ИЭ-3113
частота тока, Гц		50			200	
класс защиты		II			III	
Габариты, мм:						
длина	68	363	470	300		370
ширина		70	79	70		80
высота		243	130	237		210
Масса, кг	3,5	3,8	5,1	3,3	3,5	5,7
Изготовитель	Конаковский завод механизированного инструмента		Ростовское-на-Дону ПО «Электронструмент»	Конаковский завод механизированного инструмента		

Таблица 1.28

Технические характеристики гаеквертов ручных пневматических

Параметры	ИП-311	ИП-3112А	ИП-3207	ИП-3113А	ИП-3203А	ИП-3108А
Диаметр затягиваемой резьбы, мм	12		14	18	27—36	
Момент затяжки, Н·м	63		100	250	800—1600	
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,7		0,6	0,7	1,05	
Габариты, мм:						
длина	223	225	273	261	370	310
ширина		60	65	64	125	160
высота	170	173	118	175	195	250
Масса, кг	1,9	2,3	2,6	2,7	9,7	9,2
Изготовитель	Московский завод «Пневмостроймашина»				Свердловское ПО «Пневмостроймашина» им. Орджоникидзе	

Примечание. Давление сжатого воздуха 0,5 МПа.

Таблица 1.29

Технические характеристики шурупвертов ручных электрических

Параметры	ИЭ-3602	ИЭ-3602А	ИЭ-3601Б
Диаметр завинчиваемой резьбы, мм		6	
Момент затяжки, Н·м	15		13
Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup>	17		13
Электродвигатель:			
напряжение, В	220		36
частота тока, Гц	50		200
потребляемая мощность, кВт	0,42		0,21
класс защиты	II		III
Габариты, мм:			
длина	325	400	321
ширина	70		70
высота	157	130	162
Масса, кг	2,3	2,5	2,3
Изготовитель	Конаковский завод механизированного инструмента		

Таблица 1.30

Технические характеристики машин ручных шлифовальных электрических

Параметры	ИЭ-2003	ИЭ-2106	ИЭ-2009	ИЭ-2004А	ИЭ-2103А	ИЭ-2102А	ИЭ-6103	ИЭ-8201А
Диаметр шлифовального круга, мм	63	80	125	150	180	220	200/125	
Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup>	113	55	43	63	141	103	49/68	49/49
Электродвигатель:								
частота тока, Гц		50			200			50
напряжение, В		220			36			220
потребляемая мощность, кВт	0,6		1,15	1,07		2,03		1,02
класс защиты		II			III			II
Габариты, мм:								
длина	575	420	620	609	464		298/347	261/284



Продолжение табл. 1.30

Параметры	ИЗ-2008	ИЗ-2106	ИЗ-2008	ИЗ-2004А	ИЗ-2101А	ИЗ-2102А	ИЗ-6103	ИЗ-201А
Габариты, мм:								
ширина	86	108	144	204	247	272	268/246	223/240
высота	86	141	106	117	177	8.2	284/211	213/255
Масса, кг	3,45	3,8	6,5	6,5			3,2/3,7	2,7
Изготовитель	Резекненское ПО «Электростройинструмент» им. XXIV съезда КПСС			Выборгский завод «Электроинструмент»				

Примечание. Машин марок ИЗ-6103 и ИЗ-201А оснащены прямыми и угловыми шлифовальными головками. В числителе приведены параметры машин с прямыми головками, в знаменателе — с угловыми.

Таблица 1.31

Технические характеристики машин ручных шлифовальных пневматических

Параметры	ИП-2009А	ИП-2013	ИП-2003А	ИП-2014А	ИП-201А
Диаметр шлифовального круга, мм	63	150	125	150	180
Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup>	201	127	79	85	142
Мощность на шпинделе, кВт	0,44	0,73	1,33	1,3	1,472
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,9	1,2	1,6	1,8	2
Габариты, мм:					
длина	440	567	320	590	305
ширина	72	120	250	164	250
высота	65	100	200	130	215
Масса, кг	1,9	3,5	4	5,7	4,5
Изготовитель	Московский завод «Пневмостроймашина»	Конаковский завод механизированного инструмента	Свердловское ПО «Пневмостроймашина» им. Орджоникидзе	Конаковский завод механизированного инструмента	Московский завод «Пневмостроймашина»

Примечание. Давление воздуха 0,5 МПа.

Таблица 1.32

Технические характеристики компрессорных станций

Марка	Производительность, м <sup>3</sup> /мин	Давление нагнетания, МПа	Число ступеней сжатия	Число раздаточных вентилялей	Двигатель		Габариты, мм			Масса, кг
					тип	мощность, кВт	длина	ширина	высота	
<b>С поршневыми компрессорами</b>										
ПКС-5	5	0,7	2	4	Карбюраторный КАЗ-120	70	4935	1870	1800	2558
ПКС-5,25	5,25				Электрический А02-81-4	40	3350	1800	1700	1270
ЭК-9М	9	0,6	2	4	То же А2-92-6	55	6400	1940	2620	5250
ДК-9М	10				Дизельный Д-108-3	80	5565	1940	2030	3530
АПКС-6	6	0,8	2	4	Карбюраторный бензиновый ЗИЛ-157М	77	6700	2375	2175	6100
<b>С ротационными компрессорами</b>										
ЗИФ-ПР-6М	6,3	0,8	2	6	Дизельный СДМ-14А	55	4420	1750	2020	2300
ПР-10М	10				То же А-01МК	81	3780	1700	2210	3130
<b>С винтовыми компрессорами</b>										
ЗИФ-55В	5	0,7	1	5	Карбюраторный бензиновый ЗИЛ-157М	77	4362	1820	1770	1920
ПВ-10	10				То же ЯМЗ-236	88	3395	1730	1870	3150
ПВ-10Э					8	Электрический АОП2-91-4	75	3395	1730	1870
НВ-10Э						3100	1450	1315	2100	

Таблица 1.36

Технические характеристики ножиц ручных по металлу

Параметры	Электрические*				Пневматические**	
	ножовые		вырубные		ножовые	вырубные
	ИР-5404	ИР-5404УЭ	ИР-5507	ИР-5501	ИР-5401А	ИР-5501 ИР-5502
Толщина разрезаемого листа, мм	1,6	2,5	1	1,6	2	2,5
Производительность, м/мин	4	0,9	1	0,9	—	1,4
Мощность электродвигателя, кВт	0,23	0,4	0,23	0,23	—	—
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	—	—	—	—	0,8	0,9
Габариты, мм:						
длина	250	330	225	330	218	250
ширина	80	84	80	84	83	75
высота	220	290	225	290	205	215
Масса, кг	3	4,8	2,9	4,5	2,9	3,5
Изготовитель	Конаковский завод механического инструмента	Ростовское-на-Дону ПО «Электрон-струмент»	Конаковский завод механического инструмента	Ростовское-на-Дону ПО «Электрон-струмент»	Московский завод «Пневмостроймашинна»	Конаковский завод механического инструмента

\* Напряжение 220 В, частота тока 50 Гц, класс защиты II.  
 \*\* Давление воздуха 0,5 МПа.

Рубку и клепку металла осуществляют с помощью ручных пневматических молотков (табл. 1.35).

Для прямой и фасонной резки листовой стали применяют ножницы ножевые и вырубные (табл. 1.36).

Резку и распиливание металлических заготовок и обработку кромок производят электрическими пилами по металлу и кромкорезами.

Технические характеристики пилы электрической по металлу ИЭ-5000 и кромкореза ИЭ-6501

	ИЭ-5000	ИЭ-6501
Толщина металла, мм	50	4—25
Угол скоса фаски, градус	—	27
Диаметр пильного диска, мм	175	—
Электродвигатель:		
потребляемая мощность, кВт	0,4	2,08
напряжение, В	220	36
частота тока, Гц	50	200
Габариты, мм:		
длина	540	540
ширина	127	109
высота	188	303
Масса, кг	7,2	16,5

Резку и вальцовку труб осуществляют труборезами и вальцовочными машинами.

Технические характеристики трубореза электрического ИЭ-6302 и вальцовочной машины пневматической ИП-4802

	ИЭ-6302	ИП-4802
Диаметр трубы, мм	100—1000	50
Толщина стенки трубы, мм	20	1,6
Диаметр абразивного круга, мм	220	—
Потребляемая мощность электродвигателя, кВт	2,08	1,76
Напряжение, В	36	—
Частота тока, Гц	200	—
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	—	2
Давление воздуха, МПа	—	0,5
Габариты, мм:		
длина	320	675
ширина	280	125
высота	230	218
Масса, кг	18	10

Для удаления ржавчины с поверхности металла пользуются ручными электрическими и пневматическими щетками.

Техническая характеристика щетки угловой пневматической ИП-2104

Производительность, м <sup>2</sup> /ч	9,9
Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup>	9,9
Потребляемая мощность электродвигателя, кВт	0,6
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,6
Давление сжатого воздуха, МПа	0,6

СЗТаблица 1.37

Технические характеристики моечных установок и машин

Марка	Температура моечной раствора, °С	Установленная мощность электродвигателя, кВт	Наибольшее размерное загружаемое деталь, мм	Метод мойки деталей
<b>Моечные установки</b>				
С-816-400	—	3,1	Не ограничены	Ручным высоконапорным гидромонитором без подогрева
С-816-354	80—85	75	То же	Высоконапорным управляемым гидромонитором с подогревом
С-816-379	100	35	„	Погружением
<b>Моечные машины</b>				
НР-6701	75—80	45	Не ограничены	Раствором с подогревом
ММД-6 (однокамерная)		50	1150X750	То же
ОМ-1257 (двухкамерная)	80			„
ММ16-М (трехкамерная)	80—90	62	2400X1500	„
ОМ-2839 (двухкамерная)	80	69	2700X1600	„



Продолжение

Габариты, мм:	
длина	438
ширина	120
высота	164
Масса, кг	4

Для механизированной мойки деталей применяют специальные моечные установки и машины (табл. 1.37).

### Слесарно-монтажный и металлорежущий инструмент

Для завинчивания и отвинчивания крепежных деталей используют различные типы гаечных ключей, изготовляемых из качественной стали марок 45, 40ХФА, 40Х. Твердость рабочей части ключей должна быть не менее НРС 40—50.

Ключи гаечные с открытым зевом односторонние и двусторонние, а также с открытым и закрытым зевом комбинированные предназначены для завинчивания и отвинчивания гаек, болтов и винтов с шестигранными и квадратными головками.

#### Ключи гаечные с открытым зевом односторонние (ГОСТ 2841—80). Основные размеры, мм

Зев	3,2	4	5	5,5	7	8	10	11	13
Длина ключа	65	65	75	75	80	95	105	110	135

Продолжение

Зев	17	19	22	24	27	30	32	36	41
Длина ключа	160	170	195	215	240	260	270	300	340

Продолжение

Зев	46	50	55	60	65	70	75	80	85
Длина ключа	380	410	460	490	530	580	615	650	680

#### Ключи гаечные с открытым зевом односторонние укороченные (ГОСТ 3108—71). Основные размеры, мм

Зев	85	90	95	100	105	110	115	130
Длина ключа	330	350	370	380	400	420	420	545

Продолжение

Зев	145	155	175	180	185	200	210	225
Длина ключа	600	615	690	710	730	775	825	875

#### Ключи гаечные с открытым зевом двусторонние (ГОСТ 2839—80). Основные размеры, мм

Зев:								
1-й ряд	3,2×4	—	—	—	—	5×5,5	—	—
2-й ряд	2,5×3,2	3,2×5,5	—	4×5	—	—	5,5×7	—
Длина ключа	65	80	—	80	—	95	—	100

Продолжение

Зев:								
1-й ряд	10×11	—	—	—	—	—	—	—
2-й ряд	10×12	10×13	11×12	11×13	11×14	—	—	—
Длина ключа	125	140	125	140	140	—	—	—

Продолжение

Зев:					
1-й ряд	—	—	19×25	—	—
2-й ряд	17×19	17×22	19×24	22×24	22×27
Длина ключа	175	180	205	220	230

Продолжение

Зев:					
1-й ряд	30×32	—	—	36×41	—
2-й ряд	—	30×36	32×36	—	41×46
Длина ключа	230	310	310	350	380

Продолжение

Зев:					
1-й ряд	—	7×8	—	—	—
2-й ряд	6×7	8×9	8×10	9×11	—
Длина ключа	100	110	120	125	—

Продолжение

Зев:					
1-й ряд	12×14	—	13×17	—	—
2-й ряд	12×13	13×14	13×15	14×17	—
Длина ключа	140	140	160	160	—

Продолжение

Зев:					
1-й ряд	24×27	—	—	—	—
2-й ряд	—	24×30	27×30	27×32	—
Длина ключа	250	260	260	270	—

Продолжение

Зев:					
1-й ряд	46×50	—	50×55	—	—
2-й ряд	—	50×55	—	65×70	75×80
Длина ключа	420	460	500	580	670

Ключи гаечные комбинированные (ГОСТ 16083—80).  
Основные размеры, мм

Зев открытый (закрытый):					
1-й ряд	5,5 (5,5)	7 (7)	8 (8)	—	10 (10)
2-й ряд	—	5,5 (7)	7 (8)	8 (10)	9 (10)
Длина ключа	100	105	115	120	140

Продолжение

Зев открытый (закрытый):					
1-й ряд	11 (11)	12 (12)	—	13 (13)	14 (14)
2-й ряд	—	—	12 (14)	—	13 (17)
Длина ключа	130	130	150	140	160

Продолжение

Зев открытый (закрытый):					
1-й ряд	19 (19)	22 (22)	21 (24)	27 (27)	30 (30)
2-й ряд	17 (19)	19 (22)	—	—	32 (32)
Длина ключа	180	200	220	260	280

Продолжение

Зев открытый (закрытый):					
1-й ряд . . . . .	36 (36)	41 (41)	46 (46)	50 (50)	55 (55)
2-й ряд . . . . .					
Длина ключа . . . . .	300	360	400	450	480

Ключи торцовые предназначены для завинчивания и отвинчивания деталей с шестигранным углублением «под ключ». Использование комплекта сменных головок (табл. 1.38) позволяет применять данные ключи также для деталей с квадратным углублением «под ключ».

Ключи торцовые размером от 2,5 до 36 мм для деталей с шестигранным углублением «под ключ» (ГОСТ 11737—75).  
Основные размеры, мм

Размер «под ключ»	2,5	3	4	5	6	7	8	10	12
Длина ключа . . . . .	56	63	71	80	90	95	100	110	125

Продолжение

Размер «под ключ»	14	17	19	22	24	27	32	36
Длина ключа . . . . .	140	160	180	200	220	250	320	360

Ключи гаечные разводные предназначены для завинчивания и отвинчивания болтов, винтов и гаек при монтаже резьбовых соединений.

Ключи гаечные разводные (ГОСТ 7275—75).  
Основные размеры, мм

Зев наибольший . . . . .	12	19	24	30	36	46
Длина ключа . . . . .	110	160	200	250	300	380
Толщина ключа . . . . .	8	10	12	15	18	22

Ключи для круглых шлицевых гаек предназначены для завинчивания и отвинчивания круглых гаек с отверстиями на цилиндрической поверхности.

Ключи для круглых гаек шлицевых (ГОСТ 16984—79).  
Основные размеры, мм

Диаметр гайки . . . . .	12	14—16	22—24	26—28	30—34	38—42	45—52	55—60
Длина ключа . . . . .	105	110	130	145	155	165	190	215

Продолжение

Диаметр гайки . . . . .	65—70	75—85	90—95	100—110	115—120	125—130	135—140
Длина ключа . . . . .	240	270	290	315	340	350	370

Продолжение

Диаметр гайки . . . . .	150—160	165—170	175—190	200—210	220—230	240—250
Длина ключа . . . . .	160	420	440	480	515	580

Ключи гаечные кольцевые предназначены для завинчивания и отвинчивания болтов, расположенных в труднодоступных местах.

Таблица 1.38

Сменные головки (ГОСТ 25604-83).  
Основные размеры, мм

Углубления под ключ		Высота головки
Шестигранное	Квадратное	
3,2; 4,5; 5,5; 7; 8; 10; 12; 13; 14	6,3	25 23
7; 8 10; 12 13; 14 17		25 27 29
19; 22	10	32
10; 12		
13; 14 17 19 22 21 27 30	12,5	31 36 39 40 42 45 48
32		50
22 21 27 30 32 36 41 46 50 55	20	52 55 58 60 65 70 72 75 80

Таблица 1.39

Технические характеристики ключей  
тарировочных с регулируемым  
вращающим моментом

Тип ключа	Крутящий момент, Н·м	Длина, мм
А	2-15	165
Б		300
А	10-80	350
В		500
А	70-200	490
В		

Таблица 1.40

Технические характеристики ключей  
предельных с регулируемым крутящим  
моментом (конструкции ВНИИМонтаж  
спецстрой)

Марка	Крутящий момент, Н·м	Длина, мм	Масса, кг
КПТР-2	2-18	1580	2,5
КПТР-30	8-30		2,9
КПТР-30М	2-40		3,5
КПТР-40М	6-140		8,5
КРМ-60	10-60	910	10,8
КРМ-120	50-120	1580	15,2

Ключи гаечные кольцевые односторонние с четырехгранным  
замком (ГОСТ 18829-73). Основные размеры, мм

Зев	5	7	8	10	11	12	14	17
Длина ключа	110	125	140	160	170	180	220	260

Продолжение

Зев	19	22	24	27	30	32	36	41
Длина ключа	280	320	340	380	420	450	480	500

Ключи гаечные кольцевые двусторонние колечные  
(ГОСТ 2908-80). Основные размеры, мм

Зев:								
1-й ряд	—	—	7×8	—	—	10×11	—	—
2-й ряд	5,5×7	6×7	—	8×9	8×10	9×11	10×12	11×13
Длина ключа	155	170	180	190	200	210	210	210



Продолжение

Зев:

1-й ряд . . . . .	—	—	12×14	13×17	—	19×22	—	24×27
2-й ряд . . . . .	11×14	12×13	13×14	14×17	17×19	—	19×24	22×24
Длина ключа . . . . .		210		240	260	280		320

Продолжение

Зев:

1-й ряд . . . . .	—	—	30×32	30×36	36×41	—	46×50	—
2-й ряд . . . . .	24×30	27×30	27×32	32×36	—	41×46	—	50×55
Длина ключа . . . . .	310		360	400	450	480	500	530

Ключи для завинчивания и отвинчивания шпилек выпускают трех типов: с ведущими роликами; с резьбовой втулкой; с резьбовым сухарем. Применяют также универсальные головки шпильковерта для диаметров резьбы 8—14 мм.

Ключи для шпилек. Основные размеры, мм

Диаметр резьбы . . . . .	6	8	10	12	16	20	24
Наружный диаметр . . . . .	14	16	20	22	25	30	35
Длина ключа . . . . .	80	90	110	125	160	180	200

При монтаже и демонтаже резьбовых соединений используют специальные ключи:

с регулируемым крутящим моментом тарировочные (табл. 1.39) и предельные (табл. 1.40). Тарировочные ключи выпускают трех типов — боковые (тип А), торцовые (тип Б) и торцовые с двумя рукоятками (тип В);

мультипликаторы (табл. 1.41 и 1.42) со сменными головками, создающими значительные крутящие моменты при одновременном снижении прилагаемых усилий до 150 Н.

Для контроля усилия затяжки резьбовых соединений ответственных конструкций оборудования применяют ключи динамометрические.

Для захватывания и вращения труб и соединительных частей трубопроводов применяют ключи трубные (табл. 1.43).

Молотки слесарные (ГОСТ 2310—77), предназначенные для монтажно-слесарных работ, выпускают двух типов — с круглым (I) и квадратным (II) бойком. Материал бойка — сталь марки 50 или У7. Твердость рабочей части бойка должна быть не менее *HRC* 49—56.

Молотки слесарные с круглым бойком. Основные параметры

Диаметр бойка, мм . . . . .	20	26	28	30	32	34
Высота головки, мм . . . . .	80	100	105	110	120	130
Масса, кг . . . . .	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	1

Молотки слесарные с квадратным бойком. Основные параметры

Ширина бойка, мм . . . . .	11	15	19	25	27	29	33	36
Высота головки, мм . . . . .	75	82	95	112	118	122	130	135
Масса, кг . . . . .	0,05	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	1

Таблица 1.41

Технические характеристики ключей-мультипликаторов типа УКМ

Параметры	УКМ-70	УКМ-130	УКМ-200	УКМ-300	УКМ-400	УКМ-600	УКМ-800
Диапазон резьб, мм	30—36	30—42	42—52	48—56	52—64	61—76	61—90
Крутящий момент, Н·м:							
входной	55	95	150	200	325	435	500
выходной	700	1300	2000	3000	4000	6000	8000
Габариты, мм:							
длина	300	320	350	368	400	456	480
ширина	110	120	140	160	165	195	222
высота	103	122	138	155	153	189	223
Масса, кг	4	6,2	8,6	11,2	13,5	19,8	32,2
Масса с комплектом вкладышей, кг	5,7	8,1	10,7	12,4	14,6	20,9	37,6

Таблица 1.42

Технические характеристики ключей-мультипликаторов типа КМ

Параметры	КМ-70	КМ-130	КМ-200	КМ-300	КМ-400	КМ-600	КМ-800	КМ-1300
Диапазон резьб, мм	27—36	30—42	42—52	48—56	48—64	61—76	61—100	76—100
Крутящий момент, Н·м:								
входной	68,5	127	212	200	200	350	235	340
выходной	700	1300	2000	3000	4000	6000	8000	12000
Габариты, мм:								
длина	356	374	475	425	480	500	486	533
ширина	86	86	115	146	150	200	213	270
высота	190	221	234	245	280	250	215	312
Масса, кг	5,66	6,6	8,6	13,2	13,2	22	29	55,1
Масса с комплектом головок, кг	9,25	12,6	17,37	21	21,5	41,1	62,6	82,7

Таблица 1.43

Ключи трубные. Основные размеры, мм

Тип ключа	ГОСТ	Длина ключа		Тип ключа	ГОСТ	Длина ключа	
		Диаметр трубы, зажимной ключом	Длина ключа			Диаметр трубы, зажимной ключом	Длина ключа
Рычажный	18981-73	10-36	300	Накидной	19733-74	10-36	124
		20-50	400			20-63	186
		20-63	500	Цепной	19826-74	25-90	248
		25-90	630			10-63	450
32-120	800	20-114	655				

Таблица 1.44

Молотки клепальные. Основные параметры

Типоразмер	Размеры бойка, мм		Высота головки, мм	Масса, кг	Типоразмер	Размеры бойка, мм		Высота головки, мм	Масса, кг
	ширина	длина				ширина	длина		
1	24	30	200	0,8	4	30	37	250	2,0
2	25	32	200	1,0	5	32	40	275	2,5
3	27	34	225	1,5					

Таблица 1.45

Кувалды кузнечные. Основные параметры

Размер рабочей части, мм	Высота, мм	Масса, кг
--------------------------	------------	-----------

Тупоносые (ГОСТ 11401-75)

50	128	2
58	142	3
62	152	4
68	166	5
72	176	6
80	186	8
85	190	10
95	200	12
100	205	16

Остроносые поперечные и продольные (ГОСТ 11402-75)

58	168	3
62	186	4
68	196	5
72	206	6
80	212	8

Таблица 1.46

Ломы стальные (ГОСТ 1405-83). Основные параметры

Лом	Размеры, мм		Масса, кг
	диаметр	длина	
<b>Гвоздодер:</b>			
ЛГ 16	16	320	0,56
ЛГ 20	20	600	1,6
ЛГ 24	24	1000	3,7
ЛГ 16А	16	400	0,75
<b>Монтажный:</b>			
ЛМ 20	20	560	1,3
ЛМ 24	24	1180	4
ЛМ 32	32	1320	8
ЛМ 24А	24	1180	5
<b>Обыкновенный:</b>			
ЛО 24	24	1180	4
ЛО 28	28	1400	6,5
<b>Лапчатый:</b>			
ЛЛ 28	28	1060	5
ЛЛ 28А	28	1320	6,2

Молотки клепальные (табл. 1.44) и молотки для отстукивания заклепок изготавливают из стали 50. Для получения смягченного удара применяют свинцовые или медные молотки со вставным бойком.

Кувалды тупоносые и остроносые (табл. 1.45), предназначенные для кузнечных и молотковых работ, изготавливают из стали марок 50, У7А. Твердость рабочей части кувалд должна быть не менее *HRC* 48—52.

Ломы стальные (ГОСТ 1405—83) различного назначения изготавливают из круглой стали марки 45 или 50. Твердость концов на длине до 150 мм должна быть не менее *HRC* 40—46. Типы и параметры ломов приведены в табл. 1.46.

Тиски и струбцины предназначены для зажима мелких деталей при обработке. Применяют тиски ручные, ступовые и слесарные с ручным приводом (табл. 1.47) поворотные и неповоротные. Последние могут быть с ускоренным холостым ходом и без него. Для фасонных деталей применяют тиски с поворотной губкой, для труб — с дополнительными губками.

Струбцины выпускают трех типов: параллельные; скобообразные; скобообразные с пяткой (табл. 1.48).

Острогубцы (кусачки) торцовые предназначены для перекусывания проволоки и других подобных изделий при выполнении различных слесарно-монтажных работ в местах, имеющих доступ с торца. Материал кусачек — сталь марок 60, 70, У7, У8. Твердость губок *HRC* 52—60.

Острогубцы (кусачки) торцовые. Основные размеры, мм

Ширина реза	22	26	30	31
Длина	125	160	180	200

Плоскогубцы предназначены для перекусывания проволоки, а также для захвата и удержания изделий различной конфигурации. Материал плоскогубцев — сталь марки У7 или У8. Твердость зажимных поверхностей губок *HRC* 52—60.

Плоскогубцы комбинированные (ГОСТ 6547—73) и простые (ГОСТ 7236—73). Основные размеры, мм

Ширина губок	8	10	11	12
Длина плоскогубцев:				
комбинированных	125	160	180	200
простых	125	150	175	200

Круглогубцы предназначены для захвата и зажима деталей в труднодоступных местах.

Круглогубцы (ГОСТ 7283—73). Основные размеры, мм

Диаметр губок	2	2,5	3	3,5	4
Длина	125	140	160	180	200

Пассатижи комбинированные предназначены для захвата и зажима труб и круглых стержней. Материал — сталь марки 45 или 50. Твердость губок *HRC* 42—52. Ширина губок 12 мм, общая длина 200 мм.



Таблица 1.47  
Тиски слесарные с ручным приводом  
(ГОСТ 4045—75).  
Основные параметры

Размеры, мм				Масса, кг
ширина губок	наибольшее раскрытие	длина	высота	
<b>Поворотные</b>				
80	65	360	170	16
100	100	420	210	26
125	140	480	250	36
140				
150	180	560	280	58
<b>Неповоротные</b>				
63	45	200	90	3
80	65	360	110	10
100	100	420	170	22
125	140	480	210	30
140				
150	180	560	230	53

Таблица 1.48  
Струбцины ручные.  
Основные размеры, мм

Наибольшее раскрытие губок	Длина	Высота
<b>Параллельные</b>		
60	115	70
65	134	100
90	164	120
110	204	150
<b>Скобообразные</b>		
60	100	70
80	130	90
100	170	110
125	205	130
<b>Скобообразные с пяткой</b>		
47	112	152
75	155	215
120	222	285
165	280	360
215	340	425

Щипцы, предназначенные для развода пружинных колец, выпускают двух типов — прямые и боковые.

Щипцы. Основные размеры, мм

Диаметр вала	12—30	32—75	80—120	125—200
Длина щипцов	125	175	175	175
Ширина губок	1,7	2,2	2,7	3,2

Отвертки слесарно-монтажные (табл. 1.49) предназначены для отвинчивания и завинчивания винтов и шурупов со шлицевыми прорезями. Материал стержней отверток — сталь марок 40Х, 50ХФА, У7. Твердость стержня *HRC* 46—51.

Напильники слесарные общего назначения (ГОСТ 1465—80), предназначенные для выполнения операций опилования, выпускают шести типов: плоские остроносые и тупоносые; квадратные; трехгранные; полукруглые; круглые с насеченными и парезанными зубьями. Круглые напильники имеют три исполнения — 01, 02 и 03 с твердостью рабочей поверхности соответственно *HRC* 57, *HRC* 59 и *HRC* 61. Все напильники выполняют с двойной насечкой — основной под углом 60° и вспомогательной под углом 45° к оси напильника. Узкие стороны напильников выполняют с одинарной насечкой под углом 65°. Круглые и полукруглые напильники могут изготавливаться с оди-

парной или спиральной насечкой под углом  $75 \pm 5^\circ$ . Стандартом установлено шесть номеров насечки (от 0 до 5) и четыре номера нарезки (от 0 до 3).

Для зачистки пазов ротора и статора электродвигателя используют пазовые напильники.

Надфили (ГОСТ 1513—77), предназначенные для тонкого опилования деталей, выпускают девяти типов: плоские остроносые и тупоносые; ромбические; овальные; трехгранные; трехгранные односторонние; ножовочные; круглые; полукруглые и квадратные. Надфили имеют двойную насечку — основную под углом  $25^\circ$  и вспомогательную под углом  $45^\circ$ . На узких сторонах плоских и ножовочных, а также на овальном надфилях выполняют только основную насечку. Стандартом установлено 10 номеров насечки — от 00 до 8.

Шаберы изготавливают цельными из стали марки У12А или сборными с пластинками из твердого сплава марки Т15К6 и стержнями из стали марки 45.

Полотна ножовочные (табл. 1.50) для металла выпускают ручные (тип I) из стали марки Р9 или Х6ВФ и машинные (тип II) из стали марки Р9 или Р18.

Ножницы ручные (табл. 1.51) для резки листовой стали и других металлов толщиной 1—2 мм выпускают: праворежущие и леворежущие (тип 1); для резки отверстий (тип 2); для фигурной резки (тип 3). Материал ножниц — сталь марок У7, У7А. Усилие на рукоятках ножниц не должно превышать 20 Н при длине ножниц 200—250 мм и 30 Н при длине 320—400 мм.

Зубила и крейцмейсели слесарные изготавливают из стали марок 7ХФ, 8ХФ, У7А, У8А с углом заточки 45, 60 и 70 °С. Зубила предназначены для рубки закаленных металлов, крейцмейсели — для рубки канавок и пазов в металлических изделиях.

Зубила слесарные (ГОСТ 7211—72). Основные размеры, мм

Ширина реза	5	10	15	20
Длина рабочей части	25	34	40	50; 60
Общая длина	100	125	150	175; 200

Крейцмейсели слесарные (ГОСТ 7212—74). Основные размеры, мм

Ширина реза	2	5	8	10	12
Длина рабочей части	55	60	65	70	70
Общая длина	125	160		200	

Просечки и пробойники изготавливают из стали марок У8 и У7А с твердостью рабочей части HRC 52—56, ударной — HRC 30—40.

Просечки цельные. Основные размеры, мм

Диаметр реза	6	8; 10; 12	14; 16; 18; 20	21; 26	30; 34; 38	42; 48; 50
Длина рабочей части	30	45	60	70	80	95
Общая длина	100	125	140	160	180	200

Таблица 1.49  
Отвертки слесарно-монтажные (ГОСТ 17199—71). Основные размеры, мм

Отвертка	Длина	Ширина носки	Толщина носка
С накладными деревянными щечками	125	4	0,4
	150	5	0,5
	175	7	0,7
	200	9	0,8; 1
	250	11	1,4
С металлической пяткой	300	15	1,8
	150/250	7	0,5
	175/250		0,7
	200/300	9	0,9; 1
	250/350	11; 15	1,4; 1,8
	250/400	18	2,8
	400	25	3,8
С диэлектрической ручкой	100/125	3	0,3
	100/150	4	0,4
	150/250	5	0,5
	175/300	7	0,7
	250/350	9	0,9; 1
	250/400	11; 18	1,4; 1,8; 2,8
	400	25	3,8

Таблица 1.50  
Полотна ножовочные (ГОСТ 6645—88).  
Основные размеры, мм

Полотно ножовочное	Ширина	Толщина	Расстояние между отвер- стиями	Диаметр от- верстия
Ручное	13	0,65	250; 300	6
	16	0,8	300	7
Машинное	25	1,25	350	9
	32	1,6	400	11
	40	2	450	12
	50	2,5	600	15

Таблица 1.51  
Ножницы ручные  
(ГОСТ 7210—75). Основные  
размеры, мм

Типо- размер	Длина общая	Длина ножей
1	200	63
	250	71
	320	90
2	400	110
	250	63
3	320	71
	250	71
	320	80

Пробойники. Основные размеры, мм

Диаметр бойка	3	4	5	6	8
Длина рабочей части	15	20	25	30	40
Общая длина	80	100	125	160	200

Кернеры предназначены для нанесения керн (меток) на предварительно прочерченных линиях в процессе разметки. Материал кернеров — сталь марки У7 или У8А. Твердость рабочей части HRC 52—57, ударной части HRC 32—40. Для нанесения контрольных меток применяют специальные контрольные кернеры.

Кернеры (ГОСТ 7213—72). Основные параметры

Диаметр стержня, мм	8	10	12	13
Длина, мм	90	100	125	150
Длина ударной части, мм		36		45
Угол заострения, градус			60	

Кернеры контрольные. Основные параметры

Диаметр стержня, мм	20	25	28	35
Диаметр кольцевой метки, мм	10; 12; 14	16; 18; 20	22	24; 26; 28; 30
Диаметр бойка, мм	5	6		8
Масса, кг	0,32	0,5	0,63	0,97

Циркули разметочные (ГОСТ 24172—80) предназначены для разметки металлических и неметаллических материалов. Изготавливаются типов: 1—простой; 2—с дугой; 3—с пружинной; 4—для разметки диаметров до 3150 мм. Циркули каждого типа могут выпускаться в двух исполнениях: со стальными ножками; с остриями, оснащенными твердым сплавом. Длина ножки (мм) циркулей типов: 1—от 100 до 400; 2—от 150 до 400; 3—от 75 до 250; 4—от 500 до 3150.

Чертилки выпускают в двух исполнениях: со стальными ножками и с остриями ножек, оснащенными твердым сплавом. Твердость острья должна быть не менее HRC 52—56. Типы и параметры чертилок приведены в табл. 1.52.

Таблица 1.52

Чертилки (ГОСТ 24173—80). Основные размеры, мм

Чертилка	Длина	Диаметр стержня	Чертилка	Длина	Диаметр стержня
Прямая односторонняя	150	5	Изогнутая двусторонняя	30	5
	200			60	
				90	
Прямая односторонняя с рукояткой	125	3	Изогнутая двусторонняя с рукояткой	200	3
	150			150	
	200	5		200	5
				250	



Для обработки отверстий в деталях применяют разнообразные виды режущего инструмента, наиболее распространенными из которых являются сверла, зенкеры и развертки.

По материалу режущей части сверла подразделяются на быстрорежущие и твердосплавные монолитные или оснащенные пластинками из твердого сплава. Быстрорежущие сверла изготовляют из стали марок Р9, Р18 или, по заказу потребителя, из стали марки 9ХС. Твердость режущей части сверл *HRC* 61—65. Хвостовики сварных сверл изготавливают из стали марок 45, 40Х, 45Х (*HRC* 40—50).

При монтаже горного оборудования для открытых работ используют в основном спиральные и центровочные комбинированные сверла.

Сверла спиральные, цельные и твердосплавные (ГОСТ 17277—71) изготовляют из твердого сплава марок ВК6М, ВК8, ВК10М по ГОСТ 4872—75 и поставляют двух классов точности: повышенной — класс А; нормальной — классы В1 и В.

Сверла центровочные комбинированные (ГОСТ 14952—75), предназначенные для обработки центровых отверстий, поставляют трех типов: с углом заточки  $60^\circ$  без предохранительного конуса (тип А); с углом заточки  $60^\circ$  с предохранительным конусом  $120^\circ$  (тип В); с углом заточки  $75^\circ$  без предохранительного конуса (тип С); для центровых отверстий с дугообразной образующей (тип R).

Для предварительной и окончательной обработки отверстий, предварительно просверленных или полученных в результате литья,ковки или штамповки используют зенкеры.

Зенкеры цельные и со вставными ножами из быстрорежущей стали (ГОСТ 1677—75) имеют твердость рабочей части *HRC* 61—65. По заказу потребителя допускается изготавливать зенкеры из легированной стали марки 9ХС (*HRC* 61—64).

Зенкеры твердосплавные (ГОСТ 3231—71) оснащают пластинками из твердого сплава марок ВК6, ВК8, ВК8В, ВК6М, Т5К10, Т15КВ, Т14К8. Корпуса зенкеров изготовляют из стали марок 40Х, 45Х, 9ХС или из быстрорежущей стали.

Для получения точных отверстий после предварительной обработки их зенкером, сверлом или расточным резцом применяют развертки.

Развертки цилиндрические (ГОСТ 1523—81) выпускают: ручные из легированной стали марки 9ХС или из быстрорежущей стали с твердостью рабочей части *HRC* 61—65; машинные цельные и сборные со вставными и привернутыми ножами из быстрорежущей или легированной стали марки 9ХС, а также оснащенные пластинками из твердого сплава марок ВК6, ВК6М, Т15К6, Т14К8, Т15К10.

Для нарезания внутренней резьбы применяют метчики (ГОСТ 3449—84) ручные и машино-ручные, изготавливаемые из стали марок У11А и У12А. Метчики с шагом 1 мм и более подвергают цианированию. Прямые хвостовики сварных мет-

чиков выполняют из стали марок 45 и 40Х, изогнутые — из стали марки У7.

Для накатывания наружной резьбы применяют плашки круглые (ГОСТ 9740—71), изготовляемые из стали марок ХВСГ, 9ХС или из быстрорежущей стали (по заказу потребителя).

### Контрольно-измерительные приборы и инструменты

При монтаже горного оборудования применяют контрольно-измерительную технику общего и специального назначения.

Для контроля линейных и угловых размеров, отклонений формы и расположения элементов оборудования, а также для выверки, центровки, опробования механизмов, при переналадке приводов, подгонке и доводке соединений используют различные контрольные и измерительные инструменты ручные и механические, характеристики которых приведены в табл. 1.53—1.67.

Твердость материалов определяют твердомерами для металлов (ГОСТ 23677—79) типа ТШ, ТП и ТК, принцип действия которых основан на методах измерения твердости соответственно по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу.

Твердость тонких поверхностных слоев, а также отдельных структурных составляющих материалов определяют приборами для измерения микротвердости (ГОСТ 10717—75) типа ПМТ-2 и ПМТ-3.

Уровень вибрации в диапазоне частот 11—280 Гц определяют вибрографом ВР-1.

Контроль освещенности на рабочих местах и в проходах осуществляют люксметром 10-16.

Степень запыленности и загазованности атмосферы устанавливают с помощью газоанализаторов УГ-2, УГ-7.

Уровень шума в пределах 55—140 дБ определяют шумомером Ш-3М.

Дефектоскопию деталей оборудования осуществляют с помощью рентгеновских аппаратов.

### Технические характеристики аппаратов рентгеновских

	РУП-120-5-1	РУП-200-5-2
Напряжение на рентгеновской трубке, кВ . . .	120	200
Ток, А . . . . .		6
Напряжение сети, В . . . . .		220/380
Тип рентгеновской трубки . . . . .	0,4БПМ2-120	0,7БПМ3-200
Мощность, кВА . . . . .		2,5
Наибольшая толщина просвечиваемого слоя, мм:		
стали . . . . .	25	60
алюминия . . . . .	100	300
Масса, кг:		
блока трансформатора . . . . .	45	88
пульты управления . . . . .	30	35

Таблица 1.53

Технические характеристики плит  
поверочных и разметочных  
(ГОСТ 10905—80)

Размеры, мм (длина × ширина)	Класс точности плит исполнения	
	I	II
160×160 250×250 400×250	00; 0; 1	I; 2
400×400 630×400 630×630 1000×630		I; 2; 3
1000×1000 2000×1000 2500×1600	0; 1	

Примечание. Исполнение I — плиты с ручной шабровкой рабочих поверхностей, II — с механически обработанными рабочими поверхностями.

Таблица 1.54

Технические характеристики отвесов

Параметры	Типоразмер					
	1	2	3	4	5	6
Масса, кг	0,1	0,2	0,4	0,6	1	1,5
Диаметр, мм	18	26	30	34	38	
Длина, мм	63	115	130	165	200	

Таблица 1.55

Угольники. Основные размеры, мм

Угольники	Высота	Длина (диаметр)
Поверочные 90° (ГОСТ 3749—77)		
Лекальные:		
плитка УЛ	60	40
плоские УЛП	100 250	250 160
Слесарные:		
плоские УП	160 250	100 160
с широким основанием УШ	250 400 630 1000 1600	160 250 400 630 1000

Цилиндрические

Лекальные УЛЦ	160 250 400 630	(80) (100) (125) (160)
---------------	--------------------------	---------------------------------

Контроль стальных канатов должен производиться при их движении специальными приборами — дефектоскопами.

В дефектоскопе ДСК-2 с постоянным магнитным полем реализуется метод магнитной дефектоскопии, в основу которого положена зависимость магнитного потока в измерительной катушке дефектографа от характера повреждений и износа каната. Постоянный магнит аппарата состоит из двух секций, симметрично размещенных относительно каната на расстоянии шага свивки контролируемого каната. В каждой секции магнита имеется измерительная катушка, в которой возбуждаются импульсы электродвижущей силы, передаваемые счетному блоку. Последний состоит из двухступенчатого усилителя, реверсивного электронного счетчика, электромеханического счетчика, тиратронного реле. Дефектоскоп автоматический

Таблица 1.56 Технические характеристики штангенциркуля

Наименование	Диапазон измерений, мм	Отсчет по шкале, мм	Назначение
Штангенциркуль: двухсторонний с глубиномером ШЦ-I двухсторонний ШЦ-II односторонний с покрытием из твердого сплава с глубиномером ШЦ-I односторонний ШЦ-III	0-125	0,1	Для измерения наружных и внутренних размеров
	0-250	0,05; 0,1	
	0-125	0,1	
	0-400		
	0-500		
	250-630		
	320-1000		
800-2000			
Штангенрейсмас ШР	0-250	0,5 0,05; 0,1	Для измерений и разметочных работ
	40-400		
	60-630		
	100-1000	0,1	
	600-1600		
1500-2500			
Штангенглубиномер ШГ	0-100	0,05	Для измерения размеров (глубины)
	0-200		
	0-250		
	0-315		
	0-400		

Таблица 1.57 Шупы для проверки зазоров между поверхностями (ГОСТ 882-75). Основные размеры, мм

Шупы	Длина	Наименьшая толщина		
В наборах (№ набора, число шупов): 1/11 2/17 3/10 4/10	100	От 0,02 до 0,1 через 0,01* От 0,02 до 0,1 через 0,01; 0,15; от 0,2 до 0,5 через 0,05 От 0,55 до 1 через 0,05 От 0,1 до 0,9 через 0,1		
			100; 200	От 0,02 до 0,1 через 0,01; 0,15; от 0,2 до 1 через 0,05
			Отдельные (пластины)	

\* По две шупа толщиной 0,02 и 0,03 мм.

Таблица 1.58 Технические характеристики линеек и метров металлических

Параметры	Линейки измерительные (ГОСТ 427-75)	Метры складные (ТУ 06.УССР 49-77)
Точность измерения, мм	0,25	0,5
Цена деления, мм	0,5; 1	1
Длина, мм	150; 300; 500; 1000	1000



Таблица 1.59

Технические характеристики рулеток измерительных

Рулетка	Длина шкалы, м	Допустимые отклонения длины ( $\pm$ ), мм, для класса точности		
		1-го	2-го	3-го

## Металлические (ГОСТ 7502—80)

Самосвертывающиеся:				
РС-1	1	—	—	0,4
РС-2	2	—	—	0,8
Желобчатые:				
РЖ-1	1	—	—	0,4
РЖ-2	2	—	—	0,8
В закрытом корпусе:				
РЗ-2	2	—	0,4	0,8
РЗ-5	5	—	1	2
РЗ-10	10	0,5	1	2,5
РЗ-20	30	—	3	5
РЗ-50	50	—	5	7
На крестовине:				
РК-50	50	2	5	7
РК-75	75	—	7,5	10
РК-100	100	—	10	14
На вилке:				
РВ-20	20	1	2	4
РВ-30	30	—	3	5
РВ-50	50	—	5	7

## Неметаллические ТУ 17—25—7622—79

Тесьмяные:				
РТ-3	3	—	—	—
РТ-5	5	—	—	—
РТ-10	10	—	—	—
РТ-20	20	—	—	—

Таблица 1.60

Технические характеристики инструмента для измерения углов и разметочных работ на плоскости

Наименование	ГОСТ	Диапазон измерения наружных углов, градус	Цена деления шкалы, градус
Угломер: с нониусом (типы УН и УМ)* оптический	5378—66* 11197—73	0—180	1 (по лимбу); 5 (по минутной шкале)
Квадрант механический с уровнем	10908—75	0—90	1

\* Диапазон измерения внутренних углов 40—180°.

Таблица 1.61

## Технические характеристики уровней

Уровень	ГОСТ	Параметр	Цена деления, мм	Назначение
Рамный	9392-75	Длина, мм: 200 (250)	0,02; 0,05; 0,1; 0,15	Измерение горизонтального и вертикального расположения поверхностей
Брусковый	9392-75	Длина, мм: 100, 200 (250)	0,02; 0,05; 0,1; 0,15	Измерение горизонтального расположения поверхностей
С микрометрической подачей ампулы типа:	11196-74	Предел измерений, мм:		Измерение наклонов плоских и цилиндрических поверхностей относительно горизонтального расположения
			I II	
Гидростатический:	—	Измеряемая разность высот, наибольшая, — 2,5 мм		Измерение прямолинейности и изогнутости горизонтально расположенных плоскостей; проверка горизонтальности и высотных отметок
			115-1 115-11	

Примечание. Размеры в скобках — по выбору потребителя.

фиксирует число разорванных проволок и сигнализирует при обрыве более 5% проволок на длине шага свивки. Контроль канатов диаметром 31—56 мм ведется со скоростью 0,3—1,5 м/с. При этом фиксируется до 25 импульсов в секунду.

В измерителе износа стальных канатов ИИСК-2 реализуется метод индуктивной дефектоскопии, основанный на намагничивании каната переменным током. Индуктивность измерительной катушки зависит от магнитного сопротивления каната, а следовательно, от сечения и нагрузки каната. Прибор состоит из измерительного аппарата АИ-3, регистрирующего уменьшение сечения каната до 20%, и индуктивного датчика ДИ-3. Предназначен для контроля канатов диаметром 25—62 мм.

## ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Монтаж крупного карьерного оборудования осложняется: значительными массой и габаритами монтируемых узлов; большими объемами сборочных работ; значительным удельным весом подъемно-транспортных операций и такелажных работ; разнообразием сварочных, клепальных и металло-

Т а б л и ц а 1.62

## Технические характеристики микрометров

Микрометр	ГОСТ	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Измеряемый параметр
Гладкий МК	6507—78	0—25; от 25 до 300 через 25; от 300 до 600 через 100	0,01	Наружные размеры Толщина листов и лент Толщина стенок труб Длина общей нормали к двум разноименным профилям зубьев колес с модулем от 1 мм
Листовой с циферблатом МЛ Трубный МТ Зубомерный МЗ		0—5, 0—10, 0—25 0—25 От 0 до 100 через 25		
Для проволоки МП Рычажный МР	4381—80	0—25 От 0 до 100 через 25	0,01—0,002*  0,01—0,01*	Диаметр проволоки Наружные размеры (до 50 мм включительно); средний диаметр резьбы Длина общей нормали к двум разноименным профилям зубьев колес Наружные размеры
Рычажный зубомерный МРЗ		0—20, 20—45		
Рычажный с отсчетным индикаторным устройством МРИ		От 100 до 150 через 25; от 150 до 300 через 50; от 300 до 500 через 100 От 30 до 2000 через 100		

\* Первое значение — цена деления отсчетного устройства микрометрического, второе — рычажного.

Примечание. Для микрометров с ценой деления 0,01 мм применяется головка микрометрическая МГ (ГОСТ 6507—78) с диапазоном измерений 0—25 мм.

## Технические характеристики глубиномеров и микрометров

Наименование	ГОСТ	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Измеряемые параметры
Глубиномер: микрометрический индикаторный	7470—78	От 0 до 150 через 25	0,01	Глубина пазов, отверстий, рёсок и штрингов на шкалах; высота уступов То же Внутренние размеры
	7661—67 10—75	От 0 до 100 через 10 50—75, 75—150, 75— 600, 150—1250, 600— 2500		
Микрометр: с микрометрической головкой с индикатором часового типа Микрометр повышенной точности	9244—75	1250—4000, 2500—6000 2—10 10—260	0,002	То же

Таблица 1.64

## Технические характеристики индикаторов с ценой деления 0,01 мм

Индикатор	ГОСТ	Диапазон измерений, мм	Масса, мг	Назначение
Часового типа с перемещением измерительного стержня: параллельно шкале ИЧ перпендикулярно к шкале ИТ Рычажно-зубчатый: Боковой ИРБ торцовый ИРТ*	577—68	0—2, 0—3, 0—5, 0—10 0—2	0,08—0,15 0,14	Измерение линейных размеров и отклонений геометрических форм То же
	5584—75	0—0,8	0,142 0,092	

\* Обеспечивает возможность отсчета в труднодоступных местах.



Таблица 1.65

Технические характеристики скоб измерительных механических  
(ГОСТ 11098—75)

Скоба	Диапазон измерений, мм	Цена деления, мм	Назначение
Рычажная со встроенным в корпус отсчетным устройством. Индикаторная, оснащенная измерительной головкой	От 0 до 150 через 25	0,002	Измерение линейных размеров
	0—50; 50—100, от 100 до 700 через 100; 700—850; 850—1000	0,01	То же

Таблица 1.66

Технические характеристики головок измерительных пружинных — индикаторов  
(ГОСТ 14712—79)

Головка измерительная	Диапазон измерений ( $\pm$ ), мкм	Цена деления, мм	Головка измерительная	Диапазон измерений ( $\pm$ ), мкм	Цена деления, мм		
С нормальным измерительным усилием:			С уменьшенным измерительным усилием:				
	02-ИПМ	10		0,2	02-ИПМУ	10	0,2
	05-ИПМ	25		0,5	05-ИПМУ	25	0,5
	1-ИПМ	50		1	1-ИПМУ	50	1
2-ИПМ	100	2					

режущих работ; большими объемами электромонтажных и наладочных работ. В связи с этим особое внимание уделяется оснащению монтажных площадок и полигонов средствами механизации, обеспечению вспомогательными материалами.

В зависимости от типа оборудования и принятой технологии монтаж машин может осуществляться двумя методами — постепенным наращиванием металлоконструкций или укрупненными блоками массой до 180—300 т. Последний метод позволяет обеспечивать выполнение монтажа в наиболее короткие сроки.

Наиболее распространенными соединениями сборочных единиц карьерного оборудования являются сварные или заклепочные соединения (прил. 1 и 2), которые должны отвечать техническим требованиям, указанным в чертежах.

Таблица 1.67

## Приборы для контроля и измерения зубчатых колес

Наименование, тип, модель	Контролируемый или измеряемый параметр	Стапень точности контролируемых параметров зубчатых колес
Зубомер: смещения БВ-5016К тангенциальный 2301	Исходный контур колес внутреннего зацепления с модулем 1—10 мм Исходный контур колес с модулем 2—10 мм	9—11 5—10
Нормалемер: 1КНБ-120 2КНБ-300	Длина общей нормали (до 120 мм) То же (до 300 мм)	7—11 8—11
Микрометр зубомерный МЭК-КР111 Шагомер: 2К11 21501 21601	То же (до 100 мм) Окружной шаг зубчатых колес с модулем 2—16 мм Основной шаг зубчатых колес с модулем 1,75—10 мм То же с модулем 8—16 мм	8—11 7—11
Бленнеметр Б-10М	Раздальное бленне цилиндрических и конических зубчатых колес с модулем 1—10 мм	8—11
Междентромер МЦ-160М	Межосевое расстояние зубчатых колес диаметром 25—160 мм	7—11
Эвольвентомер универсальный с постоянным диском КЭУСМА Прибор для поэлементного контроля зубчатых колес БВ-5015	Эвольвентный профиль зуба колес с модулем 1—10 мм Основной и окружной шаг, длина общей нормали, толщина зуба, бленне венца	3—6

## Монтаж одноковшовых экскаваторов

Одноковшовые экскаваторы с ковшом вместимостью 0,5—1 м<sup>3</sup> поступают с заводов со снятым рабочим оборудованием и противовесом, поэтому монтаж их сводится к подсоединению данных частей и длится 3—5 сут.

Разгружаемые на монтажной площадке сборочные единицы экскаваторов укладывают на настилы из шпальных клеток или размещают в определенном порядке непосредственно на ее участках. Расконсервацию производят перед установкой узла в проектное положение. Тщательной ревизии подвергаются маслонасосные установки и арматура, редукторы, барабаны лебедок, зубчатые передачи и муфты, электромашинные агрегаты, блоки подъемных механизмов, электрооборудование.

При наружном осмотре проверяют: комплектность оборудования согласно спецификациям чертежей; маркировку и соответствие узлов заводским отгрузочным документам; состояние частей машины (отсутствие видимых деформаций, сохранность окраски и консервирующих покрытий, отсутствие коррозии).

Монтаж механических лопат ведут в следующем порядке. Нижнюю раму устанавливают на шпальную клеть, присоединяют к ней гусеничные балки; подводят гусеничные цепи. Устанавливают натяжную ось и колеса. На нижнюю раму устанавливают роликовый круг, монтируют поворотную платформу и центральную цапфу, затем токоприемник, боковые площадки, противовес. Устанавливают преобразовательный агрегат. На поворотной платформе монтируют двуногую стойку, пневмосистему, электрооборудование, кузов, кабину машиниста. Краном поднимают стрелу до уровня передней балки платформы и соединяют пяту с проушиной платформы. Под стрелой собирают шпальную клеть, монтируют напорный механизм и механизм открывания ковша. Собирают пневмосистему и систему смазки механизмов. Прокручивают подъемный механизм, лебедку стрелы и напора. Закрепляют стрелковый канат, навешивают подъемный канат, поднимают стрелу в проектное положение, закрепляют боковые тяги стрелы. Заводят рукоять в седловые подшипники и закрепляют задние упоры. Производят регулировку, прокрутку (вхолостую) механизмов, наладку электрооборудования.

По окончании монтажа производят окраску машины и сдачу ее в эксплуатацию.

Монтаж шагающих драглайнов осуществляют в следующем порядке. На шпальных клетках монтируют части опорной рамы на болтах с установкой сборочных пробок для точной фиксации конструкций между собой. Раму выверяют и стыки ее склепывают. Особо точно выверяют поверхность под рельсовый круг и зубчатый венец. После завершения клепки рама может быть опущена с помощью гидродомкратов до необходимого для дальнейших работ уровня. С помощью специальных приспособлений собирают зубчатый венец (строго концентрично к центральной цапфе) и фиксируют его приварными упорами, после чего сверлят и разворачивают крепежные отверстия под чистые болты. Соединяют сектора нижнего рельса и предварительно крепят его к опорной раме. Проверяют крепление на эксцентричность по отношению к центральной цапфе: (допуски на эксцентричность зубчатого венца должны быть не более 1 мм на 8,5 м длины, рельса — 0,3 мм на 1 м длины). После тщательной выверки рельсовый круг закрепляют окончательно. На нижнем рельсе выставляют части роликового круга, внутренние и наружные обоймы которого скрепляют соединительными накладками, после чего монтируют верхний рельс. Центральную секцию платформы устанавли-

лявают на центральную цапфу и опускают на верхний рельс. Монтируют крайние секции. Хвостовую часть поворотной платформы монтируют отдельно на шпалах и единым блоком присоединяют к центральной секции. После выверки собранной платформы производят клепку. Осуществляют укрупненную сборку опор механизма шагания, после чего устанавливают их на проектные места. Производят монтаж надстройки, поворотного механизма, преобразовательного агрегата, механизма шагания, кузова и кабины машиниста. Стрелу собирают на опорах в соответствии с проектом производства монтажных работ. До монтажа стрелы размечают продольную ось экскаватора, устанавливают контрольные реперы (пята стрелы при этом опирается на переднюю часть платформы). На стреле закрепляют лестницы, трапы, перила, производят разводку труб. Выбирают слабины вант (натяжение вант осуществляют в тот момент, когда стрела находится на весу в горизонтальном положении). Монтируют стреловую лебедку. После подъема стрелы завершают сборку вспомогательного оборудования, производят окраску экскаватора, наладку механизмов, опробование и пуск машины в эксплуатацию.

### Монтаж экскавационно-транспортных машин непрерывного действия

Монтаж ведут методом укрупненной сборки частей машины массой до 200—300 т. При подъеме крупногабаритных сборочных единиц необходим графоаналитический расчет усилий в канатах.

Ходовую часть монтируют с таким расчетом, чтобы в процессе монтажа можно было маневрировать самоходным краном.

Поэтапная схема монтажа роторного экскаватора:

I. Отдельно собирают и укрупненные блоки части рамы и механизма передвижения. Отдельно монтируют поворотную платформу на шпальных клетях.

II. Производят установку поворотной платформы. Монтируют роликковый круг, зубчатый венец. Устанавливают токоприемные устройства.

III. Монтируют надстройку, устанавливают подпорки для устойчивости металлоконструкций при неуравновешенном портале.

IV. Поднимают укрупненным блоком консоль противовеса, устанавливают вспомогательные лебедки и грузоподъемные краны.

V. Устанавливают роторную и погрузочную стрелы, монтируют подъемные механизмы.

VI. Производят запасовку конвейерных лент.

VII. Монтируют роторное колесо с ковшами, устанавливают бункеры и перегрузочные устройства.



По окончании монтажа производят окраску, общую наладку и опробование экскаватора.

Поэтапная схема монтажа отвалообразователя:

I. Из отдельных секций собирают базу машины. Монтируют лыжи, гидропоры, механизм передвижения. Устанавливают и выверяют высоковольтный токоприемник внутри базы.

II. Монтируют поворотный круг, зубчатый венец, платформу. Осуществляют электромонтаж, сборку гидросистемы и приводов механизмов.

Крупными блоками устанавливают части нижней и верхней надстройки, поднимают пилон, консоль противовеса.

IV. Монтируют лебедки и грузоподъемные краны.

V. Собирают секции и ванта стрел, монтируют приводы конвейеров, вулканизуют ленты.

По окончании монтажа производят окраску машины, регулировку механизмов. После испытаний под нагрузкой в течение 72 ч машину сдают в эксплуатацию.

Монтаж ленточных конвейеров роторных комплексов производится непосредственно на месте их эксплуатации. Наиболее трудоемкими являются работы по монтажу приводных станций и вулканизации лент. Линейные секции по трассе расставляют автомобильными и тракторными грузоподъемными кранами.

### Монтаж комплексов машин

Одновременно или с некоторым смещением во времени можно вести монтаж комплексов машин в составе:

одного или нескольких цепных экскаваторов и транспортно-отвального моста (общая масса 6—10 тыс. т);

роторного экскаватора и отвалообразователя соответствующей производительности;

роторного экскаватора, перегружателя, системы ленточных конвейеров и отвалообразователя;

роторного экскаватора и погрузочного устройства для погрузки на железнодорожный транспорт.

Можно вести также одновременный монтаж двух комплексов оборудования непрерывного действия.

Для монтажа горно-транспортных комплексов характерен значительный объем монтажных работ с привлечением большого числа монтажных рабочих и технических средств. Монтажные работы при этом рассредоточены на нескольких площадках (полигонах). Обычно экскаваторы и перегружатели монтируют на одном монтажном полигоне, секции ленточных конвейеров — на другом и затем расставляют их по трассе. Отвалообразователи монтируют на территории будущего отвала, удаленной от экскаватора на расстояние до 5—15 км.

График монтажа составляют с таким расчетом, чтобы можно было рационально использовать бригады клепальщи-

ков и сварщиков, грузоподъемное и транспортное оборудование, т. е. со смещением во времени соответствующих работ, своевременной переброской монтажного оборудования с одного полигона на другой. Отдельные работы планируют на летний период (вулканизация лент, сборка гидросистем и систем смазки). Окончание работ по монтажу планируют на согласованный срок, чтобы наладку и опробование машин вести комплексно.

При монтаже комплексов создаются благоприятные условия для создания узкоспециализированных бригад. Так как монтажные площадки и полигоны сооружаются с учетом увеличенного числа рабочих, большое внимание уделяется бытовым условиям. Монтаж ведется в одну-две основные смены и одну подготовительную.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

### Монтаж и наладка гидросистем

Трубопроводы высокого давления изготовляют из стали марок X18H10T, OX18H10T, OX18H12T. Для изготовления гаек, штуцеров, ниппелей применяют сталь марок 45, IX17H2, 30XГСА, IX18H9T, ЭН481 и др.

Поступившие на монтаж трубы подвергают контрольной проверке по соответствующим техническим условиям. Труба не должна терять герметичности и давать выпуклости. Испытательное давление должно превышать рабочее в 3—4 раза, для особо тяжелых условий — в 6—8 раз.

Соединение отрезков труб при наращивании трубопроводов высокого давления осуществляют с помощью ниппелей, штуцеров и накидных гаек, а также пайкой токами высокой частоты (ТВЧ), газовой или аргоно-дуговой сваркой. На сварку поступают отрезки труб после гибки. Трубопроводы из стали марок 20A и X18H10T подвергают отжигу в течение 1 ч перед сваркой при температуре 680°C, после сварки — при температуре 850°C. После сварки удаляют остатки флюса, трубы промывают горячей водой (60—80°C), затем в течение 10 мин обрабатывают 2—3 %-ным водным раствором хромового ангидрида (80°C) и просушивают теплым воздухом.

Повторная гибка и сварка труб, гофры, утоньшение стенок труб, искажение сечения не допускаются.

Радиус изгиба трубы не должен быть менее 3,5 внешних диаметров трубы. Применять в качестве заполнителя при гибке труб песок не рекомендуется, так как он может остаться в трубе и привести к порче всю гидросистему. Наиболее распространенными заполнителями являются какифоль, легкоплавкие металлы, рабочая жидкость под давлением.

Нагревом ТВЧ можно уменьшить радиус гибки труб до 1—1,5 внешних диаметров. Горячая гибка позволяет снизить

в 2—3 раза упругие деформации, овальность, утонение стенок (не более 10—15 % толщины).

Окалинку с труб удаляют травлением в соляной кислоте после обезжиривания в растворе щелочи.

Перед монтажом трубы высокого давления обрабатывают содово-мыльным раствором, сушат и погружают в масло.

Жесткие трубопроводы среднего давления для гидроприводов изготовляют из сталей марок 10 и 20.

Для гидросистем низкого давления применяют трубы стальные электросварные холоднодеформированные (ГОСТ 10707—80), для подключения приборов и линий управления — медные тонкостенные трубы (ГОСТ 11383—75).

Трубы из полимерных материалов применяют в гидросистемах с давлением не более 1,5—2 МПа. В гидросистемах с номинальным давлением свыше 16 МПа применяют соединения труб с врезающимся кольцом, конструкции которых регламентированы ГОСТ 24072—80 и ГОСТ 24094—80. В качестве эластичных соединений применяют резиноканевые рукава по ГОСТ 10362—76 (на давление до 1,6 МПа) и по ТУ 22—4756—80 (на давление до 16 МПа). При давлении в гидросистеме 16—25 МПа разработаны гибкие рукава с неразъемными наконечниками (ТУ 22—4169—78, ТУ 22—4272—78, ТУ 22—4584—80).

При монтаже и эксплуатации не допускается скручивание рукавов. Для контроля скручивания следует руководствоваться маркировочной линией вдоль рукава.

Гидроарматуру, маслопроводы и аппараты монтируют согласно схемам и чертежам. При этом необходимо тщательно очистить все элементы гидросистемы от консервационной смазки, ржавчины и прочих загрязнений, не допускать попадания пыли, песка, брызг от электросварки, опилок, стружки, остатков уплотнительных набивок. Разрезку труб осуществляют таким образом, чтобы торцы были перпендикулярны к оси трубы. После отрезки зачищают наружные и внутренние заусенцы.

Трубы, которые подвергались сварке, газорезке, гибке, следует протравить, нейтрализовать и промыть горячей водой. Внутреннюю поверхность протравленных, промытых и просушенных труб смазывают чистым маслом. Травление труб в травильных ваннах и все последующие операции производят без перерывов, чтобы не допустить коррозии.

После предварительной сборки трубы посекционно разбирают, чистят металлическим ершом, обстучивают, продувают сжатым воздухом, промывают соляной кислотой. При монтаже трубопроводов допускается подгонка труб, приварка ниппелей и патрубков с резьбой, подгибы с нагревом. Резьбовые части труб не должны иметь вмятин и нарушений ниток резьбы. При разборке фланцевых соединений и последующей их сборке прокладки из красной меди либо заменяют, либо под-



вергают повторному отжигу. Все резьбовые соединения плотно затягивают.

Готовые трубопроводы промывают рабочей жидкостью (участками длиной до 10—30 м). Время промывки составляет 20—35 мин. Скорость жидкости при промывке должна превышать в 1,5—2 раза рабочую скорость (но не более 10 м/с).

Сборку гидросистем рекомендуется производить в закрытом помещении с избыточным давлением  $(5+7) \cdot 10^1$  Па, создаваемым циркуляционным очистителем воздуха. При этом необходимо обеспечить чистоту рабочего места.

Собранные гидросистемы осматривают и проверяют качество сборки подвижных деталей — движение золотников, кранов, вентилях, валиков управления, переключателей должно происходить легко, без заеданий и задержек.

По окончании общей промывки гидросистем производят испытание ее рабочей или менее вязкой жидкостью при избыточном давлении, регламентированном техническими условиями завода-изготовителя.

После контроля гидросистемы на герметичность приступают к обкатке ее вхолостую. Предохранительный клапан регулируют на рабочее давление. Длительность обкатки 2—10 ч.

После обкатки гидросистему испытывают при рабочих нагрузках с целью выявления возможных неисправностей (табл. 1.63), соблюдая при этом меры безопасности:

при работе гидросистемы запрещается подтягивать соединения или разъединять трубопроводы. Перед разборкой необходимо отключить гидродвигатель и по показаниям манометров убедиться в отсутствии давления в гидросистеме;

в рабочей зоне гидросистемы необходимо соблюдать чистоту, не курить, не пользоваться сжатым воздухом. Допускается при уборке использовать пылесос, щетки, ветошь;

не допускается производить работы с образованием металлической стружки, опилок в местах заправки и промывки гидросистем;

около гидросистем необходимо оборудовать щиты с комплектом противопожарного инвентаря;

концентрация паров бензина, керосина, масел и прочих нефтепродуктов в рабочих помещениях при отсутствии ядовитых компонентов должна быть не более 0,3 мг/м<sup>3</sup>.

Наиболее рациональным способом заправки гидросистем является заправка агрегатами типа ОЗ-1552 (ИАР-2Т) и маслозаправщиками на базе грузовых автомобилей. После окончания монтажа наружную поверхность трубопроводов окрашивают маслястойкой краской.

При задержке монтажа экскаваторов проводят ревизию и переконсервацию гидроаппаратуры, за исключением масляных насосов, которые хранятся в условиях, гарантирующих их сохранность до конца монтажа без ревизии и переконсервации.



Таблица 1.63

Возможные неисправности гидросистем

Внешнее проявление неисправности	Возможные причины	Метод устранения
Толчки и шум при работе масляного насоса, сопровождаемые колебаниями давления в системе	<p>Попадание в гидросистему воздуха</p> <p>Распенивание гидрожидкости</p>	<p>Спустить воздух через воздухопускные пробки</p> <p>Заменить жидкость. Данную жидкость можно использовать после сепарации (отделения воды)</p>
Нагрев масляного насоса	<p>Засорилось дроссельное отверстие со стороны всасывания</p>	<p>Прочистить дроссельное отверстие</p>
Масляный насос не создает давление рабочей жидкости	<p>Попадание посторонних тел в картер</p> <p>Наличие воздуха в гидросистеме</p>	<p>Снять и отправить в ремонт насос</p> <p>Спустить воздух через воздухопускные пробки</p>
Значительное колебание или отсутствие давления в гидросистеме	<p>Потери масла в узлах гидросистемы</p> <p>Неисправны всасывающие клапаны</p> <p>Неисправны предохранительные клапаны гидросистемы</p>	<p>Проверить и устранить внутренние перетечки</p> <p>Разобрать и проверить всасывающие клапаны насоса</p> <p>Разобрать и проверить предохранительные клапаны</p>
Резкий шум при работе предохранительного клапана	<p>Засорилось дроссельное отверстие предохранительного золотника</p> <p>Износ седла шарикового клапана</p> <p>Не отрегулирован дроссель предохранительного клапана</p>	<p>Разобрать предохранительный клапан, прочистить и промыть каналы</p> <p>Разобрать и заменить седло или шарик</p> <p>Отрегулировать поворотом винта дросселя до начала работы клапана без стука с ровным значительным шумом</p>

Внешние проявления неисправности	Возможные причины	Метод устранения
Резкие удары в трубопроводах гидросистемы при переключении золотников	<p>Велики сечения отверстий дросселей на напорных магистралях к электромагнитным золотникам</p> <p>Зависания реверсивного золотника</p>	<p>Заменить дроссельные шайбы на шайбы меньшего сечения</p> <p>Разобрать и промыть реверсивный золотник, при необходимости проточить его тонким наждачным кругом с маслом</p>
Резкое перемещение цилиндра шатана при включении золотников	Попадание в цилиндр воздуха	Спустить воздух через воздухоотпускные пробки
Течь сальников цилиндра	Попадание в жидкость воды	Проверить и заменить рабочую жидкость
Риски на штоке и плунжере	Износ манжет	Затянуть сальник; заменить манжеты на новые
Нагрев предохранительного клапана	Неправильно установлен нажимной фланец сальника	Проверить кольцевой зазор между поверхностью штока (плунжера) и расточкой нажимного фланца
	Высокая засоренность рабочей жидкостью	Заменить жидкость
	Попадание инородных тел в каналы обратного клапана с дросселем	Разобрать и проверить обратный клапан с дросселем
		Проверить трубопровод от нижней полости подъемного цилиндра до реверсивного золотника

После завершения монтажа гидросистемы составляют акт, в котором указывают выполнение работ по травлению труб и очистке гидроарматуры, марку залитого масла, отсутствие механических примесей и воды в масле.

При пуске гидросистем необходимо: открыть воздухопускные пробки в цилиндрах и трубопроводах; открыть краны и вентили в системе фильтрации; заполнить гидросистему профильтрованной рабочей жидкостью (об окончании заполнения должны свидетельствовать утечки жидкости из воздухопускных пробок); постепенно закручивая впит разгрузочного клапана, поднять давление до номинального значения; осмотреть все соединения маслопроводов; проверить работу приборов и рабочих цилиндров сначала при ручном управлении, затем (при отсутствии неисправностей) при автоматическом.

Первую замену масла в гидросистемах механизмов передвижения экскаваторов производят через 3 мес. эксплуатации, последующие — при отрицательных результатах химического анализа масел (через год). Анализ масел на отсутствие механических примесей и воды производят один раз в 3 мес. При заливке масла из бочки верхний слой тщательно очищают от загрязнений, заправочный шланг оснащают фильтром.

#### Монтаж и паладка пневмосистем

Пневмосистема состоит из одного—двух компрессоров производительностью 8—10 м<sup>3</sup>/ч, воздухоборника, фильтра, водомаслоотделителей, обратных клапанов, контрольно-предохранительной аппаратуры, сети трубопроводов, выполненных из стальных бесшовных труб и гибких рукавов-шлангов, распределительных вентилей, электромагнитных, запорных и спускных клапанов. К контрольно-предохранительной аппаратуре относятся редуционный и предохранительный клапаны, реле давления, манометры и приборы автоматического управления работой компрессора.

Герметичность неподвижных соединений пневматических устройств обеспечивают сваркой, пайкой, склеиванием, герметиками, красками, развальцовкой. Разборные неподвижные соединения уплотняют кольцами, манжетами, прокладками, лентой ФУМ, набивками,

Для привода инструментов и механизмов (тормозных пневмомуфт, шиберов погрузочных воронок, форсунок смазки), для обдувки электрических машин и конвейерных лент, очистки механизмов, подачи звукового сигнала, управления входными лестницами и других операций используют сжатый воздух давлением 0,8—1 МПа, который по отводам через электропневматические распределители подается к потребителям.

Монтаж элементов пневмосистемы производится в местах, безопасных для экипажа машин и защищенных от повреждения кусками породы.

Основная часть пневмоаппаратуры, в том числе предохранительные клапаны и регуляторы давления, регулируется на заводах-изготовителях. Регулировку редукционных клапанов, гудка, пневматических клапанов и электромагнитных вентилей следует производить в крайних случаях с привлечением опытных специалистов.

Большая часть деталей пневмосистемы поступает на монтаж укомплектованными узлами и сборками. Однако в процессе монтажа иногда выполняют резку и гибку труб, резьбу на концах трубопроводов, сварку, крепление к металлоконструкциям машин. Поступившие на монтаж детали и аппараты пневмосистемы проходят ревизию и консервацию. В процессе монтажа производится разноска труб по месту установки и укладка их на кронштейны, скобы, банки. При необходимости изготавливают шаблоны из проволоки диаметром 3—5 мм для гибки труб.

Перед сборкой заготовленные участки трубопроводов простукивают и продувают сжатым воздухом. Соединения с конической резьбой должны затягиваться с подмазкой, с цилиндрической резьбой — при наличии суриковой подмазки с подмоткой из пакли. Гибкие резиноканевые шланги крепят на концевых nipple'ях стяжками хомутом. Для облегчения посадки шлангов на наконечники внутреннюю поверхность шлангов рекомендуется покрыть тальком.

Проверку герметичности соединений проводят сжатым воздухом с предварительным обмыванием мест соединений. В собранном воздухопроводе потеря давления от утечек воздуха не должна превышать 0,1 МПа в течение 1 ч при работающих потребителях.

Испытания элементов пневмосистемы, выполненные по техническим условиям поставщика, оформляют актом. Трубопроводы и аппаратуру пневмосистем окрашивают в голубой цвет.

При нормальной эксплуатации пневмосистем расход воздуха должен соответствовать установленным нормам (табл. 1.69).

## Испытания машин и комплексов

После завершения монтажа и наладки машина принимается в эксплуатацию рабочей комиссией, в которую включаются представители завода-изготовителя, эксплуатирующего предприятия и монтажной организации (при необходимости — представители головного отраслевого института). Рабочая комиссия проверяет соответствие параметров машины технической документации, качество изготовления и монтажа узлов. Все выявленные недостатки отмечаются в протоколе с указанием сроков их устранения и исполнителей.



Таблица 1.69

## Нормы расхода воздуха для пневматического оборудования

Оборудование	Давление сжатого воздуха, МПа	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	Коэффициент использования
<b>Ковочные и штамповочные молоты усиленным, кН:</b>			
5		10	0,65—0,75
7		13	
10		16,5	
15		20	0,6—0,7
20		24	
30		30	
50		40	0,5—0,65
100	0,6	55	
120		60	0,4—0,5
130		65	
<b>Подъемники грузоподъемностью, кН:</b>			
10		0,35*1	
20		0,65*1	0,4
50		1,65*1	
100		3,25*1	
<b>Формовочные машины</b>		0,2—0,8**	0,1—0,3
Трамбовки		0,5—1,3	0,2—0,4
Вибраторы		5	0,3—0,4
<b>Сверлильные машины с наибольшим диаметром сверления, мм:</b>			
8		0,5—0,8	
10		0,6—0,9	0,5—0,6
13		0,7—1	
22		0,9—1,7	0,3—0,5
<b>Шлифовальные машины с диаметром круга, мм:</b>			
25		0,6—0,8	
50		1—1,3	0,4—0,8
125	0,5—0,6	1,6—2,1	
150		1,7—2,2	
<b>Гайковерты и ключи на резьбу, мм:</b>			
12—18		0,3—0,7	
20—22		1,2—1,5	0,3—0,6
28—32		1,3—2,5	
<b>Молотки рубильно-чеканочные мощностью 0,37—0,51 кВт:</b>		0,6—0,8	0,4—0,5

\* м<sup>3</sup> на 1 м высоты подъема.\*\* м<sup>3</sup> на одну опору.

Продолжение табл. 1.69

Оборудование	Давление сжатого воздуха, МПа	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	Коэффициент использования
Молотки клепальные мощностью 0,12—0,74 кВт	0,5—0,6	0,7—1,5	0,3—0,45
Напильники мощностью 0,15 кВт Моторы мощностью, кВт:		0,2—0,3	0,3—0,6
0,37 0,38—0,74 0,75—1,1 1,2—2,2 >2,2	0,4	1,7—1,8 <sup>кв</sup> 1,6—1,7 <sup>кв</sup> 1,5—1,65 <sup>кв</sup> 1—1,5 <sup>кв</sup> 0,8—1 <sup>кв</sup>	0,1—0,6
Краскораспылители производительностью 0,5—2 м <sup>2</sup> /ч окрашиваемой поверхности		0,1—0,8	0,5—0,8
Пескоструйные машины с диаметром сопла, мм:	0,3—0,4		
5		0,8	0,4—0,8
8		2	
10		3,3	
12	5		
Обдувочные сопла диаметром, мм:			
4		0,6	0,1—0,2
8		2,3	

<sup>кв</sup> м<sup>3</sup>/кВт.

Опытная эксплуатация новых моделей включает в себя периоды доработки и устранения недостатков, инструментальных исследований и приемочных испытаний. В первый период нагрузки на узлы и механизмы постепенно увеличиваются и составляют 20, 40, 60, 80 и 100% от номинальной. При инструментальных исследованиях проверяют кинематические, энергетические и силовые показатели машины, производят наладку автоматического и программного управления, проверяют надежность и ремонтпригодность механизмов, контролируют уровень вибраций и шума, устанавливают эффективность средств пылеподавления и уровень комфорта в кабинках управления.

В процессе приемочных испытаний определяют техническую и эксплуатационную производительности машины, устанавливают соответствие технических и эксплуатационных параметров нормам Госгортехнадзора, промышленной санитарии пожарной безопасности.

Завод-изготовитель представляет приемочной комиссии программу и методику испытаний, карту технического уровня, техническую документацию на изготовление, монтаж, эксплуатацию и ремонт изделия, паспорт машины, документы об укомплектованности ее инструментом и приспособлениями.

Проводят хронометражные наблюдения за работой машины в нормальных эксплуатационных условиях.

По результатам приемочных испытаний комиссия разрабатывает рекомендации по доводке опытно-промышленного образца и корректировку рабочих чертежей.

Результаты испытаний экскаватора (после опробования в условиях номинальных нагрузок) оформляют протоколом.

Испытания отдельных машин горно-транспортных комплексов непрерывного действия без нагрузок проводят самостоятельно. Испытания комплексов под нагрузкой осуществляют после сдачи в эксплуатацию головной машины — цепного или роторного экскаватора (иногда экскаватора циклического действия в комплексах циклично-поточной технологии).

Порядок испытаний комплекса такой же, как и порядок испытаний головной машины.

Оборудование после монтажа и наладки механизмов подвергают испытаниям: на холостом ходу для проверки работы всех узлов и механизмов машины; при нормальном рабочем режиме в течение 72 ч бесперебойной работы на рабочих площадках.

При испытаниях контролируют приборами величины стопорных токов согласно инструкциям по наладке конкретной машины.

Для приработки механизмы машины следует обкатать при пониженной нагрузке (50% от номинальной) в течение первых трех смен (если нет других указаний), затем в течение 15—20 смен машину эксплуатируют в нормальных условиях с тщательным ежесменным осмотром механизмов.

После завершения приработки производят дополнительную регулировку механизмов, заменяют масло в редукторах (с предварительной промывкой передач), обновляют густую смазку в узлах.

Протокол испытаний комплекса оформляют на основании протоколов, составленных на каждую отдельную машину.

19



## ГЛАВА 2 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

### ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Эксплуатация горного оборудования — это стадия цикла машины, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается ее качество. Эксплуатация оборудования включает в себя в общем случае использование его по назначению, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт. К стадии эксплуатации или потребления относятся работы, направленные на получение максимально полезного эффекта от использования оборудования.

При поступлении нового оборудования на карьеры службе главного механика объединений и предприятий вменяется в обязанность организация стопроцентной приемки по качеству и комплектности машин и оборудования, активирование всех случаев выхода их из строя по вине заводов-изготовителей, своевременная передача приемной документации юридическим службам.

**Ввод в эксплуатацию (ГОСТ 25866—83)** — это событие, фиксирующее готовность машины к использованию по назначению и документально оформленное в установленном порядке.

Ввод в эксплуатацию включает в себя приемку оборудования, проверку комплектности технической документации и оценку технического состояния оборудования.

В соответствии с Едиными правилами безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом прием в эксплуатацию основного горно-транспортного оборудования должен производиться комиссией, назначаемой администрацией предприятия. Перечень принимаемого оборудования также определяется администрацией предприятия.

Прием оборудования позволяет установить качество изготовления и монтажа оборудования, безопасность его, комплектность поставок и оценить стабильность работы механизмов и агрегатов машины.

В перечень технической документации на горное оборудование, предъявляемое к сдаче в эксплуатацию после монтажа, входят:

паспорт на оборудование, удостоверяющий гарантированные предприятием-изготовителем основные параметры и характеристики;

карта смазки с указанием периодичности смазки, а также ответственных лиц, закрепленных за точками смазки;

сертификаты на смазочные материалы;

сертификаты на канаты или запись основных данных канатов в заводском паспорте;

акты испытания максимальной защиты, трансформаторного масла, изоляции цепей первичной и вторичной коммутации, настройки высоковольтного распределительного устройства, грузоподъемных средств, ресивера, гидро- и пневмосистемы, высоковольтного кабеля, сопротивления заземления;

технический отчет по контрольной накладке электрооборудования и схем управления главных приводов;

журнал приема-сдачи смен с закреплением членов бригады за узлами для технического обслуживания;

схемы привелировки стрел шагающих экскаваторов;

схемы привелировки колонны надстройки шагающих и роторных экскаваторов;

формуляр по монтажу основных узлов и деталей оборудования.

В проверку технического состояния металлоконструкций и механизмов входят: внешний осмотр состояния основных металлоконструкций (состояние сварных швов, наличие трещин и т. д.); оценка состояния боковых поверхностей зубчатых передач, открытых поверхностей роликов, рельсов, опорно-поворотного устройства и колес ходового механизма.

При проверке соответствия оборудования требованиям безопасности устанавливают наличие: ограждений на лестницах, площадках и крыше кузова; предупредительных табличек и надписей на высоковольтной аппаратуре; устройств заземления всех нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением; средств пожаротушения; ящика для аптечки и бочка с питьевой водой; аварийного освещения от аккумуляторов; желобов и труб для разводки электропроводов; ограждений вращающихся и токоведущих частей преобразовательного агрегата; защитных кожухов в местах подключения электропроводов и кабелей к электрооборудованию.

На основании опроса машинистов машины и непосредственным опробованием устанавливают удобство и безопасность рабочего места технического обслуживания, а также наличие и эффективность: устройства для автоматического подъема входной лестницы экскаватора; тормозов для автоматической остановки механизмов при прекращении подачи электроэнергии; устройств, предотвращающих переподъем ковша и ограничивающих рабочий ход рукоятки экскаватора; блокировок, предотвращающих самозапуск рабочих механизмов; сигнальных устройств.

Проверка освещенности рабочей зоны забоя и рабочих мест на оборудовании осуществляется замером освещенности в ночное время при полностью включенных штатных осветительных установках машины.

В объем проверки оборудования при приеме в эксплуатацию входит также проверка укомплектованности оборудования



эксплуатационной и ремонтной документацией по ГОСТ 2.601—68 и ГОСТ 2.602—68.

Для своевременного обеспечения потребителей необходимой документацией в протокол разногласий необходимо включать условие о том, что комплект эксплуатационной и ремонтной документации на изделии будет входить в комплект поставляемого изделия и направляться поставщиком одновременно с отгрузкой первой составной части данного изделия.

*Эксплуатационные документы* предназначены для изучения оборудования и правил его эксплуатации (использования, технического обслуживания, транспортирования и хранения).

Комплект эксплуатационных документов для конкретного оборудования в зависимости от его вида, сложности и условий эксплуатации устанавливается в соответствии с ГОСТ 2.601—68 (табл. 2.1), а в необходимых случаях по ГОСТам или ТУ, отражающим специфику оборудования и условий его эксплуатации.

В инструкции по эксплуатации излагаются сведения, необходимые для правильной эксплуатации (использования, транспортирования и технического обслуживания) оборудования и поддержания его в постоянной готовности. Инструкция по эксплуатации, как правило, состоит из следующих разделов: введение; общие положения; меры безопасности; порядок установки; подготовка к работе; порядок работы; измерение параметров, регулирование и настройка; проверка технического состояния; характерные неисправности и методы их устранения; техническое обслуживание; правила хранения; правила транспортирования; порядок перемещения своим ходом; приложения.

В зависимости от особенностей оборудования отдельные разделы допускается объединять или исключать, а также вводить новые разделы.

*Ремонтные документы* — это рабочие конструкторские документы, предназначенные для подготовки ремонтного производства, ремонта и контроля оборудования после ремонта (табл. 2.2).

Ремонтные документы разрабатываются на оборудование, для которого предусматривается технически возможное и экономически целесообразное восстановление параметров и характеристик, изменяющихся при эксплуатации и определяющих возможность использования оборудования по прямому назначению.

Ремонтные документы составляются отдельно на текущий (малый) и капитальный (средний) ремонт оборудования.

В соответствии с Едиными правилами безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом необходимо на все виды ремонтов составлять инструкции (технологические карты, руководства, проекты организации работы), в которых устанавливается порядок и после-

Таблица 2.1

Эксплуатационные документы (ГОСТ 2.601—68)

Наименование и шифр документа	Изделия				Дополнительные требования и сведения
	Детали	Сборочные единицы	Комплексы	Комплекты	
Техническое описание ТО	—	0	0	0	Подробность описания зависит от сложности оборудования и области его применения
Инструкция по эксплуатации ИЭ	—	0	0	0	Правила эксплуатации устанавливаются в зависимости от области применения оборудования
Инструкция по техническому обслуживанию ИО	—	0	0	0	Разрабатывают, если по условиям эксплуатации необходимо: установить единые правила технического обслуживания изделия и его составных частей; оформить указания о порядке технического обслуживания изделия в виде самостоятельного документа и издать его отдельно от инструкции по эксплуатации для уменьшения ее объема и удобства пользования
Инструкция по монтажу, пуску, регулировке и обкатке изделия на месте его применения ИМ	—	0	0	—	Разрабатывают, если указанные вопросы целесообразно или невозможно изложить в инструкции по эксплуатации

Продолжение табл. 2.1

Наименование и шифр документа	Изделия				Дополнительные требования и сведения
	Детали	Сборочные единицы	Комплексы	Комплекты	
Формуляр ФО	—	0	0	0	Составляют на изделия, для которых необходимо вести учет технического состояния и данных по эксплуатации (время работы, неисправности и т.д.)
Паспорт ПС	0	0	—	0	Составляют на изделия, технические данные для которых, гарантированные предприятием-изготовителем, необходимо сообщить потребителю. Если на изделие в целом составляют формуляр, а на получение в готовом виде составные части изделия составлены паспорта, то технические данные из паспортов должны быть включены в формуляр изделия. При составлении формуляра на конкретное изделие паспорт не составляют
Этикетка ЭТ	0	0	—	—	Составляют на изделия, для которых данные, необходимые для эксплуатации, сведены к двум-трем основным показателям
Ведомости ЗИП	—	0	0	—	Составляют на изделия, к которым прилагаются комплекты запасных частей, инструмента, принадлежностей и материалов, а также наборы ЗИП, поставляемые отдельно от изделий, для эксплуатации которых предназначается ЗИП (например, ЗИП групповой, ремонтный и т. д.). Ведомости ЗИП допускается составлять на отдельные комплекты ЗИП, размещенные в одной упаковке (например, запасные части в ящике).

Продолжение табл. 2.1

Наименование и шифр документа	Изделия				Дополнительные требования и сведения
	Детали	Сборочные единицы	Комплексы	Комплекты	
Ведомости ЗИП	—	0	0	—	Ведомости ЗИП допускается не включать в комплект эксплуатационных документов, если число наименований изделий и материалов, входящих в комплекты ЗИП, незначительно и они перечислены в формуляре или паспорте изделия. По согласованию с заказчиком указания по использованию одиночного и (или) группового комплекта ЗИП излагают в отдельной инструкции (инструкции по эксплуатации; инструкции по техническому обслуживанию). Указания по использованию ремонтного комплекта ЗИП излагают в ремонтной документации
Учебно-технические плакаты	—	0	0	—	Разрабатывают по ГОСТ 2.605—68
Ведомость эксплуатационных документов ЭД	—	0	0	0	Составляют на изделия, в комплект эксплуатационных документов которых, кроме этой ведомости, входит несколько самостоятельных эксплуатационных документов. При небольшом количестве эксплуатационных документов допускается указывать их в формуляре изделия, а ЭД с изделием не поставлять
Прочие документы (обозначения — по ГОСТ 2.102—68)	—	0	0	0	Необходимость разработки устанавливается в зависимости от характера и условий эксплуатации изделий

Примечания. 1. Условные обозначения: 0 — необходимость составления документа устанавливается по согласованию с заказчиком; (—) — документ не составляют. 2. Номенклатура эксплуатационных документов на конкретное изделие, предназначенное для самостоятельной поставки, должна быть согласована с заказчиком.



Наименование и шифр документа	Стадия разработки изделий				Дополнительные требования и сведения
	опытных партий		устойчивые серии и массового производства		
	средний	капитальный	средний	капитальный	
Общие руководство по ремонту: среднему СО капитальному КО	0	0	0	0	Разрабатывают в случае, когда общие указания по организации и технологии ремонта, а также общие технические требования к ремонту изделий данного класса, подкласса или группы (например, автомобилей различной грузоподъемности) целесообразно изложить в отдельном документе, исключив указанные выше сведения из руководства по ремонту изделий данного конкретного наименования
Руководство по ремонту: среднему РС капитальному РК	0	0	+	0	Разрабатывают в случаях, когда технически возможен и экономически целесообразен капитальный и (или) средний ремонт изделия, когда структурной ремонтного цикла предусматриваются для изделия данного назначения (модели, вида) капитальный и (или) средний ремонт, а также когда в соответствии с системой ремонта, принятой у заказчика, изделия данного наименования (модели, вида) подвергаются капитальным и (или) средним ремонтам

Продолжение табл. 2.2

Наименование и шифр документа	Стадия разработки изделий				Дополнительные требования и сведения
	опытных партий		устойчивых серий и массового производства		
	средний	капитальный	средний	капитальный	
Технические условия на ремонт: общий УО средний ОС капитальный ОК	0	0	0	0	Разрабатывают в тех же случаях, что и общие руководства по ремонту. При составлении общих технических условий на капитальный и (или) средний ремонт общие руководства по капитальному и (или) среднему ремонту не составляют
Технические условия на ремонт: капитальный и (или) средний УР средний УС капитальный УК	0	0	0	0	Разрабатывают в тех же случаях, что и руководства по капитальному и (или) среднему ремонту. При выпуске технических условий на ремонт руководства по ремонту (на тот же вид ремонта) не выпускают. Допускается выпуск руководства на средний ремонт и технических условий на капитальный ремонт изделий данного наименования
Чертежи ремонтные (обозначения по ГОСТ 2.604—68)	—	0	—	0	Разрабатывают в случае, когда ремонт заменой (на основе взаимозаменяемости) изношенных или вышедших из строя составных частей новыми (исправными) технически невозможен или экономически нецелесообразен



23 Продолжение табл. 2.2

Наименование и шифр документа	Стадия разработки изделия						Дополнительные требования и сведения
	олиговые партии		установочных серий и пилотного производства		малые тиражи		
	средний	капитальный	средний	капитальный	средний	капитальный	
Каталог деталей и сборочных единиц КД	-	-	0	0	0	0	Составляют в случае, когда во время эксплуатации предусмотрены неоднократные ремонты изделия и связанные с ними заказы запасных частей (в до-полнение к предусмотренным в комплектах ЗИП)
Нормы расхода запасных частей для ремонта: среднего ЗС капитального ЗК	0	-	0	+	-	+	-
Нормы расхода материалов для ре-монтов: среднего МК капитального МК	0	-	0	+	-	+	-
Ведомость документов для ремонта ВР	0	0	0	+	+	+	Составляют при наличии нескольких ремонтных документов
Прочие документы	0	0	0	0	0	0	Необходимость составления устанавливается в зави-симости от характера изделия и вида его ремонта

Примечание. Основные обозначения: (+) — документ обязательный; 0 — документ необязательный; (-) — документ не составляется.

довательность работ и оговариваются необходимые приспособления и инструменты, обеспечивающие безопасность их выполнения. Перед началом производства работ назначается ответственное лицо, а рабочие, занятые на ремонте, должны быть ознакомлены с указанными инструкциями под расписку.

В соответствии с этими требованиями на угольных разрезах необходимо наличие следующей ремонтной документации для конкретного оборудования в зависимости от сложности, вида и особенностей ремонта:

технологические карты, разрабатываемые на основании эксплуатационных документов заводов-изготовителей, необходимые при выполнении текущих ремонтов;

руководства по ремонту, разрабатываемые согласно ГОСТ 2.602—68, необходимые при выполнении капитальных (средних) ремонтов;

проекты организации работ, разрабатываемые в соответствии с Положением о планово-предупредительном ремонте оборудования открытых горных работ на предприятиях угольной промышленности СССР, необходимые при выполнении капитальных (средних) ремонтов уникального оборудования, определяющего мощность разреза (участка).

По результатам осмотра и проверки комиссия составляет акт приемки оборудования в эксплуатацию (прил. 3).

Со дня ввода оборудования в эксплуатацию начинают исчислять гарантийный срок эксплуатации и (или) гарантийной наработки.

Гарантийные сроки эксплуатации и хранения определяют по календарному времени (год, мес), гарантийную наработку — в других единицах (ч, км, м<sup>3</sup>, цикл).

В течение гарантийного срока необходима организация надлежащего учета работы машин и оборудования — фиксирование времени их получения, монтажа или ввода в эксплуатацию, наработки, случаев выхода из строя и принятых в связи с этим мер, а также иных сведений, отражающих ход эксплуатации, которые требуются согласно формуляру (паспорту) на каждое изделие. Данный учет требуется для своевременного обнаружения отклонений в оборудовании и устранения их за счет поставщика-изготовителя.

Введение указанного учета осуществляется энергомеханической службой карьера или соответствующей службой иного предприятия.

Учет работы оборудования в период гарантийного срока целесообразно отражать в специальной книге или путем обособленного хранения формуляров (паспортов) оборудования, находящегося на гарантии.

Лица, непосредственно ответственные за ведение формуляров (паспортов) оборудования (механик участка и инженер по паспортизации), обязаны своевременно вносить соответствующие сведения в формуляры (паспорта) находящегося на

гарантии оборудования (кроме случаев, когда учет ведется в ином документе, принятом в отрасли).

При выходе оборудования из строя в период гарантийного срока его эксплуатации получатель не позднее 24 ч с момента выявления неисправности должен провести расследование его обстоятельств и причин и составить акт. В акте отражают сведения, характеризующие место эксплуатации оборудования, время выхода из строя, неисправности оборудования, причины, а также иные сведения, имеющие отношение к расследуемому случаю.

При отсутствии оснований для ответственности получателя последний обязан в тот же срок направить заводу-изготовителю (поставщику) уведомление о вызове представителя для проверки неисправного оборудования и составления двустороннего акта. При неполучении в установленный срок от завода-изготовителя (поставщика) сообщения либо при неявке представителя в установленный срок получатель должен оформить акт о неисправности оборудования в установленном порядке с участием представителя общественности или представителя другого предприятия (организации).

Опытные образцы горного оборудования, выдержавшие приемочные испытания межведомственной комиссией (МВК) и переданные в промышленную эксплуатацию, должны быть поставлены на подконтрольную эксплуатацию с целью получения дополнительной информации.

Подконтрольная эксплуатация должна организовываться и проводиться предприятием-разработчиком с участием предприятия-изготовителя и предприятия-потребителя. При этом разработчик и изготовитель должны разработать и выслать потребителю формы сбора информации, а потребитель обязан обеспечить их качественное заполнение и регулярную высылку разработчику.

Эффективность использования оборудования определяется эффективностью выполнения каждой стадии эксплуатации, а также своевременным установлением и устранением причин, вызывающих повреждение и отказы горных машин.

## **АНАЛИЗ И УСТАНОВЛЕНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ\***

### **Типизация деталей**

При эксплуатации горного оборудования детали, сборочные единицы, агрегаты и механизмы могут иметь или приобретать различные виды повреждений и отказов.

\* Написано совместно с Шубиной Н. Б.

**Повреждение** — это событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния. К повреждениям относятся: отслоение краски, деформирование отдельных деталей, нарушение резьбы в ответственных деталях и др.

**Отказ** — это событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Развитие повреждения приводит к отказу, а развитие отказа, в свою очередь, может привести к предельному состоянию объекта.

**Предельное состояние** — это такое состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно. Признаками предельного состояния детали могут быть поломка, недопустимые деформация и износ сборочной единицы — недопустимый зазор.

**Работоспособное состояние** — это такое состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

При неработоспособном состоянии могут не соответствовать все или хотя бы один из параметров (производительность, скорость, тяговое усилие, мощность и др.), характеризующих способность объекта выполнять заданные функции. Переход объекта из исправного состояния в неисправное сопровождается повреждением, а переход объекта из исправного состояния в неработоспособное — отказом.

Нарушение исправного или работоспособного состояния может возникнуть в процессе изготовления машины, при транспортировании машины или ее узлов с завода-изготовителя (ремонтного завода) к месту монтажа или сборки, в процессе хранения, при нарушении режимов работы машины (если повреждение или отказ протекают с большой скоростью), при техническом обслуживании и ремонте.

Особенно опасным является быстрое наступление предельного состояния элементов машины. В этом случае использование ее по назначению должно быть прекращено. Механик обязан вовремя установить причины неисправности или нарушения работоспособности машины и принять меры к уменьшению скорости наступления предельного состояния. Для этого необходимо грамотно провести анализ разрушения деталей машины и установить причину разрушения.

Независимо от вида горного оборудования все детали можно классифицировать по конструктивно-технологическим признакам. К конструктивному признаку относятся геометрическая форма детали, к технологическим признакам относятся: материал детали, ее масса, точность и шероховатость рабочих



поверхностей, вид термической обработки и твердость рабочих поверхностей, структура материала рабочих поверхностей детали и другие физико-механические свойства, если их влияние на работу детали в изделии существенно.

Все вышеперечисленные признаки необходимы для анализа причин разрушения детали.

В СССР разработан единый классификатор изделий машиностроения и приборостроения, в котором классы 71—75 отведены для деталей:

Номер класса	Детали
71	Тела вращения типа колес, дисков, стержней, шкивов, втулок, блоков, стаканов, колонок, штоков, валов, осей
72	Тела вращения с элементами зубчатого зацепления; трубы, разрезные секторы, сегменты; аэрогидродинамические корпусные; опорные; емкостные, подшипниковые
73	Не тела вращения: корпусные; опорные; емкостные
74	Не тела вращения: плоскостные, ригельные, грузовые, тяговые; аэрогидродинамические; изготовленные из листов, полос, лент; профильные; трубы
75	Тела вращения и (или) не тела вращения: кулачковые; карданные с элементами зацепления; арматуры; санитарно-технические; разветвляющиеся; пружинные; уплотнительные; отсчетные, пояснительные, маркировочные; защитные; лампы; оптические; электрорадиоэлектронные; крепежные, ручки

В данных классах все возможные виды деталей классифицированы по геометрической форме. Пользуясь алфавитно-предметным указателем классификатора и самим классификатором ЕСКД, можно любую деталь отнести к определенному классу. Класс детали позволяет правильно присвоить код, отражающий функциональное назначение и геометрическую форму детали, что имеет существенное значение для обработки информации на ЭВМ.

Геометрические размеры и технологические свойства детали приводятся на рабочем чертеже. Чертеж детали — это первичный документ, с которого должен начинаться анализ нормативных конструктивно-технологических свойств разрушенной детали.

Качественно изготовленная и правильно смонтированная деталь при соблюдении правил эксплуатации должна отработать свой расчетный технический ресурс (или просто ресурс).

**Ресурс** — это наработка объекта от начала эксплуатации или ее возобновления после ремонта определенного вида до перехода в предельное состояние.

**Наработка** — это продолжительность или объем работы объекта. Продолжительность работы объекта может определяться по календарному или машинному времени, по объему выполненной работы — другими единицами (м, м<sup>3</sup>, МДж).

Правильный выбор критерия наработки детали влияет на точность планирования сроков и объемов работ по техническому обслуживанию и ремонту.

Все детали карьерных и роторных экскаваторов по условиям работы можно разделить на семь групп:

первая — детали, не испытывающие нагрузок, но подверженные старению (тепловая и коррозионная среда) и теряющие свои физические свойства от длительности эксплуатации экскаватора — резиновые уплотнения окон кузова и кабины машиниста, тепловая изоляция и линолеум пола кабины машиниста, изоляция электропроводов (кабелей) и др.;

вторая — детали, испытывающие постоянные (статическое сжатие) и переменные нагрузки, подверженные старению (коррозионная среда), механическому изнашиванию, а также теряющие свои физические свойства от длительности эксплуатации экскаватора — упругие уплотнения (резиновые манжеты, кольца), картонные и парашютные прокладки, эластичные элементы муфт, сальниковые войлочные уплотнения и др.;

третья — детали, не испытывающие нагрузок (или нагрузки очень малы) и пассивные к окружающей среде — вспомогательные устройства, крышки, люки, лабиринтные кольца и др.;

четвертая — детали, испытывающие значительные знакопеременные нагрузки (не превышающие расчетные), подверженные усталостным разрушениям локального характера и влиянию низких температур (ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ ) окружающего воздуха, — рама поворотной платформы, рама опорная, металлоконструкция стрелы и надстройки, опорный башмак;

пятая — детали, испытывающие значительные постоянные и знакопеременные нагрузки и подверженные различным видам механического изнашивания (усталостное, абразивное, пластическая деформация) — практически почти все основные детали рабочих механизмов и устройств экскаватора (шестерни, валы, барабаны, корпуса редукторов и подшипников, траверсы, блоки, обоймы, канаты, полумуфты);

шестая — детали, испытывающие знакопеременные ударные нагрузки и подверженные гидро- или газоабразивному изнашиванию, — детали цилиндров и элементы гидропневматической системы;

седьмая — детали, испытывающие значительные ударные нагрузки, превышающие порой расчетные, и подверженные интенсивному абразивному изнашиванию (износ в абразивной горной массе), усталостным разрушениям и пластическому деформированию, — ковш и детали упряжи.

Отказы, вызванные конструктивными недостатками машины, нарушениями технологии изготовления, монтажа, ремонта механизмов экскаваторов, резким изменением условий эксплуатации, недостаточной квалификацией машинистов машин, относятся к внезапным отказам, которые практически нельзя предусмотреть. Доля данных отказов составляет около 10 %, и на их ликвидацию расходуется 2,6—3 % календарного фонда времени экскаваторов. Основная часть отказов происходит постепенно в результате изменения физико-механических

свойств в наружных слоях материала или в слоях, расположенных близко к поверхности.

Каждый материал в зависимости от своих физико-механических свойств имеет критическую энергию разрушения, по достижении которой он теряет работоспособность, т. е. каждый материал имеет энергетический ресурс, скорость расходования которого определяет время работы детали. Однако скорость расходования энергетического ресурса зависит от многих факторов и, следовательно, показатели длительности работы одной и той же детали с одинаковыми физико-механическими свойствами материала могут быть различными.

В связи с этими основными критериями наработки должны быть объем выполненной работы или затраченная энергия. В зависимости от условий эксплуатации конкретных деталей объем выполненной работы хорошо коррелируется с календарным временем (для деталей 1-й и 2-й групп) и машинным временем (для детали 3-й и 4-й групп). Для деталей 5-й и 6-й групп наработка должна оцениваться только по выполненной работе. В зависимости от абразивности и коррозионности среды, в которой работают детали 4—7-й групп, устанавливают дифференцированные группы условий и для каждой группы определяют наработку только деталей. Нарработку механизмов и экскаваторов в целом необходимо определять по выполненной работе:

$$A = A_n + A_w \quad (2.1)$$

где  $A_n$  — полезная работа, Дж;  $A_w$  — работа трения, приводящая к износу, Дж.

$$A_w = k_p \sum_{i=1}^q I_n \Delta t_i \left( 1 - \prod_{l=1}^i \eta_{l,j} \right), \quad (2.2)$$

где  $\omega$  — частота вращения вала привода,  $\text{с}^{-1}$ ;  $k_p$  — коэффициент, учитывающий режим работы электропривода,  $k_p = 1 + 1.5$ ;  $I_n$  — ток якоря, А;  $\Delta t_i$  — время работы электропривода, с;  $\eta_{l,j}$  — КПД  $j$ -х деталей и  $l$ -х сборочных единиц;  $q$  — общее число деталей (сборочных единиц).

Из формулы (2.2) следует, что технические средства для оценки ресурса механизмов экскаватора по выполненной работе должны учитывать ток якоря электропривода, частоту вращения, машинное время, режим работы электропривода. В инженерных расчетах величина КПД сборочных единиц с достаточной точностью может быть рассчитана по имеющимся в технической литературе данным.

Нарработку механизмов карьерного горного оборудования, имеющего индивидуальный электропривод, рассчитывают по

эквивалентному времени, учитывающему режим и условия работы механизма:

$$T_{\text{экв}} = T_m \left[ \frac{k_p \sum_{i=1}^m I_{\text{я}} \Delta t_i \left( 1 - \prod_{l=1}^q \eta_{(l)} \right)}{A_m} \right]^m k_{\text{усл}} \quad (2.3)$$

где  $T_m$  — время включенного состояния механизма, ч;  $A_m$  — расчетная величина работы трения, МДж;  $m$  — показатель кривой усталости материала „слабой“ детали в двойных логарифмических координатах (рассчитывается по ГОСТ 25.504—82);  $k_{\text{усл}}$  — коэффициент, учитывающий абразивные и агрессивные свойства рабочей среды. Для поверхности, лимитирующей ресурс слабой детали,  $k_{\text{усл}} = 1 + 1,4$ .

По формуле (2.3) при заданных значениях  $\eta_{l,j}$  можно по эквивалентному времени рассчитать наработку любой детали и сборочной единицы экскаватора, которая энергетически связана с электроприводом. Формула (2.3) применима также для учета наработки любого типа горного оборудования по эквивалентному времени, имеющего встроенный электропривод.

Фактическая наработка детали (сборочной единицы) по эквивалентному времени может быть больше, равна или меньше наработки по машинному времени работы детали (в зависимости от условий ее работы), но не может превышать расчетный ресурс детали. Это позволяет уточнять методы расчета долговечности горного оборудования, более правильно планировать сроки и объемы ремонтных работ.

Учет работы, выполненной горным оборудованием, имеющим электропривод (буровые станки, карьерные и роторные экскаваторы, ленточные конвейеры, электровозы, дизель-электрические бульдозеры, карьерные автосамосвалы и др.), можно осуществлять с помощью измерителя работы УРМ1, который позволяет вести учет работы одновременно по трем механизмам одной машины. На карьерных экскаваторах это механизмы тяги, подъема и поворота. С помощью УРМ1 можно дифференцированно учитывать машинное время, суммарную работу и работу по восьми различным уровням (за максимальный принимается уровень при стопорном моменте на валу двигателя электропривода).

Измеритель работы состоит из блока питания и трех одинаковых измерительных субблоков (по числу контролируемых механизмов). Он разработан на микросхемах серии К155 с фиксацией результатов измерения на электромеханических счетчиках типа СЧ-51 с возможностью ввода информации в бортовую микроЭВМ.

#### Техническая характеристика измерителя работ УРМ1

Напряжение питания, В	110—220
Изменение питающего напряжения, %	От —15 до +10
Частота питающей сети, Гц	От 49 до 51



Потребляемая мощность, В·А . . . . .	50
Режим работы . . . . .	Непрерывный
Число контролируемых механизмов . . . . .	3
Число контролируемых параметров (по механизму) . . . . .	10
В том числе:	
наработка суммарная, н·м . . . . .	1
наработка по уровням нагрузки, н·м . . . . .	8
время машинное, машинно-ч . . . . .	1
Емкость счетчика (число разрядов) . . . . .	5
Погрешность, %:	
наработки суммарной . . . . .	±5
наработки по уровням нагрузки . . . . .	±7
машинного времени . . . . .	±1
Габариты (без преобразователей), мм . . . . .	160×480×500
Масса, кг . . . . .	17

### Виды разрушения деталей

При повреждении и отказе деталей чаще всего наблюдается разрушение или деформация (коробление) деталей.

Процесс разрушения, рассматриваемый на макроуровне, — это нарушение сплошности детали, разделение ее на две (или более) части; на микроуровне — трещина в металле, которая нарушила сплошность части детали, но не привела к потере ее целостности; на атомном уровне — разрыв межатомной связи. Таким образом, разрушение детали происходит не только при явной поломке, но и при различных видах износа (разрыв межатомных связей в локальных участках деталей) и коррозии (разрыв межатомных связей в поверхностных участках деталей).

Для деталей горного оборудования карьеров наиболее характерными видами разрушений являются поломка, износ, деформация.

**Поломка** — это результат разрушения, заключающегося в разрыве межатомных связей в материале детали, при котором последняя разделяется на две части или более с образованием поверхностей раздела, называемых изломами.

Если при ремонтах и осмотрах в деталях обнаруживаются трещины, которые могут в определенных условиях работы привести к внезапным отказам, то такие детали бракуются.

Наибольшее распространение получила классификация по характеру разрушения, в соответствии с которой различают изломы вязкие, хрупкие и усталостные.

**Вязкое разрушение** характеризуется интенсивной пластической деформацией на всех этапах разрушения (зарождения и развития трещины).

**Хрупкое разрушение** в отличие от вязкого имеет минимальную степень пластической деформации.

**Усталостное разрушение** является результатом действия циклических нагрузок, причем при данном разрушении требуется значительно меньшая максимальная нагрузка, чем при статическом.

Вид разрушения и вид излома зависят от: характера структуры (ее однородности); характера напряженного состояния материала в процессе распространения в нем трещины; изменения внешних условий нагружения в процессе разрушения; особенностей процесса термической обработки детали; особенностей ведения плавки стали, из которой изготовлены данные детали; других факторов.

**Износ** — это результат изнашивания, под которым понимают процесс разрушения и отделения материала от поверхности твердого тела и (или) накопления его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела.

Внешне износ проявляется в виде задиров, царапин, отслаивания, выкрашивания, сколов, сетки трещин, уменьшения размеров, следов пластической деформации (перераспределения металла в поверхностном слое пары трения).

ГОСТ 23.002—78 устанавливает 13 видов изнашивания, из которых для деталей экскаваторов наиболее характерны:

механическое — изнашивание в результате механических воздействий;

коррозионно-механическое — изнашивание в результате механического воздействия, сопровождаемого химическим и (или) электрическим воздействием материала со средой;

абразивное — механическое изнашивание материала в основном в результате режущего или царапающего действия на него твердых частиц, находящихся в свободном или закрепленном состоянии;

усталостное — механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрочастичек материала поверхностного слоя;

изнашивание при заедании — изнашивание в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и воздействия возникающих неровностей на сопряженную поверхность;

изнашивание при фреттинге — механическое изнашивание соприкасающихся тел при малых колебательных относительных перемещениях;

гидроабразивное — абразивное изнашивание в результате действия твердых частиц, взвешенных в жидкости и перемещающихся относительно изнашиваемого тела (встречается реже).

Вышеперечисленные виды разрушений могут встречаться или в отдельности в разных деталях, или одновременно в одной. В последнем случае важно установить, какой вид разрушения превалировал во времени и способствовал развитию других видов разрушения.

**Коррозия** — это разрушение металлов вследствие химического или электрохимического взаимодействия их с коррозионной средой. В соответствии с ГОСТ 5272—68 по характеру

проявления и условиям протекания различают 37 видов коррозии.

**Деформация** — это результат действия внутренних напряжений в детали, приводящих к изменению размеров и (или) формы детали (короблению). Внутренними напряжениями являются такие напряжения, которые возникают в изделии под действием внешних факторов (сосредоточенная сила, температура, давление и т. д.) и уравниваются внутренними силами (например, силами межатоминого взаимодействия).

Разновидности деформации — смятие и коробление не являются разрушением, но приводят к отказам и повреждениям. Кроме того, значительные пластические деформации способствуют развитию трещин, всегда имеющих в металле (зарождающихся уже в процессе его кристаллизации и последующей обработки), и во многих случаях ведут в конечном итоге к разрушению. Наиболее распространенные разрушения и деформации деталей и сборочных единиц карьерных экскаваторов приведены в табл. 2.3. Аналогичные виды разрушения имеют также детали роторных экскаваторов, буровых станков и другого горного оборудования.

Разрушение деталей горного оборудования может быть вызвано:

недоработкой конструкции деталей (маленький радиус галтели, отсутствие выкружки корня зуба, неверно установленные зоны нагрева ТВЧ и наплавки, резкая разностенность, неправильно выбранные места крепления, отсутствие радиусов закругления шпоночных канавок и в основании резьб, выточки перед резьбой и на торцовой поверхности, кольцевой выточки у головки болта, канавки на торцовой поверхности, утолщения подступичной части);

недоработкой технологии изготовления или восстановления деталей или их нарушениями (нецелесообразное расположение зон закалки, отсутствие закалки выкружки зуба, наличие сквозной закалки зуба, большого количества остаточного аустенита в слое, обезуглероженного слоя, цементитной сетки);

нарушениями условий эксплуатации.

Установить возможную причину разрушения детали можно лишь на основе тщательного анализа разрушенной поверхности.

### Анализ разрушенной поверхности детали

Установление причины разрушения и деформации деталей горного оборудования включает в себя два этапа:

первый — описание разрушения, определение характера и предполагаемых причин разрушения детали на карьере путем визуального анализа разрушенной поверхности и анализа условий и режимов работы машины;

второй — уточнение причин на основании лабораторных ис-

Таблица 2.3

## Наиболее распространенные разрушения и деформации деталей экскаваторов

Сборочная единица	Деталь	Вид разрушения и деформации
Ковш	<p>Корпус</p> <p>Ось, валлик, палец</p> <p>Зуб</p> <p>Тяга</p> <p>Днище</p> <p>Петля днища</p> <p>Засов днища</p> <p>Вилка</p> <p>Коромысло</p> <p>Обойма</p>	<p>Трещины: проходящие через проушины крепления ковша к рукояти и коромыслу; передней стенкой; в зоне крепления зубьев. Износ: пяты; козырьков; передней стенки; отверстий. Деформация (прогиб) стенок</p> <p>Износ цилиндрической поверхности</p> <p>Износ режущей части зуба</p> <p>Трещины посадочных мест. Износ отверстий</p> <p>Трещины: направляющей засова; проушин. Износ плиты днища и отверстий</p> <p>Трещины проушин. Износ отверстий</p> <p>Износ рабочего конца</p> <p>Износ цилиндрической поверхности и отверстий</p> <p>Излом и трещины проушин. Износ отверстий</p> <p>Трещины посадочных мест. Износ отверстий</p>
Подвеска ковша	<p>Ролик</p> <p>Корпус блока</p> <p>Коромысло</p> <p>Обойма подвески</p> <p>Рычаг</p> <p>Барaban</p> <p>Ось, валлик, палец</p> <p>Блок</p> <p>Втулка клинковая</p>	<p>Износ ручья, боковой поверхности и отверстия</p> <p>Поломка стенок ручья. Трещины: проходящие через ступицу или обод; на спицах. Износ: профиля ручья; канавки лабиринтного уплотнения; отверстия</p> <p>Поломки и трещины проушин. Износ отверстий</p> <p>Трещины, проходящие через посадочные места. Износ отверстий</p> <p>Трещины в сварных швах. Износ: отверстий; по толщине рычага. Деформация (изгиб) рычага</p> <p>Трещины, проходящие через ступицу. Износ: отверстия; шпоночного паза; реборды (арабана по толщине и поверхности</p> <p>Износ цилиндрической поверхности</p> <p>Поломки и трещины. Износ: ручья по профилю и отверстия</p> <p>Износ отверстия</p>



Продолжение табл. 2.3

Сборочная единица	Деталь	Вид разрушения и деформации
Механизм открывания днища ковша	Обойма	Трещины в сварных швах. Износ отверстий Деформация (изгиб) рычага. Износ отверстий и шпоночного паза по ширине. Трещины в сварных швах Деформация (изгиб, скручивание). Износ посадочных мест и шпоночного паза
	Рычаг	
	Вал	
Рукоять	Серьга	Износ отверстия То же Поломки, трещины. Износ: ручья по профилю; наружных поверхностей Трещины. Износ наружных поверхностей и отверстий Трещины: в сварных швах; обечаек; хвостовой части рукояти; проушин: головной отливки. Износ отверстий
	Втулка (скоба)	
	Полублок	
	Корпус	
Стрела	Балка рукояти	Трещины: в сварных швах; в отливках; проходящие через посадочные места. Износ шпоночного паза и отверстий. Отрыв: раскосных уголков по сварным швам; нижней проушины треногой стойки Поломки и трещины Поломки реборд. Трещины: проходящие через ступицу или обод; на спицах. Износ: ручья по профилю; канавки; лабиринтного уплотнения; отверстий Поломки; износ: плоскостей замков; упоров подшипника; отверстий. Деформация или износ резьбы Износ торцевой поверхности и отверстий
	Секция нижняя	
	Хомут	
Подвеска стрелы	Блок	Поломки и трещины. Износ наружных поверхностей и отверстий Трещины в сварных швах и в отливке, проходящие через посадочные места. Износ отверстий Трещины в сварных швах и выходящие на посадочные поверхности. Износ отверстий
	Корпус подшипника	
	Вкладыш	
	Крышка	
	Стойка	
	Балка, подкос	

Продолжение табл. 2.3

Сборочная единица	Деталь	Вид разрушения и деформации
Механизм напора	Корпус редуктора	Трещины, проходящие через посадочные места, износ посадочных мест Трещины, проходящие через ступицу или обод. Износ шлицевых впадин и ручьев по профилю Поломки и трещины зубьев. Выкрашивание рабочей поверхности зубьев. Смятие резьбы. Износ: шпоночного паза; зубьев; посадочных шеек. Поломки, трещины, выкрашивание рабочей поверхности, износ и смятие зубьев Поломки и трещины шлицев. Износ шлицев и посадочных мест
	Барaban	
	Вал-шестерня	
	Колесо зубчатое	
Механизм подъема	Вал	Трещины, износ отверстий Трещины, поломки и износ зубьев Разлом Поломки, трещины и выкрашивание рабочей поверхности зубьев. Износ зубьев и посадочных мест
	Корпус, крышка редуктора	
	Зубчатое колесо	
	Рама	
Центральная цапфа	Вал-шестерня	Трещины. Смятие резьбы. Износ резьбы и посадочных поверхностей Поломки и трещины. Износ внутренней и наружной поверхностей Трещины, износ посадочных мест Износ внутренних и наружных поверхностей Поломки и трещины зубьев. Износ шлицев и посадочных мест Поломки и износ зубьев
	Ось	
	Втулка	
Редуктор ходового механизма	Корпус	Трещины: в сварных швах; в листах рамы; гребней башмаков; центральной отливки. Износ отверстий и поверхности башмака Сколы, отслаивание, вырывы поверхности катания рельса, износ по высоте
	Стакан	
	Вал-шестерня	
	Шестерня	
Механизм передвижения гусеничный	Рама	
	Рельс	

8 Продолжение табл. 2.3

Сборочная единица	Деталь	Вид разрушения и деформации
Платформа поворотная	Колесо ведущее	Трещины, проходящие через границу или обод
	Вал	Палочки и трещины шлицев. Износ шлицев и посадочных поверхностей
	Зубчатое колесо	Палочки и трещины зубьев. Износ зубьев и шлицев
	Опорное колесо	Трещины, проходящие через ступицу и обод. Сколы и выкрашивание. Деформация обода («раскат колеса»). Износ обода и отверстий
Механизм шага	Платформа	Трещины: в сварных швах; в листах; врушины кронштейнов. Снятие резьбы крепления сборочных единиц к платформе. Износ и деформация рельса («раскат по ширине»). Износ отверстий и наружных поверхностей
	Корпус и крышка редуктора	Износ посадочных мест
Редуктор: привода ротора	Вал-шестерня	Трещины, сколы, выкрашивание и износ посадочных мест
	Рама	Износ хвостовика
Механизм разворота	Вал-шестерня	Износ пятинки с задними, контактное усталостное изнашивание и трещины зубьев
	Шпалька крепления зубчатого колеса	Срез шпалец
	Подшипник	Палочка зубья
		Палочка

следований в условиях завода-изготовителя, ремонтно-механического завода или отраслевого научно-исследовательского института.

При повреждении или отказе оборудования требуется непосредственно на карьере: осмотреть и провести необходимую разборку; осмотреть детали, расположенные рядом, отмечая наличие или отсутствие разрушения или деформации; уточнить условия работы машины, в которых произошел отказ; зафиксировать наработку на отказ для вышедшей из строя детали; установить характер проявления разрушения и вид отказа; описать характер разрушения; проанализировать сборочный чертеж с целью проверки правильности сборки и монтажа сборочной единицы; проанализировать схему напряженного состояния детали.

Наиболее точно необходимо отметить возможные эксплуатационные причины разрушения: работа в условиях, не соответствующих области применения машины; несоблюдение регламента и некачественное выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту (плохое крепление деталей и сборочных единиц, несвоевременная смазка); нарушение режима работы машины; загрязненность и неправильное применение смазки; несвоевременная регулировка сборочных единиц.

Необходимо также отметить естественные процессы изнашивания и старения, если они предполагаются.

Конструктивные и технологические причины повреждений могут быть указаны предположительно, а уточнены при лабораторных исследованиях.

Во избежание неправильных оценки и описания характера излома, а также ошибочных заключений о причине разрушения деталей необходимо соблюдать правильные: хранение разрушенных деталей до их поступления на исследование; очистку (подготовку к исследованию) разрушенной детали; отрезку разрушенной части детали, которая производится в том случае, если невозможно всю деталь целиком доставить на исследование.

Вышперечисленные требования обеспечиваются прежде всего соблюдением ряда организационных и технологических требований.

Не следует удалять с поверхности излома неплотно прилегающие «закозы», имеющие плохое сцепление с основной поверхностью, так как они обычно содержат важную информацию, позволяющую установить причины разрушения. Не следует протирать изломы ветошью, металлическими щетками, пытаться сложить вместе части разрушенной детали, так как это вызывает повреждение поверхности излома.

Если излом детали не покрыт слоем смазки и грязи, то рекомендуется рассмотреть его, предварительно не промывая. Только в том случае, если слой смазки мешает рассмотреть излом и прилегающие к нему участки детали, требуется очистка.



Необходимо по возможности осмотреть обе части поломавшейся детали, так как если одна часть имеет забитую, загрязненную поверхность излома, то на другой части поверхность излома может быть хорошо сохранившейся.

Очистку излома производят обдувкой сухим воздухом с последующим погружением в очищенный бензин, а если требуется удалить ржавчину, — то в соляную кислоту, содержащую гексаметиленetetрамин (2—3 г/л).

При отправке разрушенной детали (либо ее части) на лабораторное исследование поверхность излома можно покрыть слоем чистого тавота.

Для установления причины разрушения необходимо знать влияние на характер излома условий эксплуатации, вида нагружения и структурных факторов, зависящих, в свою очередь, от состава и обработки материала. Однозначные рекомендации и заключения затрудняются чрезвычайно большим многообразием постоянно меняющихся условий эксплуатации. Однако накопленный опыт позволяет по виду и расположению излома с определенной степенью достоверности судить о причине разрушения. Для установления характера разрушения (вида излома) необходимо при анализе излома обратить внимание на ряд специфических особенностей излома.

При визуальном рассмотрении или использовании небольших увеличений (до 100) получают общую картину процесса разрушения. Исследование под микроскопом (оптическим с увеличением до 400 или электронным с увеличением до 50 тыс.) позволяет рассмотреть особенности рельефа излома в пределах отдельных зерен металла.

Признаком хрупких изломов являются гладкие, ровные кромки излома без сколов или с небольшими сколами. Чем больше величина пластической деформации в процессе нагружения и разрушения, тем больше размеры сколов на кромках изломов. Небольшой скол на хрупком изломе указывает место долома, т. е. окончание разрушения, и, наоборот, участок без скола обычно примыкает к фокусу излома.

Для хрупкого кристаллического излома характерно наличие блестящих зеркальных участков значительных размеров.

На хрупком изломе можно различить три зоны: фокус излома, зону относительного медленного распространения разрушения и зону, соответствующую быстрому, лавинному разрушению.

Фокус излома — это зона, с которой начинается разрушение. Фокус, как правило, располагается непосредственно у поверхности детали. Хрупкий излом может иметь несколько фокусов. Поверхности медленного и быстрого разрушения при наличии одного фокуса в хрупком изломе имеют рубцы, веерообразно расходящиеся из фокуса в направлении развития разрушения.

Вязкий излом имеет явно выраженное волокнистое или ямочное строение. Его неровные участки рассеивают свет и по-



верхность излома кажется матовой, лишенной кристаллического блеска. Наличие боковых сколов по краю излома также свидетельствует о вязкости излома.

Если в процессе работы произошла поломка детали в нескольких местах, то необходимо знать, что первичные изломы, которые могли повлечь за собой все остальные поломки, как правило, не бывают вязкими. Вязкие первичные изломы встречаются при разрушении в редких случаях вследствие ошибок, допущенных при расчете на прочность, монтаже (сборке) или эксплуатации. Относительно медленно развивающаяся вязкая трещина либо обнаруживается при ремонтном осмотре, либо из-за чрезмерной пластической деформации деталь еще до своего полного разрушения перестает выполнять свои функции.

Четкую грань между хрупким и вязким изломами провести крайне трудно, поэтому в сложных случаях следует отметить степень вязкости или степень кристалличности излома. В таких случаях принято оценивать долю вязких участков в процентах.

Чаще всего о характере разрушения детали (хрупкое или вязкое) судят по степени пластической деформации, предшествующей разрушению. Если степень пластической деформации более 5 %, то разрушение вязкое, если менее — то хрупкое.

Разрушение называют хрупковязким, если излом вязкий, а зона долома хрупкая.

Обычно хрупкие изломы наблюдаются в результате действия высоких динамических нагрузок при аварийных перегрузках, а также могут быть вызваны хладноломкостью металла при низких температурах. Вязкие изломы встречаются реже хрупких, как правило, после значительных деформаций детали в результате действия высоких нагрузок аварийного характера.

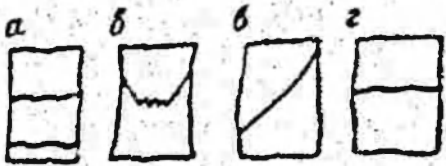
Существенное влияние на разрушение оказывают неметаллические включения. При мелких включениях разрушение обычно вязкое. Крупные включения способствуют хрупкому разрушению.

Усталостные изломы имеют более четко выраженные очаг разрушения (область зарождения трещины), зону распространения трещины и зону окончательного разрушения (долом детали), чем хрупкий излом.

Около области зарождения трещины, где усталостная трещина распространялась относительно медленно, поверхность достаточно ровная и сглаженная. Следующая зона развития трещины существенно отличается от первой тем, что имеет неровную поверхность. Зона долома может иметь либо кристаллическую поверхность, показывающую, что окончательное разрушение носило хрупкий характер, либо волнистую, указывающую на то, что окончательное разрушение было вязким.

Отличительным признаком, характеризующим направление развития усталостной трещины на усталостном изломе, служат кольца эллиптической формы. Иногда эти кольца бывают выражены очень резко.

Рис. 2.1. Расположение изломов относительно поверхности



В усталостном изломе может быть несколько фокусов (очагов). Первоначально возникший фокус разрушения можно отличить по размеру усталостной зоны, блеску поверхности излома и густоте усталостных линий. Большой размер усталостной зоны, более густое расположение усталостных линий и блеск поверхности излома около очага свидетельствуют о том, что данный очаг был первоначальным, т. е. усталостная трещина начиналась именно в этом месте.

По характеру усталостного излома можно дать приблизительную оценку относительной скорости развития трещины. Чем медленнее шло развитие трещины, тем более гладкой, как бы полированной, получилась часть поверхности излома. При относительно быстром развитии трещины и малом числе циклов поверхность излома менее гладкая, матовая и зернистая. От хрупкого излома в этом случае трещина отличается наличием слабо выраженных колец эллиптической формы.

Шевронный узор на поверхности разрушения свидетельствует о большой скорости разрушения. В этом случае очаг разрушения расположен со стороны вершин V-образных шевронов.

Если очаги излома не совпадают с имеющимися концентраторами напряжений (галтели, отверстия, риски или клейма на поверхности, неметаллические включения и т. д.), то можно предположить действие достаточно высоких нагрузок.

Получение вязкого и хрупкого излома на одном и том же материале не всегда свидетельствует о структурных различиях. Один и тот же материал в одном и том же структурном состоянии может в зависимости от условий нагружения (температура, скорость приложения нагрузки, характер напряженного состояния) обнаруживать вязкое или хрупкое разрушение.

Классифицируя излом, следует принимать во внимание преимущественный характер его строения главным образом в начальной зоне, соответствующей начальной стадии разрушения, так как приведенная классификация является условной из-за неоднородности строения изломов, вызванной следующими причинами: неоднородность структуры и свойств материала; изменения напряженного состояния материала в процессе распространения в нем трещины; изменения внешних условий нагружения в процессе разрушения.

Расположение плоскости излома относительно поверхности и направления приложенных усилий позволяет оценить характер действующих сил и вид излома.

При одноосном растяжении хрупких материалов (рис. 2.1, а) разрушение происходит без видимых пластических деформаций

ций и излом почти перпендикулярен к действию нормальных напряжений (направлению растяжения).

В этих же условиях у вязких материалов разрушение начинается вблизи оси детали и распространяется по направлению к поверхности, заканчиваясь коническим срезом (рис. 2.1, б).

При кручении хрупкий материал разрушается по плоскости, которая расположена под углом  $45^\circ$  к осп. Разрушение начинается обычно на поверхности в зоне действия наибольших напряжений. В этих же условиях у вязкого материала направление (расположение) излома похоже на разрушение хрупких материалов при растяжении, но излом имеет выраженный воронкообразный вид, зона долома располагается в центре детали (рис. 2.1, в, г).

Предварительное заключение о причинах поломки детали, сделанное по виду излома, обычно позволяет отметить, что разрушению способствовали:

хрупкому — повышенные скорости нагружения, высокое содержание углерода в стали, высокая жесткость конструкции, низкая температура окружающей среды, наличие крупных неметаллических включений;

вязкому — пониженный предел текучести материала детали (гораздо более низкий, чем фактические действующие напряжения), пониженное содержание углерода в стали, из которой изготовлена данная деталь и рабочие напряжения, значительно превышающие расчетные.

Анализ других видов повреждений (износ, деформация, коррозия) также позволяет в первом приближении судить об особенностях эксплуатации и состоянии материала детали. Так, износ (задиры) поверхностей трения свидетельствует о высоких контактных нагрузках (например, при перекосах) или о попадании в зону трения частиц с высокой абразивностью.

Следует отметить, что часто наблюдается несколько видов износа одной детали. В одних случаях это объясняется наличием и конструктивных, и технологических, и эксплуатационных причин разрушения, в других — один и тот же, например технологический, дефект может привести к различным видам износа в зависимости от условий эксплуатации. Так, наличие обедненного углеродом поверхностного слоя при высоких изгибающих нагрузках ведет к усталостной поломке, а наличие высоких контактных нагрузок — к усталостному выкрашиванию.

Вид изношенной поверхности позволяет судить об условиях изнашивания. Образование вырывов и налипших частиц металла, беспорядочное скопление впадин и выступов на поверхности трения свидетельствуют о малых скоростях скольжения трущихся поверхностей и больших удельных давлениях. Напротив, появление чередующихся надрывов, заметное пластическое течение металла, царапины, увлечение поверхностных слоев металла трущимися поверхностями и размазывание их по

поверхности трения свидетельствуют о больших скоростях скольжения трущихся поверхностей и повышенных удельных давлениях.

Коррозия может привести не только к повышению шероховатости поверхности и нарушению условий контактирования пар, но и к развитию коррозионной усталости, когда коррозионные раковины под влиянием знакопеременных нагрузок дают начало трещинам.

Если одновременно разрушилось несколько деталей, то для установления причины разрушения важно определить первоначально разрушившуюся деталь. Весьма часто при разрушении нескольких деталей признаки усталостного разрушения дают достаточное основание утверждать, что именно эта деталь разрушилась первой.

Например, в большинстве случаев усталостное разрушение одной детали редуктора вызывает неусталостную поломку других деталей. Возможны также усталостные поломки валов по причине выхода из строя подшипников (поломка подшипников приводит к перегрузке и усталостной поломке валов). В этом случае необходимо помимо логического анализа процесса возникновения повреждений, выполненного с учетом условий нагружения пары (наличие и качество смазки; перекосы, отразившиеся в кромочном контакте зубчатых зацеплений и др.), провести полное металлографическое исследование в лаборатории всех разрушенных деталей.

На участках зарождения изломов или по месту прохождения трещины можно установить, произошло смятие детали до или после образования трещины (зарождение излома). Если края трещины смяты или фокус излома имеет следы пластической деформации, то сначала произошло усталостное разрушение, которое повлекло за собой разрушение других деталей. Если разрушено несколько деталей, но края трещины, фокус излома не несут следов пластической деформации, то первоначально разрушившаяся деталь нанесла дополнительные концентраторы напряжений, которые в свою очередь привели к усталостной поломке других деталей.

Анализ характера разрушений и деформаций необходим для дальнейшего усовершенствования конструкции, так как поломки деталей в нормальных условиях работы (изготовленных и обработанных без отклонения от ТУ) указывают на слабые места конструкции, подлежащие усилению.

## Методы анализа разрушенных поверхностей

Установленное место возникновения трещины подлежит особо тщательному исследованию, так как оно часто является зоной значительных местных концентраций напряжений, которые либо являются единственной причиной поломки детали при нормальных условиях эксплуатации, либо служат тем слабым звеном, по которому происходит разрушение при стечении не-



благоприятных обстоятельств, имевших место при эксплуатации.

Если анализ разрушенной детали не позволяет механику сделать однозначный вывод о возможной причине разрушения или если завод-изготовитель не согласен с заключением, то деталь (или ее часть, включающую разрушенные поверхности) направляется в лабораторию завода-изготовителя, ремонтно-механического завода или бассейнового ИИИ.

Если разрушена массивная деталь и требуется доставить в лабораторию ее части, то отрезку следует производить таким образом, чтобы при этом не изменить состояния разрушенной поверхности. Предпочтительнее всего сухая резка отрезным абразивным кругом или пилой. Применение охлаждающих жидкостей нежелательно, так как это может привести к коррозии излома. Охлаждающие жидкости применяют только в том случае, если рез приходится вести вблизи излома и необходимо предотвратить его нагрев. Пламенная резка наименее желательна, но если другой способ по какой-либо причине не может быть применен, то пламенную резку следует вести на расстоянии достаточно удаленном от излома, во избежание его нагрева, окисления и забрызгивания расплавленным металлом.

Исследование разрушенных деталей в лабораторных условиях с применением различных методов (механических испытаний, металлографического анализа и т. д.) может или дополнить обосновать заключение механика о причинах разрушения, или опровергнуть это заключение.

Лабораторное исследование начинают с макроанализа — изучения строения металла путем осмотра его излома или разрушенной поверхности невооруженным глазом или через лупу при малых увеличениях (до 30). Это позволяет рассмотреть значительную часть поверхности и одновременно наметить участки для дальнейшего, более детального микроанализа.

Поверхность излома желательно рассматривать через бинокулярный микроскоп с увеличением до 40. Все особенности излома или разрушенной поверхности, обнаруженные визуально или с помощью микроскопа, необходимо записывать. Затем фотографируют общий вид разрушенной детали и поверхность излома путем использования косого освещения под различными углами, что позволяет получить более рельефные изображения излома. Обычно фотографируют при увеличении 10.

Для выявления дефектов, нарушающих сплошность металла, проводят макроанализ поперечных макрошлифов. Выявление флокенов, строения литой стали, волокон катаной стали осуществляют с помощью реактивов для глубокого и поверхностного травления.

Для глубокого травления углеродистых и легированных сталей применяют реактив, состоящий из 50 мл  $\text{HCl}$  (плотность  $1,19 \text{ г/см}^3$ ) и 50 мл воды. Продолжительность травления 20—

30 мин. Такое травление хорошо выявляет структуру литого металла и трещины.

Ликвацию (химическую неоднородность), полосчатость деформированной стали выявляют реактивом Гейна, содержащим 53 г хлористого аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и 85 г хлористой меди  $\text{CuCl}_2$  на 1 л воды. Макрошлиф погружают в реактив, затем промывают под струей воды и протирают досуха.

Распределение серы в образце определяют по методу Баумана следующим образом. Фотобумагу (бромсеребряную) на свету смачивают и выдерживают 5—10 мин в 5%-ном подном растворе серной кислоты и слегка просушивают фильтровальной бумагой. Затем макрошлиф укладывают на фотобумагу и осторожно, не допуская смещения, проглаживают рукой для удаления оставшихся пузырьков воздуха, и выдерживают 10 мин. После этого снятую с макрошлифа бумагу промывают под струей воды, фиксируют 20—30 мин в растворе гипосульфита и хорошо промывают. Темные участки, образовавшиеся на фотобумаге, указывают форму и характер расположения сульфидов.

Полное макроскопическое исследование выполняют в следующей последовательности. Сначала проводят травление реактивом Гейна, выявляющим строение металла (при необходимости макрошлиф фотографируется). Затем макрошлиф шлифуют, определяют распределение серы по методу Баумана и проводят глубокое травление для выявления дефектов, нарушающих сплошность металла. После макроанализа определяют химический состав стали и отмечают соответствие или несоответствие материала детали техническим условиям чертежа на данную деталь. Определять химический состав рекомендуется в сердцевине. Затем определяют содержание углерода в поверхностном слое, отмечая наличие обедненного, перенасыщенного углеродом слоя (для цементованных деталей) или слоя с требуемым содержанием углерода. Для этого резцом, оснащенным твердосплавной пластинкой типа ТЗК4, снимают тонкую стружку (0,05—0,1 мм), по которой определяют содержание углерода.

Все более широкое применение получает лабораторно-исследовательское оборудование, позволяющее с достаточной степенью точности определять химический состав стали в любой точке.

Для определения химического состава тонких поверхностных слоев применяют Оже-спектрометры.

Для определения химического состава в микрообъемах (3—10  $\mu\text{м}^2$ ) наиболее часто используют микроанализатор MAP-2. Результаты анализа с помощью прибора MAP-2 могут регистрироваться непрерывно на площади объекта 200×200  $\mu\text{м}$  (максимальный размер образца 9×15×8 мм). Количественное распределение легирующих элементов между структурными составляющими определяют также на микроанализаторе «Сатеса MS-46» (Франция).

На следующей стадии исследования определяют механические свойства стали. Для этого чаще всего проводят испытания на растяжение по ГОСТ 1497—84 и на удар ГОСТ 9454—78. Остальные виды испытаний применяют значительно реже.

При повреждении корпусных деталей образцы для испытаний вырезают из участков, прилегающих к местам повреждений. При определении механических свойств детали, прошедшие поверхностную упрочняющую обработку, подвергают высокому отпуску при температуре 680°C для улучшения обрабатываемости резанием. Затем вырезают из сердцевины деталей образцы для исследования.

При определении твердости разрушенных деталей следует делать замеры как на участках, прилегающих к месту повреждения, так и на неповрежденных участках. Обязательны замеры твердости поверхности и сердцевины, а также микротвердости прибором ПМТ-3 для установления связи структуры материала со свойствами.

Для определения твердости крупных деталей используют переносные твердомеры ТШП-4 (измерение по методу Бригелля) и ТКП-1 (измерение по методу Роквелла).

Микроструктурный анализ заключается в исследовании микроструктуры материалов при больших увеличениях на оптическом или электронном микроскопе.

Термины, определения и обозначения, являющиеся общими для микроструктурных исследований, проводимых с помощью оптических и электронных микроскопов, приведены в ГОСТ 21006—75 и ГОСТ 1778—70. Для изучения структуры сплавов образцы (микрошлифы) вырезают из изделия, а для изучения структуры отливки — в различных ее сечениях (от максимальных до минимальных). Важно правильно выбрать место для вырезки микрошлифа. Ошибочно ограничиваться микрошлифами, взятыми только вблизи разрушения (повреждения) детали, так как само разрушение материала вызывает ряд необратимых явлений, обусловленных не только упругими, но и остаточными деформациями. На таких участках могут быть зафиксированы микроскопические трещины, которых нет и не было в металле до разрушения. Поэтому при исследовании причин разрушений деталей в процессе эксплуатации образцы для исследования вырезают вблизи повреждения и в отдалении от него, с тем чтобы сравнить строение металла и установить отклонения от нормы, если они имеются.

Вырезку образца для микрошлифа необходимо проводить тонкими абразивными кругами при обильном охлаждении (во избежание изменения структуры металла) или электронным методом.

Размер микрошлифа может быть различным, но предпочтительнее куб с ребром около 10 мм или диск такого же диаметра. Такой шлиф легко и равномерно протравливается и удобен для исследования. Иногда для исследования необхо-



дими шлифы больших или меньших размеров, но работа с ними затруднительна (первое трудно подготовить к травлению и равномерно проявить структуру, а второе приходится шлифовать и полировать в специальных державках).

Микрошлифы неправильной формы или размером менее 10 мм в поперечнике заливают легкоплавкими сплавами. Наиболее часто применяют сплав Вуда (50 % висмута, 12,5 % кадмия, 25 % свинца, 12,5 % олова), имеющий температуру плавления 76°C. Для заливки шлифа таким сплавом берут картонную полоску шириной 1,5—2 см и длиной, равной примерно двум периметрам шлифа, устанавливают ее на ребро и свертывают кольцом из металлической или керамической палиты. Одновременно можно залить несколько шлифов. Скручивая или раздвигая картонку, регулируют размер шлифа. Иногда для заливки шлифа применяют круглую или квадратную оправку из латуны или ленту. Если необходимо исследовать под микроскопом тонкий поверхностный слой образца, то для заливки используют стальные втулки с высокой твердостью, которые предохраняют поверхность шлифа от заваливания при его приготовлении. Подготовленную таким образом плоскую поверхность зачищают шлифовальными водостойкими шкурками — последовательно от наиболее грубой до бархатной. При переходе на более тонкую шкурку меняют направление движения образца на 90° для удаления ранее возникших рисок. Оставшиеся после шлифования мелкие дефекты поверхности удаляют полированием. Полирование сталей ведется с применением пасты ГОИ, которую взмучивают в воде и наносят на полировальный круг. Для полирования цветных металлов применяют травящие химические активные реактивы (например, раствор желтой кровяной соли).

Для механизации процесса приготовления шлифов применяют отечественные микрошлифовальные станки типа СШПМ и полировальные типа 2103, а также зарубежные шлифовально-полировальные станки «Netsis» типа ZE881 (ГДР) и шлифовально-разрезные, шлифовальные и полировальные станки «Rathenow» (ГДР).

Более совершенным является электрохимическое полирование, значительно ускоряющее процесс и позволяющее полностью избежать изменений в структуре поверхностного слоя.

После полирования (независимо от способа) микрошлифы промывают водой, затем спиртом и просушивают фильтровальной бумагой. Окончательное суждение о готовности шлифа дается после осмотра поверхности при малом увеличении (до 100). Дефекты, возникшие при изготовлении шлифа, могут исказить результаты исследования. К ним относятся: риски, оставшиеся после шлифования, не выведенные полированием; завал края (особенно если это поверхность детали); наличие крупинки шлифовального материала, которые можно отличить от неметаллических включений в самом материале по способ-

разной форме — «хвостам». Поэтому на исследование должны поступать только шлифы, не имеющие указанных дефектов.

Изучение микроструктуры начинают с рассмотрения шлифа в непротравленном виде — непосредственно после полирования и просушки. Небольшие темные участки, видимые под микроскопом, означают или неметаллические включения, или мелкие поры. Чтобы отличить микропоры от включений, шлиф слегка выводят из фокуса, поворачивая микрометрический винт микроскопа, и снова наводят на фокус; при этом края микропор, в отличие от неметаллических включений, то сходятся, то расходятся.

Количество и характер распределения неметаллических включений определяют сравнением вида наблюдаемой поверхности микрошлифа при увеличении 100 со специальной шкалой баллов для неметаллических включений стали (ГОСТ 1778—70).

Природу неметаллических включений при микроанализе стали можно установить травлением специальными реактивами, а также изучением шлифа в поляризованном и ультрафиолетовом свете.

После изучения нетравленного шлифа производят его травление на специальном рабочем месте под вытяжкой в следующей последовательности: шлиф с помощью пинцета (зажима) погружают в травитель полированной поверхностью вверх; промывают в проточной воде или в большом количестве проточной воды; промывают в спирте; просушивают фильтровальной бумагой. Для травления микрошлифов применяют различные реактивы. Состав наиболее распространенных реактивов приведен в табл. 2.4. Хранить шлифы следует в эксикаторе во избежание их окисления.

Металлографические исследования проводят на оптических рабочих микроскопах МИМ-7, ММР-2, предназначенных для контроля качества продукции на заводе, и исследовательских микроскопах — отечественном МИМ-8 и зарубежном «Неофот-21» (ГДР).

Микроскоп «Неофот-21» снабжен приставкой для измерения микротвердости и приспособлением для интерференционного наблюдения состояния поверхности.

Структуры сталей обычно изучают при увеличении 500—600, глубины диффузионных слоев определяют при увеличении 100.

После внимательного исследования строения материала следует сфотографировать шлиф, так как иногда очень трудно вновь отыскать участок, имеющий какую-либо особенность, подтверждающую выводы исследователя о причине повреждения детали. При фотосъемке необходимо зафиксировать как средний из всех наблюдений характер структуры, так и резко отличающиеся места.



Таблица 2.4

Реактивы для травления микрошлифов из конструкционных сталей и чугунов

Наименование	Состав	Назначение
Спиртовой раствор азотной кислоты (реактив Ржемотарского) Раствор азотной и соляной кислоты в глицерине	Азотная кислота (плотность 1,42 г/см <sup>3</sup> ), 1—5 мл; этиловый спирт, 100 мл Азотная кислота (плотность 1,42 г/см <sup>3</sup> ), 10 мл; соляная кислота (плотность 1,19 г/см <sup>3</sup> ), 20—30 мл; глицерин, 30 мл	Для углеродистой и цементованной стали, чугуна Для высоколегированных сталей
Царская водка	Соляная кислота (плотность 1,19 г/см <sup>3</sup> ), 3 части; азотная кислота (плотность 1,4 г/см <sup>3</sup> ), 1 часть	Для нержавеющей сталей
Раствор персульфата аммония	Персульфат аммония, 10 г; вода, 50 мл	Для меди, латуни, оловянной бронзы

Для фотосъемки микрошлифа на микроскопе применяют ортохроматические пластинки высокой чувствительности. Чтобы определить время экспозиции, зависящее от вида структуры, увеличения и освещения, делают пробные снимки. Постепенно закрывая (или открывая) выдвижную пластинку кассеты, можно получить ряд снимков с различной выдержкой одного и того же участка шлифа. В лабораториях, занимающихся металлографическими исследованиями, обычно разработаны таблицы выдержек при различных увеличениях и для различных материалов.

Проявление, фиксирование и печатание снимка производятся обычными методами. Для достижения контрастности и хорошей проработки деталей применяют специальные сорта глянцевой бумаги.

Большое внимание при исследовании и контроле качества сталей уделяют установлению связи между их свойствами и количественными характеристиками микроструктуры (размер зерна, содержание неметаллических включений, их распределение по форме и размеру). Для этих целей используют микроанализаторы типа «Квантимет» (Великобритания), «Эпиквант» (ГДР) и др.

При фрактографических исследованиях (исследование поверхностей разрушения) с целью установления причин эксплуатационных разрушений и контроля качества металла все более широкое применение получают металлографические исследования с помощью просвечивающих, отражательных, эмиссионных и растровых электронных микроскопов.

Наибольшее распространение получили электронные микроскопы отечественные ЭВМ-100Л (максимальное увеличение

Таблица 2.5  
Оборудование для лаборатории ремонтного предприятия

Позиция на рис. 2.2	Наименование	Тип	Габариты, мм
2	Твердомер	ТШ ТК ТП ПМТ-3	700×245×875 510×240×740 250×440×670 200×200×300
3	Микроскоп: металлографический	МММ-7, (ММР-2, ММР-4, ММУ-3)	517×237×530
	биологический	МБУ-6 (МБР-1)	300×300×400
9	Стилоскоп (установка для спек- пального анализа)	СЛП-1 (СЛП-4)	1800×500×500
20	Универсальная испытательная машина	Р5, (УММ-5)	1300×620×2065
21	Копер маятниковый	КМ-30	1000×1000×1300
22	Муфельная печь	ПМ-8, (МП-2УМ)	175×263×95
23	Станок: шлифовально-полировальный	ПШСМ-2	800×800×1000
24	сверлильный	2408	
25	отрезной	8-13320, 8420	600×850×1150

400 000), ЭМ114 (максимальное увеличение 100 000) и зарубеж-  
ный В-613 (ЧССР).

Полный перечень лабораторного оборудования приведен  
в работе [25], краткий (для лаборатории ремонтного предприя-  
тия) — в табл. 2.5 и на рис. 2.2.

Кроме перечисленного в табл. 2.5 оборудования, в лабора-  
тории целесообразно также иметь переносные приборы для не-  
разрушающего контроля деталей:

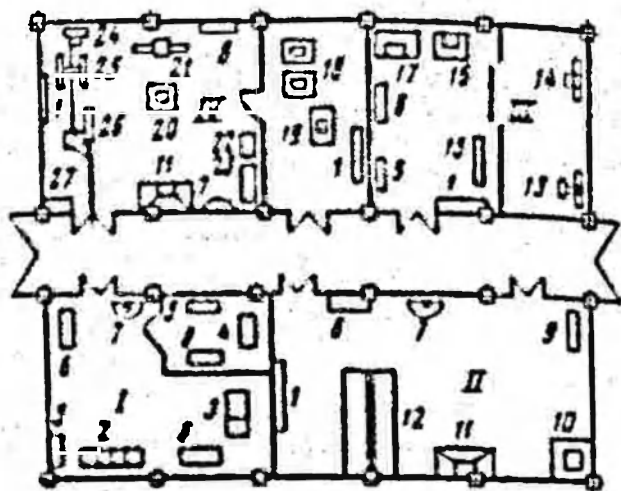
магнитный дефектоскоп МД-42К, предназначенный для об-  
наружения трещин в зубчатых передачах с крупным модулем  
(4,5—8 мм), выполненных из ферромагнитных материалов  
в реальных производственных условиях без полной разборки  
редукторов. Контроль осуществляется вручную путем сканиро-  
вания преобразователем по впадине зубчатого колеса;

измеритель твердости ИТ-IV, предназначенный для экс-  
пресс-контроля твердости (от 10 до 70 НРС) деталей сложной  
формы, расположенных в труднодоступных местах. Принцип  
действия основан на измерении отношения скоростей отскока  
и падения специального бойка;

вихретоковый дефектоскоп ВД-80Н, предназначенный для  
выявления поверхностных дефектов на галтельных переходах  
валов, а также на деталях сложной формы;

Рис. 2.2. План лаборатории ремонтно-механического завода горного машиностроения:

I—IV — отделения соответственно металлографии, химического анализа, рентгенодефектоскопии и механические испытания; 1 — стеллажи; 2 — твердомеры; 3 — микроскопы; 4 — стол для проявления фотопленок; 5 — шкаф; 6 — место для хранения экскаваторов; 7 — умывальник; 8 — рабочие столы; 9 — стеллажи; 10 — термостат; 11 — вытяжной шкаф; 12 — аналитический стол; 13, 14 — рентгеновские передвижной и стационарный аппараты; 15 — пульт управления; 16 — миксифотометр; 17 — вегетационная машина; 18, 19 — машины для измерения соответственно на выносливость в трении; 20 — универсальная испытательная машина; 21 — малый котел; 22 — муфельная печь; 23, 24, 25 — станки соответственно шлифовально-полировальный, сверлящий, отрезной; 26 — пологая вилка; 27 — верстак



ультразвуковой дефектоскоп УДЦ-100, предназначенный для контроля дефектов в сварных изделиях, а также контроля металла поковок и литья. Позволяет осуществлять прямое измерение площади дефекта;

анализатор металла Model 3600 фирмы «Bausch and Lomb», (США) смонтированный на тележке, позволяющий идентифицировать 20 элементов. Маневренность анализатора позволяет проводить анализ состава материала деталей в труднодоступных местах; габариты 500×100×760, масса 120 кг.

По результатам исследования разрушенной детали в лаборатории составляется заключение о причинах повреждения детали (прил. 4). К заключению по требованию заказчика может быть приложена методика установления причин повреждения деталей.

### Возможные конструктивные и технологические причины разрушения деталей

Разрушение деталей наступает в результате: естественных процессов накопления повреждений, изнашивания и старения; неправильной эксплуатации (действие фактических нагрузок, превышающих расчетные); несоблюдения объемов и режимов технического обслуживания; некачественного ремонта (восстановления); отклонений в технологическом процессе изготовления; некачественной сборки узла и (или) монтажа оборудования; несовершенства конструкции, заложенного на стадии проектирования (неправильный выбор материала, способа его упрочнения, конструктивной формы деталей, ошибки в расчетах и т. д.).

Перечень возможных конструктивных и технологических причин разрушения и деформации деталей экскаваторов приведен в табл. 2.6.

Т а б л и ц а 2.6

Возможные конструктивные и технологические причины разрушения деталей экскаваторов

Отказ		Деталь, в которой встречается отказ	конструктивная	технологическая
Вид	Характер проявления			
Полонка	Усталостный излом	<p>Вал редуктора: гладкий (полонка в зоне галтели); шлицевый</p> <p>Вал-шестерня редуктора ходового механизма</p> <p>Зубчатые колеса и валы-шестерни напорного, поворотного и подъемного механизмов</p> <p>Зубчатое колесо гусеничного хода</p>	<p>Малый радиус галтели</p> <p>Неправильный выбор марки стали и глубины упрочненного слоя (вида упрочнения) для заданных условий эксплуатации; неправильный радиус выкружки</p>	<p>Подрез галтели при механической обработке</p> <p>Подрез ножки зуба, наличие в зоне ножки зуба остаточных растягивающих напряжений, возникших при термической или химико-термической обработке, если имеется; (ольшое количество остаточного аустенита в цементованном слое (завышенная температура закалки и другие отклонения от режима термообработки); обезуглерожженный с поверхности цементованный слой (нагрев цементованных деталей в печах без применения защитных атмосфер)</p> <p>Нарушение режима (скорости) нагрева и охлаждения для улучшаемых зубчатых колес</p> <p>Дефекты литья; нарушения режима термообработки; повышенное количество неметаллических включений в материале</p>



Отказ		Деталь, в которой встречается отказ	Причина
Вид	Характер проявления		
Поломка	Хрупкий излом	Диск ковш, деля днаца	<p>Остаточные напряжения в результате термической обработки (недостаточно медленный нагрев под закалку)</p> <p>Дефекты сварного шва — непровары (применение недостаточного или избыточного тока); малая мощность газовой горелки; слишком быстрое перемещение электрода или газовой горелки</p> <p>Пониженная вязкость материала из-за повышенного содержания фосфора и других примесей; коблессие при термообработке и порешности при сборке, приводящие к кромочному контакту</p>
		Балка рукояти	
		Зубчатое колесо, вала шпинделя (с закаленными шпинделями)	<p>Недостаточная конструктивная прочность материала</p> <p>Недостаточная конструктивная прочность материала</p>
		Втулка центральной цапфы	
		Рама гусеничного хода, форма нижней секции стрелы	<p>Отсел и другие дефекты литья</p> <p>Дефекты литья, сварки; сталь, загрязненная неметаллическими включениями</p>

Отказ		Деталь, в которой встречается отказ	Причина
Вид	Характер проявления		
Поломка	Вязкий излом	Корпус, пслублок рукояти, секция стрелы, барабан напорного механизма, блок стрелы (трещины на спицах), колесо ведущее гусеничного хода	<p>Дефекты литья: наличие шлаковых раковин из-за проникновения шлама в форму при ее заливке; наличие земляных раковин из-за частичного разрушения, засорения формы; трещины в отливке из-за отсутствия плавных переходов от толстых стенок к тонким, а также из-за повышенного содержания серы и фосфора в металле; неметаллические включения в отливке (недостаточно раскисленный металл, не выданы элементы, которые дают сульфиды, обладающие малой растворимостью — алюминий, кальций, цирконий и др.); повышенная температура заливки, способствующая образованию грубозернистой и столбчатой структуры, что увеличивает опасность образования в отливках трещин</p>
		Корпус, пслублок рукояти, секция стрелы, барабан напорного механизма, блок стрелы (трещины на спицах), колесо ведущее гусеничного хода	<p>Выбор материала без учета фактически действующих нагрузок; нетехнологичная конструкция отливки (одна из основных причин появления усадочных раковин, которые служат очагами зарождения трещин); отсутствие плавных переходов от толстых стенок к тонким; непропорциональная разностенность, вызывающая с увеличением разницы толщины отдельных частей отливки увеличение температуры в горячих трещинах; наличие термических узлов — местных утолщений и расположенных под острым углом стыков сопряженных стенок; отсутствие усадочных ребер в отливке при сопряжении малых и больших сечений изготавливаемой детали</p>

Отказ		Деталь, в которой встречается отказ	Причина
Вид	Характер проявления		
Износ	Усталостное изнашивание	Вал-шестерня зубчатого редуктора ходового механизма	Пониженная глубина цементованного слоя, пониженная твердость поверхностного слоя, грубая цементитная сетка в структуре цементованного слоя; перекос валов сопряженных колес при сборке, в результате чего контактные напряжения превышают расчетные; погрешности в профилях зубьев Искажение геометрии сопрягаемых поверхностей; неудовлетворительная термобработка; некачественное упрочнение пластическим деформированием
	Изнашивание при фреттинг-коррозии	Посадочные места под подшипники вала и вала-шестерни редукторов ходового и напорного механизма	Не предусмотрено рекомендации по снижению износа при фреттинг-коррозии (увеличение напыля для случая притеснения посадок, улучшение подвода смазки, применение упрочняющих обработок)
	Деформация	Изгиб, скручивание	Вал механизма открытия днища
	Снятие резьбы	Вал-шестерня подъемного механизма, ось центральной цапфы	Неправильный способ формообразования резьбы; перекосы при сборке и коряжение при термобработке; наличие феррита в структуре сердечника из-за неудовлетворительной термобработки

Отказ		Деталь, в которой встречается отказ	Причина
Вид	Характер проявления		
Износ	Абразивное изнашивание	Ось и подвеска ковша, палец механизма торможения днища ковша	Пониженная твердость поверхности после термической обработки из-за недостаточной температуры нагрева, времени выдержки или скорости охлаждения
		Рычаги	Перекос осей валов при сборке
		Посадочные места вала механизма открывания днища	Неудовлетворительная обработка
		Втулка центральной цапфы	Не предусмотрено условия упрочнения в условиях эксплуатации
		Стакан редуктора ходового механизма	Выбор материала без учета условий эксплуатации То же



## Правила оформления заключения о характере и предполагаемой причине разрушения детали

Заключение о характере и предполагаемой причине разрушения детали составляется механиком участка карьера, рассматривается и подписывается главным механиком карьера (разреза). Согласно ГОСТ 20307—74 заключение оформляется в виде Донесения об отказе (прил. 5) и регистрируется в Журнале регистрации донесений об отказах (прил. 6), если оно отправляется в производственное объединение. Если донесение об отказе направляется непосредственно заводу-изготовителю или ремонтному заводу, то механик участка заполняет графы 1—9 в Журнале учета донесений об отказах и заключений о причинах разрушения (прил. 7).

Донесение об отказе горного оборудования следует составлять также в тех случаях, когда при проведении ремонта установлено, что дальнейшее использование оборудования может привести к отказу.

На отказы оборудования, угрожающие жизни людей или приводящие к значительным экономическим потерям, составляют срочные донесения, отличающиеся от приведенных в прил. 5 специальным обозначением — красной полосой, идущей по диагонали от левого нижнего угла к правому верхнему, нанесенной красным карандашом по указанию главного механика карьера (разреза) и указывающей на необходимость срочного оформления и направления донесения для разработки мероприятий по устранению или предупреждению этих отказов.

Срочные донесения на отказы нового оборудования вместе с образцами дефектных деталей отправляются немедленно в адрес завода-изготовителя. Донесения на отказы оборудования, эксплуатируемого после капитального ремонта, отправляются вместе с образцами дефектных деталей в адрес того ремонтного завода, откуда получено оборудование.

Несрочные донесения на отказы отправляют заводу-изготовителю или ремонтному заводу один раз в месяц.

Достоверность донесения должна подтверждаться заключением о причине повреждения детали (см. прил. 4).

Донесение об отказе совместно с заключением о причине повреждения детали является обоснованием для составления акта расследования аварии (прил. 8), на основании которого предъявляются претензии к заводу-изготовителю (ремонтно-механическому заводу) для возмещения ущерба.

Положение о планово-предупредительном ремонте оборудования открытых горных работ на предприятиях угольной промышленности обязывает энергомеханическую службу разрезов и производственных объединений:

регистрировать возникшие отказы и аварии оборудования с выявлением конкретных причин;

расследовать отказы и аварии, повлекшие остановку оборудования более чем на 3 сут, с составлением акта комиссией и обязательным участием энергомеханических служб. В зависимости от обстоятельств и тяжести аварий в расследовании принимают участие другие подразделения разреза (производственные, технические, геолого-маркшейдерские и т. д.):

проводить еженедельно на техническом совещании разреза и ежеквартально в производственном объединении разбор и анализ отказов и аварий оборудования и одновременно разрабатывать мероприятия по их предотвращению.

Если отказ или разрушение детали произошло в период гарантийного срока, то, в соответствии с договором на поставку нового или отремонтированного оборудования, вызывается представитель предприятия-поставщика. В уведомлении о вызове, направленном изготовителю (поставщику), должно быть указано: наименование машины, сборочной единицы, детали; вид отказа, разрушения.

Уведомление о вызове представителя изготовителя (поставщика) должно быть направлено (передано) ему по телеграфу (телефону) не позднее 24 ч после отказа, если другие сроки не установлены обязательными для сторон правилами или договорами. Копия вызова остается в отделе главного механика объединения.

Представитель одногородного изготовителя (поставщика) обязан явиться по вызову не позднее следующего дня; представитель иногородного изготовителя (поставщика) — в трехдневный срок после получения вызова, не считая времени, необходимого для проезда (если иной срок не предусмотрен в особых условиях поставки, других обязательных правилах или договоре). Представитель изготовителя (поставщика) должен иметь удостоверение на право участия в определении качества поступившей продукции.

При неявке представителя изготовителя (поставщика) в установленный срок расследование причины отказа производится: с участием компетентного представителя другого предприятия (представитель другого предприятия должен предъявить удостоверение);

с участием компетентного представителя общественности производственного объединения (ПО), выделенного руководством из числа лиц, утвержденных решением профкома ПО (материально-ответственные лица, а также лица, осуществляющие учет, хранение, приемку и отпуск материальных ценностей, в качестве представителей общественности выделяться не должны);

односторонне, службой главного механика ПО, если изготовитель дал согласие на одностороннюю приемку продукции.

Если между изготовителем (поставщиком) и получателем (покупателем) продукции возникнут разногласия о том, являются ли недостатки конструктивными или производственными



ними и по чьей вине они возникли, то эти разногласия в 10-дневный срок передаются по соглашению сторон на рассмотрение соответствующего научно-исследовательского института или экспертов-специалистов, которые выбираются по согласованию или устанавливаются вышестоящими организациями.

Членами комиссии являются: начальник ОТК ремонтного предприятия; представитель лаборатории ремонта и надежности близлежащего отраслевого НИИ; представитель монтажно-наладочного управления соответствующего ПО; представитель завода-изготовителя (в том числе работник специализированного участка); представители специализированных отраслевых лабораторий (при их наличии в данном бассейне); представитель наладочного управления (специалист по наладке электрооборудования). В комиссию включаются также главный механик карьера — получателя оборудования и представитель отдела главного механика ПО.

Для участия в комиссии должны выделяться лица, компетентные по роду работы, образованию, опыту трудовой деятельности в вопросах конструкции и работы горного отказавшего оборудования.

Лица, которые привлекаются предприятием-получателем для участия в работе комиссии, должны быть ознакомлены с соответствующими ГОСТами, ТУ, чертежами, образцами (эталопами) и особыми условиями поставки и договором, на основании которых произведена поставка данной продукции.

Лица, осуществляющие расследование аварии, обязаны строго соблюдать правила расследования и удостоверить своей подписью только те факты, которые были установлены с их участием. Запись в акте данных, не установленных непосредственно участниками приемки, запрещается.

За подписание акта, содержащего не соответствующие действительности данные, лица, подписавшие акт, несут установленную законом ответственность.

Аварии, происшедшие с оборудованием на предприятиях, подконтрольных Госгортехнадзору СССР, должны рассматриваться в соответствии с Инструкцией по расследованию аварий, не повлекших за собой несчастных случаев на подконтрольных Госгортехнадзору предприятиях и объектах и Инструкцией о расследовании и учете несчастных случаев на подконтрольных Госгортехнадзору СССР предприятиях и объектах.

При предъявлении акта поставщику оборудования рассчитывают ущерб от отказа оборудования в соответствии с методикой Госстандарта СССР [15].

При определении ущерба от отказов учитывается как ущерб, обусловленный простоем оборудования, который несет объединение, так и затраты на замену или ремонт отказавшего устройства.

Под ущербом, обусловленным простоем оборудования, по-

нимается стоимость недополученной продукции в том подразделении, где случился его отказ.

Методика расчета применяется в тех случаях, когда ущерб от отказов может быть оценен в стоимостном выражении.

Средний ущерб от отказа  $\beta$  (руб.) рассчитывается по формуле

$$\beta = C_p + C_{отк}, \quad (2.4)$$

где  $C_p$  — средние затраты на ремонт, руб.;  $C_{отк}$  — средние потери подразделения от недополучения продукции из-за простоя оборудования, руб.

$$C_p = \sum_{i=1}^{N(T_m)} C_{pi} / N(T_m); \quad C_{отк} = \sum_{i=1}^{N(T_m)} C_{отк i} / N(T_m), \quad (2.5)$$

где  $N(T_m)$  — число отказов за время включенного состояния машины.

Затраты на ремонт  $C_{pi}$  (руб.), связанные с устранением  $i$ -го отказа,

$$C_{pi} = Z + Ц, \quad (2.6)$$

где  $Z$  — зарплата ремонтных рабочих, занятых устранением отказа, руб.;  $Ц$  — стоимость новой детали (сборочной единицы), руб.

Потери подразделения от недополучения продукции из-за простоя оборудования при  $i$ -ом отказе

$$C_{отк i} = T_{к.пр} Q_{ср} q, \quad (2.7)$$

где  $T_{к.пр}$  — календарное время простоя оборудования из-за устранения  $i$ -го отказа, ч;  $Q_{ср}$  — средняя производительность отказавшего оборудования, т/ч (если простаивающее оборудование включено в технологическую цепь, то берется средняя производительность технологической цепи);  $q$  — цена 1 т. продукции, недополученной из-за простоя отказавшего оборудования, руб.

Ущерб от  $i$ -го отказа  $\beta_i$  (руб.)

$$\beta_i = C_{pi} + C_{отк i}. \quad (2.8)$$

В перспективе инженер отдела главного механика ПО или механик карьера по Журналу учета донесений могут составлять макет перфокарт и направлять его на ИВЦ ПО для накопления информации по видам и причинам повреждений деталей горного оборудования и выдачи ее пользователю в любой интересующей его последовательности (повреждения по видам деталей за интересующий срок; частота повторений отказов по одной и той же причине и т. д.).

На основании заключения о причинах повреждения механик карьера (если причина повреждения эксплуатационная) или отдел (сектор) надежности завода-изготовителя (ремонтного завода) разрабатывает рекомендации и мероприятия по устра-

нению и предупреждению подобных дефектов: улучшение конструкции, качества изготовления, восстановления, эксплуатации деталей и сборочных единиц; изменение и дополнение существующей технологии и технических условий на изготовление, восстановление и эксплуатацию.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

Техническое обслуживание (ТО) — это операция или комплекс операций по поддержанию работоспособности или исправности оборудования при использовании его по назначению, ожидании, хранении и транспортировании.

Цель ТО — предупреждение износа оборудования путем своевременного обнаружения и устранения неисправностей, надлежащей смазки и регулировки.

ТО является основным мероприятием, направленным на поддержание исправности и работоспособности оборудования путем точного выполнения правил эксплуатации, а также своевременного регулирования, смазки и устранения неисправностей.

По сравнению с ремонтом ТО менее трудоемко, требует меньшей квалификации обслуживающего и ремонтного персонала, проводится с большей частотой.

ТО оборудования выполняется в соответствии с инструкцией по эксплуатации, которая должна входить в состав эксплуатационной документации на машину (ГОСТ 2.601—68), предоставляемой заводом-изготовителем.

Для своевременного и качественного ТО администрация карьера обязана: закрепить все оборудование за эксплуатационным персоналом; установить порядок осуществления и оформления передачи и приема оборудования по сменам сменными мастерами, бригадами, машинистами; ознакомить под расписку и обеспечить эксплуатационный персонал Инструкцией по эксплуатации и безопасному обслуживанию оборудования; снабдить эксплуатационный персонал инструментом, средствами индивидуальной защиты, обтирочным материалом.

В горнодобывающих отраслях промышленности для оборудования открытых горных работ приняты следующие виды технического обслуживания: ежедневное (ЕО), ежесуточное (СО), еженедельное (НО), ежедекадное (ДО) и сезонное (ЗО).

ЕО является основным профилактическим мероприятием, направленным на значительное увеличение срока службы оборудования без ремонта. Оно может проводиться: в процессе использования оборудования по назначению (в течение рабочей смены), когда осуществляется технологическое регулирование и технологическое обслуживание; в период приема-передачи смены; в период технологических простоев оборудования. ЕО проводит экипаж машины. В состав работ входят: наружный осмотр и оценка технического состояния машины перед

началом ее работы (работоспособна ли машина, нет ли явных признаков разрушения видимых деталей, нормален ли уровень смазки в редукторах, нет ли цветов побежалости на деталях, которые подвержены нагреву, находятся ли зазоры, люфты в сборочных единицах в пределах нормы и т. д.); смазка, обтирка и чистка машины; проверка работы предохранительных устройств, состояния масляных и охлаждающих систем, наличия и исправности ограждающих устройств; наблюдение за работой контрольно-измерительных приборов и автоматических устройств за натяжением и состоянием канатов, крепежных деталей; проверка действия тормозов и приспособлений для остановки оборудования; регулировка сборочных единиц; крепеж ослабевших болтовых соединений и соединений на шпильках и т. д.

Порядок проведения ЕО предусматривает обязательную организованную передачу оборудования по сменам. Принимая оборудование, бригадир или машинист лично проверяют состояние оборудования. Все замечания и неисправности должны быть зафиксированы в Журнале приема-сдачи смены и устранены.

СО, ИО, ДО обслуживания отличаются от ЕО более углубленной проверкой состояния оборудования и большим объемом работ и проводятся экипажем машины с привлечением ремонтных слесарей. При данных видах обслуживания выполняется полный объем ЕО и дополнительно, в зависимости от вида обслуживания: работы по углубленной диагностике, замене смазки, регулировке тормозов, клапанов компрессоров; проверка надежности крепления узлов и деталей механизмов, ослабление которых может вызвать остановку; замена сменного оборудования, поврежденных деталей; простейшие огневые и электросварочные работы.

ЗО предназначено для подготовки машины к соответствующей сезонной эксплуатации. Периодичность ЗО — два раза в год. Конкретные сроки выполнения ЗО устанавливаются энергомеханической службой производственного объединения. Основной состав работ при ЗО машины включает: проверку состояния минеральных масел и смазок путем взятия проб; замену минеральных масел, смазок, гидравлических жидкостей (в зависимости от сезона) летних на зимние или наоборот; сезонную наладку электрической части машины; проверку уплотнений кузова машины (экскаватора, бурового станка) и дверей; проверку работы и наладку нагревательных устройств. ЗО проводит экипаж машины с привлечением ремонтных слесарей.

Результаты проведения всех видов ТО должны быть занесены в Журнал приема-сдачи смены с отметкой о том, кто выполнил указанные работы.

Типовые структуры ТО, например, оборудования непрерывного действия следующие.



Т а б л и ц а 2.7

Распределение трудозатрат на обслуживание (ТО) и месячный ремонт (Тм) моторного экскаватора, %

Обслуживаемая часть экскаватора	ТО		Обслуживаемая часть экскаватора	Тм	
	ТО	Тм		ТО	Тм
Ходовая	12	15	Электрическая Кабельные бара- баны Вспомогательное оборудование	12	10
Роторная	25	30		5	5
Поворотная	12	15		9	6
Погрузочная	25	20			

I. В каждую смену оборудование обслуживается 1 ч (общее время за сутки — 3 ч); ежемесячно машины останавливаются на 2—4 сут для месячного ремонта.

II. Ежедневно оборудование обслуживается 1 ч (за сутки — 3 ч); через каждые 7 сут машины обслуживаются 1 смену (за месяц — 3 смены); в течение месяца машины останавливаются на 2—4 сут для ремонта.

III. Ежедневно оборудование осматривается в течение 0,5 ч (в сутки — 1,5 ч); еженедельно выполняется техническое обслуживание в течение одной смены; ежемесячно машины останавливаются на ремонтный осмотр на 2—4 сут.

IV. За сутки оборудование обслуживается в дневную смену в течение 3 ч; ежемесячно останавливается на ремонт на 2—4 сут.

Типы структур ТО I и II наиболее целесообразны для машин средних моделей — соответственно вскрышных и добычных.

Типы структур ТО III и IV применимы для более крупных роторных машин производительностью 3—8 тыс. м<sup>3</sup>/ч. Затрачиваемое время при этом такое же, как и при структурах I и II, но частота остановок машины реже, а трудозатраты больше (табл. 2.7).

Техническое освидетельствование устройств, приборов, приспособлений осуществляется в соответствии с действующими правилами Госгортехнадзора СССР.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ

*Техническое диагностирование*. (диагностирование) — это процесс определения технического состояния объекта диагностирования с определенной точностью.

Объектом диагностирования могут быть машина, механизм, составная часть, сборочные единицы, деталь. Результатом диагностирования является заключение о техническом состоянии объекта с указанием при необходимости места, вида и причины дефекта.

**Техническое состояние объекта** — это совокупность свойств, подвергаемых изменению в процессе его производства или эксплуатации и характеризующихся в определенный момент признаками (параметрами), которые установлены технической документацией на это оборудование. Различают следующие виды технического состояния: исправное и неисправное, работоспособное и неработоспособное, правильное функционирование и неправильное функционирование.

**Дефект** — это каждое отдельное несоответствие объекта требованиям, установленным нормативно-технической документацией.

**Диагностический признак (параметр)** — это признак (параметр) объекта диагностирования, используемый в установленном порядке для определения технического состояния объекта.

**Параметр объекта** — это характеристика данного объекта, отображающая физическую величину. Физическими величинами объекта являются геометрические размеры, физико-механические характеристики материалов, температура и т. д.

Диагностические признаки (параметры) могут быть прямые или косвенные. Прямые диагностические признаки непосредственно характеризуют объект диагностирования, например величину износа, зазор, содержание металлических примесей в минеральном масле. Косвенные диагностические признаки (параметры) применяют в тех случаях, если прямые диагностические признаки не поддаются измерениям. Косвенными диагностическими признаками служат, например, величина вибрации, температура. В этом случае находят зависимость между прямыми и косвенными диагностическими признаками и по изменению последних судят об изменении первых.

Фактическое значение прямого или косвенного диагностического признака сравнивают с их предельными значениями, которые характеризуют предельное состояние объекта (механизма, составной части, сборочной единицы, детали). Если фактические значения признаков близки, равны или выше их предельных значений, то объект подлежит регулировке или замене.

Критерии предельного состояния, соответствующие предельным значениям прямых диагностических признаков, указывает разработчик машины (изделия) в технологических картах по техническому обслуживанию и текущему ремонту. При отсутствии данных критериев в эксплуатационной документации на машину они составляются энергомеханической службой карьера (разреза).

Качественные и количественные критерии предельного состояния сборочных единиц и деталей карьерных экскаваторов приведены в табл. 2.8. По аналогии составляются критерии предельного состояния и для других видов карьерного оборудования.

Методы и технические средства диагностики приведены в табл. 2.9. При использовании конкретных технических средств

Таблица 2.8

Количественные и качественные критерии предельного состояния сборочных единиц и деталей карьерных экскаваторов [10, 20]

Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий предельного состояния		Способ определения предельного состояния	
		качественный	количественный		
Ковш	Стенка: передняя	Износ	До 50 % от толщины (в зоне крепления зубьев — до 35 %)	Инструментальный	
		Износ пяты	Не более 10 мм на сторону	Инструментальный	
		Трещины	Длина до 80—100 мм в зависимости от места расположения	Инструментальный	
		Износ отверстий под втулки в проушинах	—	Визуальный	
		Трещины	Длина до 100—100 мм в зависимости от места расположения	Инструментальный	
	задняя	Днище	Износ по толщине	До 30 %	Инструментальный
			отверстий проушин	До 10 % от диаметра отверстия	Инструментальный
			направляющей засова	До 11 % от толщины направляющей	Инструментальный
			отверстий засова и рычага	До 5 % от диаметра отверстий	Инструментальный

Продолжение табл. 2.8

Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий предельного состояния		Способ определения предельного состояния
		качественный	количественный	
Ковш	Ось, втулка	Износ	Зазор в паре ось — втулка до 1,6 мм	Инструментальный
	Валик, палец	Износ	Не более 0,8 мм	Инструментальный
		Трещины: вне зоны проушин	Не более одной длиной до 200 мм	Визуальный
		проушин	Не более одной	Визуальный
		направляющей засова	Не более одной	Визуальный
		петли днища	—	Визуальный
	Тяга	Износ отверстий под втулки	—	Визуальный
		Трещины	—	Визуальный
	Зуб	Нарушение, потеря профиля	—	Визуальный
	Механизм торможения днища	Рычаг	Деформация	Не более 5 мм
Втулка		Износ	Не более 0,75 мм	Инструментальный



Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий предельного состояния		Способ определения предельного состояния
		качественный	количественный	
Механизм торможения днища	Пружина	Деформация	По высоте в свободном состоянии до размера 135 мм (для ЭКГ-4,6; ЭКГ-810)	Инструментальный
	Тормозной сектор	Износ по толщине	Не более 6 мм	Инструментальный
Подвеска и упорьяж ковша	Коромысло	Трещины	—	Визуальный
		Износ отверстий	До 0,05 % от диаметра	Инструментальный
	Втулка	Износ отверстий	Зазор в паре втулка — ось до 1,6 мм	Инструментальный
	Обойма подвески	Трещины	Не более одной длиной до 50 мм (не проходящие через посадочные отверстия — не более двух длиной до 100 мм)	Инструментальный
		Износ отверстий	До 0,01 % от диаметра	Инструментальный
Ролик	Износ профиля	Не более 0,4 толщины стенки ролика	Инструментальный	

Продолжение табл. 2.8

Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий предельного состояния		Способ определения предельного состояния
		качественный	количественный	
Механизм открывания днища ковша	Блок	Износ ручья блока	Не более 0,4 исходной толщины стенки в средней части ручья при наружном диаметре блока более 1400 мм; не более 9 мм — при диаметре менее 1400 мм	Инструментальный
		Трещины спиц	Не более одной на спице	Визуальный
	Втулка обоймы	Износ отверстия	Не более 3,5 мм для отверстий диаметром 70—150 мм; не более 5 мм для отверстий диаметром более 150 мм	Инструментальный
	Рычаг	Изгиб	Не более 5 мм	Инструментальный
Износ отверстий		Не более чем на два квалитета	Инструментальный	
Рукоять	Балка	Трещины балки	Не более двух длиной до 250 мм	Инструментальный
		сварных швов	Не более трех длиной до 350 мм	Инструментальный
		плиты	Не более одной длиной до 120 мм	Инструментальный



Продолжение табл. 2.8

Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий предельного состояния		Способ определения предельного состояния
		качественный	количественный	
Рукоять		головной отливки	Не более двух длиной до 250 мм	Инструменталь- ный
		проушины головной отливки	Не более одной на проушине	Инструменталь- ный
		Износ отверстий проушины	Не более чем на два качества	Инструменталь- ный
	Кронштейн	Трещины	Не более одной длиной до 60 мм	Инструменталь- ный
		Износ отверстия	Не более чем на два качества	Инструменталь- ный
	Полублоки: передний	Трещины	Не более одной длиной до 120 мм (вне зоны спиц ручья)	Инструменталь- ный
		задний	Трещины	—
	Трещины корпуса		Не более двух длиной до 100 мм, не проходящих через основание корпуса	Инструменталь- ный
	Износ: наружной поверхности		До 1 % от первоначальной тол- щины	Инструменталь- ный
отверстия	До 0,005 % от диаметра		Инструменталь- ный	

5 Продолжение табл. 2.8

Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий предельного состояния		Способ определения предельного состояния													
		качественный	количественный														
Рукоять	задний	Износ ручья переднего и заднего по- лублоков	Не более 5 мм для стенок; не бо- лее 10 мм — для дна	Инструменталь- ный													
Стрела	Секция	Отклонение от проектного положе- ния	—	Инструменталь- ный													
		Трещины: сварных швов	Длина не более 800 мм	Инструменталь- ный													
		вертикального пояса и горизон- тальных листов	Не более двух длиной до 250 мм при расстоянии между трещи- нами не менее 1 м	Инструменталь- ный													
	трубы	Длина не более 200 мм	Инструменталь- ный														
Серьга		Трещины	—	Инструменталь- ный													
		Износ отверстий, оси	Предельный износ (мм) отвер- стия $\delta_o$ и шейки оси $\delta_{ш}$ зави- сят от номинального диаметра (мм) отверстия $d_n$ [2]: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th><math>d_n</math></th> <th><math>\delta_o</math></th> <th><math>\delta_{ш}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>70—90</td> <td>2,3</td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>90—130</td> <td>2,8</td> <td>1,8</td> </tr> <tr> <td>130—160</td> <td>3,2</td> <td>2,3</td> </tr> <tr> <td>160—200</td> <td>3,6</td> <td>2,7</td> </tr> </tbody> </table>	$d_n$	$\delta_o$	$\delta_{ш}$	70—90	2,3	1,6	90—130	2,8	1,8	130—160	3,2	2,3	160—200	3,6
$d_n$	$\delta_o$	$\delta_{ш}$															
70—90	2,3	1,6															
90—130	2,8	1,8															
130—160	3,2	2,3															
160—200	3,6	2,7															

Продолжение табл. 2.8

Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий предельного состояния		Способ определения предельного состояния
		качественный	количественный	
Редуктор	Корпус	Нагрев	Не более 70 °С	Инструменталь- ный
		Неустранимая течь масла	Более 5 л/смену	Инструменталь- ный при давлении
		Трещины	—	Визуальный
	Зубчатое колесо, шестерня	Износ зубьев	Не более (0,15 + 0,22) <i>m</i> для быстроходных шестерен; не более (0,225 + 0,33) <i>m</i> для ти- ходных	Инструменталь- ный
		Трещины и сколы на торцах зубьев	—	Инструменталь- ный
		Трещины шлицев	—	Инструменталь- ный
		Выкрашивание зуба: мелкое сплошное осповидное (сыпь)	Глубина не более 3 мм	Инструменталь- ный
		мелкое сплошное (пятнистость) при <i>m</i> = 8 ÷ 16 мм	Глубина не более 0,6 мм; общая площадь дефекта до 20 % от ра- бочей поверхности зуба; пло- щадь пятна 4—5 мм <sup>2</sup>	Инструменталь- ный

Продолжение табл. 2.8

Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий предельного состояния		Способ определения предельного состояния
		качественный	количественный	
Редуктор		местное мелкое	Глубина не более 0,8 мм. При <i>m</i> = 12 ÷ 16 мм площадь од- ного дефекта не более 15 мм <sup>2</sup> , общая площадь дефектов до 20 % рабочей поверхности зуба; при <i>m</i> = 18 мм площадь од- ного дефекта не более 25 мм <sup>2</sup> , общая площадь до 30 %	Инструменталь- ный
		местное (при <i>m</i> ≥ 18 мм)	Глубина не более 1 мм, площадь одного дефекта не более 40 мм <sup>2</sup> , общая площадь дефектов до 15 % рабочей поверхности зуба	Инструменталь- ный
		местное крупное (кратеры)	При <i>m</i> ≥ 16 мм глубина не бо- лее 1,6 мм с размером одного дефекта не более 150 мм на од- ном зубе. Допускается не бо- лее чем на 25 % зубьев; при <i>m</i> ≥ 26 мм глубина не более 2 мм, площадь одного дефекта до 350 мм <sup>2</sup> . Не более двух де- фектов на зубе. Допускается не более чем на 6 зубьях	Инструменталь- ный
		местное в зоне делительной ок- ружности (полосчатость)	Длина не более 1/2 зуба. При <i>m</i> ≥ 10 мм глубина не более 0,6 мм, ширина до 4 мм; при <i>m</i> ≥ 20 мм глубина не более 1 мм, ширина до 6 мм	Инструменталь- ный



Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий предельного состояния		Способ определения предельного состояния
		качественный	количественный	
Редуктор		Местная волнистость зуба (при $m \geq 20$ мм)	Глубина до 0,6 мм, ширина до 3 мм	Инструментальный
		Местное поднутрение зуба	При $m \geq 20$ мм глубина до 1,5 мм; при $m \geq 25$ мм глубина до 2,3 мм	
		Застреленные зубы	Износ по толщине зуба по делительной окружности не более 0,33 толщины зуба	
		Зональное утолщение зуба (при $m \geq 20$ мм)	Толщина не более 0,7 мм, ширина — не более 6 мм	
Подшипник качения		Трещины	—	Визуальный
		Цвета побежалости	—	Визуальный
		Выкрашивание: поверхности тел вращения беговых дорожек	—	Инструментальный Инструментальный
		До 20 % поверхности каждого кольца		
	Внутреннее и наружное кольца	Сколы	—	Визуальный
Сепаратор	Износ	До 25 % толщины стенки	Инструментальный	

Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий предельного состояния		Способ определения предельного состояния
		качественный	количественный	
Подшипник качения	Вал	Изгиб	—	Визуальный
		Кручение	—	Визуальный
		Трещины	—	Визуальный
		Трещины, выкрашивание и излом шлицев	—	Визуальный
		Местные задиры на шейках	Глубина не более 0,7 мм или не более 2 % поверхности	Инструментальный
		Износ посадочных шеек	—	Инструментальный
Тормоз	Шкив тормозной	Трещины	—	Визуальный
	Накладка	Износ	До 20 % по толщине	Инструментальный
	Барaban	Трещины: вне ступицы	Не более двух длиной до 120 мм	Инструментальный
		.. на ступице	—	Визуальный
		Застреленные кромок рабочей поверхности	—	

134 Продолжение табл. 2.8

Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий предельного состояния		Способ определения предельного состояния
		качественный	количественный	
Муфта		Износ и выкрашивание упругих элементов	—	Визуальный
	Пружина	Остаточная деформация	Не более 10 % длины пружины	Инструментальный
Цапфа центральная		Износ	Зазор не более 8—14 мм в зависимости от размеров венца	Инструментальный
Подшипник скольжения		Трещины	—	Инструментальный
		Задиры по отверстию	Глубина не более 1,6 мм. Площадь дефекта до 6 % поверхности отверстия	Инструментальный
		Износ	Зазор не более 3 мм	Инструментальный
Круг роликковый	Рельс	Износ по головке	Не более 14 мм	Инструментальный
	Ролик	Внеение	Не более 0,25 мм	Инструментальный

Продолжение табл. 2.8

Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий предельного состояния		Способ определения предельного состояния
		качественный	количественный	
Пневно- и гидрооборудование		Падение давления	—	Инструментальный
		Неустраняемая течь масла	Более 1 л/смену	То же
		Снижение подачи гидронасосов	Не более 20 % от номинальной	»
	Клапан предохранительный, обратный; золотник; дроссель	Нарушение герметичности	—	Инструментальный
	Манометр	Нарушение показаний	—	Инструментальный
Рукав	Потертость	—	Визуальный	
Уплотнение	Износ, разрыв Расслоение, разрыв уплотнительных прокладок	—	Визуальный	



Составная часть (сборочная единица)	Деталь	Критерий вредельного состояния		Способ определения вредельного состояния
		качественный	количественный	
Соединение заклепочное		Трещины заклепок Ослабление заклепок	На опорных рамах — не более 8 % от общего числа; на остальных металлоконструкциях — не более 18 %	Визуальный
Соединение резьбовое		Износ: резьбы в резьбовых отверстиях деталей посадочного отверстия под призонный болт	Не более двух витков —	Визуальный
	Болты, гайки, шпильки	Износ резьбы	До 20 % длины резьбовой части	Визуальный
		Срыв резьбы	Не более двух витков	Визуальный
		Смятие граней болтов, гаек	—	Визуальный
		Деформация стержней болта, шпильки	Не более 0,25 мм на 150 мм длины стержня	Инструментальный
		Износ, смятие шлицев корончатых и круглых гаек	—	Визуальный
Шайба пружинная	Остаточная деформация, поломка	—	Визуальный	

Таблица 2.9 Методы и технические средства диагностики, рекомендуемые для горного оборудования на карьерах

Метод диагностики	Характеристика метода		Технические средства	Объект диагностирования
	Точность (погрешность измерения)	Время контроля, мин		
По показателям эффективности Дефектоскопия	—	10—15	Измеритель работы УРМ1	Машина; рабочее оборудование (ковш)
	0,01 мм	30—40	Дефектоскопы: ультразвуковой ДУК-66ПМ; люминесцентный КД-31Л; магнитный МД-42К; измеритель глубины трещин ИГТ-10НК	Поверхностные и подповерхностные дефекты; металлоконструкции, легкодоступные детали машин
Виброакустический	(До 10 %)	25—40	Информационно-измерительная система СПЕКТР-АСИВ для балансировки	Преобразовательный агрегат
Радионуклонный	Износ в пределах 0,005 % от первоначальной толщины	15—40	Детектор излучения БДЭГ-2-23; Радиометр 20026 RFT (ГДР)	Центральная цапфа
Термоэлектрический	$\pm 1^\circ\text{C}$	2—3	Термохимические индикаторы (краски, карандаши); термометр термоэлектрический ТТЦ-1-01; тепловизор ИТ-10ТВМ	Редукторы, компрессоры, тормозы
Физико-механический	(До 5 %)	15—40	Коэрцитиметр КИФМ-3; измеритель твердости ИТ-IV	Металлоконструкции; легкодоступные детали
Визуальный	(До 10 %)	До 60	Телеэндоскоп ТА-1; волоконно-оптический эндоскоп ЭВГ-6,5-750; лупы	Внутренние и наружные поверхности деталей (трещины, раковины)
Магнитный Спектрально-оптический	(До 10 %)	15—30	Магнитный дефектограф МД-8	Канаты
	(До 3—5 %)	30—90	Оптический дефектоскоп ОД-10М; установка для спектрального анализа масла фотоэлектрическая МФС-7; кварцевый спектрограф ИСП-30; ферроскоп фотокалориметр ФЭК-М	Смазочные материалы
Микрометрирование	(2—5 %)	2—20	Средства измерения универсальные и специальные; шупы; шаблоны	Детали
Геодезический	(5 %)	До 4 ч	Теодолит	Стрелы шагающих экскаваторов

диагностики необходимо руководствоваться правилами работы, которые даны в техническом описании к данным средствам.

Одним из распространенных методов диагностики является дефектоскопия (неразрушающий контроль).

ГОСТ 18353—79 предусматривает 10 видов неразрушающего контроля.

**Магнитный** неразрушающий контроль на практике представлен в основном магнитно-порошковым, магнитографическим и феррозондовым методами.

**Магнитно-порошковый** метод заключается в использовании специальных ферромагнитных порошков (ПЖ6ВМ, ПЖ6М) или ферромагнитных суспензий, которыми равномерно покрывают намагниченное изделие. Под воздействием магнитного поля мелкие частицы порошка или суспензии скапливаются вблизи дефекта, что позволяет визуально определить его местонахождение. С помощью этого метода можно обнаружить трещины в металле шириной 1 мкм, длиной и глубиной до 10 мкм.

**Магнитографический** метод заключается в наложении на поверхность намагниченного изделия ферромагнитной пленки, на которой остается «магнитный отпечаток» дефектов изделия, считываемый магнитными головками и регистраторами сигналов.

**Феррозондовый** метод основан на преобразовании характеристик магнитных полей дефектов в электрические сигналы специальными феррозондами. С помощью этого метода обнаруживают дефекты: поверхностные шириной до 0,1 мм; подповерхностные на глубине до 10 мм шириной 0,1—0,5 мм.

Контроль деталей магнитными методами осуществляется дефектоскопами: ДКМ-1Б (для выявления трещин на осях и валах диаметром до 185 мм); ОД-1 с разъемным соленоидом (то же диаметром до 235 мм); ДГЭ, ДГС-М (для деталей диаметром соответственно 230 и 270 мм); ДГ-3 (для зубьев шестерен).

**Акустический** метод контроля основан на использовании упругих механических колебаний, возбуждаемых в контролируемом изделии. Контроль деталей данным способом проводят с помощью ультразвуковых дефектоскопов, основные параметры которых приведены в табл. 2.10.

**Капиллярный** метод основан на явлении проникновения жидкостей в полости поверхностных дефектов, где они легко могут быть обнаружены с помощью «проявляющих» покрытий. Минимальные размеры обнаруживаемых трещин: ширина — 1 мкм, глубина и длина — 10 мкм.

**Неразрушающий контроль течением жидкостей** основан на регистрации по звуку, падению давления или визуально утечек газа и жидкости через сквозные трещины, щели. Используется при контроле емкостей и трубопроводов.

**Электрический** неразрушающий контроль (электростатический, порошковый или электронскровой) используется для де-

Таблица 2.10

Технические характеристики ультразвуковых дефектоскопов (ГОСТ 23049—84)

Марка	Рабочий диапазон, МГц	Максимальная глубина прозвучивания по стали, мм	Мощность, Вт	Масса, кг	Габариты, мм
УДМ-3	0,5—5	5000	180	19	220×335×423
ДУК-66М	0,6—10	1200	40	9	260×160×425
ДУК-66ПМ					
УД-10УА	1,25—5	5000	130	28	487×477×195
УЗД-64	До 2,5	2500	130	8,5	360×265×180
УД-10П	0,5—24	5000	55	12	310×190×465

фектоскопии изделий из электропроводящих и диэлектрических материалов.

*Радиационный* неразрушающий контроль основан на «просвечивании» деталей проникающими излучениями (рентгеновскими, гамма-бета-лучами). Форма дефекта проявляется на фотопленке или телевизионном экране. Позволяет контролировать изделия большой толщины (до 2000 мм).

*Оптический* неразрушающий контроль используется для обнаружения поверхностных дефектов (трещины шириной до 30 мкм).

*Тепловой* неразрушающий контроль основан на исследовании температурных различий отдельных участков изделия.

*Радиоволновой* неразрушающий контроль основан на регистрации изменений характеристик колебаний радиоволн, отражаемых от контролируемой поверхности. Так как поверхность металлов пропускает радиоволны на глубину до нескольких микрон, данный метод применяется главным образом для дефектоскопии объектов из диэлектриков.

*Вихреговой* неразрушающий контроль основан на распределении вихревых токов в деталях из токопроводящих материалов.

*Метод цветной дефектоскопии* сочетает в себе особенности капиллярного и оптического методов и основан на явлении проникновения индикаторной жидкости в поверхностные трещины с последующим их проявлением. Деталь очищается от загрязнений, смачивается индикаторной жидкостью, остатки которой затем удаляются с поверхности детали. Для проявления оставшейся в трещинах и порах жидкости поверхность детали покрывают специальными пленками или мелкодисперсным порошком (обычно белого цвета). Порошок адсорбирует остатки жидкости, находящейся в трещинах, и на белом фоне возникают цветные контуры трещины.



Наиболее распространенными индикаторными жидкостями являются проникающая жидкость К (малосвязное темно-красное вещество) и проявляющие краски, используемые при температуре от  $-50$  до  $+50$  °С. Эти средства обеспечивают проявление трещин глубиной от  $0,01-0,03$  мм шириной от  $0,001-0,002$  мм и более.

Индикаторные жидкости для цветной дефектоскопии готовят из 80 % осветительного керосина, 20 % скипидара и 15 г (на 1 л смеси) темно-красного красителя Судан-IV. В качестве очищающей жидкости используют смесь из 30 % осветительного керосина и 70 % трансформаторного масла; в качестве проявителя — суспензию каолина (60 % гидролизного спирта, 40 % воды и 350 г каолина на 1 л смеси).

По технологии применения к методу цветной дефектоскопии очень близок люминесцентный метод контроля, основанный на использовании люминофоров. Состав люминофоров, проявляющих и очищающих жидкостей приведен в табл. 2.11.

Контроль деталей этим методом производят стационарными или переносными дефектоскопами (ЛД-1, ЛД-3, КД-21Л, КД-

Таблица 2.11

Жидкости, применяемые при люминесцентном методе контроля

Люминофоры	Проявитель	Очищающая жидкость
Люминесцентная жидкость ЛЖ-6А	Краска ПР-1 (ТУ 6-09-1031-71); окись магния или цинка Суспензия каолина	Вода, жидкость ОЖ-1 (ТУ 6-09-1013-71) и 10 %-ный водный раствор триэтаноламина Вода
Эмульсия нефтяной (27 %), керосин (73 %)	Окись магния	Бензин
Автол (25 %), керосин (75 %), эмульгатор ОП-10 (3 г на 1 л смеси)	Тальк; окись магния	Вода
Масло трансформаторное (61 %), керосин (24 %), олеиновая кислота (10 %), триэтаноламин (5 %)	Селикатель	•
Масло трансформаторное (25 %), керосин (50 %), бензин (25 %), дефектоль зелено-золотистый (0,025—0,03 г на 1 л смеси)	Окись магния	Бензин
Авиационное масло МК-22 или МС-20 (15 %), керосин (85 %), эмульгатор ОП-10 (3 г на 1 л смеси)	Тальк	Вода
Норвол (30 %), керосин (70 %), эмульгатор ОП-8 или ОП-10 (3 г на 1 л смеси)		



Таблица 2.12

Точность обнаружения трещин при методах контроля с индикаторными жидкостями

Методы цветной дефектоскопии	Размеры трещины, мм		
	ширина	глубина	длина
Люминесцентный:			
порошковый	0,01—0,03	0,1—0,3	2—3
суспензионный	0,005—0,01	0,03—0,04	1—2
красочный	0,001—0,002	0,01—0,03	0,1
Цветной красочный	0,001—0,002	0,01—0,03	0,1—0,3

20Л). Источниками ультрафиолетового света являются ртутно-кварцевые лампы: ДРШ-250 (для стационарных) и КД-31Л (для переносных).

Точность методов цветной дефектоскопии приведена в табл. 2.12

Для цветного контроля применяют переносные дефектоскопы (наборы) ДМК-4 и УДМК-5, а также аэрозольный комплект КД-40ЛЦ.

Набор ДМК-4 включает в себя четыре расходные емкости по 0,1 л: две емкости 0,5 и 0,25 л; пеналы с кистями; лупы ЛП1-4, ЛП1-7; краскораспылитель; контрольные образцы; переносную лампу ПЛ-64.

Комплект УДМК-5 аналогичен ДМК-4, но более компактен. Он состоит из пяти емкостей по 0,5 л и шести — по 0,1 л и дополнительно электрического распылителя красок и двух луп (налобной БЛ-2 и телескопической ЛПШ-474).

Комплект КД-40ЛЦ включает в себя: разборные аэрозольные баллоны для многократной зарядки на специальном стенде; ультрафиолетовый облучатель; кисти; лупы; переносные лампы; запасные распылительные головки.

### Организация диагностики оборудования

Организация диагностики оборудования на карьерах включает в себя:

ведение формуляра на машину в соответствии с ГОСТ 2.601—68, в который заносятся: сведения о рекламациях; данные учета работы оборудования; данные учета неисправностей при использовании изделия по назначению; сведения об изменениях конструкции изделия и его составных частей во время эксплуатации и капитального ремонта; сведения о замене деталей и сборочных единиц за время использования изделия по назначению; сведения о капитальном ремонте. При наличии на карьере ЭВМ запись формуляра ведется на магнитных носителях (магнитные диски, ленты); при отсутствии ЭВМ — в журнале;

ведение сводной карты учета результатов диагностирования (прил. 9) на основании карты (ГОСТ 23561—79) первичного учета измерений диагностических параметров, согласно РД 50—497—81 «Методические указания. Техническая диагностика. Правила сбора и обработки исходных данных для расчета показателей диагностирования».

Формуляр составляется на основании: донесений об отказах; комплектующих ведомостей капитального ремонта (если такой ремонт выполняется); журналов-нарядов регламентированных работ на текущий ремонт (прил. 10); карты первичного учета измерений диагностических параметров (прил. 11).

При текущих ремонтах Т1 и Т2 в журнал-наряд заносятся данные о фактическом техническом состоянии сборочных единиц карьерного оборудования (удовлетворительное, неудовлетворительное). Если техническое состояние неудовлетворительное, то кратко отмечается, в чем оно проявляется.

В карту первичного учета измерений диагностических параметров заносятся данные по каждому средству диагностирования, которые могут использоваться при диагностировании механизма бурового станка, экскаватора и т. д.

Сводная карта учета результатов диагностирования ведется по каждому объекту диагностирования и каждому средству диагностирования. Графы 5—8 заполняются на основании статистической обработки результатов наблюдений; графа 9 — на основании расчета плотности погрешности измерений; графы 11—13 рассчитываются по ГОСТ 23561—79; графы 14—15 — на основании расчета интенсивности отказов средств диагностирования.

На основании значений сводной карты определяют отклонения текущих значений диагностических параметров от номинальных и строят графики изменения текущих значений диагностических параметров в координатах  $П=f(П, Т_k)$ , где  $П$  — текущее значение диагностического параметра:  $П$  — наработка ( $m^3$ , МДж, машино-ч);  $Т_k$  — календарное время (сут).

На основании данных графиков устанавливают наработку машины и календарное время, по достижении которых необходимо проводить работы по техническому обслуживанию и текущему ремонту.

Работы по диагностированию проводятся (в зависимости от состава парка оборудования и принятой организационной структуры управления) специально организованной группой по диагностике оборудования или специально выделенным и обученным специалистом (мастер по диагностике).

На карьерах, оснащенных средствами вычислительной техники и имеющих функционирующую автоматизированную подсистему управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования, разрабатывается специальная задача „Диагностика оборудования“, которая предусматривает автоматическое ведение формуляра на машину, формирование сроков и объе-

мов работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту оборудования (в зависимости от их фактического технического состояния) и выдачу необходимых нарядов на работу по требованию механика.

---

## ГЛАВА 3 СМАЗКА ОБОРУДОВАНИЯ

---

### СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Смазка — это действие смазочного материала, в результате которого между двумя поверхностями уменьшается сила трения и (или) интенсивность изнашивания, а смазывание — процесс подведения смазочного материала к поверхности трения.

Смазка машин — одна из важнейших задач механика участка в практике эксплуатации горного оборудования. Необходимо, чтобы эффективная смазка обеспечивала бесперебойную работу основного и вспомогательного карьерного оборудования. Применяя смазочные материалы и гидравлические жидкости определенного качества и в необходимом количестве, можно избежать аварийности оборудования и повысить его производительность.

Основные термины и понятия в области трения, изнашивания и смазки устанавливаются ГОСТ 23.002—78.

*Смазочный материал* — это материал, вводимый на поверхности трения для уменьшения силы трения и (или) интенсивности изнашивания.

*Смазочные свойства* — это способность смазочного материала физически разделять две поверхности при движении одной из них относительно другой, предохраняя таким образом трущиеся поверхности от изнашивания благодаря отсутствию контакта между ними.

Для смазывания узлов горно-транспортного оборудования применяются масла смазочные и смазки пластичные, для гидравлических систем — различные рабочие жидкости.

В картах смазки оборудования карьеров допускается использовать смазочные масла 48 марок, гидравлические жидкости 15 марок и пластичные смазки 30 марок.

Анализ и систематизация смазочных материалов и гидравлических жидкостей, назначаемых заводами-изготовителями оборудования и фактически применяемых в условиях эксплуатации, а также условия их работы обуславливают необходимость проведения унификации смазочных масел, рабочих жидкостей и пластичных смазок с резким сокращением номенклатуры марок смазочных материалов, используемых для однокосовых экскаваторов, карьерных комплексов и буровых станков.



Для обеспечения технически и экономически обоснованного применения различных топлив, масел, смазок и специальных жидкостей (далее ГСМ) ГОСТ 25549—82 установлен порядок составления и согласования лимитологической карты (ЛК) для изделий всех отраслей промышленности.

Согласование назначенных к применению ГСМ в ЛК осуществляет разработчик изделия совместно с головной организацией по распределению и контролю за рациональным применением ГСМ, заказчиком изделия и фондодержателем ГСМ.

Для унификации ГСМ в отрасли дополнительно производится согласование назначенных ГСМ с соответствующей головной отраслевой организацией в установленном для отрасли порядке. При согласовании уточняют выбор марок ГСМ, назначение их в качестве основных, дублирующих или резервных, сроки их замены, допустимую замену зарубежными марками, а также осуществляют унификацию ГСМ в целом по изделию и виду техники. Согласование проводят для всех функционально законченных изделий основного производства, используемых ГСМ.

Составление ЛК для вновь разрабатываемых и модернизируемых изделий должно производиться на стадии технического проекта, когда определены основные составные части, общая компоновочная схема изделия и номенклатура ГСМ, необходимых для производства и эксплуатации изделия.

ГОСТ 26191—81 устанавливает ряд масел, специальных жидкостей и смазок, не допускаемых к назначению и использованию для техники, разрабатываемой или модернизируемой с 01.01.86, в том числе: масла авиационные МС-14, для карбюраторных двигателей АСЭп-10, трансмиссионное ТСП-14ГПП, турбинные Т-22 и Тп-22, компрессорное К-19, электроизоляционное ТК; рабочие жидкости для гидросистем МГ-30 и ЭШ; антифрикционные смазки ЦИАТИМ-202, ЦИАТИМ-203, ЦИАТИМ-208, 1-13Ж, канатная 39у, консталины УТ-1 и УТ-2.

### Смазочные масла

Основными свойствами, характеризующими смазочные масла, являются кинематическая вязкость, индекс вязкости, температура вспышки и температура застывания (табл. 3.1).

Кинематическая вязкость — это мера сопротивления жидкости течению под влиянием гравитационных сил. Вычисляется она как произведение измеренного времени истечения и постоянной вискозиметра по ГОСТ 33—82 (СТ СЭВ 1494—79).

Индекс вязкости характеризует изменение вязкости смазочных масел в зависимости от температуры. ГОСТ 25371—82 (СТ СЭВ 2386—80) устанавливает два метода расчета индекса вязкости (ИВ) смазочных масел на основе их кинематической вязкости при 40 и 100 °С: А — для масел с ИВ < 100; Б — для масел с ИВ > 100.

У масел с высоким ИВ при изменении температуры изменение вязкости относительно небольшое, у масел с низким ИВ — значительное.

Определение смазывающих свойств масел и смазки производится по ГОСТ 9490—75 на четырехшариковой машине при заданных осевых нагрузках и определении индекса задира, нагрузки сваривания и показателя износа.

Индекс задира  $I_z$  характеризует способность смазочного материала снижать повреждения трущихся поверхностей в результате задиров — поврежденной поверхности трения в виде широких и глубоких борозд в направлении скольжения.

Нагрузка сваривания  $P_c$  — такая нагрузка, при которой автоматически останавливается четырехшариковая машина при достижении заданной величины трения или сваривания шариков.

Показатель износа  $D_w$  характеризует влияние смазочного материала на износ трущихся поверхностей.

Область применения смазочных масел приведена в табл. 3.2.

### Пластичные смазки

К пластичному смазочному материалу относится полутвердый или твердый продукт, состоящий из смеси минерального или синтетического масла, стабилизированного мылами или другими загустителями с возможным содержанием других компонентов.

Пластичные смазки используют в тех случаях, когда жидкое масло вытекает из зон смазки (табл. 3.3). Загуститель формирует структуру, придающую смазкам прочность и другие реологические свойства. Для улучшения свойств смазок используются присадки и наполнители. В отличие от масел в смазки вводятся преимущественно твердые порошкообразные вещества-наполнители (слюда, графит, дисульфит молибдена и др.).

К основным свойствам смазок (табл. 3.4) относятся: пенетрация, эффективная вязкость, прокачиваемость и адгезия (липкость к металлу).

Пенетрация характеризует степень мягкости или плотность консистентных смазок. Пенетрация смазки — это глубина, на которую конус пенетromетра погружается в смазку при определенной массе конуса, времени его погружения и температуре смазки, выраженная в единицах, соответствующих десятым долям миллиметра. Чем больше число пенетрации, тем меньше ее консистенция — плотность (табл. 3.5). В централизованных системах густой смазки применяются пластичные смазки с большим числом пенетрации.

Вязкость пластичных смазок при постоянной температуре зависит от скорости деформации. Вязкость смазки, определенная при заданной скорости деформации и температуре, является постоянной величиной и называется эффективной вязкостью.



Таблица 3.1

Физико-химические свойства смазочных масел

Показатель	Анализонное МС-20 (ГОСТ 21743— 76)	Трансмиссионные		
		ТСп-10	ТСп-15К	ТСп-9ГПП (ОСТ 39 01134—78)
		(ГОСТ 21632—79)		
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup> , не более	0,797	0,915	0,910	0,883
Вязкость кинематическая 10 <sup>-6</sup> м <sup>2</sup> /с: при 100 °С, не менее	20,5	10	15	9
при 50 °С	—	—	—	36
Индекс вязкости, не ме- нее	Не норми- руется, определение обязательное	—	90	120
Коксуемость, %, не бо- лее	0,20	—	—	—
Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	0,03	—	—	—
Массовая доля: механических приме- сей, не более	Отсутствует	0,02	0,01	—
воды	То же	Следы		
Температура, °С: вспышки, определяе- мая в открытом тиг- ле, не ниже	270	128	180	160
застывания, не выше	-15	-40	-25	-50
Цвет на колориметре	7	—	—	—
ЦНТ, единицы ЦНТ, не более	—	—	—	—
Испытание на коррозию на пластинках: стальных	—	—	Выдерживает	
свинцовых, г/м <sup>2</sup> , не более	20	—	—	—

Смазки с высокой вязкостью применяют для работы в тяжелых режимах и нагрузках.

Фактором, значительно влияющим на структуру смазок, является напряжение сдвига, которое может вызвать разрушение структуры, в результате чего изменяется консистенция пластичных смазок. Например, если из структуры смазки выделяется масло, то возможна утечка через уплотнения. С другой стороны, если выделение масла недостаточно, то ухудшится механизм смазки. В связи с этим пластичные смазки должны обладать достаточной механической прочностью.

Структура смазочного материала имеет большое значение не только для работы узлов трения, но и для обеспечения хороших характеристик его прокачиваемости при подаче к различным точкам оборудования автоматическими централизованными системами. Прокачиваемость смазок, а также их механическая

Компрессорное К-12 (ГОСТ 1861-73)	Для прокатных станов ПС-28 (ГОСТ 12672-77)	Индустриальные общего назначения (ГОСТ 20799-75)		
		И-8А	И-25А	И-70А
—	0,930	Не нормируется	Определение обязательно	
И-14	26-30	—	—	—
—	—	6-8	21-27	65-75
—	80	—	85	85
0,3	1,2	—	0,15	0,40
0,15	0,02	—	0,05	—
0,007	Отсутствует	—	Отсутствует	
Отсутствует	То же	—	То же	
216	250	130	180	200
-25	-10 Не нормируется	-30	-15	-10 Определение обязательно
Выдерживает	—	—	—	—

прочность зависят от предела текучести. Отсутствие до сих пор метода определения степени прокачиваемости смазок затрудняет обоснованный выбор смазок и сечения трубопроводов для их подачи.

Важным свойством пластичных смазок является их липкость к металлу (адгезия) — способность хорошо удерживаться на тяжело нагруженных открытых зубчатых передачах, зубчатых венцах механизма поворота экскаваторов, поверхностях скольжения и кремальберных рейках балок-рукоятей экскаваторов-мехлопат.

Примером смазки с высокой адгезией является смазка «Суртак» фирмы «Whitmore» (США). Ее характеристики позволяют смазке долгое время оставаться в месте применения. Смазка «Суртак» имеет битумную (смоляную) основу, наполнитель (графит и дисульфит молибдена), противозадирные присадки и

Масло	Условия применения	Область применения
МС-20 (ГОСТ 21743—76) М-10ДМ (ТУ 38 101783—80)	Летний период Круглый год	Закрытые редукторы карьерного оборудования Высокофорсированные автотракторные дизели (с надувом) Тяжелых тракторов, бульдозеров, карьерных самосвалов, экскаваторов, строительных машин отечественного и зарубежного производства
ТСл-10 (ГОСТ 23652—79)	Зимний период до $-15^{\circ}\text{C}$	Спирально-конические, конические и цилиндрические передачи автолюбителей и закрытых редукторов карьерного оборудования
ТСл-15К (ГОСТ 23652—79)	Круглый год для средней нагрузки Зимний период до $-30^{\circ}\text{C}$	То же
Трансмиссионное для промышленного оборудования — инграл (ТУ 38 101529—75)	Круглый год. Зимнее масло до $-20^{\circ}\text{C}$ . Летнее — до $-10^{\circ}\text{C}$	Малонагруженные зубчатые передачи, включая крупногабаритные открытые передачи промышленного оборудования, подъемно-транспортных машин и др.
ТСз-9ГП (ОСТ 38 01158—78)	В холодной климатической зоне до $-50^{\circ}\text{C}$	Агрегаты трансмиссий автотранспортной техники, в том числе с гидравлическими главными передачами; закрытые зубчатые передачи карьерного оборудования
К-12 (ГОСТ 1861—73)	От $-25$ до $+10^{\circ}\text{C}$	Одно- и многоступенчатые компрессоры низкого и среднего давления ( $2,5-4$ МПа)
КС-19 (ГОСТ 9243—75)	От $-10$ до $+10^{\circ}\text{C}$	Одно- и многоступенчатые компрессоры среднего и высокого давления с перепадом давления до 10 МПа
ТКл (ТУ 38 101890—81)	Круглый год	Ослабление изоляции электрооборудования, работающего под напряжением до 500 кВ
ПС-28 (ГОСТ 12672—77)	Круглый год. Зимой — с погрешностью	Редукторы тяжелых прокатных станков и других тяжелонагруженных механизмов

Таблица 3.3 Область применения пластичных смазок

Смазка	Особенности в условиях применения	Область применения
Солндол синтетический (ГОСТ 4366—76)	Водостойкая. Солндол С предназначен для заправки в узлы трения ручным солидолонагнетателем при температуре $20^{\circ}\text{C}$ ; пресс-солидол С — для заправки в узлы трения ручным солидолонагнетателем при температуре ниже $-20^{\circ}\text{C}$ . Температурный диапазон от $-20$ до $+65^{\circ}\text{C}$ (в достаточной мере механизмах работоспособна при температуре до $-50^{\circ}\text{C}$ ) Водостойкая. Температурный диапазон от $-25$ до $+65^{\circ}\text{C}$ Температурный диапазон от $-20$ до $+60^{\circ}\text{C}$	Относительно грубые узлы трения механизмов и машин, транспортных средств, ручного инструмента, шарнирных соединений и т. д.
Солндол жировой (ГОСТ 1033—79) Графитная УССА (ГОСТ 3333—80)	Влагостойкая, гигроскопичная с повышенными противозадирными свойствами. Температурный диапазон от $-10$ до $+160^{\circ}\text{C}$ Работоспособна при остаточном давлении 666,5 Па. Не рекомендуется применять при длительном контакте с водой. Температурный диапазон от $-60$ до $+90^{\circ}\text{C}$	Относительно грубые узлы трения механизмов и машин (подшипники, шарниры, блоки и т. д.) Узлы трения скольжения тяжелонагруженных тихоходных механизмов (рессоры, подвески тракторов, открытые зубчатые передачи, опорно-поворотное устройство экскаваторов)
Униол-2 (ГОСТ 23510—79)	Водостойкая. Температурный диапазон от $-40$ до $+120^{\circ}\text{C}$ . Работоспособна в течение непродолжительного времени при температуре $+130^{\circ}\text{C}$ Рабоче-консервационная, влагостойкая. Температурный диапазон от $-50$ до $+180^{\circ}\text{C}$	Узлы трения металлургического и горнообогатительного оборудования с системами централизованной подачи смазки Узлы трения, работающие с малым усилием сдвига при невысоких нагрузках
ЦНАТИМ-201 (ГОСТ 6267—74)	Влагостойкая. Температурный диапазон от $-35$ до $+50^{\circ}\text{C}$ Влагостойкая, антифрикционная. Температурный диапазон от $-50$ до $+50^{\circ}\text{C}$	Основные узлы трения электромашин и горно-транспортного оборудования карьеров Узлы трения механизмов инструмента, в том числе переносного с электрическим или механическим приводом Закрытые роликовые опоры конвейеров горнорудной промышленности Стальные канаты различного назначения
Литол-24 (ГОСТ 21150—75)		Стальные канаты специального назначения, применяемые при особо низких температурах
ЛИТА (ТУ 38 001264—76)		
БНЗ-3 (ТУ 38 УССР 201357—80) Торсиол-35Г (ТУ 38 УССР 201214—80) Торсиол-55 (ГОСТ 20450—75)		





Таблица 3.5

Классификация пластичных смазочных материалов по консистенции

Обозначение	Консистенция	Число вентронов	Обозначение	Консистенция	Число вентронов
000	Полужидкая	445—475	3	Средняя	220—250
00	„	400—430	4	Густая	175—205
0	Очень мягкая	355—385	5	Очень густая	130—160
1	Мягкая	310—340	6	То же	85—115
2	Среднемягкая	265—295			

испаряющийся материал (14—20 %). Смазка выпускается в трех составах для условий с минимальной температурой применения — соответственно —18, —43 и —51 °С.

Для смазки зарубежного оборудования в каждом конкретном случае вопросы подбора аналогов отечественных смазок для соответствующих узлов трения должны оговариваться в контрактах.

#### Рабочие жидкости для гидросистем

С внедрением гидравлики в основном и вспомогательном оборудовании карьеров все большее распространение получают гидравлические масла, которые должны быть способны к отделению воды, иметь хорошие устойчивости к окислению и антикоррозионные свойства, а также противоположные характеристики и свойства, способствующие отделению поглощенного воздуха. Последнее особенно важно в системах, находящихся под высоким давлением, так как наличие пузырьков воздуха в масле обуславливает сжимаемость рабочих жидкостей гидросистем, вызывает запаздывание регулирования процессов механизма и увеличение шума при работе гидронасосов.

Для гидравлического оборудования карьеров колебания вязкости в зависимости от температуры должны быть минимальными, т. е. масла должны иметь высокий индекс вязкости, который обеспечивается введением различных присадок.

Для предохранения элементов гидравлической системы от изнашивания также вводят специальные присадки, не оказывающие вредного влияния на элементы других цепей гидравлической системы, например манжетные уплотнения.

Классификация гидравлических масел по вязкости и область их применения приведены в табл. 3.6.

В некоторых случаях для гидравлических масел целесообразно использовать огнестойкие продукты. При разрыве находящейся под давлением трубы или шланга струя жидкости распыляется до состояния масляного тумана, который может быть огнеопасен в присутствии источников возгорания (вращающиеся электрические машины, нагретые сопротивления, электролампы и др.).

Таблица 3.6

## Классификация гидравлических масел по вязкости

Группа масла по ISO 6874	Характеристика	Рекомендуемая область применения	Предельное давление в гидросистеме, МПа
HH	Минеральное масло без присадки	Не ограниченная особыми требованиями	—
HL	То же с окислительными и антикоррозийными присадками	При более высоких, чем для нелегированных гидравлических масел, термических нагрузках	<15
HM	Минеральное масло типа HL с дополнительными присадками, снижающими износ	При высоких термических нагрузках, в частности, в гидропередачах, конструкции которых требуют масел с повышенными противозносными свойствами	>15
HV	То же типа HM с вязкостной присадкой	При высоких требованиях к вязкостно-температурным свойствам жидкости в условиях резко изменяющихся температур	>15

Для уменьшения загрязнения оборудования и утечек гидравлических жидкостей необходимо использовать поддоны и устройства, исключаящие разбрызгивание и растекание рабочей жидкости.

Для предохранения от загрязнения рабочие жидкости должны доставляться к месту эксплуатации без переливания из одной тары в другую. Заправлять гидросистемы необходимо насосом через фильтр тонкой очистки с бумажными фильтроэлементами «Реготмас» либо через тканевые фильтры «Фильтро-свабой». Содержание механических примесей в рабочих жидкостях не должно превышать 0,005 % по массе.

В целом рабочие жидкости гидросистем должны обладать: малым изменением вязкости при изменении давления, скорости течения, температуры; стабильностью физических свойств и химического состава при эксплуатации и хранении; антикоррозионными свойствами, нейтральностью к материалам уплотнений, покрытий; хорошими смазывающими свойствами по отношению к трущимся парам; огнестойкостью и пожаробезопасностью; малой испаряемостью, высокой температурой кипения и малой упругостью паров; малой растворимостью воздуха, низкой гигроскопичностью и растворимостью воды; отсутствием пенообразования и эмульсирования; нетоксичностью (в том числе продуктов разложения жидкости); малым коэффициентом термического расширения и высокой теплоемкостью; прозрачностью или



Таблица 3.7

Физико-химические свойства рабочих жидкостей для гидросистем

Показатели	АМГ-10 (ГОСТ 6791-75)	АУ (ГОСТ 1642-75)	Масла промышленные общего назначения (ГОСТ 20797-75)			
			И-12А	И-30А	И-40А	И-50А
Группа по ISO 6071	HL		HII			
Класс вязкости по ISO 3448	15	22		46	68	100
Плотность при температуре 20 °С, г/см <sup>3</sup> , не более	0,850	0,836—0,826	—	—	—	—
Вязкость кинематическая при температуре 50 °С, 10 <sup>-3</sup> м <sup>2</sup> /с	10	12—14	12—14	28—30	35—45	47—55
Индекс вязкости, не менее	—	—	—	85	97	85
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже	92	163	165	190	210	200
Температура застывания, °С, не выше	-70	-45	-30	-15		-20
Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	0,05	0,07		0,05		
Присадка	Вязкостная, антиокислительная	—		—		
Совместимость с резиновыми уплотнениями по ГОСТ 9.038-74, увеличение массы резины, %	—	—		—		
Пенообразование по методу ГАЗ	—	—		—		

Примечания. 1. Вода и механические примеси полностью отсутствуют. 2. Кор

отличительным цветом; большим сроком службы, низкой стоимостью.

Основные свойства рабочих жидкостей для гидросистем приведены в табл. 3.7, условия и область применения — в табл. 3.8.

В связи с возрастающим объемом взаимных поставок странами СЭВ машин, в которых используются различные масла, возникла необходимость взаимозаменяемости гидравлических масел. При выборе заменителей следует отдавать предпочтение тем маркам, которые по физико-химическим свойствам соответствуют заменяемой, особенно по вязкости, индексу вязкости, температуре вспышки и застывания, стабильности против окисления, антикоррозионным и смазывающим свойствам.

АУИ (ТУ 38 101719-78)	МГЕ-10А (ТУ 38 101572-75)	ВМГЗ (ТУ 38 101479-74)	А (ТУ 38 101179-71)	ИГПз-38сд (ТУ 38 40137- 83)
ИЛ 15		15	46	—
0,890		—	—	0,875
11-14		10	23-30	38,86
—		—	—	131
145	96	135	175	194
-45	-70	-60	-40	-18
0,3-0,6	0,4-0,7	0,05	—	1,06
Антиоксидан- тная, анти- коррозийная	Вязкостная, антикоррозийная, диоксилидательная, проти- воизносная, противопенная		Вязкостная, мощная, мно- гофункциональная, анти- коррозийная, противои- носная, антиоксидантная ±2,0	
3,0-1,5	3,0-7,0	4,0-7,5		—
—	—	—	Выдерживает	20

Розию стальных и медных пластинок выдерживают.

Замена рекомендованного масла, как правило, должна быть одобрена изготовителем гидропередачи, который несет гарантийную ответственность.

Классификация гидравлических масел по вязкости ISO 3418-75 приведена в табл. 3.9.

#### СМАЗКА УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ

**Зубчатые передачи.** Основными показателями выбора смазочного масла для зубчатых передач являются нагрузка, скорость и температура окружающей среды. Кроме того, они должны обладать достаточной вязкостью, стабильностью и хорошей дисмульсацией (быстрое отделение от воды).

Таблица 3.8

Область применения рабочих жидкостей для гидросистем

Марка	Особенность и условия применения	Область применения
Л (ТУ 38 101179-71)	До $-40^{\circ}\text{C}$	Гидротрансформаторы и автоматические коробки передач автомобилей и другой подвижной техники. Гидросистемы зарубежных экскаваторов, гидравлических кранов
ВМГЗ (ТУ 38 101479-71)	Всесезонная. Длительный режим эксплуатации. Рабочий диапазон температур от $+60$ до $-50^{\circ}\text{C}$	Гидросистемы шагающих экскаваторов
ЛУ (ГОСТ 1612-73)	Обеспечивает пуск при температуре до $-30^{\circ}\text{C}$ . Рабочий диапазон температур от $50$ до $60^{\circ}\text{C}$	Гидросистемы различных машин и механизмов
МГТ (ТУ 38 401220-80)	Универсальное. От $-50$ до $+50^{\circ}\text{C}$	Тяжелые промышленные тракторы, гидромеханические передачи автомобилей и другой техники
Н-12А, Н-30А, Н-10А, Н-50А (ГОСТ 20799-73)	Длительный режим эксплуатации. Рабочий диапазон температур от $-5^{\circ}\text{C}$ до $+70^{\circ}\text{C}$	Гидравлические системы стационарного оборудования, прессов; система смазки малых и среднетяжелых зубчатых передач, направляющих качения и скольжения ступок; гидросистемы промышленного оборудования, строительных, дорожных и других машин, работающих на открытом воздухе

Таблица 3.9

Классификация гидравлических масел по вязкости ISO 3448-73

Обозначение марки вязкости ISO	Кинематическая вязкость при $40^{\circ}\text{C}$ , мм <sup>2</sup> /с			Обозначение сорта по вязкости ISO	Кинематическая вязкость при $40^{\circ}\text{C}$ , мм <sup>2</sup> /с		
	средняя	максимальная	минимальная		средняя	максимальная	минимальная
VG2	2,2	1,93	2,42	VG68	68	61,2	74,8
VG3	3,2	2,88	3,52	VG100	100	90,0	110
VG5	4,6	4,14	5,06	VG150	150	135	165
VG7	6,8	6,12	7,49	VG220	220	198	242
VG10	10	9,00	11,0	VG320	320	288	352
VG15	15	13,2	16,5	VG460	460	414	506
VG22	22	19,8	24,2	VG680	680	612	748
VG32	32	28,8	35,2	VG1000	1000	900	1100
VG16	46	41,4	50,6	VG1500	1500	1350	1650



Многообразные закрытые зубчатые передачи (редукторов) и условий их применения в горном оборудовании определяет широкий диапазон масел. Масло для зубчатых передач часто используют также для смазки подшипников в системе деталей зубчатой передачи.

При смазке зубчатой передачи в закрытой ванне с увеличением вязкости возрастает количество масла, захватываемого зубчатыми колесами, и повышается потенциальная несущая способность масла, однако при употреблении масла с высокой вязкостью наблюдается возрастание потерь на трение и увеличивается всасывание масла (последнее возможно, когда зубчатые колеса помещены в масло). Если масло подается к зубчатой передаче под давлением, то выбор уровня вязкости зависит преимущественно от нагрузки на передачу.

Контактные напряжения в зацеплениях сравнительно невысокие, что объясняется крупными размерами зубчатых передач. В большинстве редукторов, даже в тихоходных парах, величина максимального контактного напряжения в полюсе зацепления не превышает 1—1,3 ГПа. Еще более высокие значения максимального контактного напряжения наблюдаются в редукторах лебедок экскаватора ЭШ-20/90 и в редукторах гусеничного хода, но и здесь они в основном не превышают 2 ГПа.

Нагрузки в редукторах носят в основном ударный характер, окружная скорость, даже в быстроходных парах, не превышает 10 м/с (за исключением быстроходной пары лебедки экскаватора ЭШ-20/90, где она достигает 14,7 м/с).

Для значительной части редукторов характерен режим работы с частыми пусками и остановками, что неблагоприятно для образования несущего масляного слоя.

Рабочая температура масла в редукторах колеблется в пределах 50—70 °С, достигая в некоторых случаях 90 °С.

Вместимость маслостоек горного оборудования изменяется в широких пределах — от 6 л (редукторы вращателей буровых станков) до 1400 л (редукторы поворота экскаваторов) и зависит от конструкции оборудования (табл. 3.10—3.13).

Замену жидких масел для работы в зимних и летних условиях следует производить осенью и весной при температурах от 0 до —2 °С.

Расход масла для зубчатых передач закрытого типа зависит от вместимости масляных ванн. Для редукторов, имеющих хорошо уплотненный корпус, расход смазочных масел можно определить по табл. 3.14. Для передач закрытого типа, конструкция которых не обеспечивает полной герметизации, расход масла в 1,5—2 раза больше расхода, указанного в табл. 3.14.

Система жидкой смазки зубчатых передач подразделяется на два вида: картерную (заливную) и циркуляционную.

Для обеспечения нормальной работы зубчатых передач уровень масла в ванне необходимо поддерживать согласно маслоуказателю. Большая глубина погружения шестерен в масле, осо-

Таблица 3.10

Вместимость маслосемкостей шагающих экскаваторов, л

Маслосемкость	ЭШ-4.5/45	ЭШ-12.60	ЭШ-13.70А	ЭШ-13.90А ЭШ-20.90	ЭШ-40.85
Масляная ванна редуктора:					
тяги		650			
подъема	300		950	450	2×320
поворота	2×300	850	2×400	2×700	—
вспомогательной лебедки	—		20		—
стреловой лебедки	—				50
Бак компрессора	2,5	5	40	50	85
Бак гидросистемы механизма шагаания	—	—	2,5	2×50	—
			800	2×8000	2×12 500

Таблица 3.11

Вместимость маслосемкостей отечественных экскаваторов-мехлопат, л

Маслосемкость	ЭКГ-5А, ЭКГ-4.6Б	ЭКГ-4я, ЭКГ-4у	ЭКГ-10я ЭКГ-5у	ЭКГ-12.5 ЭКГ-15	ЭКГ-20	ЭГ-12А	ЭГ-20
Масляная ванна редуктора:							
подъема	50	280	55	600	950	—	—
поворота	2×25	2×90	2×135	3×135	2×650	2×55	4×55
напора	—	230	260	1000	550	—	—
хода	32	2×262		2×81	2×120	100	110
бортового	2×20	2×80		—	2×250		
вспомогательной лебедки	—	3,5			10	2×65	
Бак компрессора	2,5	5		15	8	3,5	2×5

Примечания: 1. Для экскаваторов ЭКГ-4.6Б и ЭКГ-5А вместимость масляных ванн стреловой лебедки — 20 л, механизма открывания днища ковша — 1,5 л. 2. Для экскаваторов ЭГ-12А и ЭГ-20 вместимость раздаточных редукторов соответственно 150 или 2×150 л, гидробаков — 6200 и 9000 л.

Таблица 3.12

Вместимость маслосемкостей зарубежных (США—Япония) экскаваторов-мехлопат, л

Маслосемкость	РН-2300 фирм «Харвешфегер» — «Кобе Стял»	201М — SS		204М — SS	
		фирм «Марво» — «Сумитомо»			
Масляная ванна редуктора:					
подъема	660	230		—	
поворота	2×250		2×720	—	
напора	230	—	—	—	
хода	2×350		454		
бортового	2×75		2×27		
Бак компрессора	30	9		2×9	
Баки автоматической системы смазки	4×170		320; 2×170		2700
Бак гидросистемы привода напора и ходового механизма	—		—		

Таблица 3.13

Вместимость маслосемкостей роторных экскаваторов, л

Маслосемкость	ЭРГВ-630	ЭР-1250Д, ЭРП-1250	SR <sub>2</sub> (к)-470*	ЭРП-2500	SR <sub>2</sub> (к)-2000*	ЭРШРД-5000, ЭРП-5250
Масляная ванна редуктора:						
ротора	420	700	715	1800	1500	2300
хода	250; 960	—	2×600	6×750	1320	4×95
конвейера:						
стрелы ротора	70	80	63	2×42	126	2×450
нижней рамы	—	—	—	—	80	—
разгрузочной консоли	25	80	40	42	426	100; 700
подъема:						
стрелы ротора	140	340	155	2×70	480	2×390; 12
разгрузочной консоли	20	—	31	42	35	2×100
поворота	—	320	90; 210	4×200	1200	1500
верхнего строения	—	180	45; 350	4×35	150	700
разгрузочной консоли	—	—	6	6	12	—
погрузочного лотка	—	—	—	—	—	—

Таблица 3.14

Расход смазочных масел на доливы для закрытых зубчатых передач (редукторов)

Вместимость ванны, л	Средний расход на 1 кг масла, влитого в ванну, г	Вместимость ванны, л	Средний расход на 1 кг масла, влитого в ванну, г	Вместимость ванны, л	Средний расход на 1 кг масла, влитого в ванну, г
<10	0,6	71—80	0,34	401—500	0,24
11—20	0,5	81—90	0,32	501—600	0,23
21—25	0,45	91—100	0,30	601—700	0,22
26—30	0,43	101—150	0,29	701—800	0,21
31—40	0,41	151—200	0,27	801—900	0,2
41—50	0,39	201—300	0,26	901—1000	0,19
51—60	0,37	301—400	0,25	—	—
61—70	0,36				

бенно в быстроходных редукторах, может служить причиной неполадок в работе редукторов.

При окружных скоростях более 12 м/с масло сбрасывается с зубьев центробежной силой и почти не поступает в места зацепления. В этих случаях зубчатые передачи смазываются с помощью циркуляционных систем.

Для открытых зубчатых передач в качестве смазочных материалов могут применяться пластичные смазки либо высоковязкие масла. Расход пластичных смазок приблизительно в три раза меньше, чем расход масел.

Индивидуальная норма расхода (кг/машинно-ч) пластичной смазки для смазывания открытых зубчатых передач определяется по формуле

$$N_{губ} = KB(D_k + D_{ш}), \quad (3.1)$$

где  $K$  — удельный расход пластичной смазки, равной  $0,5 \cdot 10^{-4}$ , кг/(машинно-ч·см<sup>2</sup>);  $B$  — ширина зубчатого колеса и шестерни, см;  $D_k$ ,  $D_{ш}$  — диаметр соответственно зубчатого колеса и шестерни, см.

**Зубчатые муфты.** Масла, применяемые для зубчатых муфт, должны быть липкими и подвижными. Пластичные смазки не применяются, так как они выдавливаются зубьями муфты и не поступают обратно на трущиеся поверхности зубьев.

**Подшипники качения.** Для смазки подшипников качения применяются пластичные смазки, а также смазочные масла.

Пластичная смазка должна заполнять не более  $\frac{2}{3}$  свободного объема полости корпуса при малых и средних частотах вращения подшипника и не более  $\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}$  — при высоких частотах. Добавлять пластичную смазку по мере потери смазывающих свойств некоторой ее части, непосредственно соприкасающейся с подшипником и увлекаемой им во вращение, можно



шприцем через пресс-масленки или колпачковыми масленками путем закладки в них свежих порций смазки и подачи ее завинчиванием крышки масленки.

Излишнее количество смазки вызывает повышение температуры узла. Поэтому если при соблюдении заданного режима подачи смазки наблюдается резкое повышение температуры, то причину этого следует искать в узле, не прибегая к добавлению смазки.

В начале работы нового подшипника возможно некоторое повышение температуры узла, которая, однако, в нормальных условиях через несколько часов снижается и стабилизируется.

**Подшипники скольжения и втулки.** Подшипники скольжения смазываются пластичными смазками и реже маслами. При использовании пластичных смазок необходимо учитывать их прокачиваемость.

Шарниры тормозов механизмов обычно смазывают путем полива (индустриальное масло И-50А и др.).

**Направляющие скольжения.** Для смазки направляющих скольжения на экскаваторах-мехлопатах (балки рукоятей прямоугольной и цилиндрической формы, направляющие засова на днище) применяют графитную смазку и солидолы.

**Канаты.** Для предотвращения коррозии стальных канатов, уменьшения их износа, а также трения между отдельными проволоками и прядями пользуются специальными канатными смазками.

#### Характеристики канатных смазок

	Торсиол-55 (ГОСТ 20458-75)	Торсиол-35Э (ТУ 38 УССР 201214-80)
Температура, °С:		
каплепадения . . . . .	60—80	65—80
вспышки в открытом тигле . . . . .	≥160 (210—225)	180
морозостойкости (по методу МакНИИ) . . . . .	—50	—35
Динамическая вязкость, Па·с, при температуре, °С:		
0 . . . . .	200—260	250—360
20 . . . . .	90—110	20—75
Испаряемость за 1 ч, %, при температуре, °С:		
100 . . . . .	0	0,5
150 . . . . .	3,5—4	0,8—1,5
Противозадирные свойства при нагрузке, кН:		
засадания . . . . .	0,6—0,8	0,71
сваривания . . . . .	1,25—1,4	1,25—1,78
Число пенетрации при температуре 25 °С . . . . .	255	235
Цена 1 т, руб. . . . .	4810	420

Смазку Торсиол-55 применяют при температурах от —50 до +50 °С (наиболее морозостойкая из всех канатных смазок). Она обладает хорошей адгезией к металлу, удовлетворительными консервационными свойствами.

Смазку Торсиол-35 Э применяют при температуре до —35°, иногда до —40 °С. В состав смазки вводят буроголистый и

Таблица 3.15

## Расход канатной смазки (разовый)

Диаметр каната, мм	Расход смазки, кг/машинно-ч	Диаметр каната, мм	Расход смазки, кг/машинно-ч	Диаметр каната, мм	Расход смазки, кг/машинно-ч
15	0,024	28,0	0,043	43,5	0,07
17,5	0,027	30,0	0,046	47,5	0,073
19,5	0,032	32,5	0,051	50,0	0,078
21,5	0,035	31,5	0,051	56,0	0,085
24,0	0,038	37,0	0,057	60,0	0,086
26,0	0,041	39,0	0,060	65,0	0,100

торфяной воски, повышающие адгезию и стойкость к старению. Наличие в составе смазки растворителя (перхлорэтилена) помогает проникновению ее в глубь каната. После испарения растворителя все пряди и проволоки каната остаются покрытыми тонким слоем смазки. Поскольку перхлорэтилен токсичен, при работе со смазкой Торсиол-35Э необходимо строго выполнять требования техники безопасности, указанные в технических условиях на смазку. При нанесении смазки категорически недопустимы курение, работа с открытым огнем, электросварка и др.

Индивидуальная норма расхода канатной смазки (кг/машинно-ч) для оборудования, снабженного устройствами непрерывного смазывания канатов, равна произведению разового расхода канатной смазки (табл. 3.15) на коэффициент перерасчета  $K_{\text{пр}} = 0,5 \cdot 10^{-2}$ .

**Воздушные компрессоры.** На основном оборудовании открытых работ в качестве вспомогательных механизмов широко используются компрессоры: поршневые и винтовые.

Поршневые компрессоры снабжены системами смазывания путем разбрызгивания или комбинированными, в которых наиболее ответственные и сильно нагруженные детали (коренные и шатунные подшипники, поршневые пальцы) орошаются маслом, подаваемым под давлением масляным насосом, а остальные составные части (цилиндр, поршни, поршневые кольца) — масляным туманом, образованным в результате разбрызгивания масла. В обоих типах систем смазывания применяется масло компрессорное марки К-12 (см. табл. 3.1). Индивидуальная норма расхода смазочного масла  $H_{\text{комп}}$  для смазывания компрессоров, имеющих производительность до 25 м<sup>3</sup>/мин и давление сжатого воздуха до 1 МПа, определяется по формуле

$$H_{\text{комп}} = m(T^{-1} + C_{\text{к. у}}), \quad (3.2)$$

где  $m$  — масса масла, заливаемого в систему смазывания, кг;  
 $T$  — периодичность полной замены масла, принимаемая для си-

Таблица 3.16

Удельный расход масла на компенсацию утечек из системы смазывания поршневых компрессоров

Масса масла т, кг	$C_{к.у}$ кг/(машинно-ч·кг)	Масса масла т, кг	$C_{к.у}$ кг/(машинно-ч·кг)	Масса масла т, кг	$C_{к.у}$ кг/(машинно-ч·кг)
<5	0,0019	21—26	0,0014	36—40	0,0011
6—10	0,0018	26—30	0,0013	41—45	0,0010
11—15	0,0017	31—35	0,0012	46—59	0,0009
16—20	0,0016				

стем смазывания разбрызгиванием равной 400 машино-ч, для комбинированных систем смазывания — 1000 машино-ч;  $C_{к.у}$  — удельный расход масла для компенсации утечек из системы смазывания компрессора (табл. 3.16), отнесенный к 1 кг масла, находящегося в емкости, кг/(машинно-ч·кг).

В настоящее время широко внедряются компрессорные станции с малозаполненными компрессорами, которые по сравнению с поршневыми имеют существенные преимущества: меньшая масса и габариты; простота конструкции; отсутствие ненадежных самодействующих клапанов и кривошипно-шатунного механизма, что гарантирует долговечность и надежность маслонаполненных компрессоров в работе.

В системах смазывания маслозаполненных компрессоров смазочное масло выполняет несколько функций: уплотняет зазоры между винтами и цилиндрами; обеспечивает необходимую герметичность компрессора; охлаждает сжимаемый воздух.

Для эффективной работы воздушных компрессоров необходимо строгое соблюдение режима и организации смазки, которые приводятся в инструкциях по эксплуатации компрессорных установок<sup>1</sup> (прил. 12).

### Смазка механизмов при низких температурах

Значительная часть оборудования открытых работ зимой работает при температуре близкой к температуре застывания смазочных материалов или ниже ее. В особенно неблагоприятных условиях работают механизмы периодического действия. Для уменьшения и устранения влияния низких температур на работу оборудования необходимо: смазывать узлы механизмов зимними смазками; применять масла меньшей вязкости или понижать вязкость их добавлением менее вязких масел; подогревать смазочные материалы перед использованием.

К минеральным маслам с низкой температурой застывания относятся: индустриальные И-12А (—30 °С) и И-50А (—20 °С); трансмиссионные ТСП-10 (—40 °С), ТСП-15К (—25 °С) и ТСз-9ГИП (—50 °С).



Пластичные антифрикционные смазки Литол-24 и ЦИАТИМ-201 не теряют работоспособности при температурах от  $-40$  до  $-50$  С.

В настоящее время ведутся работы над созданием смазок Центрол-40 и Центрол-50 с повышенной прокачиваемостью в условиях низких температур для автоматических централизованных систем.

Разбавление масел менее вязкими маслами может являться только временным решением вопроса, так как, понижая температуру застывания масел, разбавители могут ухудшать другие их свойства. Разбавителями могут служить масла веретенное ЛУ и трансформаторные, добавляемые в пределах 20 %.

В качестве временных для автоматических централизованных систем в зимнее время могут применяться смеси смазок и масел, например Литол-24 и ТСп-10 в отношении соответственно 3:1 или солидол жировой с добавкой 20—50 % дизельного топлива в зависимости от температуры воздуха. Смеси готовятся централизованно и составляют без предварительного нагрева при тщательном размешивании до получения совершенно гладкой текстуры (без комочков).

Подогрев смазок в процессе эксплуатации обычно производится при помощи электроподогревателей типа ТЭН-60, которые соединяются в секции. Клеммы для подсоединений секций выводятся на панель картера или бака. Для регулирования температурного режима масла устанавливается температурное реле ТР-200. При пуске механизмов после продолжительной остановки масло в картере (баке) подогревают до  $20-25$  С.

Категорически запрещается включать электронагреватели, если уровень масла в картере (баке) ниже минимально допустимого уровня.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ СМАЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ

К техническим средствам для смазки оборудования относятся различные гидравлические и смазочные устройства, перечень и основное назначение которых приведены в табл. 3.17.

### Системы густой смазки

Все системы густой смазки являются проточными — смазка производится с помощью централизованных смазочных станций и ручных приборов.

Для централизованной смазки применяются смазочные станции автоматического и полуавтоматического действия.

Система полуавтоматической густой смазки состоит из станции густой смазки типа 060-1-1, вспомогательной аппаратуры (фильтры, вентили запорные, питатели дозирующие, золотники), трубопроводов и соединительной арматуры.

Таблица 3.17

## Гидравлические и смазочные устройства

Наименование	Назначение и условия применения
Головки смазочные нагнетатель (ГОСТ 3027—75)	Для подачи через пресс-масленки смазочного материала пластичного (число пенетрации не менее 260) и жидкого (кинематическая вязкость от 17 до 400 мм <sup>2</sup> /с) при температуре окружающей среды от -60 до +55 °С
Станции смазочные многоотводные для жидкого смазочного материала с приводом от механизмов машин или электродвигателя (ГОСТ 3561—81)	Для подачи при номинальном давлении 10 МПа жидкого смазочного материала (вязкость от 10 до 1500 мм <sup>2</sup> /с) к трущимся поверхностям машин, работающих в закрытых помещениях при температуре окружающей среды от 1 до 55 °С
Шприцы смазочные штоковые (ГОСТ 3613—75)	Для нагнетания через головки смазочных нагнетателей (ГОСТ 3027—75) в пресс-масленки (ГОСТ 19853—74) смазочного пластичного материала (число пенетрации не менее 260) и жидкого (кинематическая вязкость от 17 до 400 мм <sup>2</sup> /с) при температуре окружающей среды от -60 до +55 °С
Питатели двухлинейные централизованной смазки дозирующие регулируемые (ГОСТ 6911—71)	Для периодической подачи смазок и масел к трущимся поверхностям при давлении в магистральных линиях до 20 МПа
Фильтры сетчатые линейные для пластичного смазочного материала (ГОСТ 6918—81)	Для фильтрации пластичного смазочного материала с числом пенетрации не менее 260, подаваемого под давлением до 20 МПа, в смазочных системах при температуре окружающей среды и пластичного смазочного материала от 1 до 55 °С
Шприцы смазочно-заправочные (ГОСТ 8013—75)	Для смазки и заправки жидким смазочным материалом (кинематическая вязкость не более 135 мм <sup>2</sup> /с) и промывки керосином и дизельным топливом машин и механизмов при температуре окружающей среды и рабочей жидкости от -60 до +55 °С
Станция смазочная ручная двухмагистральная (ГОСТ 8630—82)	Для подачи пластичного смазочного материала (число пенетрации не менее 280) в смазочные системы машин и механизмов при температуре окружающей среды от 1 до 45 °С
Блок переключения смазочный (ГОСТ 8782—75)	Для двухмагистральной смазочной системы концевой типа, предназначенный для работы на жидком смазочном материале (кинематическая вязкость от 30 до 600 мм <sup>2</sup> /с) и пластичном смазочном материале (число пенетрации не менее 260) при температуре окружающей среды и смазочного материала от 10 до 40 °С
Распределители четырехлинейные двухпорционные золотниковые для двухмагистральных смазочных систем (ГОСТ 9417—75)	Для работы на смазочном материале жидком (кинематическая вязкость от 30 до 600 мм <sup>2</sup> /с) и пластичном (число пенетрации не менее 260) при температуре окружающей среды и смазочного материала от 10 до 40 °С

Наименование	Назначение и условия применения
Указателя потока (ГОСТ 9681-75)	Для визуального наблюдения за потоком жидкого смазочного материала или эмульсии с кинематической вязкостью от 4 до 400 мм <sup>2</sup> /с в централизованных смазочных системах и системах охлаждения при температуре окружающей среды и рабочей жидкости от 5 до 45 °С
Питателя импульсные смазочные (ГОСТ 10614-81)	Для дозированной подачи смазочных масел к поверхностям трения машин и механизмов в импульсных смазочных системах на маслах с кинематической вязкостью от 10 до 600 мм <sup>2</sup> /с при температурах: окружающей среды — от 1 до 45 °С, масла — от 5 до 50 °С
Станции смазочные двухмагистральные с электрическим приводом (ГОСТ 11700-80)	Для попередного нагнетания пластичных смазочных материалов (число пенетрации не менее 260) при температуре 25 °С в магистраль центральных смазочных систем объемного дозирования с автоматическим контролем подачи при температуре окружающей среды и смазочного материала 5—40 °С
Насосы шестеренные (давление 2,5 МПа) для станков и других стационарных машин (ГОСТ 15107-79)	Для нагнетания в смазочные системы машин постоянного по величине и направлению минерального масла (кинематическая вязкость от 17 до 400 мм <sup>2</sup> /с) при температуре масла от 1 до 40 °С
Фильтры на номинальное давление 20 МПа (ГОСТ 16026-80)	Для очистки от механических примесей минеральных масел (кинематическая вязкость не более 500 мм <sup>2</sup> /с) в объемных гидроприводах и смазочных системах механизмов при температурах: рабочей жидкости — от 1 до 80 °С, окружающей среды — от 1 до 40 °С
Баки для гидравлических смазочных систем (ГОСТ 16770-71)	Стандарт не распространяется на баки для консистентных смазок
Уловителя магнитные (ГОСТ 17429-80)	Для улавливания в гидравлических и смазочных системах ферромагнитных частиц из рабочих жидкостей с кинематической вязкостью от 1,2 до 600 мм <sup>2</sup> /с при температурах: жидкости — от 10 до 55 °С, окружающей среды — от 1 до 45 °С
Блоки дроссельные смазочные для централизованных систем (ГОСТ 19333-79)	Для отвода от напорной линии и регулирования потока минерального масла с кинематической вязкостью от 17 до 400 мм <sup>2</sup> /с, подаваемого к трущимся поверхностям машин под давлением 1,6 МПа при температуре масла и окружающей среды от 0 до 45 °С
Пресс-масленки (ГОСТ 19853-74)	Для пластичных смазочных материалов и смазочных масел
Дроссели смазочные (ГОСТ 20817-75)	Для регулирования подачи и визуального наблюдения потока жидкого смазочного материала с кинематической вязкостью от 4 до 400 мм <sup>2</sup> /с при температуре окружающей среды и смазочного материала от 5 до 45 °С



Продолжение табл. 3.17

Наименование	Назначение и условия применения
Масленки колпачковые (ГОСТ 20905—75)	Для индивидуальной подачи к узлам трения пластичного смазочного материала с числом пенетрации 100—290 при температуре окружающей среды от —60 до +55 °С
Клапаны предохранительные смазочные (ГОСТ 21993—76)	Для работы на минеральных маслах с кинематической вязкостью от 18 до 500 мм <sup>2</sup> /с при температурах: масла — от 5 до 60 °С, окружающей среды — от 1 до 40 °С (в закрытых производственных помещениях). Допускается использовать в качестве обратных клапанов
Станции смазочные с ручным приводом (ГОСТ 24443—80)	Для подачи под номинальным давлением 0,4 МПа к трущимся парам механизмов минерального масла с кинематической вязкостью 15—600 мм <sup>2</sup> /с при температурах: масла — от 1 до 55 °С, окружающей среды — от 1 до 40 °С
Маслораспылители (ГОСТ 25531—82)	Для впрыскивания под давлением 1 МПа в сжатый воздух распыленного масла, смазывающего трущиеся поверхности пневматических устройств

Станция густой смазки предназначена для прокачивания по трубопроводам консистентных смазок с числом пенетрации 250—350 и представляет собой компактный агрегат, установленный на плите и состоящий из: резервуара для смазки; мажериного насоса плунжерного типа двухстороннего действия; червячного редуктора; электродвигателя; гидравлического реверсивного золотникового распределителя; конечных выключателей.

Каждая станция имеет свой заправочный шестеренный насос типа НПШГ-200.

Гидравлический золотниковый распределитель обеспечивает возможность настройки системы густой смазки на полуавтоматический цикл работы. Принцип действия распределителя основан на использовании избыточного давления смазки в возвратных магистральных трубопроводах для самопереключения золотникового устройства.

В соответствии с ГОСТ 11700—80 установленный ресурс станций не менее 10 тыс. ч. Ресурс не распространяется на плунжерные и клапанные пары, являющиеся быстроизнашиваемыми деталями. Нарботка плунжерных и клапанных пар насоса до предельного состояния характеризуется падением подачи более чем на 15 % (не менее 3000 ч).

Среди зарубежных систем смазки, применяемых в Советском Союзе, наибольшее распространение получили автоматические системы «Линокольн» и «Фарвал» (США).

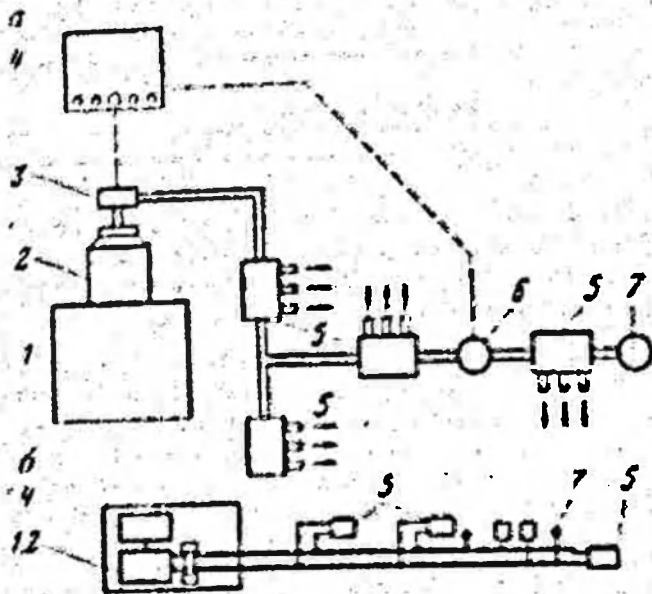


Рис. 3.1. Принципиальные схемы автоматических станций «Линкольн» (а) и «Фарвал» (б):

1 — бак; 2 — пневмодвигатель; 3 — соленоидный клапан; 4 — шит управления с таймером; 5 — индикатор; 6 — реле давления; 7 — манометр

Система «Линкольн» применяется на экскаваторах 201М и 201М-4SS фирмы «Сумитомо» (Япония) и буровых станках 60R фирмы «Бюсайрус-Эри» (США), эксплуатируемых на угольных разрезах производственных объединений «Кемеровоуголь» и «Якутуголь». Она обеспечивает: автоматическую подачу необходимого количества смазки через заданные промежутки времени; длительный срок службы деталей; сокращение времени на техническое обслуживание; безопасность при смазывании вращающихся частей механизмов.

Система «Линкольн»

поставляется с одной или двумя линиями подачи смазки. Наибольшее распространение получила система с одной линией подачи смазки (рис. 3.1, а).

Смазка из бака, на котором расположен насос, централизованно подается по трубопроводам и шлангам в инжекторы. Когда она попадает в наиболее удаленный инжектор, остальные уже наполнены смазкой. Давление в линии начинает повышаться. При достижении установленного значения давления срабатывает реле, которое передает сигнал на соленоидный клапан, приостанавливающий работу пневмодвигателя насоса.

Время цикла работы системы может регулироваться с помощью таймера из шиты управления.

Во избежание потерь смазки при повреждении подающей линии время работы насосов (60 с) ограничивается таймером. В случае работы насоса дольше установленного времени, а также при повреждении пневмосистемы, отказе насоса и выходе из строя системы управления срабатывает звуковая сигнализация.

Инжектор срабатывает при определенном давлении в подводящем трубопроводе и загружается смазкой под действием пружины. Производительность инжектора регулируется изменением хода поршня. Работу инжектора контролируют по перемещению штока индикатора.

В автоматической системе «Фарвал» (рис. 3.1, б) имеются две магистральные линии, через которые подача смазки в инжекторы осуществляется попеременно.

## Системы циркуляционной смазки

Системы циркуляционной смазки могут быть со свободной и принудительной циркуляцией масла. К первым принадлежат кольцевые и картерные системы, ко вторым — системы, в которых масло из резервуара к узлам трения поступает самотеком либо подается принудительно насосом.

Циркуляционная система смазки под давлением широко применяется на экскаваторах в механизмах поворота и напора.

Принцип системы смазки под давлением следующий: из бака-отстойника масло подается шестеренным насосом по трубопроводам к фильтру-охладителю, в котором очищается от механических примесей и при необходимости охлаждается, и далее через фильтр — к узлам трения. После смазки поверхности трения масло по сливным трубам возвращается в бак-отстойник.

На рис. 3.2 показана принципиальная схема станции системы смазки зубчатых зацеплений и подшипников редукторов поворота (кроме подшипников моторного вала и нижнего подшипника выходного вала) экскаватора ЭКГ-20. Конструктивно система разделена на две станции, в каждую из которых входит бак вместимостью 650 л с электронагревательными элементами и три насосные установки БГ11-23А (две рабочие, одна резервная).

Характеристики шестеренных насосов для циркуляционно-принудительной смазки приведены в табл. 3.18. Насос и электродвигатель, установленные на общей плите, составляют агрегат. Агрегаты выпускаются промышленностью в трех исполнениях (см. табл. 3.18).

Ресурс до списания насоса при номинальном режиме работы должен быть не менее 5 тыс. ч. Предельное состояние насоса характеризуется падением КПД более чем на 15 %.

Обозначения насосов и агрегатов по классификатору машиностроения ЕСКД приведены в табл. 3.19.

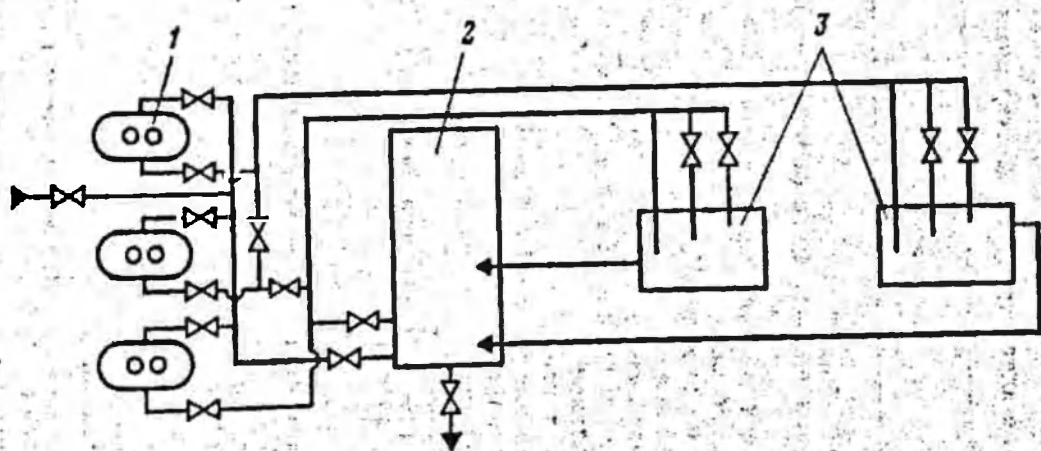


Рис. 3.2. Принципиальная схема станции системы смазки редукторов поворота экскаватора ЭКГ-20:

1 — насос; 2 — бак; 3 — редуктор



## Технические характеристики шестеренных насосов (ГОСТ 15107-79)

Параметры	Габариты насоса							
	2	3	4	5	5			
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	11,2	16	22,4	32	40	56	80	100
Номинальная подача, дм <sup>3</sup> /с (д/мин), не менее	0,21 (12,3)	0,30 (18)	0,41 (26)	0,61 (35)	0,83 (50)	1,20 (72)	1,73 (104)	2,22 (133)
Кoeffициент подачи, %, не менее	76	78	80	82	83	89	91	92
Давление на выходе, МПа: номинальное	5,4	5,6	6,4	6,4	7,2	7,4	7,6	7,7
максимальное					2,5			
Абсолютное давление на входе, МПа: номинальное					3,0			
максимальное					0,04			
Частота вращения, с <sup>-1</sup> (об/мин): номинальная					0,12			
минимальная					24 (1450)			
максимальная					10 (600)			
Мощность при номинальном давлении, кВт*					30 (1800)			
Масса, кг, не более:								
насоса	1,0	1,3	1,6	2,3	3,0	4,1	5,8	7,2
агрегата:	6		8,7			12		17
исполнение 1 с электродвигателем серии 4А (АО2)	31		49		70 (67)	85 (93)	96 (115)	120 (133)
исполнение 2 с электродвигателем серии ВР (ВАО)	—	—	—	90	110	—	—	—
исполнение 3	—	—	—	70	95	—	—	—

\*Для справки.

Примечание. Параметры указаны для насосов, работающих на минеральном масле с кинематической вязкостью 17-23 мм<sup>2</sup>/с при температуре масла 50±4 °С.

Таблица 3.19

Обозначение насосов и агрегатов по классификатору машиностроения ЕСКД

По ГОСТ 15107—79	По классификатору ЕСКД	По ГОСТ 15107—79	По классификатору ЕСКД
Насос 11,2	Г11-22А	Агрегат 22,4—1	БГ11-23А
Насос 16	Г11-22	Агрегат 32—1	БГ11-23
Насос 22,4	Г11-23А	Агрегат 40—1	БГ11-24А
Насос 32	Г11-23	Агрегат 56—1	БГ11-24
Насос 40	Г11-24А	Агрегат 80—1	БГ11-25А
Насос 56	Г11-24	Агрегат 100—1	БГ11-25
Насос 80	Г11-25А	Агрегат 32—2	БГВ11-23
Насос 100	Г11-25	Агрегат 40—2	БГВ11-24А
Агрегат 11,2—1	БГ11—22А	Агрегат 32—3	БГМ11-23
Агрегат 16—11	БГ11—22		

### Ручные приборы для смазки

К редко смазываемым узлам трения экскаваторов (подшипники подъемной, тяговой, стреловой и вспомогательной лебедок, полиспада и др.), не охватываемым полуавтоматической системой густой смазки, подвод смазки осуществляется различными ручными приборами (назначение — см. в табл. 3.17).

*Шприцы смазочные* выпускают двух видов — штоковые и заправочные.

Штоковые шприцы (ГОСТ 3643—75) изготовляют трех типов: 1 и 2 — номинальной вместимостью соответственно 200 и 125 см<sup>3</sup> (для пластичного смазочного материала); 3 — номинальной вместимостью 200 см<sup>3</sup> (для жидкого смазочного материала). Номинальное давление шприцев типа 1 и 2 составляет 25 МПа, типа 3 — 0,63 МПа. Подача без противодействия равна 0,35 см<sup>3</sup>/цикл, номинальная подача — 0,18 см<sup>3</sup>/цикл.

Смазочно-заправочные шприцы (ГОСТ 8043—75) изготовляют вместимостью 200, 320 и 630 см<sup>3</sup>. Номинальное давление их составляет 0,1 МПа. Шприцы поставляются с наконечниками в трех исполнениях: 1 — с изогнутым; 2 — с наклонным; 3 — с угловым.

Для подсоединения шприца в узлах устанавливают специальные винтовые масленки с трапецеидальной резьбой.

Ресурс шприца должен составлять не менее 2 млн циклов. Предельное состояние характеризуется износом или разрушением основных деталей шприца (корпус, шток, наконечник) и нарушением герметичности.

*Пресс-масленки* (ГОСТ 19853—74) выпускают трех типов: 1 — прямая (резьбовая); 2 — угловая (резьбовая); 3 — под запрессовку.

Резьбовые пресс-масленки типов 1 и 2 могут быть либо со стандартной резьбой (метрической или трубной), либо с кони-

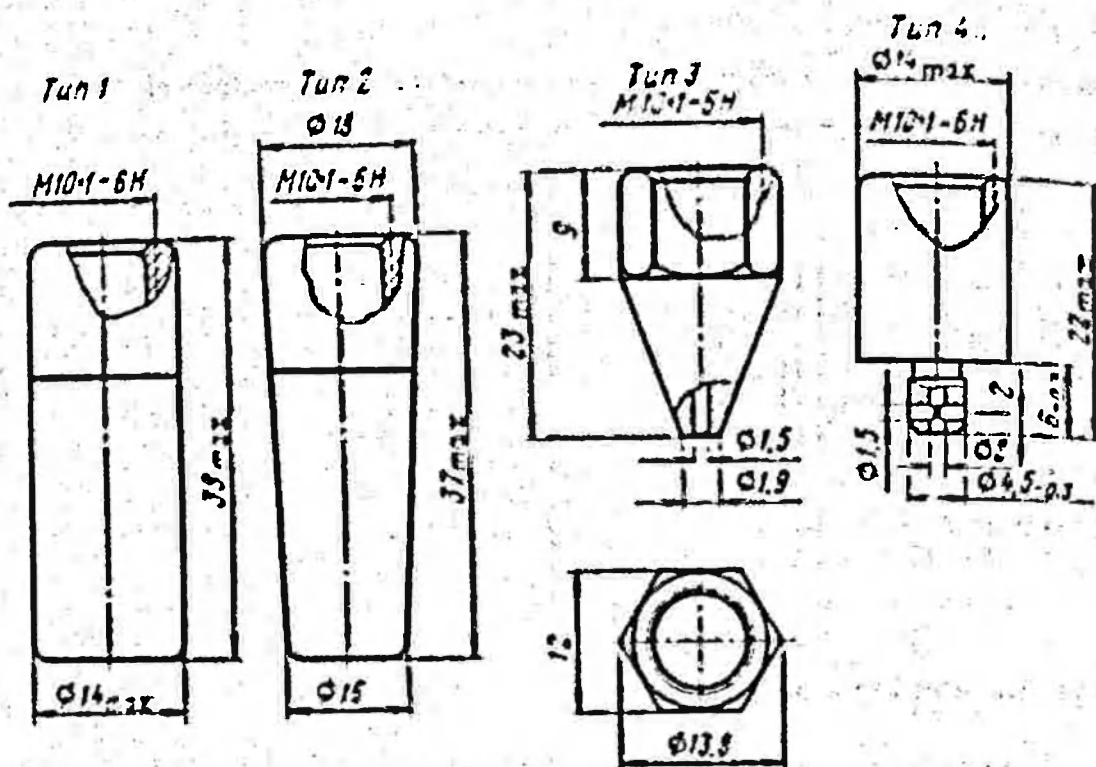


Рис. 3.3. Головки смазочных нагнетателей

ческой (рис. 3.4). Основные размеры масленок приведены в табл. 3.20—3.22.

Ресурс масленок — не менее 20 тыс. циклов (цикл состоит из открывания и закрывания запорного устройства).

**Масленки колпачковые (ГОСТ 20305—75).** Основные параметры и размеры колпачковых масленок приведены в табл. 3.23. Просачивание смазочного материала по резьбе колпачка не допускается. Срок службы масленки — не менее пяти лет. Давление создается наворачиванием колпачка масленки.

**Головки смазочных нагнетателей (ГОСТ 3027—75)** выпускают четырех типов (рис. 3.3): 1 — для подачи пластичного материала через пресс-масленки типов 1 (№ 1, 2, 3) и 2; 2 — для подачи пластичного материала с помощью насадок (промежуточное звено между головкой шприца и пресс-масленкой) через пресс-масленки типов 1 и 2; 3 — для подачи жидкого смазочного материала через пресс-масленки типа 3 (№ 1); 4 — то же через пресс-масленки типа 3 (№ 2).

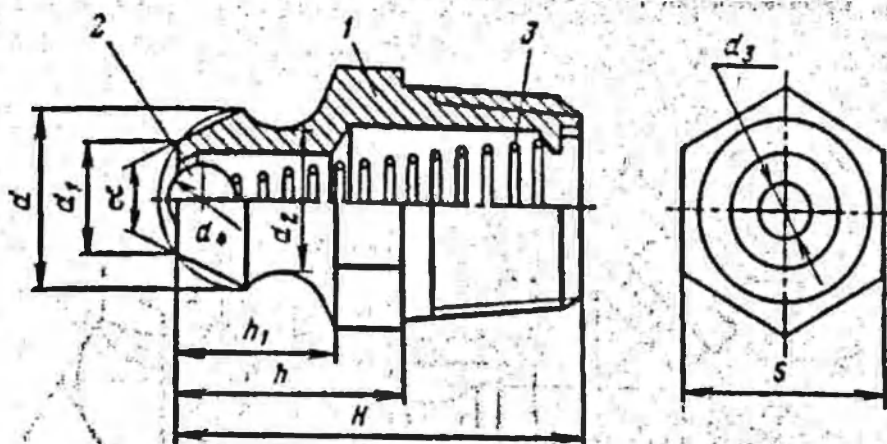
Уплотнительные элементы головок должны изготавливаться из маслбензостойкой резины. Срок сохраняемости головок — два года.

**Станция смазочная ручная двухмагистральная,** в состав которой входят два насоса (ручных) густой смазки типа НРРМ: один — для смазки блоков надстройки, другой — для смазки головных блоков шагающих экскаваторов.



Таблица 3.20

Прямые пресс-масленки (тип 1) ГОСТ 19853-74



1 — корпус; 2 — запорный элемент; 3 — пружина

Номер (типоразмер)	Резьба	Размеры, мм				
		$h$	$h_1$	$d$	$d_1$	
1	M6X1 коническая (см. рис. 3.4)	13	8	6,0		
2	M10X1 (ГОСТ 9150-81)	18	10	7	6,7 <sub>-0,2</sub>	
3	K 1/8" (ГОСТ 6111-52)					
4	K 1/4" (ГОСТ 6111-52)	24	12	7,5	10 <sub>-0,2</sub>	

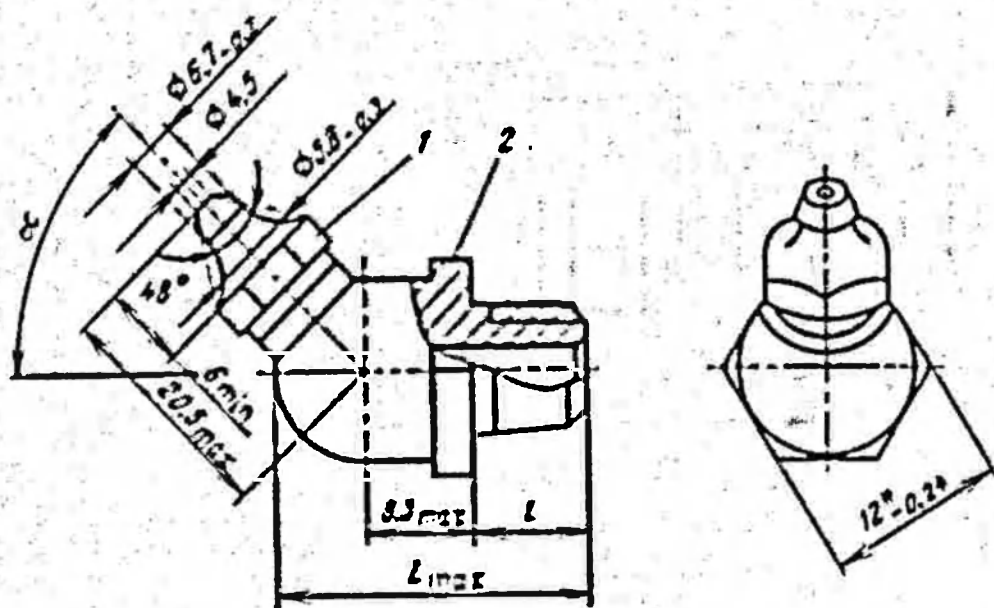
Продолжение табл. 3.20

Номер (типоразмер)	Резьба	Размеры, мм				$\alpha$ , градус
		$d_1$	$d_2$	$d_3$	S	
1	M6X1 коническая (см. рис. 3.4)				8 <sub>-0,2</sub>	48
2	M10X1 (ГОСТ 9150-81)	5,8 <sub>-0,3</sub>	2 $\pm$ 0,2	2,5		
3	K 1/8" (ГОСТ 6111-52)				10 <sub>-0,2</sub>	
4	K 1/4" (ГОСТ 6111-52)	8 <sub>-0,36</sub>	4,5	5,0	14 <sub>-0,24</sub>	60

Пример условного обозначения пресс-масленки типа 1, № 2 с покрытием Ц6: Масленка 1.2.Ц6 ГОСТ 19853-74. То же № 4 с покрытием Кд6: Масленка 1.4.Кд6 ГОСТ 19853-74.

Таблица 3.21

Угловые пресс-машинки (тип 2). ГОСТ 1953-71



1 — вставной элемент, 2 — штуцер

Номер (типоразмер)	Резьба	Размеры, мм		$\alpha$ , градус (прод. откл. $\pm 3$ )
		L	l	
1	M6x1 коническая	19	6	45; 90
2	M10x1 (ГОСТ 9150-81)	22	8	
3	K1/8" (ГОСТ 6111-52)			

\* Допускается изготовлять штифт длиной 10-0,2 мм.

Пример условного обозначения пресс-машинки типа 2. № 1, с углом  $\alpha = 45^{\circ}$ , покрытием Ц6: Масленка 2.1.45.118 ГОСТ 1953-71.

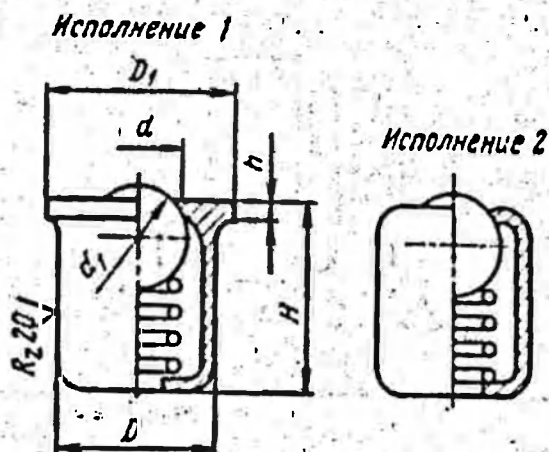
Техническая характеристика станции ручной двухмагистральной  
(ГОСТ 8630-82)

Рабочий объем, см <sup>3</sup>	8 ± 0,24
Номинальное давление, МПа	10
Номинальная подача за один двойной ход рукоятки, см <sup>3</sup> .	0,3
Коэффициент подачи, не менее	0,87
Номинальная вместимость бака, дм <sup>3</sup>	2,5
Усилие на рукоятке, Н, не более	160
Масса станции, кг	13

Станция работает устойчиво на пластичном смазочном материале, отфильтрованном от частиц размером более 0,25 мм. Станцию оборудуют визуальным указателем для контроля уровня смазочного материала по всей высоте бака, предохра-

Таблица 3.22

Пресс-масленка под запрессовку (тип 3), ГОСТ 19853-74



- Номер (типоразмер)	Размеры, мм					
	D (пред. откл. по Нр. 1)	D <sub>1</sub>	d (пред. откл. ±0.2)	d <sub>1</sub>	H	h
1	6	8	2,5	3	6	1,0
2	10	12	5,0	6	12	1,5

Пример условного обозначения пресс-масленки типа 3, № 1, исполнения 1 с покрытием Ц6: Масленка 3.1.1.Ц6 ГОСТ 19853-74.

нительным клапаном и устройством для выпуска воздуха из плунжерной полости. Разделитель перед манометром, в который заливают масло, служит для предотвращения попадания пластичного смазочного материала.

Средний ресурс станции — не менее 800 тыс. двойных ходов рукоятки. Критерий предельного состояния — снижение номинального подаваемого объема на 25 %.

Техническая характеристика станции с ручным приводом  
ТУ2-053-1743-85

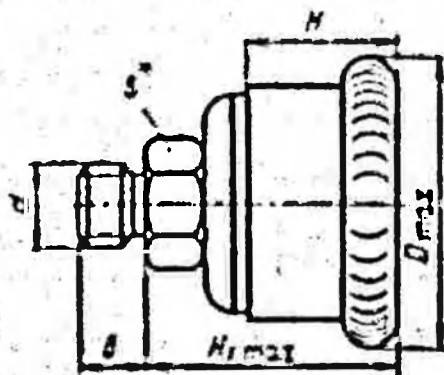
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	2,0
Номинальная подача за один двойной ход, см <sup>3</sup>	1,6
Номинальная вместимость бака, дм <sup>3</sup>	0,63
Усилие на рукоятке, Н, не более	150
Масса, кг не более	0,9

Установленный ресурс станций — не менее 48 тыс. ч (1 млн циклов). В конце ресурса допускается уменьшение подаваемого объема не более чем на 15 %.



Таблица 3.23

Колпачковые масленки, ГОСТ 20905—75



Вместимость, см <sup>3</sup>	Номинальное давление, МПа	Присоедини- тельная резьба (ГОСТ 6171—81)	Размеры, мм					S° (пред. откл. —0,24)	Масса, кг, вкл. болт
			D	H	H <sub>1</sub>	B			
1,6	0,25	M10×1,6	18	14	28	10	12	0,016	
3,2			22	15	30				
6,3			31	17	35				
12,5	0,25	M14×1,5-6e	38	20	40	12	17	0,082	
25			48	21	50				
50			58	30	62				
100			68	38	78				

\* Размер для справки.

Пример условного обозначения масленки вместимостью 25 см<sup>3</sup> исполнения УХЛ1: Масленка 25 УХЛ1 ГОСТ 20905—75.

### Вспомогательная аппаратура

Питатели дозирующие двухлинейные типа ПД (ГОСТ 6911—71) изготовляют двух типов:

1 — с отводами сверху и снизу, подающие смазку при прямом и обратном ходах поршня поочередно в два отвода;

2 — с отводом снизу, подающие смазку при прямом и обратном ходах в один и тот же отвод.

Принцип работы питателя заключается в том, что одновременно с выдачей смазки в точку происходит заполнение его дозирующей камеры свежей смазкой, после чего он снова готов к действию.

Детали питателей, за исключением корпусов, поршней и золотников, должны быть взаимозаменяемыми. По требованию заказчика изготовитель должен поставлять запасные части и инструмент: ограничители, защитные колпачки из прозрачной пластмассы, прокладки и уплотнительные кольца, торцовые ключи для пробок.

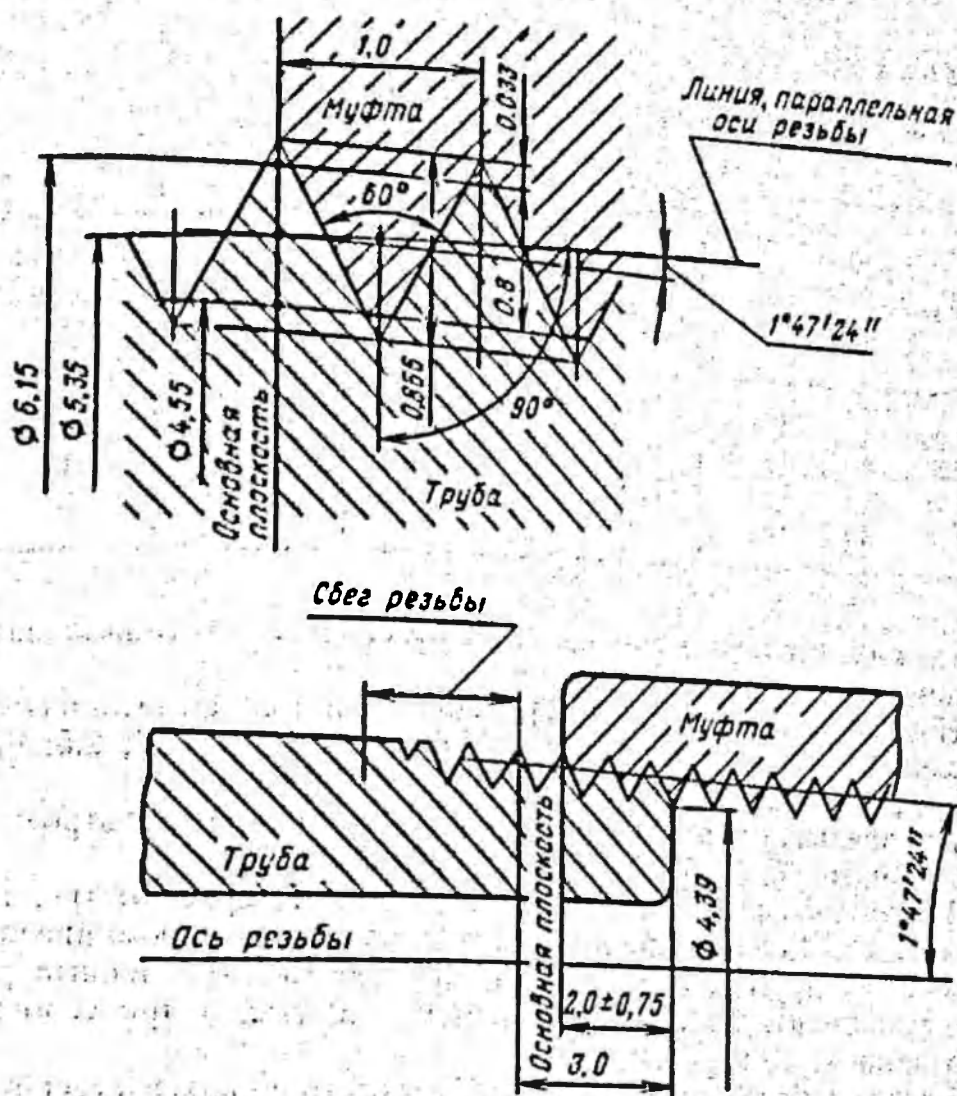


Рис. 3.4. Резьба коническая МК6×1

Средний ресурс до списания питателей должен быть не менее 50 тыс. циклов, парботка на отказ питателей — не менее 20 тыс. циклов.

Питатели, подлежащие списанию, характеризуются величинами утечек (табл. 3.24).

**Питатель импульсный смазочный** (ГОСТ 10614—84). Ресурс — не менее 100 тыс. циклов. В конце ресурса допускается уменьшение подачи на 35 %.

**Фильтр сетчатый** (ГОСТ 6918—81) навинчивают на трубы в разрыв магнетельного магнепровода вблизи станции. Конструктивное исполнение фильтра позволяет легко и быстро произвести выемку фильтрующего патрона для его промывки. Основные параметры и размеры фильтров приведены в табл. 3.25.

Установленный ресурс — не менее 12 тыс. ч. Предельное состояние характеризуется выходом из строя корпусных деталей.

При достижении на фильтре максимального перепада давлений фильтрующие элементы необходимо очищать. Для кон-

Таблица 3.21

Утечки питателей двухлинейных централизованной смазки  
ТУ2-053-1788-88

Номинальная подача в один отвод, см <sup>3</sup> /ход	Утечки питателей		Номинальная подача в один отвод, см <sup>3</sup> /ход	Утечки питателей	
	норм., капель/мин	подлежащая списанию, капель/мин (см <sup>3</sup> /мин)		норм., капель/мин	подлежащая списанию, капель/мин (см <sup>3</sup> /мин)
0,25	1	3	5	3	(4)
0,5	1	6	10	6	(7)
1	2	10	25	4	(18)
2	2	25			

троля максимального давления рекомендуется устанавливать манометры до и после фильтра.

Номинальное давление (МПа) фильтров должно выбираться из следующего ряда по ГОСТ 14066-68: 0,63; 1; 1,6; 2,5; 6,3; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63.

Номинальная толщина фильтрации  $\delta_{\text{ном}}$  (мкм) фильтров: 1, 2, 3, 5, 10, 16, 25, 40, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250.

Уловители магнитные (ГОСТ 17429-80) выпускают трех типоразмеров. Корпус уловителя изготавливают из алюминиевого сплава или другого немагнитного металла. Установленный ресурс уловителей должен быть не менее 10 тыс. ч при условии их очистки через каждые 500 ч.

Уловители следует устанавливать в отстойниках и резервуарах гидравлических и смазочных систем машины в зоне сливных трубопроводов, где скорость потока жидкости не превышает 1 м/мин. В зоне установки уловителя амплитуда ускорения вибрации не должна превышать 1 дБ.

Указатели потока (ГОСТ 9681-75) выпускают в двух исполнениях: 1 — с резьбовым присоединением на условный проход трубопровода 10, 16, 20 и 25 мм; 2 — с фланцевым присоединением на условный проход 32, 40 и 50 мм.

Срок службы указателей потока — не менее четырех лет, средний ресурс — 25 тыс. ч.

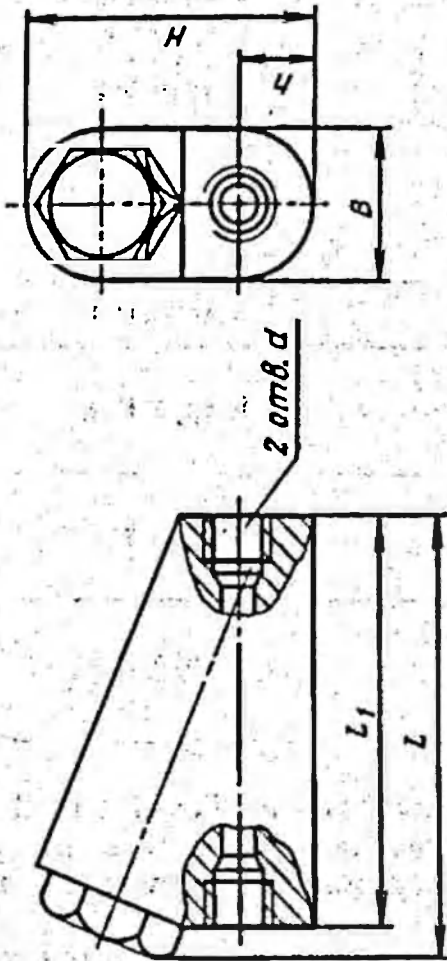
Дроссели смазочные (ГОСТ 20817-75) выпускают с условным проходом 10, 16, 20 и 25 мм.

Подача масла регулируется запорной иглой, контроль подачи осуществляется через смотровое стекло прибора. Для выпуска воздуха из внутренней полости указателя служит специальная воздухопускная пробка.

Срок службы дросселей не менее четырех лет, средний ресурс — 25 тыс. ч. Предельное состояние дросселя определяется утечкой смазочного материала (до 25 капель за 1 мин) или износом его основных деталей (корпус, седло, клапан).

Таблица 3.25

Технические характеристики фильтров сетчатых линейных для пластичного смазочного материала (ГОСТ 6918—81)



Марка	Условный проход, мм	Номинальная толщина фильтрующей среды, мкм	Номин. напорный расход, л/мин	Перепад давлений, МПа, не более		Метрическая резьба по ГОСТ 24703—81 (трубная по ГОСТ 6211—81)	Размеры, мм					Масса, кг, не более
				номинальный	максимальный		L	L1	B	H	h (при отклонении 40,5)	
08-100-1 (08-100-2)	8		0,15	0,05/0,01		M14×1,5-7H (К труб 1/4")	110	100	42	80	21	1,4
08-250-1 (08-250-2)	10	100/250	0,25		1,6/2,5	M16×1,5-7H (К труб 3/8")	137	125	45	90	23	2
10-100-1 (10-100-2)	16		0,63	0,1/0,08		M22×1,5-7H (К труб 1/2")						
10-250-1 (10-250-2)	20		1,0			M27×1,5-7H (К труб 3/4")						



Таблица 3.26

Присоединительные резьбы соединений трубопровода

Резьба метрическая (ГОСТ 24705-81)	Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60° (ГОСТ 6111-82)	Резьба трубная коническая (ГОСТ 6211-81)
M6 M8×1 M10×1	K1/8°	K труб 1/8°
M12×1,5 M14×1,5 M16×1,5 M18×1,5 M20×1,5 M22×1,5 M24×1,5	K1/4° K3/8° K1/2° K3/4°	K труб 1/4° K труб 3/8° K труб 1/2° K труб 3/4°
M27×2 M30×2 M33×2 M36×2	K1°	K труб 1°
M39×2	K 1 1/4°	K труб 1 1/4°
M42×2 M45×2 M48×2	K 1 1/2°	K труб 1 1/2°
M52×2 M56×2 M60×2	K2°	K труб 2°
M64×2 M68×2 M72×2	—	K труб 2 1/2°

Клапаны предохранительные смазочные (ГОСТ 21993-76).  
Наработка до первого отказа должна составлять не менее  
50 тыс. ч или 1 млн циклов, суммарный ресурс не менее  
10 тыс. ч или 1,5 млн циклов.

Критерием предельного состояния клапана является увели-  
чение допустимых внутренних утечек в 2 раза.

#### Технические характеристики клапанов предохранительных смазочных

Условный проход, мм	6,3	8	10	12
Номинальный расход, л/мин	1,6	3,2	6,3	8
Допустимые внутренние утечки, см <sup>3</sup> /мин	0,05			0,1

Присоединительные резьбы соединений трубопроводов гид-  
равлических и пневматических приводов и смазочных систем  
применяются согласно ГОСТ 21973-76 (табл. 3.26).

## Обслуживание систем смазки

Техническое обслуживание систем смазки включает в себя: ежемесячную проверку уровня масла в картерах редукторов механизмов поворота, поворота, подъемной и тяговой лебедок экскаваторов (уровень масла должен быть не ниже верхней риски маслоуказателя);

осмотр трубопроводов систем жидкой смазки (при обнаружении потений или течей немедленно их устранить);

проверку давления масла в трубопроводах систем (до и после фильтра). При разности давлений не более 75 Па необходимо произвести чистку патрона фильтра путем вращения рукоятки (частое засорение фильтра является результатом чрезмерного загрязнения масла);

контроль поступления масла в подшипники и на зацепления по указателям течения (при проверке перекрыть край перед указателем и, постепенно открывая, следить за поступлением струи масла);

проверку срабатывания питателей системы густой смазки (все штоки питателей до и после срабатывания должны находиться в одном положении — верхнем или нижнем). При обнаружении одного или нескольких штоков в положении, не соответствующем положению штоков остальных питателей, питатель следует отремонтировать или заменить. Если из одного или нескольких смазываемых мест выделяется излишнее количество смазки, то соответствующие питатели необходимо отрегулировать на подачу меньшей дозы смазки;

контроль пластичной смазки (не допускается попадание смазки в пружину манометра ручного насоса, для чего разделитель-демпфер и трубчатая пружина демпфера должны быть постоянно залиты любым маловязким маслом).

Кроме этого необходимо:

еженедельно проверять плотность соединений смазочных систем;

не реже одного раза в месяц промывать фильтры густой смазки;

не реже одного раза в 2 мес проверять температуру, при которой срабатывают температурные реле (подрегулировку, производить согласно указаниям инструкции завода-изготовителя);

один раз в 6 мес производить ревизию реле протока, проверку контактной группы реле во взаимодействии со схемой автоматизации, исправного действия сильфона, отсутствия каких-либо засаданий и трений в клапане;

один раз в год промывать картеры редукторов циркуляционных систем.

## ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ

### Основные направления рационального использования нефтепродуктов

Правильное и экономное использование смазочных материалов и специальных жидкостей при эксплуатации оборудования на открытых горных работах предполагает: заявку и применение для оборудования только рекомендованных масел, смазок и специальных жидкостей; соответствующую организацию хранения, транспортирования, приема, отпуска и заправки машин; применение в процессе эксплуатации оптимальных технических и технологических регулировок и другие мероприятия.

Количество расходуемых карьерами свежих смазочных материалов должно определяться путем нормирования. Плановые меры или величины, устанавливаемые в результате научно обоснованного нормирования, по методам разработки, содержанию и назначению подразделяются на два принципиально различных вида:

*индивидуальные нормы расхода* смазочных материалов, определяемые по каждому конкретному типу, модели оборудования, применяемого на карьерах;

*нормативы расхода* смазочных материалов, рассчитываемые на основании индивидуальных норм расхода смазочного материала, видов и размеров плановых заданий, интенсивности использования оборудования и других факторов. Поэтому нормы расхода относят к конкретному структурному подразделению отрасли — участку, карьере (разрезу), производственному объединению или отрасли в целом (прил. 13).

Индивидуальные нормы разрабатываются заводами-изготовителями, а применяемые смазочные материалы должны соответствовать указанным на схеме смазки и в карте смазки, которые прилагаются заводом-изготовителем (см. прил. 13).

Все потери нефтепродуктов можно разделить на качественные и количественные. Первые связаны с изменением первоначальных свойств нефтепродуктов еще до их применения, вторые обусловлены потерями от разлива, подтекания или испарения нефтепродуктов.

Потери нефтепродуктов достигают 10—11 %, распределяясь по видам потерь следующим образом: при транспортировании — 1,5 %, при хранении — 0,5 %, при заправке — 1,5÷2 %, при эксплуатации оборудования — до 7,5 %.

Для правильного использования и хранения нефтепродуктов, а также рациональной эксплуатации горного оборудования необходимо:

знать ассортимент и свойства применяемых масел, смазок и специальных жидкостей;

правильно организовать работу нефтебаз карьеров и оснастить их необходимыми техническими средствами и оборудова-

нием, обеспечивающими механизированный слив, отпуск и заправку гидрожидкостей и смазочных материалов:

широко использовать передвижные механизированные средства для заправки оборудования непосредственно в производственных условиях;

обеспечить соответствующие условия хранения нефтепродуктов, не допускающие ухудшения их первоначальных качеств — загрязнения, попадания воды, испарения и окисления;

применять для транспортирования нефтепродуктов специальные технические средства;

обеспечить правильное и своевременное техническое обслуживание смазочных и гидравлических систем горного оборудования;

установить систематический контроль качества используемых нефтепродуктов и соответствие их назначения требованиям стандартов и рекомендаций заводов-изготовителей оборудования;

контролировать применение и разработать технически обоснованные нормы расхода смазочных материалов и гидрожидкостей;

наладить сбор и регенерацию отработавших нефтепродуктов;

соблюдать правила техники безопасности и выполнять противопожарные мероприятия при хранении, транспортировании и использовании нефтепродуктов.

## Хранение, сбор и регенерация масел

Отработанные нефтепродукты, образующиеся при эксплуатации оборудования, представляют собой весьма ценный продукт, подлежащий повторному использованию в народном хозяйстве. Предприятия и организации всех министерств и ведомств СССР обязаны производить сбор, хранение, учет и сдачу отработанных нефтепродуктов.

Не подлежат сбору и сдаче пластичные смазки, а также присадки и эмульсолы нефтяного происхождения, расходуемые на приготовление водно-масляных эмульсий.

В зависимости от целевого назначения отработанные нефтепродукты подразделяются на группы:

ММО — отработанные моторные масла (автотракторные, дизельные, авиационные, в том числе моторные масла, применяемые в трансмиссиях и гидравлических системах автомобилей, тракторов, строительных, дорожных и других машин);

МИО — отработанные индустриальные масла, в том числе выделенные из отработанных нефтяных эмульсий, турбинные, компрессорные, гидравлические, приборные, трансформаторные, технологические;

СНО — смесь отработанных нефтепродуктов (нефтепродукты, применяющиеся при промывке, трансмиссионные, гипоидные, осевые масла и масла, не отвечающие требованиям групп



Таблица 3.27

Требования к физико-химическим свойствам отработанных нефтепродуктов

Показатели	Норма для группы			Метод испытания по ГОСТ
	ММО	МНО	СНО	
Вязкость кинематическая, $10^{-6}$ м <sup>2</sup> /с, при температуре °С, не менее:				33—82; 21016—86 (п. 5.2)
50	25	5	—	
100	5	—	—	
Вязкость условная, Энглера (Е), при 20 °С, не менее	27	13	—	21016—86 (п. 5.4)
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже	100	120	—	
Массовая доля, %, не более: механических примесей	2	2	3	6370—83; 21016—86 (п. 5.9)
воды	4	4	5	21016—86 (п. 5.7)
горючего	6	6	—	2478—74

ММО и МНО по вязкости и температуре вспышки), а также смеси нефти и нефтепродуктов, собранные при зачистке резервуаров, трубопроводов, автомобильных и железнодорожных цистерн, при эксплуатации открытых сооружений и извлекаемые из нефтесодержащих вод.

Не допускается смешение нефтепродуктов групп ММО и МНО с повышенным содержанием механических примесей и воды с группой СНО.

Физико-химические свойства отработанных нефтепродуктов должны соответствовать требованиям и нормам, указанным в табл. 3.27.

Для обеспечения качественного сбора отработанных смазочных и гидравлических масел и последующей промывки емкостей систем смазывания или гидропривода после их удаления, каждое предприятие должно иметь соответствующие технические средства, которые определяются видом объектов оборудования, местом их установки, типом и типоразмером сливных и заправочных устройств. Основные требования, предъявляемые к данным средствам: обеспечение максимальной полноты сбора удаляемых отработанных нефтепродуктов; недопустимость возникновения непроизводительного расхода и предотвращение попадания извне механических примесей и воды.

Перед удалением отработанных масел наружные поверхности сливных и заправочных устройств должны быть тщательно очищены от грязи и протерты обтирочным материалом.

Сбор отработанных нефтепродуктов производят в любые передвижные емкости (баки, бочки, бидоны и т. п.), защищенные от обводнения и загрязнения. Слив собранных в передвижные

емкости отработанных нефтепродуктов, а также в емкости и резервуары для их хранения, должен осуществляться через воронку, снабженную металлической сеткой с размерами отверстий не более 1 мм<sup>2</sup>, или через другие фильтры, обеспечивающие указанную тонкость фильтрации.

Хранение отработанных нефтепродуктов, как правило, осуществляется на складе горюче-смазочных материалов предприятия.

Собранные отработанные нефтепродукты должны утилизироваться путем переработки на специализированных заводах, подвергаться простейшим видам регенерации (очистка масел от воды и механических примесей посредством центрифуг и фильтр-прессов) или использоваться в других целях, согласованных с организациями Госнефтепродукта СССР или Госнефтепродукта союзных республик.

Работники предприятий и организаций (независимо от ведомственной принадлежности), занятые сбором, приемкой, хранением, очисткой (регенерацией), рациональным использованием и транспортированием отработанных нефтепродуктов, премируются.

Порядок премирования определяется Временным положением о порядке и условиях выплаты премий работникам предприятий и организаций за сбор, хранение, регенерацию, рациональное использование и транспортировку отработанных масел и других нефтепродуктов.

---

## ГЛАВА 4

### РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ:

---

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕМОНТЕ (ВОССТАНОВЛЕНИИ) ИЗДЕЛИЙ

К технологическим документам, используемым при ремонте (восстановлении) изделий, относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют технологический процесс ремонта (восстановления) изделия или его составных частей. Общие требования, виды и правила оформления технологических документов, применяемых при ремонте (восстановлении) изделий приведены в ГОСТ 3.1115—79. Документы на ремонт изделий разрабатываются на основе конструкторской документации по ГОСТ 2.602—66 и ГОСТ 2.102—68.

При ремонте (восстановлении) деталей применяются следующие формы технологических документов, предусмотренные стандартами ЕСТД:

титульный лист на технологический процесс восстановления деталей;

ведомость технологических документов, определяющая состав и комплектность технологических документов, необходимых для восстановления деталей (ГОСТ 3.1106—74);

карта эскизов (ГОСТ 3.1105—74);

ведомость дефектации деталей, составляемая на детали ремонтируемого изделия для определения дефектов с указанием контролируемых параметров, применяемых средств измерения, способа устранения дефектов и трудовых нормативов (ГОСТ 3.1115—79);

карта технологического процесса дефектации, предназначенная для разработки технологического процесса дефектации деталей ремонтируемого изделия, определения дефектов, описания выполняемых работ с указанием контролируемых параметров, применяемых средств измерения и трудовых нормативов (ГОСТ 3.1115—79);

карта технологического процесса ремонта, составляемая для разработки технологического процесса ремонта (восстановления) детали по операциям с привязкой к имеющимся дефектам (ГОСТ 3.1115—79);

карта типового (группового) технологического процесса очистки, предназначенная для разработки типового технологического процесса очистки ремонтируемых деталей по операциям (ГОСТ 3.1115—79);

операционные карты, содержащие описание технологических операций с указанием переходов, режимов обработки и данные о средствах технического оснащения. Различают операционные карты: наплавки (ГОСТ 3.1115—74), механической обработки (ГОСТ 3.1401—74), термической обработки (ГОСТ 3.1405—74), дуговой и электрошлаковой сварки (ГОСТ 3.1406—74), точечной и шовной контактной сварки (ГОСТ 3.1406—74), электрофизической обработки (ГОСТ 3.1415—73), электрохимической обработки (ГОСТ 3.1416—73);

ведомость технологической оснастки (ГОСТ 3.1115—79);

ведомость технологических операций контроля, содержащая перечень и описание всех операций технологического контроля, выполняемых в одном цехе, в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, технологической оснастке и требований к контролируемым параметрам.

Дополнительно разрабатывается ведомость расцеховки, содержащая данные о маршруте прохождения изделия по службам предприятия.

Комплектность документов оформляется при разработке технологического процесса и регламентируется ГОСТами, ОСТами и стандартами предприятий в зависимости от типа производства, вида технологического процесса и других факторов.

# СИСТЕМА ПЛАПОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ РЕМОНТОВ (ППР)

## Основные положения системы ППР

Система технического обслуживания и ремонта техники — это совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему\*. Примером технического обслуживания и ремонта является система планово-предупредительных ремонтов (ППР), сущность которой состоит в планировании, подготовке и организации определенных видов технического обслуживания и ремонта с заданной последовательностью и периодичностью.

В основу системы положены циклы технического обслуживания и ремонта.

*Цикл технического обслуживания* — это наименьшие повторяющиеся интервалы времени или наработка изделия, в течение которых выполняются в определенной последовательности в соответствии с требованиями нормативно-технической документации все установленные виды периодического технического обслуживания\*.

*Ремонтный цикл* — это наименьшие повторяющиеся интервалы времени или наработка изделия, в течение которых выполняются в определенной последовательности в соответствии с требованиями нормативно-технической документации все установленные виды ремонта\*.

Порядок действия системы технического обслуживания и ремонта определяется отраслевыми Положениями о планово-предупредительном ремонте оборудования.

Основными положениями системы ППР являются: повсеместное применение сменно-узлового и агрегатного методов ремонта с целью резкого сокращения простоев оборудования на ремонтных площадках; усиление работ по техническому обслуживанию и текущим ремонтам, что является необходимым условием для поддержания машин в исправном состоянии и исключения их эксплуатации в условиях прогрессирующего износа; централизация всех видов текущих, средних и капитальных ремонтов, что существенно влияет на улучшение качества ремонтных работ; централизация всех видов технического обслуживания силами специализированных бригад с применением передвижных (мобильных) технических средств; специализация и кооперирование ремонтных баз отраслей с целью резкого увеличения производства качественных запасных частей для ремонтных предприятий; централизация обеспечения, хранения, учета и распределения запасных частей и материалов; организация смазочного хозяйства на современном уровне

\* Здесь и далее основные определения по ГОСТ 18322—78.



и решение задач сокращения видов смазок, экономного расходования их, сбора и регенерации отработанных масел; организация системного изучения характера и причин изнашивания деталей и узлов оборудования для последующего использования данных в процессе совершенствования структуры ремонтных циклов и ремонтных нормативов; разработка автоматизированной системы управления (АСУП) подсистемы «Ремонт и техническое обслуживание» основного оборудования открытых работ; осуществление рациональных способов и форм ремонта и технического обслуживания с целью снижения трудоемкости работ; обеспечение ремонтных предприятий ремонтной документацией и ремонтными нормативами; организация производственной базы, оснащение ее необходимым оборудованием и укомплектование рабочей силой из условия выполнения ремонтных работ в соответствии с установленными нормативами, а также развитие и совершенствование ремонтных предприятий; совершенствование системы подготовки кадров для ремонтных предприятий; развитие структуры ремонтных служб объединений и отраслей; создание высокоэффективных средств механизации ремонтных работ; изыскание новых методов упрочнения и восстановления быстрознашивающихся деталей машин, а также новых износостойких материалов; организация контроля за соблюдением правил и норм по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

#### Подготовка, планирование и организация ремонтов

Для успешного проведения ремонтов осуществляют техническую, материальную и организационную подготовку.

*Техническая подготовка* включает в себя конструкторскую и технологическую подготовку. Конструкторская подготовка заключается в разработке ремонтных чертежей (ГОСТ 2601.0—77) и чертежей на технологическую оснастку. К технологической подготовке относится разработка: технических условий на выбраковку и восстановление изношенных деталей, контроль и наладку механизмов (приборов, аппаратов), разборочно-сборочные и вспомогательные операции; норм и расценок на ремонтные работы и норм загрузки ремонтного оборудования.

*Материальная подготовка* включает в себя: изготовление технологической оснастки; приобретение запчастей, основных и вспомогательных материалов в соответствии с нормами их расходов; сооружение ремонтной площадки и оснащение ее технологическим, грузоподъемным и транспортным оборудованием.

*Организационная подготовка* включает в себя: разработку графиков (линейных, сетевых, оперативных) и планов организации работ; обеспечение рабочей силой соответствующих специальностей и квалификация; культурно-бытовое обеспечение;

медицинское обслуживание, охрану труда и технику безопасности; договорные условия исполнителя и заказчика ремонтов — правила приема-сдачи ремонтного фонда, качество и сроки ремонтов, стоимость работ и условия расчетов, гарантии и порядок разрешения взаимных претензий.

При подготовке ремонтов составляют годовой и месячный графики ППР оборудования. Рекомендуется также составлять перспективный график капитальных ремонтов на 5—10 лет вперед.

Основанием для составления годового графика ППР являются: данные о состоянии оборудования, накопленные в процессе его эксплуатации и технических обслуживания; нормативы периодичности и продолжительности ремонтов оборудования; перспективный график капитальных ремонтов.

Годовой график ППР увязывается с планами ведения горных работ и модернизации оборудования и утверждается руководством производственного объединения.

Месячные графики ППР составляют на основе годового графика с уточнением даты ремонтов и их продолжительности. В месячный график включают при необходимости ремонты, не предусмотренные годовым графиком.

Руководство ремонтными работами осуществляет специально назначенный начальник ремонта, отвечающий за плановые сроки выполнения полного объема ремонта и его качество. Качество работ контролируют мастера и бригадиры слесарей.

Руководители карьеров и разрезов обязаны останавливать оборудование на ремонт строго по графику.

#### Виды и методы ремонтов

Ремонт — это комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности и восстановлению ресурсов изделий или их составных частей\* (рис. 4.1).

В течение ремонтного цикла проводят капитальный (К), средний (С) и текущие (Т) ремонты.

*Капитальный ремонт* — ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые\*.

*Средний ремонт* — ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса изделий с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры и контролем технического состояния составных частей, выполняемом в объеме, установленном в нормативно-технической документации\*.

При среднем ремонте горного оборудования может производиться капитальный ремонт его сборочных единиц и (или) составных частей.

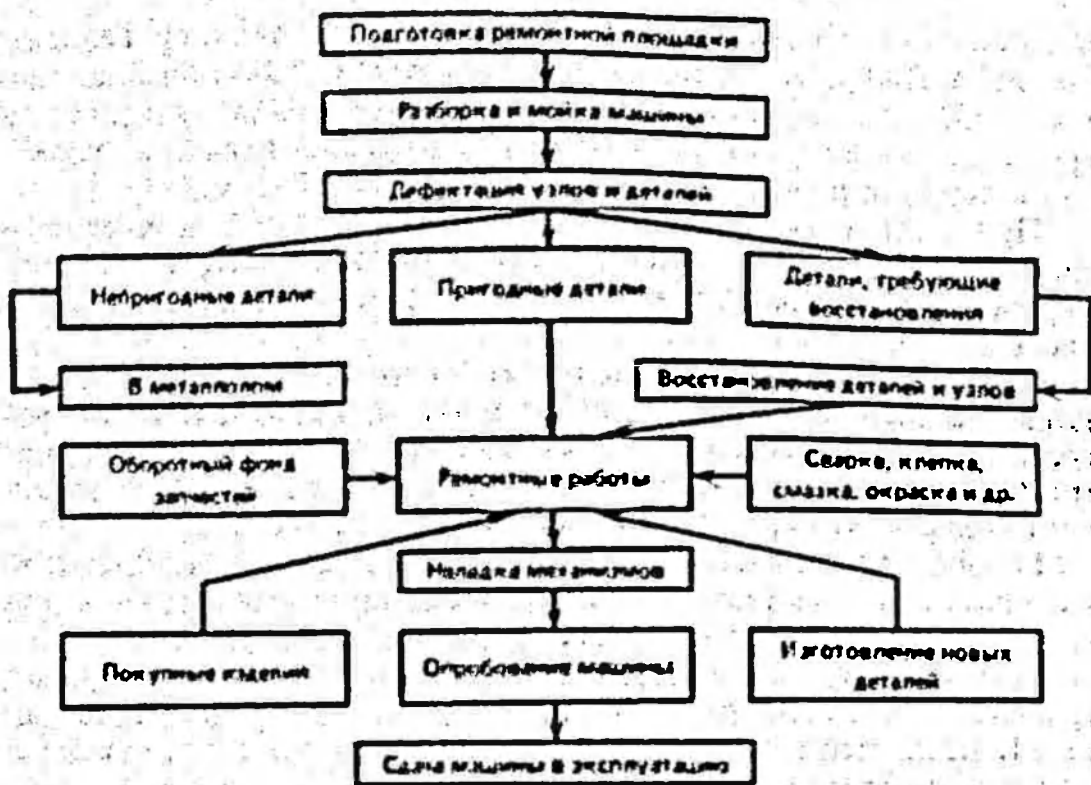


Рис. 4.1. Структура ремонтного процесса

Капитальный и средний ремонт должны выполняться силами ремонтных заводов или центральных электромеханических мастерских (ЦЭММ) с привлечением экипажей машин.

Одновременно с капитальным ремонтом, при необходимости, осуществляют модернизацию оборудования — изменение и усовершенствование конструкции, направленное на повышение производительности, износостойкости и безотказности оборудования, а также улучшение условий его обслуживания и ремонта.

*Текущий ремонт* — ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности изделия и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей\*.

К текущим относятся годовые, полугодовые, квартальные и ежемесячные ремонты.

Текущие ремонты должны выполняться силами экипажей и специализированных ремонтных бригад, оснащенных мобильными ремонтными транспортными и грузоподъемными средствами.

По срокам выполнения различают ремонты: *плановый*, постановка на который осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации\*; *неплановый*, постановка на который осуществляется без предварительного назначения\*; *аварийный* (восстановительный), выполняемый после частичного или полного разрушения узла, агрегата или машины из-за нарушения правил технической эксплуатации.

Таблица 4.1

Размеры полевых площадок для ремонта оборудования непрерывного действия

Оборудование	Число машин в ремонте	Размеры ремонтной площадки, м	
		длина	ширина
Экскаваторы: ЭРГ-400, К-300, СРС (к)-470, ЭР-1250 ЭРГ-1600, КУ-800, ШРС-1500, ЭШР-1600, ЭШРД-500	1	70	40
	2-3	140	80
	1	150	150
Отвалообразователи, перегружатели: ОШ-1500/105, ОГ-50/1800, ЗП-1500, ПГ-54/1950 ОШ-4500/90, ОШР-4000/95, АРС-4000/60, АРС-5000/60 ОШР-5000/190, ОШР-4500/180, А2РС-Б8800, ЗП-5500	1	140	70
	1	150	120
	1	250	140
	1	250	140

По месту выполнения ремонтные работы разделяются на: *заводской*, при котором изделие для ремонта доставляется на рудоремонтный завод; *полевой*, при котором ремонт производится на оборудованных в карьере (разрезах) ремонтных площадках (табл. 4.1 и 4.2); *смешанный*, при котором сборочные единицы ремонтируются в условиях ремонтных предприятий, а затем устанавливаются на место на ремонтных площадках.

По стратегии различают ремонты: *по наработке*, согласно которой объем разборки изделия и дефектации его составных частей назначается единым для парка однотипных изделий в зависимости от наработки (м<sup>3</sup>, м, т, машино-ч и др.) с начала эксплуатации и (или) после капитального или среднего ремонта, а перечень операций восстановления определяется с учетом результатов дефектации составных частей изделия; *по календарному времени*, согласно которому объем разборки изделия и дефектации его составных частей назначается единым для парка однотипных изделий в запланированное время (год, квартал, месяц), а перечень операций восстановления определяется с учетом результатов дефектации составных частей изделия; *по техническому состоянию*, согласно которому перечень операций, в том числе разборки, определяется по результатам диагностирования изделия в момент начала ремонта, а также по данным о надежности этого изделия и однотипных изделий.

По методам выполнения восстановительных работ (операций) различают ремонты: *обезличенный*, при котором не сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру; *необезличенный*, при котором сохраняется принадлежность восстановленных составных



ный фонд узлов и агрегатов. Специализированная бригада оснащается необходимым оборудованием, приспособлениями и инструментом (ремонтная мастерская, тягач, трайлер, кран, гидродъемные устройства и т. д.).

Внедрение поэтапного метода позволяет более полно использовать резервы индивидуальной работоспособности каждой конкретной машины и снизить трудовые и материальные затраты на ремонт.

Кроме того, ремонты классифицируются:

по исполнителям ремонтных работ — подрядные, субподрядные и ремонты силами горных предприятий (эксплуатирующей организацией; организацией, специализированной на операциях ремонта; фирменный, выполняемый силами или под руководством предприятия-изготовителя оборудования);

по руководящей ремонтной документации — ремонты по линейным и сетевым графикам (моделям), типовым проектам ремонтов, проектам организации ремонтных работ, специальным инструкциям и руководствам;

по времени выполнения — сезонные и внесезонные. Сезонные (зимние) ремонты характерны для вскрышного оборудования, которое ремонтируется в зимнее нерабочее время. Сроки ремонтов добычных машин не зависят от сезона, и ремонты выполняются круглогодично, за исключением угольных разрезов, где ремонты предпочтительнее в летний период, когда добыча топлива может быть несколько снижена.

В зависимости от технологии работ ремонты выполняются индивидуальным, агрегатным методами или методами ремонтных комплектов.

При индивидуальном методе неисправные части машины восстанавливают на месте производства ремонтных работ, а выбракованные детали узлов, механизмов, агрегатов заменяют запасными.

При агрегатном (узловом, агрегатно-узловом) методе неисправные части машины заменяют на месте производства ремонтных работ заранее отремонтированными или новыми узлами, механизмами, агрегатами.

Методом ремонтных комплектов восстанавливают машины, для которых установлен технический ресурс всех узлов и проведена его классификация. В соответствии с классификацией узлы группируют в комплекты, заменяемые одновременно после исчерпания ресурсов.

Методы ремонта агрегатный, узловой, агрегатно-узловой и ремонтных комплектов относятся к прогрессивным промышленным методам.

Ремонт оборудования для открытых горных работ осуществляют, как правило, в полевых условиях. Ремонт вскрышных роторных экскаваторов и комплексов проводят в одну смену, добычных машин — в две смены. При ремонте в одну смену иногда привлекается вторая смена — вспомогательная, которая



Таблица 4.3

Число рабочих, занятых на капитальном ремонте оборудования, чел/смену

Оборудование	Масса оборудования, т			
	<500	500—800	800—1500	>1500
Экскаваторы:				
роторные	15—20	20—30	40—60	60—90
мехлопаты	7—12	13—18	20—30	До 40
драглайны	5—11	12—15	17—25	До 35
Перегружатели	5—10	10—15	15—20	20—25
Отвалообразователи	10—15	15—20	20—30	30—40
Ленточные конвейеры	3—5	5—15	15—25	25—35

комплектуется ремонтным персоналом в соотношении 30—40 % от числа ремонтников основной смены.

В разные периоды ремонта число ремонтного персонала не одинаково: на начальной и завершающей стадии оно может быть наполовину меньше, чем в середине ремонта.

Ремонт, как правило, ведут одновременно на всех машинах комплекса, поэтому важной задачей является расстановка ремонтных рабочих (табл. 4.3).

Каждая ремонтная бригада состоит из 5—9 человек и специализируется на одном виде работ. Различают бригады электросварщиков, слесарей-сборщиков, вулканизаторщиков, электриков, клепальщиков.

#### Ремонтные циклы машин

Продолжительность ремонтного цикла определяется сроком службы или ресурсом новых машин от начала ввода их в эксплуатацию до капитального ремонта (К), а для машин, прошедших капитальный ремонт,— между двумя последовательными капитальными ремонтами.

Структура ремонтного цикла должна удовлетворять основным требованиям: плановые периоды между различными видами ремонтов должны совпадать со сроками службы или ресурсами деталей и сборочных единиц до их плановой замены; капитальный ремонт (К) должен назначаться при необходимости замены наибольшего числа деталей и сборочных единиц в процентном отношении к числу элементов, заменяемых по всем срокам службы и ресурсам до их плановой замены.

Продолжительность и структура ремонтного цикла оборудования для открытых горных работ зависят от вида и производительности оборудования (табл. 4.4 и 4.5).

Для машин средней производительности назначается 4—5-летний ремонтный цикл со структурой К—Т—С—Т—К.

Для машин большой производительности и мощного оборудования назначается 6—8-летний ремонтный цикл со структурой К—Т—Т—С—Т—Т—К или К—Т—С—Т—С—Т—К.



Межремонтный период в ремонтном цикле, как правило, одинаков между всеми видами ремонта, но может быть разным для различных циклов. Например, во втором и третьем ремонтных циклах межремонтный период на 10—15% меньше, чем в первом.

### Показатели ремонтов

К основным технико-экономическим показателям ремонтов относятся:

продолжительность ремонта — календарное время проведения одного ремонта данного вида<sup>\*</sup>, сут, смена;

трудоемкость — трудозатраты на проведение одного ремонта данного вида<sup>\*</sup>, чел.-смен;

стоимость ремонта — стоимость одного ремонта данного вида<sup>\*</sup>, руб.;

суммарные продолжительность, трудоемкость и стоимость ремонта — соответственно суммарные календарное время, трудозатраты и стоимость проведения всех ремонтов за заданную наработку или заданный интервал времени.

Кроме этого, определяют средние и удельные продолжительности, трудоемкости и стоимости ремонта (распределение работ по объемам и видам) за определенный период эксплуатации или определенную наработку оборудования (табл. 4.6—4.8).

Качество ремонтов характеризуется послеремонтной гарантийной наработкой или послеремонтным гарантийным сроком.

При одном и том же виде ремонта трудоемкость ремонтов различных частей оборудования не одинакова (табл. 4.9 и 4.10).

Таблица 4.6

Распределение трудоемкости ремонтов экскаваторов циклического действия по видам работ

Работы	Объем работ в % от общей трудоемкости ремонтов			
	К	С	Т	РО
Стесарные, сборочно-разборочные	40	40	48	60
Котельные (ремонт металлоконструкции)	10	12	10	5
Электросварочные	4	4	4	5
Кузнечные	3	3	3	3
Электроремонтные	18	16	16	15
Механические	20	18	12	6
Термические	0.5	1	—	—
Окрасочные	1.5	2	2	—
Прочие	3	4	4	6



Таблица 4.7

Распределение трудоемкости ремонтов горно-транспортного оборудования по видам работ

Работы	Объемы работ в % от общей трудоемкости ремонтов								
	К			С			Т		
	РЭ	ОП	ЛК	РЭ	ОП	ЛК	РЭ	ОП	ЛК
Станочные (изготовление, упрочнение, восстановление)	24	20	16	22	18	12	20	15	10
Ремонт металлоконструкций:									
сварка	6	10	6	8	12	8	10	14	9
клепка	3	3	3	5	2	7	7	9	6
газорезка	—	—	3	—	—	5	—	—	6
рихтовка	—	—	3	—	—	5	—	—	6
Разборочно-сборочные:									
слесарные	30	20	33	32	22	35	34	23	
электроремонтные	12	10	15	10	8	12	8	7	10
гидро- и пневмоарматурные, смазка	5	—	—	6	—	—	7	—	—
Ремонт ленты	—	—	25	—	—	26	—	—	27
Кузнечно-термические	5	3	3	3	2	2	2	—	—
Наладка и регулировка	7	8	5	8	9	6	9	10	7
Окраска	3	—	2	2	—	1	—	—	—
Прочие	—	2	—	—	1	—	—	—	—

Примечание. Принятые обозначения: РЭ — роторные экскаваторы; ОП — отвалообразователи и перегружатели; ЛК — ленточные конвейеры.

Таблица 4.8

Удельная трудоемкость ремонта отдельных частей ленточных конвейеров, чел.-ч

Ремонтируемая часть	Нормируемый показатель	Производительность конвейера, тыс. м <sup>3</sup> /ч	
		1-2	3-5
Металлоконструкция конвейеров:			
стационарных	1 т	2,5	3,5
передвижных	1 т	4	5
Лента	100 м	40	55
В том числе подготовка и вулканизация	1 стык	160	230
Электрооборудование	100 кВт	40	50
Ролики	1 т	50	35

Трудоемкость основных частей оборудования, определенная по техническому состоянию узлов, суммируется.

Трудоемкость ремонта зависит также от массы и мощности оборудования (рис. 4.2 и 4.3).



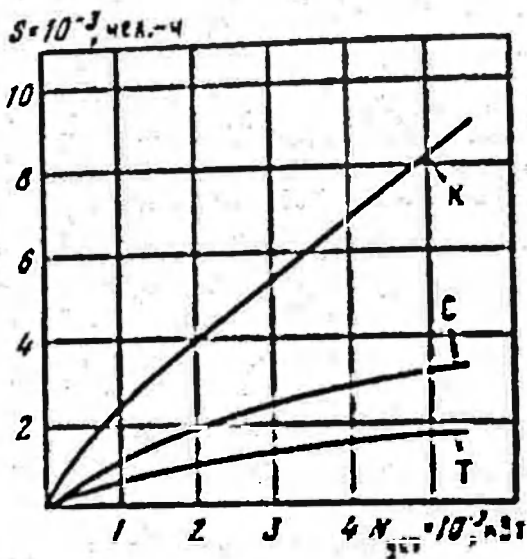


Рис. 4.2. График зависимости трудоемкости  $S$  ремонтов электрооборудования от установленной мощности  $N_{\text{уст}}$  приводов

Рис. 4.3. Графики зависимости трудоемкости  $S$  ремонтов от массы  $m$  оборудования:

а — для роторных экскаваторов; б — для отвалообразователей

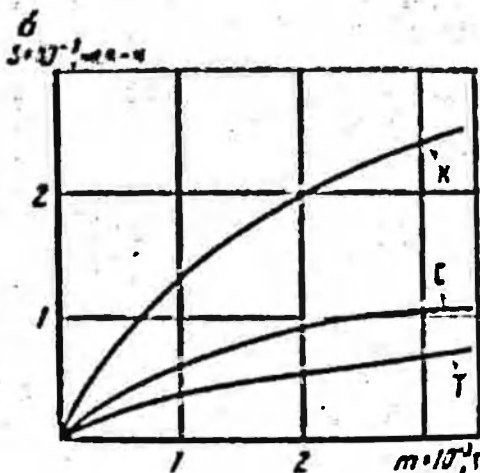
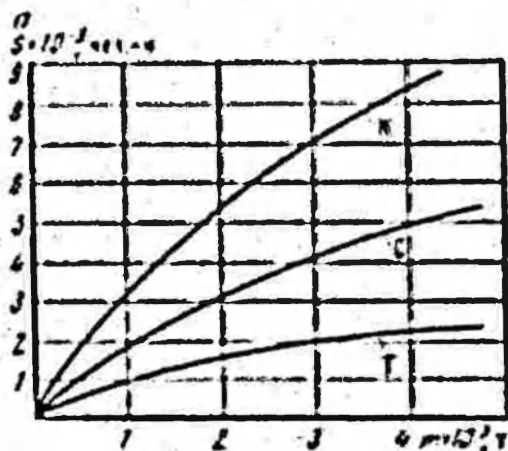


Таблица 4.9

Трудоемкость ремонтов частей оборудования, % от общей трудоемкости ремонта

Оборудование	Ремонтируемая часть	Трудоемкость
Роторные экскаваторы	Роторная	30
	Погрузочная	20
	Поворотная	15
	Ходовая	25
	Электрическая	10
Отвалообразователи и перегружатели	Отвальная, погрузочная	30
	Приемная	20
	Поворотная	20
	Ходовая	20
	Электрическая	10
Конвейеры	Линейная	40
	Лента	25
	Приводная и натяжная станции	25
	Электрическая	10

Таблица 4.10

## Трудоемкость капитального ремонта роторных экскаваторов

Экскаватор	Трудоемкость ремонта части экскаватора, % к общей трудоемкости					Общая трудоемкость экскаватора, чел.-см/мес
	Хвостовая часть	Роторная часть	Поморотная часть	Погрузочная часть	Электрече- ская часть	
ЭРГВ-630	25	30	15	15		800
РС-350, ЭРГ-350	30		10		15	1800
ЭРГ-400		25		20		1750
К-300	25		15			1800
СРС(к)-470, ЭР-1250	20	30		25		1850
ШРС-500	25			20	10	1900
ЭРП-1250	30		20	15		2100
ШРС-1500	25	25		20		5200
ЭРГ-1600	30		15	15	15	6200
ЭРШР-1600	25	20		20		5800
СРС(к)-2000	20	30	20		10	5500
СРС-2400	30	25		15		6500

Основными мероприятиями, обеспечивающими снижение трудоемкости ремонтных работ, являются: повышение уровня механизации работ, в частности, за счет применения передвижных ремонтных мастерских; создание специализированных ремонтных бригад и сокращение объемов ремонтных работ, выполняемых экипажами; создание обменного фонда деталей и сборочных единиц и переход на смешно-узловой метод ремонта; внедрения прогрессивных методов упрочнения деталей, а также новых материалов.

## Финансирование ремонтов

Капитальные ремонты финансируются за счет амортизационных отчислений, годовые, а также техническое обслуживание — за счет себестоимости продукции, выпускаемой горным предприятием. Амортизационные отчисления производятся на специальный счет в Госбанке и могут расходоваться только на капитальный ремонт.

При утверждении производственными объединениями годовых планов ремонтов и источников их финансирования в планах предусматриваются задания по снижению стоимости ремонтов на основе улучшения организации и механизации ремонтных работ.

За счет амортизационных отчислений, предназначенных для капитальных ремонтов, производятся затраты, предусмотренные планом:

на приобретение и установку необходимого при капитальном ремонте оборудования; на проектно-конструкторские работы, совершенствующие технику капремонтов; на демонтаж, ремонт, монтаж оборудования и транспортирование ремонтируемого изделия к месту ремонта.

Агрегатный метод ремонта при ППР экскаваторов и буровых станков финансируется за счет средств, выделяемых на капитальный ремонт при его использовании, во время их среднего и капитального ремонта. Замена отдельных неисправных составных частей, сборочных единиц и агрегатов во время текущих ремонтов оборудования на новые или отремонтированные на специализированных ремонтных предприятиях производится за счет средств основной деятельности.

При поэтапном ремонте оборудования открытых работ из средств, выделяемых на капитальный ремонт, финансируется восстановление (замена) составных частей и сборочных единиц экскаваторов и буровых станков на каждом этапе ремонта: для экскаваторов-мехлопат — механизмы напора, подъема, хода и поворота, металлоконструкции стрелы, двуногий стойки, рукоятки, поворотной платформы, нижней рамы и блоки головные; для экскаваторов-драглайнов — механизмы подъема, тяги, поворота, в том числе зубчатый венец, роликовый и рельсовый круги, механизмы шагающего, в том числе лыжи, подъема и опускания стрелы, металлоконструкции стрелы, надстройки, поворотной платформы, опорной базы и блоки; для буровых станков — механизмы хода, рабочий орган, гидро- и пневмосистемы, пылесулавливающая установка, платформа ходовой части, мачта. Этот перечень определен с учетом конструктивных особенностей отдельных составных частей машин, их функционального назначения, возможностей обособленного монтажа и демонтажа, минимальной периодичности проведения их ремонта (не менее 12 мес); и размеров амортизационных отчислений на капитальный ремонт за ремонтный цикл указанного оборудования.

Ввиду отсутствия четких критериев деления ремонта на капитальный (средний) и текущий, подвижности границ последних и возможности замены одного вида ремонта другим, а также необходимости оптимального сочетания ремонтов, опыт поэтапного ремонта доказывает целесообразность объединения всех видов ремонтов и установления единых норм затрат на эти цели с включением указанных затрат в норматив-

ных размерах в плановую себестоимость продукции. В связи с этим и в целях ограничения масштабов капитального ремонта в настоящее время разрабатываются отраслевые положения, регламентирующие организацию и проведение ремонта, а также нормативы затрат на ремонт. Этому должно предшествовать определение оптимальных сроков службы машин и оборудования. Объединение средств на все виды ремонта расширит права предприятий (объединений) и будет способствовать более рациональному использованию ресурсов.

## ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТОВ

### Механизация ремонтных работ

Ремонтные площадки, ремонтные заводы и ремонтные базы оснащают соответственно распределению объемов и видов работ (табл. 4.11) специальными средствами комплексной механизации, определяющими уровень механизации ремонтов, от которого зависят производительность труда ремонтного персонала, длительность, стоимость, качество ремонтов.

Средства механизации ремонтной площадки (табл. 4.12) применяют на разборочно-сборочных, сварочно-наплавочных, заклепочных, металлорежущих, покрасочных работах, при заправке рабочими жидкостями и маслами механизмов, при замене канатов и лент. Используют также различные приспособления и оснастку: подставки и опоры стрел, рам, платформ машин; стеллажи для укладки снятых деталей и узлов; грузоподъемные и транспортные средства; устройства для разделки кабеля, мойки деталей и др.

Основные требования к средствам механизации ремонтной площадки: универсальность применения для различных типов

Таблица 4.11

Распределение объемов капитальных ремонтных работ между ремонтной базой и ремонтной площадкой, %

Работы	Ремонтная база	Ремонтная площадка
Изготовление запчастей, восстановление и упрочнение деталей	60	20
Приобретение запчастей на стороне	20	—
Разборочно-сборочные	20—25	75—80
В том числе:		
слесарные	30	70
электрослесарные	20	80
клепка	5	95
сварка	20	80
окраска	5	95
наладочные	10	90
Станочные	90	10



204 Таблица 4.12

Оборудование для комплексной механизации ремонтных работ на ремонтных площадках

Оборудование	Ремонтный персонал	Оснащенность, краткие технико-экономические данные
Передвижные ремонтные мастерские на базе автомобилей большой грузоподъемности (10—16 т)	Бригада, 18—20 чел.	4 автомобиля типа КРАЗ, 3 прицепа грузоподъемностью 10—15 т
В том числе:		
слесарная мастерская	Экипаж слесарей, 7—8 чел.	Инструмент, приспособления, приборы
механическая мастерская	3 чел.	Станки (токарный, фрезерный, сверлильный)
электроналадочная мастерская	Экипаж электрослесарей, 3—4 чел.	Инструмент, приспособления, приборы
вулканизационная мастерская	3 чел.	Вулканизатор лент шириной до 2500 мм, устройства для разделки и материалы для клейки лент
маслозаправочная станция	2 чел.	Цистерны вместимостью 14 000 л, маслонасос с подачей 500 л/мин
грузовая платформа	1 чел.	Платформа грузоподъемностью 20—40 т с краном, укосиной грузоподъемностью 7 т
бытовой вагон	2 чел.	Столовая на 20 мест с кухней
Ремонтный поезд на базе железнодорожных вагонов	20—30 чел.	6 крытых вагонов грузоподъемностью 60 т нормальной колес и 1 грузовая платформа с краном, укосиной грузоподъемностью 12 т
В том числе:		
вагон слесарно-механический	9—15 слесарей	Инструмент, приспособления, приборы
вагон электроремонтный	4 электрослесари	Инструмент, приборы
вагон металлообработки, сварки и наплавки	3 станочника, 5 сварщиков	Наплавочные и сварочные агрегаты, газорезные аппараты

Продолжение табл. 4.12

Оборудование	Ремонтный персонал	Оснащенность, краткие технико-экономические данные
вагон гидросистем и смазок	6 слесарей	Емкости для смазки, маслозаправочные агрегаты
платформа грузотранспортная	1 чел.	Платформа грузоподъемностью 60—80 т с краном, укосиной грузоподъемностью 12 т
вагон бытовой	2 чел.	Столовая на 30 мест с кухней
Агрегат для замены конвейерных лент и транспортирования рулонов	2 чел.	Ширина лент 1400—2500 мм
Агрегат для демонтажа и монтажа роликоопор	2 чел.	Для конвейеров производительностью 2500—5250 м <sup>2</sup> /ч
Комплект опор для демонтажа металлоконструкций	—	Масса демонтируемых частей 200—400 т
Устройство для монтажа барабанов конвейеров	—	Для конвейеров производительностью 2500—5250 м <sup>2</sup> /ч
Комплект гидросъемников для демонтажных работ на ремонтной площадке	—	Усилие до 1500 кН
Переносное устройство для расточки отверстий в рамах машин	—	Диаметр отверстий 400—600 мм
Установка для мойки деталей	—	Масса деталей 500—900 кг
Установка для наплавки деталей без их демонтажа	2 чел.	Для наплавки ковшей, зубьев, стенок и желобов бункеров, катков хода и др.
Устройство для замены зубьев, ковшей роторных экскаваторов, ковшей цепей циклических экскаваторов, катков хода, гусеничных звеньев, канатов	—	—
Устройство для подъемного ремонта поворотной части экскаваторов	—	—
Различные спецприспособления: по демонтажу редукторов, ротора, валов; для смазки канатов; для стягивания гусениц, а также зажимы для разделки лент, вышки для покрасочных работ и др.	—	—

машин; транспортабельность и быстроборность; небольшие габариты и масса; простота подключения к источникам энергии; высокая производительность и простота в управлении и применении; безопасность использования.

На ремонтных заводах и ЦЭММ оборудование и средства механизации (табл. 4.13) применяют для поточного производства и восстановления деталей.

Основные требования к средствам механизации ремонтных заводов и производственным участкам: высокая производительность при минимальном числе обслуживающего персонала; обеспечение необходимого качества запасных деталей; специализация, кооперирование участков и централизация производства.

Ремонтные базы производственных объединений участвуют в модернизации и повышении надежности основного оборудования разрезом.

Уровень механизации в ремонтном производстве — отношение объема работ, выполняемых с помощью механизмов (гайковерты; автоматические газорезные, наплавочные и сварочные аппараты; пневмо- и электрошлифовальные, сверлильные машины; гидросъемники; гидроскобы; маслозаправщики; моечные машины), к общему объему может достигать 70—90%. В настоящее время уровень механизации на ремонтных площадках не превышает 30%.

Характеристики средств механизации специального назначения приведены в табл. 4.14—4.16.

В связи с большой протяженностью конвейерных линий ремонт их производится непосредственно на местах установки; ремонтные площадки при этом не сооружаются. Перечень средств механизации для ремонта ленточных конвейеров дан в табл. 4.17, характеристики основных средств механизации приведены ниже и в табл. 4.18.

Технические характеристики отечественного и зарубежного оборудования для замены ленты

	2000		1800	1500—2500
Ширина конвейерной ленты, мм	200	300	200—250	—
Квадратометр барабана, м	0,2	0,54	0—0,6	—
Скорость намотки ленты, м/с	140	100	25	86
Тяговое усилие, кН, не менее	—	—	0,2	—
Удельное давление на грунт, МПа	30	36	—	—
Масса, т	—	—	—	—
Страна-изготовитель	СССР		Италия	ГДР

### Дефектация и технические средства контроля деталей

После разборки, очистки и мойки деталей экскаватора производится их дефектация, которая осуществляется квалифицированным специалистом, знающим устройство экскаваторов, владеющим техникой замеров и методикой определения дефектов.

Таблица 4.13

Специальное оборудование ремонтных заводов для изготовления и восстановления деталей и узлов экскаваторов

Оборудование	Ремонтная смена, чел.	Описание, краткая техническая характеристика
Поточная линия: по ремонту экскаваторных ковшей (участок)	8—10	Рихтовочный пресс усилием 1500 кН, моечная камера на 5—10 ковшей, сварочный манипулятор, газорезная установка, нагревательная печь, гибочный пресс усилием 100 кН с магрицами для козырьков ковшей
для изготовления и наплавки зубьев ковшей	3	Штамповочный пресс усилием 300 кН, нагревательная печь, наплавочная установка
для ремонта гусеничных звеньев	10	Рихтовочный пресс усилием 1500 кН, сварочный манипулятор, газорезная установка, пресс дачонтажа и монтажа втулок усилием 50 кН, установка гидроклетки головок к башмаку звена
для изготовления втулок	3	Ножницы для резки полосу шириной 16—20 мм, нагревательная печь, гибочный станок, станок для разделки фасок, закалочная ванна
для изготовления пальцев	3—5	Пресс-ножницы для рубки квадрата 90×90 мм, нагревательная печь, 2 штамповочных прессы, прошивной пресс, закалочная ванна, установка для отпуска после заковки
для ремонта роликкоопор (переборка роликов)	5—8	Линия стеллажей с гидропрессами, дефектовочный стол, конвейер подачи подшипников, маслозаправочная установка
для восстановления ходовых катков, блоков, шкивов	6—8	Обточной станок, наплавочный станок, подвесная передаточная линия (конвейер)
Участок наплавки осей, валов, пальцев	5—7	Наплавочные установки для обработки круглых и плоских деталей, токарный станок для обработки деталей диаметром до 500 мм, фрезерный станок
Цех восстановления конвейерных лент	16	Специальный пресс для вулканизации лент шириной 2500 и 1200 мм, линия стеллажей и разделочных столов, вакуумная камера для сушки лент, установка для очистки и фрезерования лент, установка для прессования резиновых деталей роликкоопор, отделение для складирования лент, кран-балка грузоподъемностью 15 т



Таблица 4.14

Технические характеристики маслозаправочных машин индивидуального изготовления

Базовая автомобильная марка	Вместимость емкостей			Разработана
	для обрабатываемых масел, л	для заправочных масел, л	для густых смазок, кг	
КРАЗ-257 МАЗ-200	— 700	1600, 300 (2 секции), 160 (2 секции), 1100, 400 (2 секции), 200 (2 секции), 100	200 (2 секции) —	Гипрорудмаш Уралцветметремонт
КРАЗ-256	1500, 600, 200	1500, 500, 250 (2 секции), 200, 100	200 (2 секции или 10 б. н.ж.) 20	ИГД МЧМ СССР
КРАЗ-256 МАЗ-205 КРАЗ-256	500 — —	1200 (3 секции), 1100, 650 (3 секции), 780 (3 секции), 2800, 1600 (2 секции), 1500 (2 секции), 1400	20 (3 отсеков) 200 (20 контейнеров)	Комсомольское РУ Оленегорская ГОК Соколовско-Сарбайский ГОК

Таблица 4.15

Технические характеристики серийно изготовляемых маслозаправщиков

Марка автомобильно-маслозаправщика (цистерны)	Объем эксплуатационной емкости, л	Вместимость бака		Подъем масла, л/мин	Примечание
		для масла, л	для концентратных смазок, кг		
3607	1900	2x80	20	3-4	Две емкости вместимостью 1740 л каждая предназначены для воды и топлива с подогревом масла Имеется емкость для топлива вместимостью 4010 л
МЗ-66	800	800	—	140	
АЦМ-4-157К	250	250	70	2,5	
806; 2-53А	4200	4200	—	500	
АЦ-4,2-130	4200	4200	—	500	
ТСВ-6	6000	6000	—	500	
ГЦ-5, 6-817	5760	5760	—	40	Прицеп-цистерна



Таблица 4.10

Технические характеристики отечественных и зарубежных передвижных ремонтных мастерских

Показатель	Базовый автомобиль			
	КРЛЗ 257	0-5W	«Прага W35»	660M2
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	176—220 (240—300)	110 (150)	72 (99)	51 (70)
Скорость передвижения, км/ч	40—60	70	59	70
Общая масса, т	40	14,4	12	9,7
В том числе инструмен- та, т	17	2,5	2	1
Габариты, м:				
длина	19,4	7,68	7,6	6,97
ширина	2,5	2,5	2,0	2,42
высота	3,5	3,7	3,2	3,2
Обнащенные:				
комплект инструментов	2	1	1	1
точильный станок	2	1	1	1
комбинированный станок	1	—	—	—
сварочный аппарат	4	1	1	1
газовые баллоны	8	3	1	2
верстаки	4	1	1	1
кабельный барабан	2	1	—	—
отделение для отдыха	2	—	—	—
кран-балка	2	—	—	—
Страна-изготовитель	СССР	ГДР	ЧССР	ПНР

Результатом дефектации должно быть определение состояния деталей: годные без восстановления; негодные (брак); подлежащие восстановлению. Негодные детали метят красной краской и отправляют на склад утиля. Детали, подлежащие восстановлению, метят желтой краской, годные — зеленой.

При дефектации некоторых деталей следует соблюдать условия обязательной комплектности — если одна из деталей сопряжения бракуется (подлежит восстановлению), то парная с ней также бракуется (подлежит восстановлению) независимо от ее состояния. К таким деталям относятся клапаны золотников, отдельные зубчатые пары и др.

При проведении дефектации необходимо соблюдать следующие правила:

необходимо проверять все параметры рабочей поверхности детали, выборочный контроль параметров не допускается;

независимо от объема поддетальной дефектации и степени разборки узлов все максимально доступные детали или их элементы должны быть визуально осмотрены для выявления деформации и трещин;

при частичной разборке узла места контроля обязательно очищают от следов масла и краски, при замере шестерен и зубчатых колес с зубьев удаляют заусенцы и накат металла;

Оборудование		Норматив* — число средств/длина конвейера, км	Наименование	Назначение
Передвижная мастерская: механическая		1/5		Ремонт механической части
вакуанизационная электроремонтная		1/10		Ремонт лент и стыковка концов
Передвижная маслозаправочная станция		1/10		Ремонт электрической части
Агрегат для замены резинокорпуса		1/20		Заправка механизмов смазками
Барaban для доставки и монтажа лент		1/10		Замена роликов линейной части конвейера
Устройство: для демонтажа барабанов для механической разделки стыков резинокорпусов лент		1/5		Замена лент и ее транспортирование
для резания рельсов, пробивки отверстий в них		1/10		Замена барабана без разрезания ленты
Кран грузоподъемностью, т: 10—16		1/5 (или на 10 км ленты)		Подготовка концов резинокорпусов лент к стыковке
40		1/15 (при двух рельсах)		Резание рельсов на отрезки нужной длины и их распределение
Платформа-прицеп грузоподъемностью, т: 10		1/20		Выполнение грузоподъемных работ на линейной части
40		1/30		То же на приводных станциях
Станция компрессорная типа ПВ10/8М1		1/20		Доставка секций и отдельных деталей (эпачастей)
Комплект гидродомкратов грузоподъемностью от 50 до 200 т		1/35		То же крупногабаритных и тяжелых частей элпачастей
Лебедка, тельфер, таль грузоподъемностью до 5 т		1/10		Продувка (жесткая) сжатого воздуха механизмов, питающие пневмоинструмента
Автономный сварочный агрегат с бензиновым двигателем		1/5		Демонтажно-монтажные работы в стесненных условиях
		1/15		То же
		1/15		Сварка в местах, труднодоступных к источникам электроэнергии

\* При трехсменной работе.

Таблица 4.18

Технические характеристики отечественного и зарубежного оборудования для замены роликов

Показатель	Тип базовой машины		
	ТД-25С	ТЛГ-4М	Т100М
Усилие подъема, кН: максимальное	150—112	58,85	75
на полном вылете стрелы	5,48—7,31	3,7	4,92
Угол поворота, градус	—	200	180
Скорость передвижения, км/ч:			
по автодороге	10,1	—	—
по спланированному грунту	0—4,2	4	—
Максимальная высота подъема, м	—	1700 (от конвейера), 3,2 (от поверхности площадки)	—
Максимальное давление на грунт, МПа	0,1	0,049	—
Масса, т	4,8	18,1	—
Страна-изготовитель	СССР	ЧССР	—
		(базовая машина производства СССР)	

Продолжение табл. 4.18

Показатель	Тип базовой машины			
	КРАЗ-225Б	«Гидрофольд» ХВ-75-С	РМК-25	«Крупн»
Усилие подъема, кН: максимальное	3—10	19,62	98	—
на полном вылете стрелы	6,5	7	0,8	—
Угол поворота, градус	200	360	230	—
Скорость передвижения, км/ч:				
по автодороге	75	—	—	40
по спланированному грунту	—	5—6	—	20
Максимальная высота подъема, м	—	Около 3,6	187	—
Максимальное давление на грунт, МПа	—	0,029	—	—
Масса, т	22	18,8	16	17,6
Страна-изготовитель	СССР	—	ФРГ	—
	(базовая машина производства СССР)			

если детали основных механизмов и устройств имеют два и более дефекта, то характеристика их дается полностью по одному дефекту, независимо от браковочного признака, оценка дефектов производится по зонам (местам) наибольших износов, повреждений. Для определенных деталей в ведомости необходимо фиксировать положение этих зон (вверху или внизу, слева или справа, расположение мест наименьших



и наибольших износов относительно деталей данного сопряжения). В ведомости также следует отражать расположение трещин, грубых задиров, вмятин, их количество и размеры (длина, глубина);

освещенность объекта дефектации должна быть не менее 150 лк при общей освещенности помещения не менее 50 лк.

Дефектация проводится согласно последовательности технологического процесса разборки узлов экскаватора на рабочих местах ремонтного завода или на ремонтной площадке.

Обнаружение дефектов производится визуальным, измерительным и неразрушающим методами контроля. Наибольший объем контрольных операций производится измерительным методом. К неразрушающим методам контроля относится проведение ультразвуковой дефектоскопии (УЗД) по ГОСТ 14782—76.

При дефектации необходимо использовать универсальные и специальные измерительные инструменты. К универсальным контрольно-измерительным инструментам относятся измерительные линейки, рулетки, наборы шупов, штангенциркули, штангензубомеры, микрометры, нутромеры и скобы с отсчетным устройством, характеристики которых см. в гл. 1.

Проводить дефектоскопию контрольными пробками и скобами запрещается; пользование ими допускается только при контроле вновь изготовленных деталей.

Выбор диапазона измерений производится при ремонте конкретной модели экскаватора.

К специальным измерительным инструментам относятся: шаблоны для профиля блоков, барабанов и кулачков полумуфт и ходовых колес (точность измерения 0,05 мм); плоский шлицевой калибр для шлицевых отверстий (точность измерения 0,02 мм). Плоские шлицевые калибры следует изготавливать для деталей конкретной модели экскаватора и использовать их совместно с набором шупов.

Для определения дефектов валов или осей, а также посадочных отверстий деталей необходимо проверить: размеры посадочных мест и цилиндричность; выкрашивание поверхностей; наличие трещин, ржавчины; задиров и заусенцев; прогиб осей; скручивание валов.

Замеры шеек валов, осей, а также отверстий деталей следует производить в двух-трех сечениях в зависимости от длины посадочного места, отступая от края или торца 10—15 мм. В каждом сечении производить не менее двух замеров во взаимно перпендикулярных направлениях.

Контроль деталей на наличие трещин производится визуально с помощью лупы 6—10-кратного увеличения. Для более четкого выявления границ трещин следует делать керосиновые пробы.

Скрытые трещины и другие дефекты сварных швов или основного металла выявляют способом УЗД. Места контроля оп-

ределяют в соответствии с техническими требованиями, результаты дефектоскопии оформляют протоколом.

При дефектоскопии зубчатых колес-шестерен проверяют: размеры зуба по толщине; выкрашивание рабочей поверхности зуба; заострение, подрез и другие искажения профиля зуба; наличие трещин, изломов, наката и заусенцев зуба, местных скалываний зубьев, трещин вне зоны зуба.

Для зубчатых колес-шестерен с модулем  $m \leq 18$  мм выполняют замеры не менее четырех зубьев, расположенных равномерно по окружности; с модулем  $m > 18$  мм — не менее двух замеров по высоте зуба. Для зубчатых венцов с модулем  $m > 26$  мм производят три замера по высоте с охватом не менее 12 зубьев, равномерно расположенных по окружности.

При дефектации проверяют:

для деталей шлицевых и шпоночных соединений — размеры по толщине шлица, ширине шлицевого паза и ширине шпоночных пазов, выкрашивание боковых поверхностей шлица; наличие трещин и местных сколов шлицев и шпоночных пазов; скручивание шлицев; наличие коррозии шлицев;

для металлоконструкций и корпусных деталей — наличие трещин, прогибов, короблений и вмятин; нарушение геометрии элементов несущих конструкций (несоосность); наличие скрытых дефектов стыковых сварных швов и основного металла (ответственных мест) несущих металлоконструкций;

для деталей муфт — размеры по толщине зуба полумуфт и обойм для зубчатых муфт и размеры кулачков по рабочему профилю для кулачковых муфт; задир, волнистость рабочей поверхности тормозных шкивов (полумуфт); наличие трещин;

для барабанов, блоков и полублоков — размеры профиля ручья; толщину боковых стенок ручьев блоков и полублоков; толщину стенок рабочей части барабанов;

для подшипников качения — радиальный и осевой зазоры; наличие трещин и коррозии; выкрашивание беговой дорожки колец и тел качения; состояние сепаратора;

для ходовых колес — искажение профиля и выкрашивание обода; размер по наружному диаметру; размеры кулачков по рабочему профилю; твердость рабочих поверхностей;

для резьбовых соединений — смятие, срыв резьбовых витков и наличие коррозии, а также деформацию стержней болтов, шпилек и повреждение граней «под ключ» болтов и гаек.

Радиальный зазор подшипников качения проверяют на специальном приборе, осевое биение — с помощью специальных приспособлений.

Для определения неплоскостности поверхности катания кольцевого рельса опорной или нижней рамы, а также биения ее относительно оси центральной цапфы пользуются специальным приспособлением типа «флажок». Приспособление центрируют по шейке центральной цапфы. Таким же образом проверяют привалочные плоскости под зубчатый венец шагаю-



щих экскаваторов и плоскости платиков под кольцевой рельс рамы поверхностной платформы. В последнем случае приспособление базируют по посадочному отверстию центрального стержня. Точность замеров должна быть не менее 0,6 мм. Кроме этого, проверяют выкрашивание поверхности катания рельса и наличие трещин.

Контроль износа осей в случае затруднения разборки стыкового узла стрелы шагающего экскаватора рекомендуется производить методом УЗД, позволяющим установить повреждения: покрытий металлоконструкций и корпусных деталей; верхнего и нижнего настилов пола кабины машиниста; наружной и внутренней обшивок кабины машиниста; сидения машиниста.

Дефектовщик несет полную ответственность за отсутствующие и неправильные замеры дефектов, а также за их неточную характеристику.

Операции контроля должны охватывать весь производственный цикл ремонта экскаваторов. Контроль на ремонтном предприятии осуществляет ОТК (дефектания деталей не относится к функции ОТК, контролируются только результаты).

Производственный контроль ремонта экскаватора разделяется на: *входной*, проводимый для поступивших на предприятие полуфабрикатов, материалов, комплектующих изделий и запасных частей на предмет их соответствия требованиям стандартов, ТУ, а также сопроводительным сертификатам и чертежам; *контроль процесса ремонта*, охватывающий процесс изготовления запасных частей и восстановления деталей; *выходной*, предусматривающий контроль сборки узлов механизмов и устройств, стендовых испытаний, монтажа и регулировок, геометрии стрелы драглайна, отналообразователя, изладки и испытаний экскаватора.

Все операции контроля проводят в соответствии с техническими требованиями Руководства по эксплуатации (в дальнейшем — Руководство), чертежами и инструкциями завода-изготовителя, а также технологическими процессами на ремонт каждой модели экскаватора.

При выходном контроле необходимо оформлять акты контроля на сборку следующих узлов: роликовый круг; опорная рама в сборе с зубчатым венцом; ходовая тележка; эксцентриковый узел механизма шагающего; редукторы основных механизмов; компрессорная установка.

Результаты испытаний редукторов и компрессоров оформляются актами.

Акты, протоколы и карты контроля оформляются при непосредственном участии работников ОТК завода. Вся документация по ремонту экскаватора в одном экземпляре должна храниться в ОТК завода.

## Демонтаж и разборка машин

Оборудование, поступившее в ремонт, подлежит демонтажу и разборке на узлы и детали согласно требованиям ремонтных документов. Допускается частичная разборка отдельных узлов.

Перед началом демонтажа необходимо установить экскаватор в ремонтное положение: опустить стрелу; поднять экскаватор на определенную высоту и установить его на опоры-подставки; выкатить ходовую часть (ходовую тележку) или переместить опорную раму из-под поворотной платформы.

Перед демонтажом и разборкой узлов необходимо: слить масло из редукторов, компрессора и гидравлической системы; снять трубопроводы; рукава и приборы пневматической и гидравлической систем, а также систем смазки; произвести маркировку труб; отсоединить кабели от электродвигателей и провода от электрических приборов механизмов.

Разборку узлов производят только после снятия стопорных деталей — хомутов, торцовых шайб, штифтов и т. д.

Разъединение деталей при неподвижных посадках осуществляют на стационарных горизонтальных гидравлических прессах усилием 6300—14000 кН только при условии выбраковки одной из них, а также в случае технологической необходимости. При невозможности разъединения деталей допускается огневая резка одной из них (при резке необходимо внимательно следить за тем, чтобы не повредить годную деталь). При усилнии распрессовки до 3000 кН используют переносные гидравлические пресс-съёмники в комплекте со сменными захватными устройствами (рекомендуются пресс-съёмники с усилием 1000, 1500 и 2500 кН).

Детали шатуно-поршневой группы, винтовые пары компрессоров, детали гидравлических и пневматических приборов необходимо маркировать по месту установки.

Перед разборкой зубчатых передач следует маркировать валы по исходному положению их относительно опор корпуса редуктора, а также по принадлежности к редукторам, если их несколько. При явно выраженных дефектах деталей (в случае выбраковки) маркировку не производят.

При съеме резиотехнических уплотнений, сальников и прокладок необходимо соблюдать осторожность и предохранять их от повреждений.

При распрессовке подшипников качения нельзя допускать приложения усилия через тела качения. Усилие должно передаваться через внутреннее кольцо — при посадке на вал и через наружное — при посадке в корпус. Исключение составляет распрессовка бракованных подшипников. Усилие распрессовки должно прилагаться симметрично по окружности кольца и перпендикулярно к его торцу.

Распрессовку конических и сферических подшипников с валов допускается производить методом индукционного нагрева

внутреннего кольца до 95—120 °С в течение 6 мин. После нагрева кольцо снимают легкими ударами медной кувалды массой 5 кг.

### Мойка деталей и узлов

Наружние и доступные части узлов и деталей необходимо очистить от грязи и масла на ремонтной площадке. После разборки узлов производится мойка деталей в специальной моечной машине камерного типа. Отдельные детали проходят мойку в ваннах грубой и чистовой очистки. Мойку подшипников качения, деталей гидравлических и пневматических приборов рекомендуется производить в машине, например, типа 106М.

Для мойки деталей вручную в ваннах используют органические жидкости, керосин или дизельное топливо. Ванны должны иметь сливное устройство, обеспечивающее периодическую замену моечного состава. После окончания мойки ванны должны быть закрыты.

Для механизированной мойки рекомендуются растворы, характеристики и состав которых приведены в табл. 4.19 и 4.20.

Таблица 4.19

Характеристики моющих растворов и растворителей для механизированной мойки деталей

Параметры	Дизельное топливо	Керосин	Бензин-растворитель (уайт-спирит)
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,8—0,93	0,78—0,88	0,70
Температура, °С:			
кипения	150—350	100—300	160—200
вспышки	40	23	35
Предельно допустимая концентрация паров в воздухе, мг/м <sup>3</sup>	300	300	300

Таблица 4.20

Состав синтетических моющих препаратов для механизированной мойки деталей, %

Препарат	Сода кальциевая	Тринатрий-фосфат	Триполифосфат натрия	Метасиликат натрия	Жидкое стекло	Смачиватель ДБ	Синтамид 3	Синтол АС-10
Тракторин	32	—	—	53	—	—	—	—
МЛ-51	44	—	84,5	—	20	1,5	—	—
МЛ-52	50	—	30	—	10	8,2	—	—
МС-5	46	—	24	24	—	—	—	—
МС-6	40	—	25	29	—	—	—	—
МС-8	38	—	25	29	—	—	8	—
Лэбамид-101	50	—	30	16,5	—	—	—	3,5

Подшипники качения промываются бензином с добавлением 6 % минерального масла или уайт-спирита.  
После мойки детали укладываются на настилы и подставки для сушки.

### Предельно допустимый износ деталей

**Шестерни, зубчатые колеса.** Износ зубьев шестерен и колес допускается до размеров, указанных в ТУ. При больших износах они заменяются или восстанавливаются методами бандажирования или ремонтного корригирования.

При сверхдопустимом износе зубьев зубчатых венцов ( $m \geq 26$ ) и колес барабанов ( $m \geq 20$ ) допускается оставлять их в механизмах с обязательным указанием в формуляре машины о замене их при последующем текущем ремонте. Величина износа при этом не должна превышать нормативную более чем на  $0,17m$ .

При наличии трещин, изломов и сколов на зубьях колеса и шестерни подлежат замене или восстановлению. Заварка трещин допускается только не более чем на трех зубьях для колес, имеющих  $m \geq 20$  и изготовленных из стали 35Л, и зубчатых венцов, имеющих  $m \geq 30$ . Длина трещины не должна превышать  $1/2$  длины зуба. При наличии мелких трещин, сколов и выкрашивания в зоне торцов зуба допускается выведение дефекта укорочением зуба не более чем на 10 % его длины. Не допускается заострение зуба до величины менее  $0,35m$ .

При выкрашивании рабочей поверхности зуба и других нарушениях профиля сверх допустимых норм (табл. 4.21), обусловленных Руководствами и ТУ, колеса и шестерни подлежат замене или восстановлению.

Зональное утолщение зуба колеса-шестерни зачищают шлифовальной машинкой заподлицо с контуром зуба, накат и заусенцы срубают и зачищают.

Трещины спиц или дисков (не более одной) зубчатых колес допускается заваривать аустенитными электродами (ГОСТ 10052—75). При трещинах, проходящих через ступицу и венец, колесо подлежит замене.

Восстановление зубчатой пары методом ремонтного корригирования рекомендуется, если срок службы пары не менее 4 лет и ранее (при изготовлении) корригирование не проводилось. После замены зубчатых пар передачи подлежат испытанию (обкатке) вхолостую и под нагрузкой.

При сверхдопустимом износе шпончного паза зубчатого колеса допускается долбить новый паз со смещением под углом  $90^\circ$  или  $45^\circ$ , соблюдая размеры по чертежу.

**Валы, оси.** Износ валов и осей допускается до размеров, указанных в ТУ. К недопустимым видам износа валов и осей относятся: трещины, изгиб, скручивание, износ посадочных шеек под подшипники качения.



Блоки — отливки из серого чугуна восстановлению наплавкой не подлежат. Допускается исправление профиля ручья проточкой в пределах допустимого износа.

При наличии трещин, проходящих через обод, блоки и полублоки бракуются. В остальных местах допускается заварка трещин (не более одной) электродами типа Э12А (ГОСТ 9167—75). Блоки головки (следящие) и подвески стрелы при наличии трещин в любом месте подлежат замене.

Изношенные отверстия под призонные болты или втулки барабанов восстанавливают обработкой на ремонтный размер. Допускается выполнять новые отверстия разного применения, симметрично смещенные относительно старых отверстий. Старые отверстия при этом не заглавливаются.

*Детали муфт и тормозов.* Задирь, неравномерный износ рабочей поверхности тормозных шкивов выводятся проточкой с уменьшением наружного диаметра обода на 6 мм, соблюдая при этом чистоту поверхности не ниже  $R_a 2,5$ . Допускается восстанавливать рабочую поверхность шкивов автоматической наплавкой под слоем флюса (при износе свыше 4 мм или после разовой проточки) и проточкой до размера по чертежу. Биеение после проточки должно быть не более 0,1 мм.

Не допускаются: трещины тормозных шкивов, лент, тормозных колодок, полумуфт и обойм; износ тормозных и фрикционных накладок свыше 60 % толщины, надрывы, расслоение и выкрашивание их; износ посадочных отверстий полумуфт. Посадочные отверстия полумуфт восстанавливают наплавкой и расточкой до размеров по чертежу.

При сверхдопустимом износе шлицы отверстий полумуфт допускается восстанавливать наплавкой и обработкой до размеров по чертежу.

При сверхдопустимом износе до 8 мм кулачки полумуфт восстанавливают наплавкой с последующим фрезерованием до размеров по чертежу. Профиль кулачка проверяют шаблоном.

Восстановление зубьев полумуфт и обойм по толщине при сверхдопустимом износе осуществляется по ТУ.

При износе, выкрашивании и порывах упругие элементы муфт (диск, пальцы-амортизаторы, сухари) подлежат замене.

Износ отверстий под пальцы-амортизаторы и резиновые втулки в полумуфтах допускается не более 0,5 мм. Бóльший износ восстанавливают наплавкой с последующей обработкой отверстий по чертежу.

*Колеса ходовые.* При сверхдопустимом износе кулачков ведущих колес их восстанавливают наплавкой в соответствии с ТУ. Профиль кулачка проверяют шаблоном.

Повреждение рабочей поверхности обода опорных и натяжных колес допускается восстанавливать проточкой в пределах допустимых размеров по техническим требованиям чертежей. После проточки проводят поверхностную закалку обода до твердости  $HV 350—400$ . Профиль обода колес проверяют шаб-

лоном. Торцовый «накат» обода снимается проточкой. Допускаются наплавка мест дефектов электродами ОЗИ-350 и зачистка шлифмашинкой по рабочему контуру.

Трещины ходовых колес и износ посадочных отверстий натяжных и опорных колес не допускаются.

Посадочные отверстия восстанавливают наплавкой и расточкой до размеров по чертежу.

*Подшипники качения.* При превышении допустимых радиальных зазоров, указанных в ТУ, подшипники качения подлежат замене. Осевое биение подшипников (кроме конических) не должно превышать двукратных значений допустимого радиального зазора.

Подшипники качения, имеющие трещины, выкрашивание беговых дорожек колец свыше 20 % рабочей поверхности, повреждение борта внутренних колец, подлежат замене.

Дефекты сепараторов (ослабление заклепок, погнутость) восстанавливают путем осадки и правки. При разрушении и износе свыше 25 % сепараторов подшипники бракуются.

Износ посадочного отверстия подшипников не допускается. В отдельных случаях разрешается восстанавливать посадочную шейку вала в соответствии с требованиями чертежей.

Износ по наружному диаметру кольца подшипников диаметром 160—500 мм допускается не более 0,04 мм, при больших диаметрах — до 0,08 мм.

*Подшипники скольжения, шайбы трения.* При износе сверх допустимых размеров, указанных в Руководствах, втулки и вкладыши (подшипники скольжения) подлежат замене. При наличии трещин втулки, вкладыши и шайбы трения бракуются.

Отдельные задиры (не более 2 % рабочей поверхности) допускается выводить зачисткой шлифмашинкой. Задир (не более трех) глубиной до 3 мм разрешается выводить кольцевой проточкой при внутреннем диаметре втулки свыше 330 мм.

Вновь изготовленные втулки, вкладыши и шайбы трения следует выполнять по чертежам заводов-изготовителей.

Задир и неравномерный износ шайб трения допускается выводить проточкой в пределах 8 % от их номинальной толщины.

*Детали гидро- и пневмооборудования.* При наличии падения давления и снижении объемной подачи гидравлические насосы подлежат замене. Не допускаются:

нарушение герметичности предохранительных и обратных клапанов и золотников. Восстановление их производят согласно указаниям ремонтной документации;

потертости рукавов при повреждении рукава по концам соединений. Разрешается вырезка участка рукава с дефектом за счет сокращения общей длины и повторная заделка соединений. Укорочение рукава уточняется по месту при сборке;

течь в трубопроводах. Трещины заваривают газовой сваркой или заменяют участок трубы и соединения.

Овальность трубопровода в местах изгиба допускается не более 2 мм для наружного диаметра трубы до 16 мм и не более 5 мм для диаметра трубы свыше 30 мм. В местах изгиба труба не должна иметь гофрированной поверхности.

Все приборы перед установкой в систему, а также сама система должны быть испытаны на давление согласно требованиям ТУ.

Предохранительные клапаны, регуляторы давления, реле и другие контрольные приборы после испытания и регулировки необходимо опломбировать. Без контрольного клейма или пломбы Госповерителя устанавливать манометры запрещается. При нарушении показаний и внешнем повреждении манометры подлежат замене.

Дефектации и ремонт компрессоров производятся согласно ТУ, после чего их необходимо испытать на специальном стенде.

**Пружины.** При наличии остаточных деформаций более 10% и трещинах пружины подлежат замене. Допускается замена марки материала пружины: сталь 60С2А на сталь 55Г2А. Неперпендикулярность оси пружины к опорной поверхности допускается не более 1 мм на 100 мм длины пружины.

**Уплотнения.** При износе и порывах упругие уплотнения (манжеты, кольца, воротники) подлежат замене при строгом соблюдении типа, размеров и марки (групп) формовой резины.

Уплотнения из войлока при капитальном ремонте заменяются.

Прокладки из технического картона или паранита при порывах, расслоениях подлежат замене.

**Прочие детали.** Ремонт рычагов, проушин, тяг, скоб, планок и других деталей вспомогательных устройств производится по мере их износа. Допускаются: деформация рычагов и тяг — не более 3 мм на длине 400 мм; износ отверстий диаметром от 30 до 70 мм — не более 0,3 мм; износ лабиринтных канавок колец-втулок (колец) — не более 0,3 мм на сторону. При наружном диаметре втулки свыше 280 мм канавки восстанавливают наплавкой или проточкой до размеров по чертежу, в остальных случаях их заменяют.

## Ремонт металлоконструкций

Деформированные и изношенные элементы металлоконструкций заменяют новыми, трещины после очистки от масел и коррозии заваривают электросваркой с У-образной разделкой кромок при толщине металла менее 15 мм и Х-образной с ограничением концов трещины засверловкой или выплавлением при толщине металла более 15 мм.

Не рекомендуется производить сварку ответственных металлоконструкций на открытом воздухе при температуре ниже 10—15 °С.

Допускается заварка трещины с наложением на сварной шов усиливающих накладок.

При многослойной сварке рекомендуется производить правку швов, позволяющую очистить их от шлака, брызг металла, и обработку шлифмашиной. Сварные швы металлоконструкций проверяют ультразвуком или другими средствами контроля.

Ослабленные заклепочные соединения демонтируют пневмозубилом, очищают от ржавчины, устраняют деформации. Склепываемые листы плотно стягивают монтажными болтами, установленными в 30 % заклепочных отверстий. При износе отверстий более 1—1,5 мм и несовпадении их более чем на 0,8 мм отверстия рассверливают или зенкуют на увеличенный диаметр заклепки. Отверстие под заклепку должно быть на 1 мм больше диаметра заклепки. Заклепки нагреваются до 1000—1500 °С равномерно по всей длине, очищаются от окалины и устанавливаются (за 12—20 с) с помощью пневматических молотков, оправок, пневматических поддержек, обжимок и клещей. Заклепочные соединения не должны иметь видимых дефектов: перекосов головок с недостаточной высотой или увеличенных размеров, подрубленных головок и др.

Для заклепок допускаются: увеличение или уменьшение головки по высоте не более 10 % диаметра, по диаметру не более 20 % диаметра, стержня; несоосность головок не более 10 % диаметра стержня; венчик вокруг головки не более 2,5 мм; вмятина головки до 1,5 мм; деформация склепываемого металла до 0,5 мм в глубину (при толщине листа более 16—20 мм).

Деформированные и ослабленные заклепки должны удаляться и заменяться новыми, поджатие заклепок не допускается.

При диаметре заклепок до 10 мм допускается холодная клепка. Плотность клепаного стыка проверяют шупом диаметром 0,03 мм. Глубина прохождения шупа встык допускается не более 5—10 мм.

Многоболтовые соединения собирают следующим образом: все гайки затягивают крест-накрест на половину затяжки, затем в том же порядке — полностью (конец болта должен выступать над гайкой на 2—3 нитки резьбы); точеные болты вставляют в отверстия с натягом до 0,03 мм. Установка резьбовых деталей с сорванными нитками резьбы не допускается.

## Ремонт конвейерных линий

Конвейеры ремонтируются в период остановок экскаваторов и отвалообразователей на ремонт.

При капитальных ремонтах разбирают приводную и натяжную головки, производят ремонт или замену роликоопор, ленты.

Разборку и сборку роликов проводят для контроля, замены и смазки подшипников с помощью специальных инструментов (подставка, щипцы, выколотка, клещи, стакан, оправка, конус,



патрон). Разборку ролика выполняют в следующей последовательности: очищенный от загрязнений и смазки ролик устанавливают вертикально на подставку; щипцами снимают стопорное кольцо с оси ролика, выколоткой — лабиринтную крышку, затем пружинное кольцо, клещами — второе лабиринтное кольцо из крышки подшипника; с помощью стакана выпрессовывают подшипник. Сборку ролика осуществляют в обратной последовательности, при этом для запрессовки в корпус подшипника и лабиринтных колец используют оправку, для посадки пружинного кольца — конус.

Смазку в ролик закладывают таким образом, чтобы были заполнены полости в корпусе подшипника и в самом подшипнике на 60 % объема.

Для ремонта роликов целесообразно использовать поточную линию с разбивкой процесса по операциям: осмотр, очистка и выбраковка роликов; разборка; выпрессовка подшипника; дефектация и мойка деталей (ось, крышки, корпуса, кольца); запрессовка подшипника и закладка смазки; сборка ролика.

Ремонт барабанов конвейеров включает в себя разборку подшипниковых узлов вала, промывку, замену изношенных деталей и сборку, а также футеровку поверхностей приводных барабанов. Для футеровки используют транспортную ленту, наматываемую с натяжением на металлическую оболочку барабана и закрепляемую винтами с потайной головкой или специальную резину с рифленой поверхностью.

На конвейерах большой производительности для демонтажа привода применяют специальные приспособления. Привод снимают в сборе (редуктор, электродвигатель, рама), предварительно отсоединив хвостовую часть, сняв крышку и свинтив гайку с конца головного вала (вала барабана). Удерживая привод крапом на весу, в торец вала барабана монтируют устройство и, вращая винт, снимают его с посадочной цилиндрической части вала. Монтаж привода осуществляют в обратном порядке, при этом съемное устройство используют для установки шлицевой втулки редуктора на консольный вал приводного барабана.

Если нет необходимости полностью снимать привод (годовое ремонт), то снимают только крышку редуктора, для чего под раму устанавливают опору и нижнюю часть привода поднимают двумя гидродомкратами. После снятия крышки заменяют изношенные детали внутри редуктора.

Механизмы приводной и натяжной станций при ремонте должны быть надежно закреплены противоугольными устройствами и якорями.

В перегрузочных местах тщательно устанавливают и регулируют новые уплотнения, подбункерные демпфирующие роликоопоры; на отбойных щитах заменяют полосы износа. Вытянувшийся канат грузовых натяжных устройств укорачивают или при необходимости заменяют.

Для передвижных конвейеров (забойных, отвальных) по всей линии заменяют деформированные шпалы, обновляют рельсошпальное крепление.

Ремонт конвейерных лент должен производиться в вулканизационных мастерских. Ленту снимают с конвейера трактором и отрезками (около 200 м) направляют в ремонт. Для доставки ленты в мастерскую применяют барабаны: двухребордный; с приводом на полозьях; катучий (буксируемый). Барабаны изготовляют в мастерских предприятий. Барабан на полозьях с одной подвижной ребордой применяется для транспортирования лент различной ширины.

Трактором барабан буксируют до мастерской или до пункта погрузки, откуда на железнодорожной платформе или большегрузным автомобилем доставляют к месту ремонта.

Небольшие ремонты лент выполняют без снятия ее с конвейера с помощью комплекта инструментов, доставляемых к месту работы в переносных контейнерах грузовыми автомобилями. В комплект входят: инструменты для резания и сдирания прокладок, прикатывания и прижатия наложенных слоев резины, зачистки и придания поверхности склеивания шероховатости; набор кистей для нанесения клея; шаблоны для разметки поврежденного места ленты; приборы для сушки. При ремонте краев ленты используют струбицы. Повреждения на середине ленты вулканизируют с помощью прессов (горячая вулканизация), длинные продольные порывы лент — с помощью балок, стягиваемых сквозными винтами. Отверстия от винтов затем заклеивают методом холодной вулканизации. Работы выполняют под брезентовыми навесами, предохраняющими места склеивания лент от пыли и влаги.

Наиболее частого ремонта требуют стыки лент (табл. 4.22). Стыковка конвейерных лент должна выполняться по инструкциям. Наиболее часто руководствуются инструкцией, разработанной Научно-исследовательским институтом резиновой промышленности (НИИРП), по которой концы ленты подготавливают к стыковке следующим образом. Разметив шаблоном угол скоса  $26-30^\circ$ , обрезают концы ленты. На верхней поверхности одного конца и нижней поверхности другого конца ленты наносят метки ступеней стыка. Длина ступеней для лент с прокладками типа Б-820 равна 70 мм, типа ОПБ, ЛХ-120, К-10-2-ЗТ и А-10-2-ЗТ — 100 мм, типа ТА-300 и ТК-300 — 150 мм. Для лент на основе капроновых тканей длина каждой ступени равна 400 мм. Сочетание стыкуемых концов должно быть таким, чтобы при движении ленты на приводной барабан первым набегал конец ленты с нижней разделкой. Это необходимо для того, чтобы очистители верхней обкладки ленты не разрушали стык. Отслаивают прокладки, нарезаая их отдельными полосами, шириной 25—50 мм. При нарезке полос не допускается подрез следующей подкладки, особенно на последней ступени. Каждую полосу отрывают клещами. На резиновых обкладках

Таблица 4.22

Виды и размеры стыков резиновых лент

Лента	Рекомендуемый стык	Длина стыка, мм. для лент		Длина ступени стыка для вулканизации, мм
		с твердыми прокладками	бесшланговых	
РТЛ-1500	Одноступенчатый	—	1100	1100
РТЛ-1200		—	1200	600
РТЛ-2500	Двухступенчатый	2100	1200	950—1050
РТЛ-3150		2400	—	1200
РТЛ-4000		3400	—	1130
РТЛ-5000		4000	—	1330
РТЛ-6000		4300	—	1430

Таблица 4.23

Резина, применяемая для стыковки резиновых лент

Резина	Толщина резины, мм. для лент							
	РТЛ-1200	РТЛ-1500	РТЛ-2200 Трос		РТЛ-3150	РТЛ-4000	РТЛ-5000	РТЛ-6000
			I	II				
Обкладочная каландрованная I сорта (смесь шифра ПРП-1371-1) шириной 600 мм	3	3	3; 2	3	3; 2	3; 2	3	3
Прослоечная каландрованная (смесь шифра 2-484) шириной 600 мм:								
для укладки между тросами	1,5	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5
для прослойки между сердечником и тканевыми прокладками или резиновыми обкладками	1,5	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1

поперек стыка снимают фаски шириной до 40 мм сверху и до 20—25 мм снизу. Кромки ленты по всей длине стыка обрезают. Полученные ступени очищают от резины металлической щеткой и наждачной бумагой, протирают смоченной в бензине ветошью и просушивают.

Стыковку ленты осуществляют в следующей последовательности: поверхность стыка промазывают резиновым клеем 2—3 раза, просушив каждый раз до исчезновения липкости и запаха растворителя; на один из концов накладывают слой сырой каландрованной резины (табл. 4.23), предварительно промыв ее с одной стороны растворителем, просушив и смазав один раз резиновым клеем. Концы слоя резины должны вы-

Таблица 4.24

Сырая резина, применяемая для вулканизации стыков резиноканевых лент

Толщина сырой резины, мм	Смесь шифра резины при марке каучука ленты	
	НК	СК
0,3—0,5	СУ-155, 1847	450
1,5—3	258	167, 169

Таблица 4.25

Режим горячей вулканизации резиноканевых лент

Лента	Толщина стыка, мм	Время вулканизации стыка, мин, при температуре, °С		Пресс конструкции ВНИИРТмаша
		143±3	152±2	
РТЛ-1200	20,5	50	35	
РТЛ-1500	21,5	52	38	
РТЛ-2500	23,0	55	40	592-81,
РТЛ-3150	25,0	60	45	592-82
РТЛ-4000	27,0	65	50	
РТЛ-5000	30,5	70	55	
РТЛ-6000	29,0	70	55	

ступать за границы стыка на 10—20 мм; резину прикатывают роликом диаметром 40 мм, шириной 50 мм; верхнюю часть резинового слоя смазывают клеем и просушивают; концы ленты склеивают, начиная с верхней ступени и оставляя в местах стыка ступеней поперечную щель шириной 1—2 мм для лучшей гибкости стыка; ступени тщательно прикатывают; на место фасок накладывают жгуты из сырой резины (табл. 4.24), которые во избежание прилипания к плитам рекомендуется на фасках прикрыть фольгой; на состыкованные концы ленты накладывают пресс, имеющий давление не менее 1,5 МПа и выступающий за пределы стыка по длине на 30 мм, по ширине на 50 мм.

Процесс горячей вулканизации происходит при температуре 145—152 °С, время вулканизации зависит от толщины ленты (табл. 4.25). При уменьшении температуры более чем на 10 °С по сравнению с нормой, продолжительность вулканизации следует увеличить вдвое.

Если стык длиннее плит прессы, то он вулканизируется в несколько приемов, при этом ранее завулканизированный участок шириной 100—150 мм должен оставаться под плитами.

По окончании вулканизации нагрев плит отключается и плиты охлаждаются до температуры 80—90 °С. Пуск конвейера возможен при охлаждении стыка до 25—30 °С.



При вулканизации резинокросовых лент используют также конфекционный клей № 109 в концентрации 1:4, ткань К-10-2-3Т с накладкой резины (смесь шифра СУ-155), бензин-растворитель.

На вулканизацию 1 м<sup>2</sup> стика конвейерных лент на основе капроновых тканей расходуется: 15 кг клея № Л-425; 0,15 кг клея «Лейконат»; 1 кг резины каландрованной № 450-УП толщиной 0,5 мм.

При ремонтах конвейеров иногда возникает необходимость замены приводного, отклоняющего или натяжного барабана без снятия ленты. В этом случае ленту предельно ослабляют, захватывают струбцинами со стороны прилегания к барабану и оттягивают от поверхности барабана. На металлоконструкции конвейера монтируют направляющие балки, на которые укладывают барабан после освобождения его вала из корпусов подшипников, затем барабан выкатывают и снимают краном. Ремонтная операция значительно упрощается, если для этого используют специальное приспособление.

При опробовании конвейера после ремонта необходимо проверить отсутствие заеданий в подшипниках барабанов и стука в редукторах, а также исправность работы системы смазки. Особое внимание уделяется проверке прямолинейности хода ленты — кромка ленты не должна приближаться к металлоконструкциям более чем на 300 мм во избежание внезапных повреждений торцов. Очистные устройства не должны быть чрезмерно прижаты к ленте во избежание ее дополнительного износа и перегрузки привода.

Трудоемкость ремонта лент возрастает пропорционально износу ленты, который зависит от продолжительности эксплуатации: 1, 2, 3 и 4 года — соответственно 15, 30, 45 и 60 %; 5 и 6 лет — соответственно 60 и 100 %.

Срок службы резинокросовых лент на конвейерах длиной до 1000 м составляет 5 лет, длиной 1000—3000 м — 6 лет. При этом ленты забойных (передвижных) конвейеров имеют срок службы примерно на 1 год меньше, чем на конвейерах стационарных и находящихся в крытых галереях.

## Ремонт электрооборудования

Ремонт электрических машин, аппаратов и приборов проводят в электроремонтном цехе. Замену кабеля осуществляют непосредственно на машине, а подготовку концов кабеля рекомендуется производить в цехе.

Техническое обслуживание электрооборудования в процессе эксплуатации включает в себя: смазку машин; устранение мелких неисправностей; подтяжку и крепление контактов; смену щеток; регулировку траверс и устройств, обеспечивающих выходные параметры преобразователей, генераторов, электродвигателей; протирку и чистку наружных поверхностей

колец коллекторов; осмотры средств управления и защиты; измерение температуры нагрева электрических машин; оценку шума и вибраций; контроль целостности заземления.

Текущий ремонт включает в себя: разборку электроприводов для замены муфт, подшипников; устранение повреждений изоляций; замена прокладок, смазок, щеток; проверка и наладка смазочных устройств и блокировок; осмотр, очистка и продувка сжатым воздухом статорных и роторных обмоток; чистка контактов; устранение дефектов лобовой части обмоток и местных повреждений изоляций обмоток; сушка обмоток статора и ротора; проверка крепления оборудования и при необходимости замена крепежных деталей; проверка посадки муфт, шкивов, конструктивных частей электрооборудования; шлифовка колец и коллекторов; продоразживание коллектора; замена и регулировка траверс, щеткодержателей, закорачивающих приспособлений; устранение повреждений окраски.

Капитальный ремонт включает в себя: полную разборку оборудования; устранение значительных повреждений; замену обмоток (при пробое), изоляции (при выгорании), изношенного коллектора; регулировку зазоров между сталью статора и ротора, зазоров полюсов машин; полную разборку, мойку и дефектацию деталей оборудования; чистку, продувку, протирку неразбираемых узлов; ремонт деталей и углов корпуса, магнитопровода, сердечника, активной стали статора и ротора, подшипниковых щитов, крышек, валов; замену (ремонт) вентилятора; перепайку соединений обмоток с коллектором; продоразживание межламельной изоляции; перезаливку стержней и замыкающих колец короткозамкнутых обмоток; пайку старых бандажей или замену их новыми; напайка кабельных наконечников; сборку и окраску оборудования; приемосдаточные испытания.

В объем типовых испытаний электрических машин входят: измерение и испытание сопротивления изоляции обмоток; измерения зазоров между сталью статора и ротора, зазора в подшипниках скольжения; гидравлическое испытание воздухоохладителя; обкатка на холостом ходу; измерение разбега ротора в направлении оси, испытание при повышенных оборотах и определение характеристики хода генератора; определение всех характеристик машин, в том числе КПД, температуру нагрева, вибрацию, начальный пусковой вращающий момент и пусковой ток. Проводят также испытания на кратковременную перегрузку по току.

При техническом обслуживании и ремонте электрооборудования должны выполняться все требования инструкций завод-изготовителей.

## Регулировка механизмов и испытания машины после ремонта

Отремонтированные механизмы испытывают на прочность, герметичность, устойчивость в работе, соответствие энергетических и силовых показателей номинальным значениям.

Машины и оборудование обкатывают на холостом ходу, под нагрузкой индивидуально и комплексно. Наладчики производят регулировку механизмов, аппаратов и агрегатов, проверку центровок, уровня вибрации и шума. Испытания проводят после установки контрольно-измерительных приборов, защиты электрооборудования, заземления, фильтров в гидро- и пневмосистемах, блокирующих устройств и ограждений, концевых выключателей, тормозов, муфт.

Зубчатые передачи и муфты обкатывают на холостом ходу при малой, нормальной и максимальной частотах вращения. После устранения возможных дефектов начинают испытания под нагрузкой. При обнаружении шума, вибрации, стуков, перегрева зубчатых передач испытания прекращают до выявления причины. Отклонения параметров зацепления не должны превышать значений, приведенных в ГОСТ 16502—83 и ГОСТ 1613—81.

Приемосдаточные испытания должны проводиться в условиях, близких к обычной эксплуатации машины. В период испытаний проверяют: надежность крепления узлов и деталей; состояние зубчатых передач (повышенный шум и вибрация); надежность крепления рабочих канатов и вант, их равномерное натяжение; работу систем смазки (герметичность систем, загрязненность масла); состояние и нагрев подшипников качения и скольжения, правильность их регулировки (табл. 4.26 и 4.27); герметичность пневматических и гидравлических систем; работу и регулировку тормозов (табл. 4.28 и 4.29); плавность включения (выключения) и регулировку (в соответствии с требованиями к сборке) муфт (табл. 4.30); состояние ответственных узлов несущих металлоконструкций (места заварки трещины); правильность загрузки противовеса поворотных платформ; надежность работы ходового механизма и механизма шагания; уровень вибрации; рабочие параметры экскаватора (при необходимости проводят дополнительную регулировку механизмов и устройств); работу электрооборудования и показания приборов.

Ремонт машины считается законченным при условии: выполнения всего объема работ по механической части, предусмотренного ремонтной документацией, ведомостью технического состояния и дополнительным объемом согласно договору, а также всего объема работ по ремонту и наладке электрооборудования; проведения всех регулировок механизмов и устройств, настройки средств защиты; испытаний пневматического и гидравлического оборудования; испытаний в полном объеме экскаватора на холостом ходу; наличия освещения, звукового

Таблица 4.26

Допустимое осевое биение подшипников, установленных по одному в опоре, мм

Внутренний диаметр подшипника, мм	Тип подшипника	
	Роликовый конический однорядный с углом конуса 10—16°	Шариковый радиально-упорный с углом контакта 12°
10—30	0,04—0,07	0,03—0,05
31—50	0,05—0,10	0,04—0,07
51—80	0,08—0,15	0,05—0,10
81—120	0,12—0,20	0,06—0,15
121—180	0,20—0,30	0,10—0,20
181—260	0,25—0,35	0,15—0,25

Таблица 4.27

Допустимое осевое биение подшипников, установленных по два в опоре, мм

Внутренний диаметр подшипника, мм	Тип подшипника				
	Роликовый конический однорядный с углом конуса, градус		Шариковый радиально-упорный с углом контакта, градус		Шариковый радиальный
	10—16	25	12	26—36	
10—30	0,02—0,04	0,01—0,02	0,02—0,04	0,01—0,02	0,01—0,02
31—50	0,04—0,07	0,02—0,04	0,03—0,05	0,02—0,03	0,02—0,04
51—80	0,05—0,10	0,03—0,05	0,04—0,07	0,02—0,04	0,03—0,05
81—120	0,08—0,15	0,04—0,07	0,05—0,10	0,03—0,05	0,03—0,05
121—180	0,12—0,20	0,05—0,10	0,08—0,15	0,04—0,07	0,03—0,05
181—250	0,16—0,25	0,08—0,15	0,12—0,20	0,05—0,10	0,04—0,06
251—360	0,20—0,30	0,08—0,20	0,12—0,25	0,05—0,15	0,04—0,06
361—400	0,25—0,35	0,10—0,25	0,15—0,30	0,10—0,20	0,05—0,07

сигнала, исправного состояния всех контрольных приборов, а также ограждений, обеспечивающих безопасность эксплуатации; выполнения всех надписей и табличек, предусмотренных требованиями чертежей; наличия актов и других документов, а также сведений о ремонте в формуляре (обязательно отражаются фактически выполненные ремонтные работы и работы сверхнормативного объема).

Заказчик обязан в течение четырех календарных суток произвести испытание экскаватора. При отсутствии неисправностей стороны оформляют акт установленной формы, после чего экскаватор считается пригодным для эксплуатации.

Срок окончания ремонта исчисляется со дня подписания промежуточного акта. По окончании ремонта экскаватора необходимо подготовить и представить заказчику следующую документацию: акт приемки экскаватора в ремонт; акт готовности экскаватора к приемосдаточным испытаниям (промежуточный акт); акт приемки экскаватора из ремонта; акт нивели-



Таблица 4.28

Регулировочные данные тормозов типа ТКП

Показатели	ТКП-100	ТКП-200	ТКП-300	ТКП-400	ТКП-500	ТКП-600	ТКП-700	ТКП-800
Ход якоря, мм: наименьший рабочий предельный	2		2,3		2,7		3	
	3		3,5		4,0		4,5	5,0
Допуск на установочную длину пружины, мм	±1		±1,5	±2		±2,5		
Толщина накладки, мм: номинальная при износе	6		8					
	2-3		2,5-4	3-4				
Отношение длины пружины к тормозному моменту, мм/(Н·м)	120	92	171	217	252	310	353	398
	40	160	500	1500	2500	5000	8000	12500
			205	233	276	328	395	440
			100	1200	1900	3550	5750	9100
				253	293	394	405	460
				900	1500	3000	4800	7500
				274	313	375	430	484
			550	1000	2050	3250	5050	
				319	366	439	499	
				850	1550	2800	4400	

Таблица 4.29

Регулировочные данные тормозов типа ТКТГ

Показатели	ТКТГ-200	ТКТГ-300	ТКТГ-400	ТКТГ-500	ТКТГ-600
Толщина накладки тормоза, мм: номинальная при износе	6		8		
	2-3		2,5-4	3-4	
Отношение длины пружины к тормозному моменту, мм/(Н·м)	150	180	212	250	322
	300	800	1500	2500	6000
	169	195	242	274	346
	350	700	1250	2250	4500
	180	210	272	297	369
	200	600	1000	2000	4000
	192	224	302	321	343
	190	500	750	1750	3500
	203	239	331	344	417
	100	400	500	1500	3000
			253	368	440
			300	1250	2500

Таблица 4.30  
Требования к сборке муфт

Муфты	Блесне, мм		
	концов вала	радиальное	торцевое
Жесткие (втулочные, продольно-свертные, поперечно-свертные или дисковые)	0,01—0,02	<0,03	
Полужесткие	0,05—0,1	<0,5	
Пальцевые	0,03—0,5	0,5—1,5	1—1,5
Зубчатые	0,5—1,5	0,04—0,1	1—3
Предельного момента	0,5—1	0,5—1,5	

Примечание. Для муфты предельного момента настраиваемый предельный момент должен составлять  $(1,5+2,2) M_n$ , где  $M_n$  — номинальный момент муфты.

54

ровки стрелы (только для шагающих экскаваторов и отвалообразователей); акты испытаний редукторов; акт испытания компрессора; акт испытания воздухоборника (только в случае ремонта); протоколы результатов УЗД деталей и сварных швов; акт установки и выверки зубчатого венца и рельсового круга; акт на сборку новой опорной рамы (базы), с указанием нарушения плоскости привалочных поверхностей относительно оси центральной цапфы; акт центровки валов механизмов подъемных и тяговых лебедок и механизма шагания (механической передачи); акт испытания гидравлического оборудования; технический отчет по наладке схем управления и электрооборудования; протокол на испытание трансформаторного масла; акт на измерение сопротивления заземления электрического экскаватора; акт на измерение сопротивления изоляции кабельных и проводных линий; протокол на испытание высоковольтного кабеля и кабельных перемычек; протокол на испытание силового трансформатора; протокол на наладку и испытание максимальной и нулевой защиты; акт приема-сдачи работ по наладке и испытанию электрооборудования; протоколы на испытание электрических машин; протоколы на испытание повышенным напряжением высоковольтного оборудования (кольцевого токоприемника и распределительных устройств КВЭ-6, 2КВЭ-6, КРУЭ-6 и др.).

Все документы представляются заказчику в одном экземпляре. Копии или вторые экземпляры должны храниться у исполнителя.

При выявлении неисправностей во время приемосдаточных испытаний за заказчиком сохраняется право не подписывать акт до устранения их исполнителем. Дополнительную регулировку механизмов (не квалифицируется как неисправность)

производит заказчик. Исполнитель обязан в течение 24 ч приступить к устранению неисправностей и в течение 48 ч устранить их. В противном случае ремонт экскаватора считается незаконченным.

Исполнитель должен гарантировать безотказную работу экскаватора в течение установленного срока со дня подписания акта при условии соблюдения заказчиком правил транспортирования и эксплуатации экскаватора. Гарантия не распространяется на быстроизнашивающиеся детали: зуб (коронка ковша), засов днища ковша, цепи с концевыми деталями упряжи ковша шагающего экскаватора, втулки передних и боковых проушин корпуса ковша, кремальберные шестерни экскаваторов ЭКГ-4,6А и ЭКГ-4,6Б. Претензии по послеремонтной гарантии по дефектам, связанным с явно выраженным несовершенством самой конструкции машины, и при обрыве канатов не принимаются.

При обнаружении заказчиком дефектов в течение послеремонтного гарантийного срока исполнитель обязан в кратчайший, технически возможный срок устранить их за свой счет (устранение дефектов силами заказчика допускается только с согласия исполнителя). Затраты предъявляются заказчиком по рекламации. Заказчик обязан в течение 24 ч с момента обнаружения дефекта вызвать представителя ремонтного предприятия для составления рекламационного акта. Представитель обязан прибыть к заказчику не позднее трех суток с момента вызова (для предприятий одного города не позднее одних суток).

При вызове заказчик должен сообщить: заводской номер экскаватора и дату приемки из ремонта; краткое описание и время обнаружения дефекта.

До приезда представителя устранять повреждение или дефект запрещается. В случае неявки представителя в указанный срок акт рекламации составляется с представителями сторонней (независимой) организации.

Претензии заказчика, не обоснованные требованиями чертежей и Руководств, не принимаются. За срок приема экскаватора из ремонта по необоснованным претензиям ответственность несет заказчик.

За исполнителем сохраняется право проверки соблюдения правил эксплуатации экскаватора. При выявлении нарушений снимается установленная послеремонтная гарантия, что фиксируется актом.

Исполнитель не комплектует экскаватор противопожарным инвентарем, слесарно-монтажными инструментами и приспособлениями, смазочно-заправочными шприцами и запасными частями.

После приемки экскаватора из ремонта исполнитель обязан очистить ремонтную площадку от оборудования, металлолома и прочих отходов.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

При ремонте деталей горных машин восстанавливают их работоспособность, геометрическую форму, взаимное расположение осей, размеры, посадку, прочность, твердость и другие параметры. Различают три группы способов восстановления деталей:

первая — пополнение металла в местах износа деталей, к которой относятся наплавка (газовая, электродуговая, плазменная), напыление металлизаторами (электрическими, газовыми, высокочастотными и плазменными), осаждение (электролитическое хромирование, осталивание, химическое никелирование), пластическое деформирование (осадка, раздача, обжатие);

вторая — удаление изношенных элементов деталей и замена их новыми (зубчатые венцы, бандажы, накладки из полимерных материалов) или сменными компенсирующими (втулки-компенсаторы) деталями;

третья — удаление дефектного поверхностного слоя металла в местах износа, к которой относятся способы ремонтных размеров (обработка основной детали под ремонтный размер и изготовление сопрягаемой детали, обработка основной детали под ремонтный размер и восстановление сопрягаемой детали с ремонтными сопрягаемыми размерами) и дополнительного (ремонтного) коррегирования зубьев зубчатых колес (восстановление коррегированием зубчатого колеса и шестерни при изменяемом или неизменяемом межосевом расстоянии).

### Восстановление деталей наплавкой

Этот способ получил наибольшее распространение при восстановлении и повышении износостойкости деталей.

При наплавке происходят расплавление присадочного материала (электрода) электрической дугой, газовым пламенем или другим источником тепла и соединение его с металлом детали. Для стабилизации процесса наплавки и легирования наплавленного слоя присадочный материал покрывают специальными обмазками, а также осуществляют наплавку под слоем флюса или в среде защитных газов. В результате получают наплавленный слой с высокой сопротивляемостью изнашиванию, твердостью. Основные виды наплавки и область их применения приведены в табл. 4.31.

*Ручная электродуговая наплавка* применяется для восстановления деталей толщиной 0,5 мм и более. Наплавку ведут на постоянном и переменном токе штучными неплавящимися или плавящимися металлическими покрытыми электродами, диаметр которых выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла (табл. 4.32).

В качестве неплавящихся применяют вольфрамовые, угольные и графитовые электроды. При наплавке неплавящимися



Таблица 4.31

Основные виды наплавки, применяемые при восстановлении деталей

Наплавка	Толщина наплавленного слоя, мм	Твердость после наплавки, НРС	Производительность, кг/ч	Область применения
Ручная электродуговая	1,0—1,2	65	0,8—3	Восстановление деталей из углеродистых и легированных сталей, черных и цветных металлов и сплавов, работающих при умеренном нагружении
Автоматическая электродуговая: под слоем флюса	1,5—20	65	2,5—30	Восстановление деталей из черных и цветных металлов, работающих при любых нагрузках
в среде защитных газов	0,5—2,5	55	2,8—4	Восстановление тонкостенных деталей из черных и цветных металлов
Газовая	0,5—2,5	65	1,3—2,3	Восстановление цилиндрических деталей, работающих при умеренных нагрузках
Электродуговая	1,0—5	37	0,6—1,5	Восстановление сложных деталей из черных и цветных металлов
Электродуговая	1—50	55	12—50	Наплавка деталей из черных и цветных металлов
Индукционная	0,1—5	55—60	5—27	То же
Композиционная	0—2,5 1—10	55—60 72	1—20 3,5—10	Восстановление цилиндрических деталей при абразивном износе

Таблица 4.32

Зависимость диаметра электрода от толщины свариваемого металла

Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм	Ток, А	Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм	Ток, А
0,5—1	1,6—2	25—35	2	2—3	50—80
1—1,5	2	35—60	3	3	70—120

электродами деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного износа, применяют порошки марок С-2М, ФБХ6-2, БХ, КБХ.

Стержни покрытых электродов изготовляют преимущественно из сварочной проволоки Св-08, Св-08А, состав покрытия — из феррохрома, ферромolibдена, феррованадия, ферротитана, графита серебряного, карбида бора, мела и др.

Таблица 4.33

Размеры металлических покрытых электродов, мм

Диаметр электрода	Длина электрода со стержнем из сварочной проволоки		Длина зачищенного от покрытия конца электрода
	низкоуглеродистой или легированной	высоколегированной	
1,6	200; 250	150; 200	20
2	250	200; 250	
2,5	250; 300	250	
3	300; 350	300; 350	25
4	450	350; 450	
5; 6; 8			
10; 12			30

Основные размеры покрытых электродов приведены в табл. 4.33.

В зависимости от отношения диаметра электрода  $D$  к диаметру стального стержня  $d$  различают электроды с покрытием: тонким ( $D/d < 1,2$ ); средним ( $1,2 < D/d \leq 1,45$ ); толстым ( $1,45 \leq D/d \leq 1,8$ ); особо толстым ( $D/d > 1,8$ ).

Наиболее широко для ручной электродуговой наплавки применяют электроды, предусмотренные ГОСТ 10051—75, характеристики и область применения которых приведены в табл. 4.34 и 4.35.

Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварочных соединений из сталей при ручной наплавке принимают по ГОСТ 5264—80. Режимы наплавки приведены в табл. 4.36 и 4.37.

Недостатки ручной наплавки: низкая производительность, тяжелые условия труда, снижение усталостной прочности наплавленных деталей.

Автоматическая электродуговая наплавка под слоем флюса (рис. 4.4) применяется для восстановления деталей, имеющих износ более 3—5 мм. Электродная проволока 1 непрерывно с постоянной скоростью подается втулкой 2 в дуговой промежуток. В дуге 3 проволока плавится и смешивается с расплавленным металлом изделия 4, образуя сварочную ванночку 5. Полученный при этом валик наплавленного слоя 6 покрыт шлаковой коркой 7 и нерасплавившимся флюсом 8. В процессе наплавки слой флюса толщиной 50—60 мм создает давление на жидкий металл, достаточное для устранения его разбрызгивания и нарушения формирования шва, благодаря чему наплавленный металл не имеет пор и раковин.



Таблица 4.35

Область применения электродов для ручной электродуговой наплавки

Электрод		Наплавляемые детали
тип	марка	
Э-25Х10Г10С Э-65Х11Н3 Э-65Х25Г13Н3 Э-175Б8Х6СТ	ЦН-11 ОМГ-11 ЦНННН-4	Щеки дробилок, элементы драг и другие детали из высокомарганцовистой стали марки 110Г13Л
Э-10Г2 Э-11Г3 Э-12Г4 Э-15Г5	ОЗН-250У ОЗН-300У ОЗН-350У ОЗН-400У	Валы, оси и др.
Э-95Х7Г5С Э-30Х5Г2В2СМ	12АН/ЛНВТ ТКЗ-Н	Била дробилок, зубья ковшей экскаваторов и др.
Э-110Х14В13Ф2 Э-300Х28Н4С4 Э-320Х23С2ГТР Э-320Х25С2ГР Э-80Х4С Э-350Х26Г2Р2СТ	ВСН-6 ЦС-1 (сормайт) Т-620 Т-590 13К11/ЛНВТ Х-5	Зубья ковшей экскаваторов, ножи автогрейдеров, щеки дробилок, била дробилок и мельниц, зубья черпаков и др.

Таблица 4.36

Режимы ручной электродуговой наплавки

Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Ток, А	Род тока	Коэффициент наплавки, г/(А·ч)	
ОЗН-300, ОЗН-350, ОЗН-400, ОМГ-11, ОМГ	4	170—220	Постоянный обратной полярности и переменный	8,2—8,6	
	5	210—240			
	4	120—140		9—9,2	
	5	160—180			
ЭН-60М	4	110—140	Постоянный обратной полярности	8,9—9	
	5	140—180			
ЦН-5	4	130—160	Постоянный обратной полярности и переменный	13	
	5	160—200			
ЦН-16	4	130—160		11—13	
	5	160—200			
ЦН-7 ЦН-4 ЭНР-62, ЦН-1М	4	140—160	Постоянный обратной полярности и переменный	11—13	
	5	160—200			
	ЦН-2У,	4		110—130	10,5—13
		5		140—160	
12КН/ЛНВТ	4	150—160	Постоянный обратной полярности	8,1—8,3	
	5	200—210			



Продолжение табл. 4.36

Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Ток, А	Род тока	Коэффициент наплавления, г/(А·ч)
ЦС-1	6	180—200	Постоянный прямой полярности	—
	7	200—220		
ПКП/ЛИВТ Т-500, Т-620	4	160—180	Постоянный обратной полярности и переменный	6,5 8,5
	5	190—200		
	4	200—220		
	5	250—270		
ЦШ-2, ЦШ-6	4	120—140	Постоянный обратной полярности	12,2 10,4
	5	180—200		
ЦШ-3	4	120—140		10—12
	5	170—200		
ЦШ-8	4	120—140		
	5	170—200		

Таблица 4.37

Режимы ручной электродуговой наплавки твердых сплавов

Сплав	Толщина детали, мм	Диаметр электрода, мм	Длина дуги, мм	Сварочный ток, А	
				постоянный	переменный
Вокер	10	8—10	3—5	140—150	160—180
		12—18		160—200	180—240
Сталлит	3—5	8—10	4—8	80—100	90—120
ВПСХОМ-9	6—15	10—12	4—8	120—140	140—160
	16	16—20		160—180	180—230
Боридная смесь БХ, КБХ	10	10—12	4—6	160—190	190—210
	15	12—15		170—210	220—250

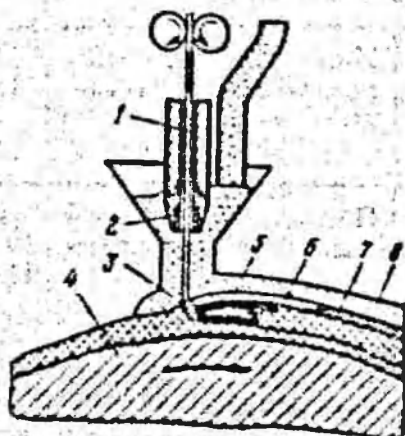


Рис. 4.4. Схема процесса автоматической наплавки под флюсом

Таблица 438

## Химический состав плавящихся флюсов

Марка	Содержание элементов, %									
	SiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	Mg	CaF <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P
АН-348А	41—44	34—38	≤6,5	5—7,5	4—5,5	≤4,5	—	2	0,15	0,12
ОЦЛ-45 ОЦЛ-45М	38—44	38—47	≤2,5	6—9	≤5	—	—	1,5	0,15	0,15 0,10
АН-60	42—46	36—41	3—11	0,5—3	5—8	27—32 20—22	2—3	—	0,08 0,07	0,15
АН-20СМ АН-26	19—24 30—32	≤0,5 2,5—3,5	3—9 5—6,5	9—13 16—18	33—40 19—23	≤2 39—44	—	—	0,08 0,07	0,05 0,10
АН-25* АН-30	6—9 2—5	≤0,5	12—15 16—20	2—4 13—16	33—40 19—23	≤2 39—44	—	—	0,08	0,05

\* TiO<sub>2</sub> не более 35—40 %.

Таблица 4.39

Режимы автоматической наплавки под слоем флюса плоских поверхностей

Износ поверхности, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Ток, А	Напряжение, В	Скорость, м/ч	
				наплавки	подачи электродной проволоки
2—3	1,6—2	160—220	30—32	20—25	100—125
3—4	1,2—2	320—350	32—34	25	150—200
4—5	2—3	350—460	32—34	20—25	80—100
5—6	4—5	650—750	34—35	25—30	200—250

Таблица 4.40

Режимы автоматической наплавки под слоем флюса цилиндрических поверхностей

Диаметр детали, мм	Ток, А, при диаметре электродной проволоки, мм		Напряжение, В	Скорость, м/ч		Шаг наплавки, мм, мм
	1,2—1,6	2—2,5		наплавки	подачи электродной проволоки	
50—60	100—120	120—150	25—28	20—21	50	3
65—75	140—150	180—220	25—28	18—28	77	4—5
80—100	170—180	230—300	23—30	16—30	101	5
150—200	230—250	300—370	30—32	13—15	140	5

В качестве электродов используют наплавочную проволоку (см. табл. 6.30 и 6.31). Марки и состав флюсов приведены в табл. 4.38. Наплавку ведут в основном на постоянном токе, переменный применяется лишь для наплавки крупных деталей. Производительность наплавки 4,2—9,5 кг/ч. Недостатки автоматической наплавки под слоем флюса: изменение структуры и механических свойств основного металла; сложность наплавки деталей диаметром менее 45 мм; использование дорогостоящих материалов. Режимы наплавки приведены в табл. 4.39—4.41.

*Электродуговая наплавка в среде защитных газов* применяется в тех случаях, когда затруднительно или невозможно применять наплавку под флюсом (тонкостенные детали, внутренние поверхности, детали сложной конфигурации и т. д.). В качестве защитных газов применяют углекислый газ, аргон, гелий, азот. Для наплавки используют электродную сварочную проволоку Св-08ГС, Св-10ГС, Св-18ХГСА, Св-08Г2СА и др. Толщина наплавленного слоя 0,8—1,5 мм. Производительность наплавки в среде углекислого газа составляет 3—4,5 кг/ч. Недостатки данного способа: большое разбрызгивание металла; сравнительно низкие механические свойства наплавленного слоя. Режимы наплавки в среде углекислого газа приведены в табл. 4.42.

Таблица 4.41

Режимы автоматической электродуговой наплавки под слоем флюса  
электродной лентой

Лента		Ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость, м/ч		
Сечение, мм	Материал			подачи электрода	наплавки	
0,5×30	Сталь 0,8кп	500—550	32—34	50	6—10	
0,5×40		600—650		44	8—10	
0,5×40		950—1000	32—36	75	10—15	
0,5×50		700—750	32—34	44	8—12	
0,5×50		950—1000	32—36	57	10—15	
0,5×70		800—850	32—34	32	8—12	
0,5×70		1200—1300	32—36	50	10—12	
0,5×100		900—950	32—34		8—12	
0,6×65		Сталь 12X18H9T	500—550	30—32	43	8—10
1×50		Бронза БрАМц9-4	650—700	35—38	64	

Таблица 4.42

Режимы автоматической электродуговой наплавки в среде углекислого газа

Диаметр детали, мм	Электродная проволока			Напряжение, В	Ток, А	Шаг наплавки, мм/об	Скорость наплавки, м/ч
	диаметр, мм	скорость подачи, м/ч	смещение электрода, мм				
10	0,8	175	0—3	17—18	75	2,5—3	40—45
20	0,8	250	3—5	18—19	95	3	40—45
40	1,0	200—235	8	18—19	85—90	3—3,5	30—35

*Вибродуговая наплавка* применяется для получения тонких и весьма прочных покрытий толщиной 0,8—2,5 мм на круглых деталях диаметром 15—300 мм. Схема процесса наплавки приведена на рис. 4.5. Колеблющийся электрод в виде оголенной проволоки с кассеты 1 подается в дугу горения механизмом 2, обеспечивающим его вибрацию вдоль оси. Механизм устанавливают в опорный узел 5, имеющий электромагнит 3, вибрирующий рычаг 4 и хоботок 6. Изделие 7 зацепляют при этом в токарном станке. Частота вибрации электрода составляет 30—100 с<sup>-1</sup>, размах вибрации равен 0,75—1 диаметра электрода. При наплавке в дугу или на деталь подается охлаждающая жидкость (3—4 %-ный раствор кальцинированной соды). Вследствие непрерывного охлаждения и прерывистого характера процесса уменьшается зона термического влияния и де-



Таблица 4.43  
Режимы вибродуговой наплавки деталей из сталей 45

Параметры	Толщина наплаваемого слоя, мм				
	0,3	0,7	1,1	1,5	2,5
Диаметр электрической проволоки, мм	1,6		2		
Ток, А	120—150		150—210		
Скорость, м/мин:					
наплавки	2,2	1,2	1,0	0,6	0,3
подачи проволоки	0,4	0,5	0,8	1,0	1,1
Расход охлаждающей жидк.	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7
Шаг наплавки, мм/об	1,0	1,3	1,6	1,8	2,0
Шаг вибродуги проволоки, мм	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0
Угол наклона проволоки к детали, градус	35		45		

формации наплаваемой детали. Недостатки данного способа: неравномерная твердость наплавленного металла; наличие газопор и раковин; невозможность восстановления детали, испытывающих циклические и динамические нагрузки. Режимы вибродуговой наплавки деталей приведены в табл. 4.43.

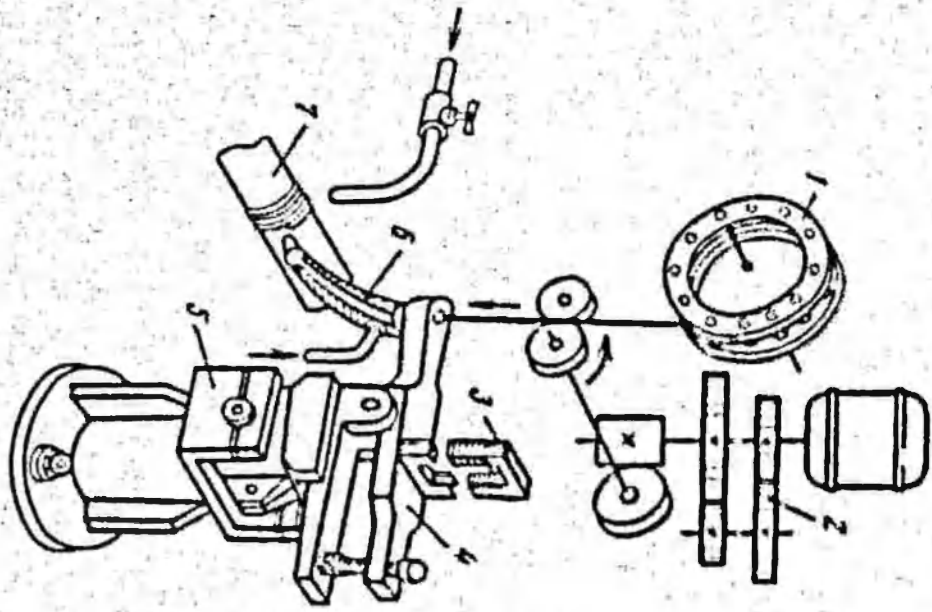


Рис. 4.5. Схема вибродуговой наплавки

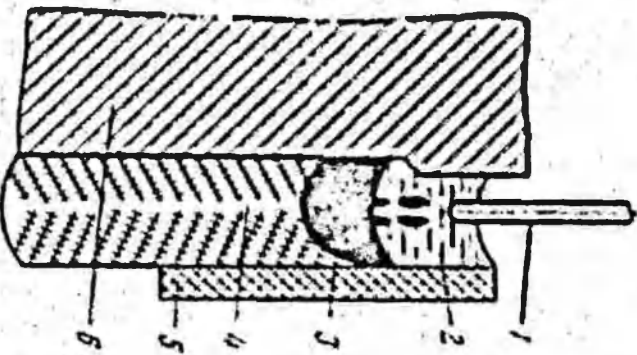


Рис. 4.6. Схема электрошлаковой наплавки

Таблица 4.44  
Режимы электрошлаковой наплавки проволочными электродами

Параметры	Толщина наплаваемой детали, мм							
	30	70	90	150	200	250	300	
Ток, подаваемый на один электрод, А	350—370	650—670	600—620	450—500	550—570	500—550	400—450	
Напряжение на ванне, В	32—34	47—48	42—46	44—50	46—48	50—55	46—48	
Число электродов	2,5		2		3			
Диаметр электрода, мм	2,5		50		65		90	110
Расстояние между электродами, мм	31—32		26—32		26—31		36—38	31—36
Поперечное перемещение электродов, мм	—		—		—		—	—
Скорость, м/ч:								
подачи электрода	172—180	371—400	300—320	220—240	250—280	230—250	200—220	
наплавки	0,9—1	1—1,1	1,6—1,7	0,8—0,9	0,5—0,6	0,4—0,5	0,35—0,4	
Зазор, мм	30—32	26—30	24—27	25—28	32—34	28—32	30—32	
Глубина шлаковой ванны, мм	20—25	60—65	50—70	40—50	50—55	—	45—50	
Сухой вылет, мм	40—45	90—95	—	60—80	—	—	60—70	
Флюс	АН-8		—		ФЦ-7		АН-8	

Таблица 4.45

Режимы плазменно-порошковой наплавки

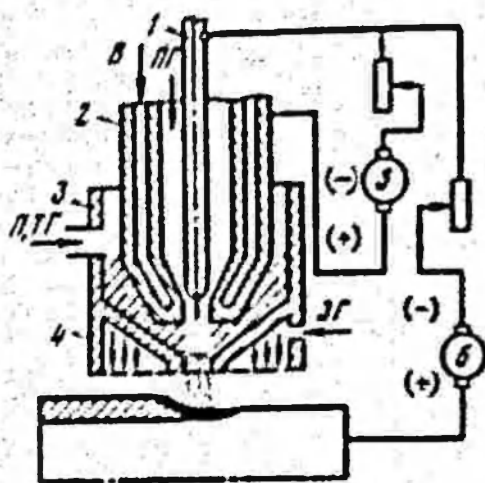


Рис. 4.7. Схема плазменно-порошковой наплавки:

В — вода; ПП — плазмобразующий газ; П — порошок; ТГ — транспортирующий газ; ЗГ — защитный газ

Параметры	Плазмобразующий газ	
	азот	аргон
Ток, А	120—160	150—200
Напряжение, А:	120—160	
допустимого тока		
рабочее	50—60	40—45
Расход, л/мин:		
плазмобразующего газа	—	1,5—2,5
транспортирующего газа	6—9	5—7
защитного газа	20—25	16—20
охлаждающей воды	≥4	≥5
Расстояние от горелки до детали, мм	10—18	
Частота колебаний горелки, мин <sup>-1</sup>	40—100	
Скорость наплавки, м/мин	0,15—0,18	

Электрошлаковая наплавка применяется для восстановления деталей, имеющих большой износ. Схема процесса электрошлаковой наплавки приведена на рис. 4.6. В пространстве между наплавляемой поверхностью б и формирующим устройством 5 создается ванна расплавленного флюса-шлака 2, в которую подается электрод 1 в виде проволоки или прокатанных пластин. Ток, проходя между электродами и изделием, нагревает расплавленный шлак и поддерживает в нем высокую температуру. Шлак в свою очередь расплавляет электрод. Образующаяся под шлаковой ванной металлическая ванна 3, затвердевая, дает прочный соединенный с металлом изделия слой 4 толщиной 14 мм и более. Производительность наплавки 12—30 кг/ч. Режимы электрошлаковой наплавки приведены в табл. 4.44.

Плазменная наплавка применяется для нанесения слоя металла толщиной 0,5—5 мм. В зависимости от способа подачи и типа присадочного материала различают несколько разновидностей плазменной наплавки. Присадочный материал в виде проволоки, ленты, спрессованных металлокерамических колец и пластинок, пасты, а также порошка подается в плазменную дугу или выделенную плазменную струю. При плазменно-порошковой наплавке (рис. 4.7) порошок вдувают через специальные каналы в горелке в дугу. Горелка имеет три сопла. В сопле 2 формируется плазменная дуга, по соплу 3 подается

Таблица 4.46

Технические характеристики аппаратов для электродуговой наплавки

Марка	Защитная среда	Диаметр проволоки, мм	Номинальный сварочный ток, А	Скорость, м/ч		Габариты, мм
				подача электрода	наплавки	
А-348МК	Флюс	3—5	1000	28,5—255	14—110	650×850×1600
ЛБСК	»	2—6	300—1200	28—220	14—110	760×710×1750
А-1406	Флюс, углекислый газ	2—5	1000	50—500	—	320×980×1600
А-1408	Углекислый газ, без защиты	1,6—3	500	50—500	—	620×1200×1020
А-1409	Флюс, без защиты	1,6—3	300	50—500	—	700×1395×720
А-874Н	Флюс	2—7	1000	5—90	5—116	1100×810×2000
А-580М	»	1—3	400	48—410	12—40	925×1200×1250
А-1640	Флюс, без защиты	3—5	1000	30—200	—	2570×800×850

Таблица 4.47

Технические характеристики аппаратов для электрошлаковой наплавки

Параметры	А-645М	А-1304	А-650	А-578М
Сварочный ток, А	3	3	3	1,2
Диаметр электрода, мм	3	6	6	20
Число электродов	6	4	1	1
Скорость подачи электродов, м/ч	60—150	14—306	6,8—10	0,82—8
Габариты, мм	380×440×550	500×400×800	350×675×2400	1100×1730×680
Масса, кг	35	45	650	520

присадочный порошок, по соплу 4 — защитный газ. Зажигание дуги между электродом 1 и соплом 2 производится от источника 5. В плазменной струе этой дуги плавится порошок. Плазменную дугу прямого действия формирует источник 6. Данный способ используется для наплавки деталей из высоколегированных сплавов на основе никеля и различных карбидных композиций. Режимы плазменной наплавки приведены в табл. 4.45.

Индукционная наплавка производится с помощью индуктора, соединенного к машинному или ламповому генератору токов высокой частоты.



Таблица 4.48

Технические характеристики аппаратов для плазменной наплавки

Параметры	A-1299M	A-1103	A-1758
Расход присадочного порошка, кг/ч	0,2—1,5	0,5—1,2	1,0—1,2
Расход газа, л/мин	20—36	6—12,5	25
Номинальный сварочный ток, А	500	300	300
Частота колебания плазмоструны, мин <sup>-1</sup>	8—80	8—87	—
Габариты, мм	100×750×120	—	110×800×740
Масса, кг	260	—	120

Таблица 4.49

Технические характеристики понижающих трансформаторов с воздушным охлаждением

Марка	Напряжение, В		Сварочный ток, А		Потребляемая мощность, кВт	КПД, %	Коэффициент мощности
	номинальное	диапазонное	номинальное	регулируемое			
<b>С нормальным магнитным рассеянием и реактивной катушкой</b>							
ТСД-500-1	40	— 80	500	200—600	48,5	85	0,55
ТСД-1000-4	42	69—78	1000	400—1200	78	87	0,62
ТСД-2000-2	53	72—84	2000	600—2200	186	89	0,64
<b>С увеличенным магнитным рассеянием и подмагничиваемым магнитным шунтом</b>							
ТФД-1001	41	64—71	1000	400—1200	82	87	—
ТФД-1601	60	93—105	1600	600—1800	182	88	—
<b>С увеличенным магнитным рассеянием и подвижными катушками</b>							
ТД-300	30	61—79	300	60—380	19,4	86	0,51
ТД-304	35	61—79	300	60—350	19,4	87	0,60
ТД-500	30	61—76	500	90—650	32	87	0,53
<b>С явным рассеянием</b>							
ТСМ-250	25	60	250	92—250	14,5	77	0,55
ТСМ-500	40	68	500	—	—	77	—

Автоматические наплавки осуществляют аппаратами для электродуговой (табл. 4.46), электрошлаковой (табл. 4.47) и плазменной (табл. 4.48) наплавки.

В качестве источников питания дуги при наплавке на переменном токе используют сварочные трансформаторы, на посто-



Таблица 4.50

Технические характеристики преобразователей

Марка	Сварочный ток, А		Напряжение, В		Потребляемая мощность, кВт·А	Генератор
	компл. лальный	пределы регулирования	рабочее	холостого хода		
ПС-1000	1000	300—1000	14	50—90	14	СГ-1000-11
ПСУ-500	500	16—500	40	40	20	ГСУ-800
ПД-305	305	40—350	32	85	10,5	—
ПД-501	500	125—500	40	58—86	28	ГСО-500
ПСГ-500	500	60—500	40	40	20	ГСГ-500-1
ПСО-315	315	100—315	32	80	17	ГСО-315-М

Таблица 4.51

Технические характеристики полуавтоматов для наплавки

Марка	Диаметр электрода, мм	Номинальный сварочный ток, А	Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	Источник питания	Габариты механизма подачи, мм
ПШ-51	1,6—2,0	630	80—600	—	440×300×340
ПШ-54	2,0—2,2	500	80—600	—	330×280×325

Под слоем флюса

ПШ-51	1,6—2,0	630	80—600	—	440×300×340
ПШ-54	2,0—2,2	500	80—600	—	330×280×325

В среде защитных газов плавящимся электродом

А-547У	0,8—1,2	300	100—340	ВС-300	350×118×245
А-825М	1,0—1,2	250	120—620	ВСЖ-303	900×660×420
А-1230М	0,8—1,2	315	140—670	ВДГ-301	64×280×130
А-1503	1,6—3,0	630	90—930	ПСТ-500	960×680×560
ПДГ-301	0,8—1,2	300	180—720	ВДГ-302	450×240×275
ПДГ-305	0,8—1,4	315	120—1200	ВДГ-302	362×284×153
ПДГ-502	1,2—2,0	500	120—1200	ВДУ-504	904×660×434
ПДГ-601	1,2—2,5	600	120—1200	ВДГ-601	904×660×434

Под слоем флюса и в среде защитных газов

А-1035	1,6—3,5	450	58—580	ВДУ-504	900×660×420
А-1187П	1,6—3,0	500	90—900	ВДУ-504	960×660×560

янием тока — преобразователи. Технические данные наиболее распространенных однофазных понижающих трансформаторов с воздушным охлаждением, имеющих падающую или пологопадающую внешнюю характеристику, приведены в табл. 4.49. Преобразователи выпускают нескольких типов с внешними характеристиками: падающими, жесткими, жесткой и падающей (табл. 4.50).

Кроме аппаратов для автоматической наплавки применяются также полуавтоматы (табл. 4.51) для наплавки: под флюсом; в среде защитных газов; открытой дугой порошковой самозащитной проволокой. Многие полуавтоматы имеют скорость подачи проволоки от 60 до 900 м/ч и рассчитаны на наплавку и сварку токами до 500 А.

### Восстановление деталей металлизацией

Металлизация распылением — это процесс плавления и нанесения частиц расплавленного металла слоем толщиной 0,5—10 мм струей инертного газа или воздуха со скоростью 100—300 м/с на заранее подготовленную поверхность детали. Нанесенное покрытие представляет собой пористый, хрупкий слой материала сравнительно высокой твердости и низкой механической прочности.

Для нанесения покрытий используют металлизационные установки, которые по способу распыления металла делятся на электродуговые, газовые, высокочастотные и плазменные.

В электродуговых металлизаторах (табл. 4.52), получивших наибольшее распространение, электрическая дуга горит между двумя электродами в потоке сжатого воздуха, который переносит расплавленный металл на поверхность детали. Питание дуги производится или переменным током от сварочного трансформатора, или от преобразователя.

В газовых металлизаторах (табл. 4.53) проволока плавится в газовом пламени и струей сжатого воздуха наносится на поверхность детали. При использовании ацетиленово-кислородного пламени температура достигает 3180 °С. Газопламенная металлизация применяется для нанесения покрытий из керамики, тугоплавких соединений, металлов и т. д. Разновидностью газовой металлизации являются реактивная и взрывная металлизации.

В высокочастотных металлизаторах расплавление материала производится в индукторе токами высокой частоты от установок ЛГПЗ-30, ЛЗ-37 и др. Распыление материала осуществляется сжатым воздухом. Высокочастотные металлизаторы применяются главным образом для напыления стали.

В плазменных металлизаторах происходят те же процессы, что и при плазменной наплавке. Высокая температура плазменной струи позволяет производить распыление наиболее тугоплавких материалов.

Для плазменного напыления тугоплавких материалов (вольфрама, боридов, карбидов) применяют установки типа УМП-1-61, УМП-2-62 и УМП-4-64.

При металлизации деталей распылением используют проволоку стальную марок 10, 15, 20, 25, 30, 40, 45, 50, У7, У8, У10 и др.; латунную марок Л62, Л68, ЛС59-1; бронзовую марок БрКМц3-1 и БрОЦ4-3; медную марок ММ, М1, М2 и др.

Таблица 4.52

Технические характеристики электродуговых металлизаторов

Параметры	ЛК-5	ЛК-6	ЭН-3А	ЭМ-6	МЭС-1	ЭМ-9	УМА-1
Рабочее избыточное давление воздуха, МПа	0,6	0,55—0,6	0,45—0,6	0,4—0,5	0,5—0,6	0,5—0,6	0,26—0,3
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	1,2	0,45—1	0,8—1	0,8—0,9	0,7—0,9	0,8—1	0,4—0,5
Напряжение, В	25—35	25—35	25—30	500	30—35	100	35—40
Максимальный ток, А	180	180	300	500	400	100	200
Диаметр проволоки, мм	1,2—1,6	1,2—2	1—2	2,8	1,5—2,5	1,2—2	1,5—2,5
Максимальная скорость подачи проволоки, м/мин	2,1	4	2,4	2,8	4	4	3
Производительность аппарата, кг/ч, при напылении:							
стали	2,5—3	2,5—3	1,8—2,5	12—15	12—14	5—6	7—12
цинка	3—5	—	2,5—5	10—12	—	—	—
алюминия	1,8—2,2	—	0,8—1	3—4	23,5	—	—
Масса, кг	1,7	2,0	2,8	21	—	—	16

Таблица 4.53

Технические характеристики газовых металлизаторов

Параметры	ГИМ-1	ГИМ-2	МГ-1	Параметры	ГИМ-1	ГИМ-2	МГ-1
Рабочее избыточное давление, МПа:				Расход:			
сжатого воздуха	4—5	3—5	3—4	сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,6—0,8	0,6—0,8	0,7
кислорода	2,5—5	2—5	2—7	кислорода, л/ч	250—350	250—350	625—2100
ацетилена	0,03	0,04	0,01—0,6	ацетилена, л/ч	—	—	240—840
пропан-бутана	—	0,03—0,04	0,1—0,5	пропан-бутана, л/ч	—	—	—
нефтяного газа	—	0,2—0,6	0,1—0,5	нефтяного газа, л/ч	—	—	—
смешанного газа	—	0,3—0,5	0,2—0,5	смешанного газа, кг/ч	—	—	450—1000
				Диаметр проволоки, мм	1,8—2,0	1,2—2,0	1,5—3,0
				Масса, кг	2,5	—	2,0



Таблица 4.54

## Режимы электродуговой металлизации деталей

Напыляемый материал	Скорость вращения детали, мин	Продольная подача металла, мм/об	Расстояние от сопла до детали, мм	Тол. А	Напряжение, В	Давление сжатого воздуха, МПа	Толщина слоя покрытия, мм	Назначение
Сталь марок 08, 40 и У10	8—15	1,2—2,5	75—150	50—175	20—35	0,4—0,6	2—5	Восстановление чугунных и стальных деталей; повышение износостойкости деталей
Сталь марки 12Х18Н10Т	20	1,0—1,2	135	100—120	30—35	0,5—0,6	1,5—2	Нанесение антикоррозионных покрытий
Алюминий	30	1,5—2,0	50—60	35—100	25	0,55—0,6	1,5—2	Нанесение жаростойких покрытий
Цинк	15	1,2	40	60	25	0,6	1,5—2,5	Устранение литейных пороков и уплотнение сварных швов
Биметалл, свинец-алюминий	20	1,5—2,0	50—60	35—100	25—35	0,55—0,6	1,5—2	Нанесение на подшипники антифрикционного покрытия

Таблица 4.55

## Режимы газовой металлизации деталей

Напыляемый материал	Расстояние от сопла до поверхности детали (мм) при работе аппаратами		Пламя	Давление сжатого воздуха P, МПа	Назначение покрытия
	ручными *	механизированными **			
Сталь с содержанием углерода, %:	0,5—1	250—300	Нейтральное	$P \geq 0,3 + 0,4$	Металлизация валов для посадок: подвижных неподвижных
	0,2—1	200—250	Нейтральное или окислительное	$0,3 > P > 0,4$	
Бронза, сплавы алюминия	100—150	180—250	Нейтральное	$P = 0,3 + 0,4$	Металлизация подшипников скольжения
Алюминий, цинк, сплавы алюминия	80—150	150—250	Слегка восстановительное или нейтральное	$P > 0,4$	Защита от коррозии
Молибден	80—130	200—300	10 %-ное окислительное	$P > 0,4$	Нанесение слоя молибдена
Сталь с содержанием углерода 0,1—1 %	100—150	200—250	Нейтральное или окислительное	$0,3 > P > 0,4$	Заделка раковин в чугуне
Алюминий, цинк, олово	280—350	400—450	Нейтральное	$P > 0,4$	Металлизация дерева, стекла; фарфора, пластмасс

\* Производительность распыления 1—2,5 кг/ч.

\*\* То же 5—20 кг/ч.



Таблица 4.56

Режимы обработки деталей на токарных станках после металлизации

Напыленный слой из стали	Скорость резания при черновой и чистовой обточке, м/мин	Подача, мм об. при обточке		Глубина резания, мм
		черновой	чистой	
10	22—30	0,15	0,07	0,4
25	16—22			
50	12—15	0,10	0,07	0,3
У8	9—12			

При непрерывной металлизации цилиндрических деталей толщина покрытия, нанесенного за один проход, см.

$$h = (G - g) / \pi v s \gamma \quad (4.1)$$

где  $G$  — производительность аппарата, г/мин;  $g$  — потери металла, г/мин;  $v$  — окружная скорость детали, см/мин;  $s$  — подача аппарата вдоль оси, см;  $\gamma$  — плотность напыленного металла, г/см<sup>3</sup>.

Режимы металлизации деталей приведены в табл. 4.54 и 4.55.

Механическая обработка поверхности после металлизации заключается в ее обтачивании и шлифовании. После окончательной обработки напыленный слой должен иметь толщину не менее 0,6 мм при диаметре детали до 25 мм и 0,95—1 мм при диаметре детали более 150 мм. Режимы обработки напыленной поверхности приведены в табл. 4.56.

#### Восстановление деталей электролитическими покрытиями

Данный способ применяют для восстановления деталей с небольшим износом до десятых долей миллиметра путем нанесения равномерных покрытий с различной твердостью и износостойкостью. В ремонтном производстве наибольшее распространение получили процессы электролитического наращивания хрома и стали.

**Хромирование** обеспечивает поверхности, обладающие высоким сопротивлением механическому износу, высокой химической стойкостью, нержавеющей и не чувствительные к нагреву до 400 °С.

Подготовка к наращиванию включает в себя: механическую обработку поверхности для удаления следов износа и придания ей правильной геометрической формы; изоляцию мест, не подлежащих покрытию; монтаж в приспособлении; обезжиривание и травление покрываемых поверхностей.

Электрическое обезжиривание проводят в электролитах, имеющих состав: 100 г едкого натра (NaOH) и 2—3 г жид-

кого стекла ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) на 1 л воды. Режим обезжиривания: плотность тока  $D_k = 3 \div 10$  А/дм<sup>2</sup>; температура  $t = 80$  °С; продолжительность 5—6 мин. Катодом служит деталь, анодом — железная пластинка. Затем деталь промывают в горячей воде, в 10 %-ном растворе серной кислоты и снова в горячей воде. Окончательное обезжиривание ответственных деталей производят протиркой венской известью с последующей промывкой в холодной проточной воде.

Для выявления структуры металла удаляют пленку окислов (декапируют), возникающую под действием кислорода воздуха. При хромировании декапирование выполняют травлением в 5 %-ном растворе  $\text{H}_2\text{SO}_4$  или в ванне (100 г  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и 2—3 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  на 1 л воды). Плотность тока при травлении  $D_k = 5$  А/дм<sup>2</sup>, температура — комнатная, продолжительность — 1 мин.

Расстояние между анодом и катодом в ванне составляет 100—150 мм, отношение их площадей — от 3:1 до 2,5:1. При хромировании большинства деталей используют нерастворимые аноды (сплав свинца с 6 % сурьмы) в форме пластин.

Изменяя плотность тока и температуру электролита, можно получить три вида осадков: серые, блестящие и молочные. Серые (матовые) осадки имеют твердость до *HV* 1200 и высокую хрупкость. Блестящие осадки имеют твердость *HV* 600—900, повышенную хрупкость, высокую износостойкость и применяются для деталей, работающих на износ при небольших удельных давлениях. Молочные осадки имеют твердость *HV* 400—600, хорошую пластичность и применяются для восстановления деталей, работающих при знакопеременных нагрузках и повышенных удельных давлениях. Характеристики электролитов и режимы хромирования деталей приведены в табл. 4.57 и 4.58.

Скорость оседания хрома 0,01—0,07 мм/ч. Хромированием можно нанести слой хрома толщиной до 0,5 мм.

Продолжительность хромирования

$$T = \frac{10^3 h \gamma}{D_k C \eta} \quad (4.2)$$

где  $h$  — толщина покрытия, мм;  $\gamma = 6,7$  г/см<sup>3</sup> — плотность хрома;  $D_k$  — плотность тока на катоде, А/дм<sup>2</sup>;  $C$  — электрохимический эквивалент (теоретический выход хрома за 1 А·ч),  $C = 0,323$  г/(А·ч);  $\eta$  — выход по току, %.

Таблица 4.57

Характеристики электролитов для хромирования деталей

Электролит	Содержание компонентов, г/л		Режим электролиза	
	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$D_k$ , А/дм <sup>2</sup>	$t$ , °С
Разведенный	120—150	1,2—1,5	40—100	50—65
Универсальный	200—250	2,0—2,5	20—60	45—55
Концентрированный	300—350	3,5—4,5	15—30	40—50

Таблица 4.58

Режимы хромирования

Глубина слоя $\delta$ , мм	Плотность тока $D_{кр}$ , А/дм <sup>2</sup>	Выход по току $\eta$ , %
0,05	20	17
0,07	28	14,5
0,08	32	13,5
0,10	40	12
0,12	48	11
0,14	57	10
0,14	60	10,5

Таблица 4.59

Характеристика хромирования

Условия электролиза	Вид пористого хрома	
	канальчатый	точечный
Состав электролита, г/л: CrO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	200 2	250 2,5
Режим: хромирования: $D_{кр}$ , А/дм <sup>2</sup> $t$ , °С	50 58—62	45—60 50—52
ягодного травления: $D_{кр}$ , А/дм <sup>2</sup> $t$ , °С $T$ , мин	40—50 58—62 6—10	40—50 50—52 12—14

Таблица 4.60

Технические характеристики агрегатов постоянного тока

Марка	Электроде- гатель	Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Ток одного коллектора (номинальный), А	Мощность на зажимах генератора, кВт
АНД-500/250	А-54-4	1440	250	3
АНД-1000/500	А-61-6	930	500	6
АНД-1500/750	А-614А	1450	750	9
АНД-2500/1250	А-71-4	1450	1250	15
АНД-5000/2500	А-91-8	900	2500	30
АНД-10000/5000	АК-104-10	580	5000	60

Примечание. Напряжение генератора — 6,12 В.

Хромирование может иметь точечное или канальчатое строение (табл. 4.59).

После хромирования детали промывают в воде и просушивают при температуре 105—110 °С. Для уменьшения хрупкости осажденного слоя хрома, а также для увеличения прочности сцепления покрытия с основным металлом, детали подвергают термической обработке в масляной ванне при температуре до 180—200 °С в течение 2—4 ч. Если покрытая хромом поверхность имеет припуск, то он снимается шлифованием мягкими кругами с охлаждением. Окружная скорость круга и детали 12—20 м/с. Припуск на бесцентровое шлифование 0,05—0,1 мм, на шлифование в центрах 0,1—0,15 мм.

Т а б л и ц а 4.61

## Характеристики выпрямителей селеновых

Марка	Выпрямленное напряжение, В	Комплексный выпрямленный ток, А
ВСА-6М ВСГ-3М, ВСГ-3А ВСГ-600М	12—24 3,5—4; 5—6 6—12	12—24 200 600
ВСМН-600/325 ВСМН-600/425 ВСМН-1000/525 ВУ-12/600 ВСМР-200	6—12	600, 325 800, 425 1000, 525 600 200, 100
ВСМР-600 ВСМР-1200 ВСМР-200	6—12	600, 300 1200, 600 2000, 1000
СВ-300А	14—24	3000

Для гальванических покрытий используют главным образом постоянный ток, но в последнее время он заменяется более экономичными асимметричными и реверсивными токами. В качестве источников постоянного тока применяют низковольтные двигатели-генераторы (табл. 4.60) и выпрямители напряжения (табл. 4.61).

Промышленностью выпускаются также кремниевые выпрямители типа ВАКТ, рассчитанные на токи от 300 до 3000 А. В качестве источников асимметричного тока используют тиристорные преобразователи ВТГ, рассчитанные на номинальные токи 50, 200, 600 и 1200 А. Реверсирование тока осуществляют автоматами тока АРТ, предусмотренными на токи до 300 А. При реверсировании тока более 300 А применяют установку УРТК-1 в комплексе с агрегатами АНД-1000/500 и АНД-1500/750.

Поверхности деталей, использующих циклическое изменение нагрузки, перед хромированием или осталиванием подвергают упрочнению накаткой роликами или другими механическими упрочнителями.

К основным недостаткам хромирования относятся: длительность процесса; сложность подготовительных операций; возможность восстановления деталей с относительно небольшим износом; низкий КПД хромовых ванн (12—18 %); снижение на 30—40 % усталостной прочности сталей; относительно высокая стоимость.

Осталивание позволяет получать покрытие толщиной до 3 мм, имеющее твердость и прочность выше, чем химически чистое железо, и по своим свойствам приближающееся к свой-



стам незакаленной среднеуглеродистой стали. По сравнению с хромированием осталивание обеспечивает выход по току, равный 80—90 %, и толщину осадка за один час при определенной плотности тока, составляющую 0,013—0,26 мм, а также имеет меньшую стоимость процесса.

Электрическая подготовка деталей для осталивания заключается в анодном травлении поверхности в растворе хлористого железа (того же состава, что и для осталивания) в течение 2—5 мин при  $t = 70 + 80$  °С и  $D_k = 40 \div 100$  А/дм<sup>2</sup> и промывке в холодной воде. Последующую обработку производят в 30 %-ном растворе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, удаляя с поверхности детали рыхлый слой травильного шлама, для чего деталь помещают в раствор в качестве анода и обрабатывают в течение 20—30 с при  $D_k = 60 \div 80$  А/дм<sup>2</sup> и  $t = 18 \div 25$  °С. Катодом служит свинцовая пластина. После анодной обработки деталь промывают сначала в холодной, затем в подогретой до 45—50 °С воде и переносят в ванну осталивания, где выдерживают без тока в течение 10—20 с. Состав электролитов для осталивания и режимы электролиза приведены в табл. 4.62.

Режимы осталивания для деталей, подвергаемых при изготовлении термической обработке, приведены в табл. 4.63.

Подбор состава электролита производят в следующей последовательности: принимают концентрацию хлористого железа в электролите  $K = 200 + 300$  г/л; определяют максимально допустимую плотность тока на катоде  $D_k = 0,01$  К, А/дм<sup>2</sup>; определяют максимально допустимую кислотность электролита  $N = 0,006$  К ± 0,3 г/л.

Для повышения твердости и прочности покрытия и устранения хрупкости, детали подвергают низкому отпуску при темпе-

Таблица 4.62

Характеристики процесса электрохимической подготовки деталей для осталивания

Параметры	Тип электролита				
	хлористый				серно-кислый
	I	II	III	IV	V
Компоненты электролита, г/л:					
FeCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	680	450	200	200	—
FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	—	—	—	—	420
MnCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	—	—	—	100	—
Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 18H <sub>2</sub> O	—	—	—	—	135
HCl	0,8—1	0,6—0,8	—	1—1,2	2—2,1
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—	—	—	—	—
Режим электролиза:					
t, °С	60—90	50—90	—	50—80	40—50
D <sub>к</sub> , А/дм <sup>2</sup>	5—140	10—80	—	—	10—18

Таблица 4.63

Режимы осталивания

Сталь	Вид термической обработки, твердость исходной поверхности	Тип электролита (см. табл. 4.62)	Температура, °С	Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	Микротвердость получаемого покрытия $H_{0,05}$ ГПа
20, 30, 35 40, 45	Нормализация, <i>HВ</i> 143—207	II	90	20—30	2,2—3,3
35, 40, 45 45Г2 50Г, 65Г	Улучшение <i>HВ</i> 240—320			20 40 26—30	3,5—3,8 3,6—3,8 3,5—4,2
20, 20Х	Цементация, <i>HRC</i> 56—60	III	80	50	5—5,5
35	Цианирование, <i>HRC</i> 56—60			I	90
40, 45	Закалка ТВЧ, <i>HRC</i> 50—55	III	80	50	5—5,5
30Х, 35Х 40Х	Улучшение, <i>HВ</i> 235—321			90	20
50ХГА	Улучшение, <i>HВ</i> 360—420	II	90	20—40	2,5—3,6
12Х2Н1А	Цементация, <i>HRC</i> 56—58			30	50
18ХГТ	Цианирование, <i>HRC</i> 56—60	I	95	20	1,2—1,4 (под цианирование)

ратуре 300—350 °С с выдержкой в течение 30 мин и постепенным охлаждением на воздухе.

Недостатками осталивания являются трудность подбора материала ванны и низкая твердость покрытия без применения специального электролита или последующих цементации, хромирования.

### Восстановление деталей полимерными материалами

Полимерные материалы применяют для восстановления деталей, склеивания элементов и нанесения антикоррозионных покрытий. Они обладают значительной прочностью, водо-, бензо- и маслостойкостью.

В ремонтном производстве применяют термореактивные (реактопласты) и термопластичные (термопласты) пластмассы. Для придания им необходимых свойств в них вводятся различные наполнители, связующие элементы, пластификаторы, модификаторы и т. д. (табл. 4.64). Высокой механической прочностью обладают пластмассы на основе смол.

Эпоксидные смолы ЭД-5 и ЭД-6 наиболее часто применяются в качестве связующих элементов реактопластов, а также

Таблица 4.64

Составы термореактивных пластмасс, %

Компоненты	Состав горячего отверждения	Состав холодного отверждения			
		А	Б	В	Г
Смола ЭД-6	100	100	100	100	100
Малеиновый ангидрид	30-35	—	—	—	—
Полиэтиленполиамин	—	8	7	7	7
Дибутилфталат	10-20	10-15	15	15	15
Железный порошок	—	—	160	—	—
Алюминиевый порошок	—	—	—	—	—
Цемент	—	—	—	120	—

Таблица 4.65

Физико-механические свойства капрона перенчного и полиамидов

Показатель	Капрон	Полиамид			
		П-6	П-68	П-54	АК-7
Плотность, г/м <sup>3</sup>	1,14	1,14			
Предел прочности, МПа:					
при растяжении	50-80	55-60	40-50	50-60	60-65
при сжатии	60-80	50-60	50-80	70-85	75-95
при изгибе	100	60-100	80-85	28-30	100
Твердость HB	10-15	14-15		4,5-5	15-18
Температура плавления, °C	215	223	210-220		160
Усадка, %	1,1-2,5	—	1,2-1,4	1-1,2	1-3

Таблица 4.66

Характеристики синтетических клеев для металлов

Марка	Смола	Режим склеивания				Прочность на сдвиг, МПа, в клееном соединении			Рабочая температура содержания, °C	Расход, г/м <sup>2</sup>
		Давление, кгс/см <sup>2</sup>	Время, мин.	Температура, °C	Число слоев	чугун-сталь	чугун-чугун	сталь-сталь		
ПУ-2	Полиуретановая	0,05	49 (4)	20 (155)	1	4,5 (18)	6 (20)	5 (18)	—	250 (280)
BC-350	Фенолформальдегидная	0,08		200		30	26			250
BC-10T	То же	0,1	3	180	2	32	33	30	20	280
ВК-3	»	0,5		170			25	16,5	200	280
БФ-2	»	1	2	180			7	5	100	
ВК-9	Эпоксидная	0,3	24	20	1		9	7	125	200

для ремонта деталей, работающих при температуре от  $-70$  до  $+120$  °С. В смолы вводят: отвердитель — полиэтиленполиамин; пластификатор — дибутилфталат; наполнители — чугунный, железный или алюминиевый порошок, графит и т. д.

Из термопластов в ремонтном производстве наибольшее распространение получили полиамиды, капрон (табл. 4.65), полиэтилен высокого давления и полиформальдегид.

Полиэтилен высокого давления ПЭ-150, применяемый для изготовления деталей и в качестве антифрикционного покрытия, представляет собой твердый материал молочно-белого цвета, имеющий: плотность  $0,925$  г/м<sup>3</sup>; предел прочности при растяжении  $12,5$  МПа, при изгибе  $12—17$  МПа и при сжатии  $12,5$  МПа; твердость *НВ* 13.

Полиформальдегид, используемый как конструкционный материал для изготовления вкладышей подшипников скольжения и втулок, имеет: предел прочности при растяжении  $60—70$  МПа, при сжатии  $130$  МПа и при изгибе  $90—130$  МПа; твердость *НВ*  $25—40$ .

Для склеивания металлических деталей используют клей из синтетических смол (табл. 4.66); отверждение которых производится добавлением отвердителей или сушкой при высоких температурах.

Клеи типа БФ представляют собой спиртовые растворы терморезистивных смол. Широкое распространение получили клеи БФ-2, БФ-4 и БФ-6. Клей БФ-2 применяют для восстановления деталей, работающих при температуре  $60—80$  °С и выше, БФ-4 — для деталей, от которых требуется высокая стойкость к вибрациям, а также для склеенных деталей, работающих в щелочных средах  $40\%$ -ной концентрации. Режим отверждения клеевых швов зависит от марки применяемого клея:

	БФ-2	БФ-4	БФ-6
Температура отверждения, °С	140—160	60—90	100—120
Время отверждения, ч	0,5—2,5	3—4	0,25—1

Фрикционные накладки приклеивают к тормозным колодкам клеем ВС-10 Т. Для этого поверхностям соединяемых деталей придают шероховатость, обезжиривают бензином или ацетоном и просушивают в течение  $10—15$  мин. На подготовленную поверхность наносится первый слой клея, который выдерживают в течение 1 ч при температуре  $18—20$  °С, затем второй, который выдерживают при том же режиме. Детали соединяют и помещают под пресс с давлением  $0,05—0,08$  МПа, нагревают до температуры  $180$  °С и выдерживают в течение 2 ч.

Детали, подлежащие восстановлению на основе эпоксидной смолы, обезжиривают следующими способами: протирают поверхности деталей ацетоном и выдерживают при температуре  $20$  °С в течение 10 мин; обрабатывают поверхности деталей водным щелочным раствором ( $50$  г/л кальцинированной соды и  $10$  г/л едкого натра)



при температуре 75—90 °С в течение 5 мин, после чего промывают сначала горячей водой (70—80 °С), затем холодной; обрабатывают в ультразвуковой установке УЗГ-10 с частотой от 25 кГц в зависимости от формы детали.

Состав на основе эпоксидной смолы готовят за 20—25 мин до употребления. Компоненты (железистый или алюминиевый порошок) просушивают при температуре 100—120 °С в течение 2—3 ч в вакуум-сушильном шкафу. В нем же для удаления влаги выпаривают полиэтиленполиамин при температуре 110—115 °С в течение 3 ч. Эпоксидную смолу помещают в термощкаф или бак с горячей водой и разогревают до температуры 60—80 °С в течение 15 мин, затем отбирают необходимое количество смолы, охлаждают ее до температуры 30—40 °С, вводят в нее небольшими порциями пластификатор (дибутилфталат), перемешивают смесь в течение 5—10 мин. Затем определенными порциями добавляют наполнитель и смесь и перемешивают в течение 10—12 мин. Температура смеси должна быть не выше 35—40 °С.

При заделке в корпусных деталях трещины длиной до 150 мм на концах трещины просверливают отверстия диаметром 2,5—3 мм, снимают фаску под углом 60—70° на глубину 2—3 мм, поверхность по обе стороны трещины зачищают на 40—50 мм, обезжиривают ацетоном и просушивают в течение 8—10 мин при температуре не ниже 120 °С, после чего операцию обезжиривания и просушивания повторяют. На подготовленную поверхность трещины наносят состав Б (см. табл. 4.61), уплотняют его и размещают накладку из стеклоткани так, чтобы она перекрывала трещину на 20—25 мм, и прикатывают ее роликом. После этого укладывают вторую накладку так, чтобы она перекрывала первую на 10—15 мм. Для отверждения состава выдерживают деталь в течение 3 сут при температуре 20 °С. Для заделки трещины длиной более 150 мм в просверленных по ее концам отверстиях нарезают резьбу М8Х1 и устанавливают ввертыши.

Панесение капрона на изношенные поверхности осуществляется литьевым или вихревым способами. В первом случае измельченный капрон обезжиривают в течение 2 ч в растворе едкого натра (100 г/л), добавляют к нему эмульгатор ОП-7 или ОП-8 (1—2 г/л), затем сушат в течение 7—8 ч при температуре 80—85 °С. Деталь обезжиривают в горячем (75—90 °С) растворе кальцинированной соды (50 г/л), едкого натра (10 г/л) и тринатрийфосфата (30 г/л) в течение 5 мин, после чего промывают горячей водой и фосфатируют в 5%-ном кипящем растворе суперфосфата в течение 5 мин, промывают и устанавливают в пресс-форму. Расплавленный капрон под давлением подают в пресс-форму. После небольшой выдержки извлекают деталь из пресс-формы и погружают ее в нагретое до 180 °С масло на 10—12 мин. Литьевым способом обычно восстанавливают различные втулки, используя при этом литьевые

машины раздельного и непрерывного действия (термопласт-автоматы).

При вихревом методе (рис. 4.8) нанесение пластмасс на изношенные поверхности производится порошкообразным капроном. Для нанесения покрытия поверхность обезжиривают ацетоном или бензином. Участки поверхности, не подлежащие наплавлению, изолируют фольгой, асбестом и т. д. Затем нагретую до  $280\text{--}300\text{ }^{\circ}\text{C}$  деталь 1 помещают в камеру 3, на пористую перегородку 4 которой насыпан порошкообразный капрон слоем не менее 100 мм. Из баллона 6 через редуктор 7 по трубопроводу подается сжатый воздух, углекислый газ или азот под давлением  $0,1\text{--}0,2\text{ МПа}$ . Воздух или газ, проходя через перегородку, приводит капрон во взвешенное (взвихренное) состояние, порошок при этом равномерно покрывает поверхность детали и плавится. Пыль и другие частицы через вытяжное устройство 2 удаляются пылесосом 5. Деталь выдерживают в камере в течение  $8\text{--}10\text{ с}$ . Толщина наносимого слоя — до 1,5 мм.

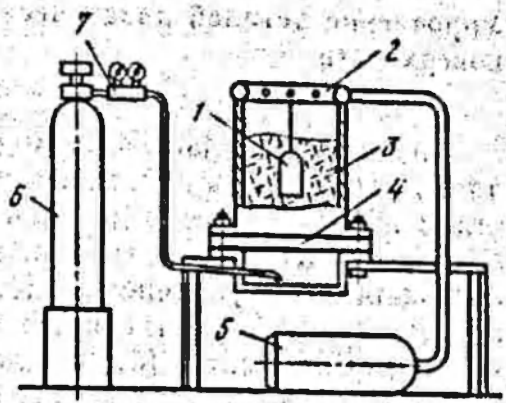


Рис. 4.8. Схема установки для нанесения полимерных покрытий вихревым методом

Применяют также газопламенное наплавление пластмасс. Сжатый воздух под давлением  $0,3\text{--}0,6\text{ МПа}$ , проходя через инжектор порошкового пистолета, засасывает ацетилен, образуя смесь, которая горит снаружи сопла. Поступающий из бункера в пистолет порошок расплавляется и выбрасывается на нагретую деталь. Расстояние от горелки до поверхности детали составляет  $50\text{--}150\text{ мм}$ , ширина поверхности, покрываемая за один проход,  $25\text{--}40\text{ мм}$ , скорость перемещения пистолета  $1,5\text{--}2\text{ м/мин}$ . Наплавление применяют для покрытия восстанавливаемых крупных деталей. Толщина покрытия не ограничена. Для газопламенного напыления выпускаются установки УПН-1, УПН-3Т, УПН-4А и др.

При нанесении порошка на поверхность, например, вкладыша двигателя его после очистки и обезжиривания нагревают в электропечи до температуры  $240^{\circ}$ . Затем с помощью распылителя порошок капрона наносят на поверхность вкладыша. После этого вкладыш помещают в ванну с дизельным маслом, нагретым до температуры  $110\text{--}140\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и выдерживают в течение  $15\text{--}60\text{ мин}$ , что снижает напряжение и уменьшает содержание влаги в слое пластмассы.

Пластмассы подвергаются тем же видам механической обработки, что и металлы, но более теплостойким инструментом с интенсивным охлаждением.

## Упрочнение деталей пластическим деформированием поверхности

Упрочнение пластическим деформированием применяется для повышения усталостной прочности, контактной выносливости и износостойкости деталей. При этом достигается и более высокий класс шероховатости поверхности. К основным видам поверхностного упрочнения деталей пластическим деформированием (рис. 4.9) относятся: наклеп дробью пневматический (а) и механический (б); наклеп центробежно-шариковый (в); обкатка роликами (г), шариками (д) и вибрирующим роликом (е); наклеп механической чеканкой (ж); раскатывание отверстий роликами (з); дорнирование (и).

Поверхностное обкатывание осуществляется свободно вращающимися роликами или шариками, приводимыми в соприкосновение с поверхностью под давлением. Обкатыванию подвергают детали из углеродистых и легированных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов, которые в холодном состоянии деформируются без разрушения и имеют исходную твердость не выше *HV* 400.

Ролики обкаток изготавливают из сталей марок ШХ15, 30ХМ, Х12, Х12М, ХВГ, У10А, У12А, ЭХ12 с последующей термической обработкой. Твердость рабочих поверхностей роликов должна быть не ниже *HRC* 60.

Раскатывание применяют после чистового и получистового растачивания, развертывания отверстий. Более высокую точность обработки и глубину наклепа (до 5 мм) дают жесткие раскатки (рис. 4.10), рабочими элементами которых являются шарики или ролики, закрепленные в стальных или бронзовых обоймах.

При обкатывании и раскатывании применяют смазочные материалы: трансформаторное масло (0,95 %) и олеиновая кислота (5 %); индустриальное (40 %) и веретенное масла (60 %); мазут; индустриальное масло; сульфозрезол.

Обкатыванию и раскатыванию подвергают валы редукторов поворота, оси и бортовые шестерни экскаваторов; корпуса, валы, кольца сепараторов и шестерни привода дробилок, втулки шатунов буровых насосов, конусы буровых штанг, штоки цилиндров, гильзы, вал-шестерни и др.

Основные параметры режимов обкатывания и раскатывания приведены в табл. 4.67 и 4.68, изменение размеров деталей после обкатки в табл. 4.69.

Центробежный шариковый наклеп применяют для упрочнения наружных и внутренних поверхностей деталей. Шарики под действием центробежной силы выдвигаются из гнезд сепаратора и наносят удары по поверхности детали, деформируя ее. Встречное направление вращения детали и накатного устройства, постоянная скорость и продольная подача позволяют получить равномерный наклеп глубиной 0,8—1,5 мм средней твер-

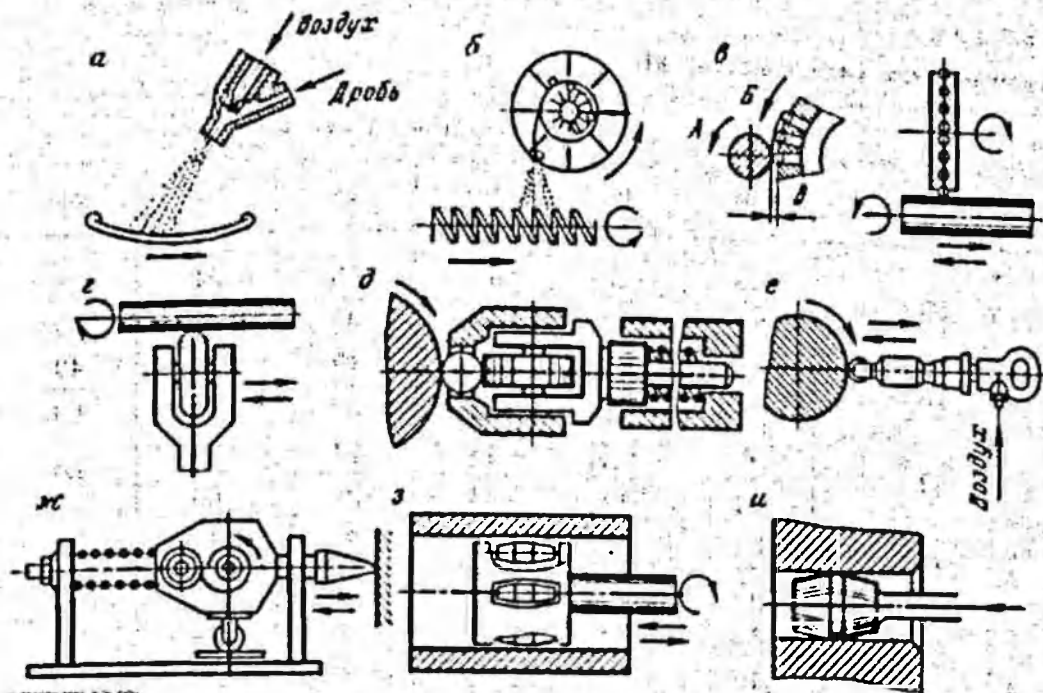


Рис. 4.9. Схемы основных видов упрочнения пластическим деформированием по поверхности

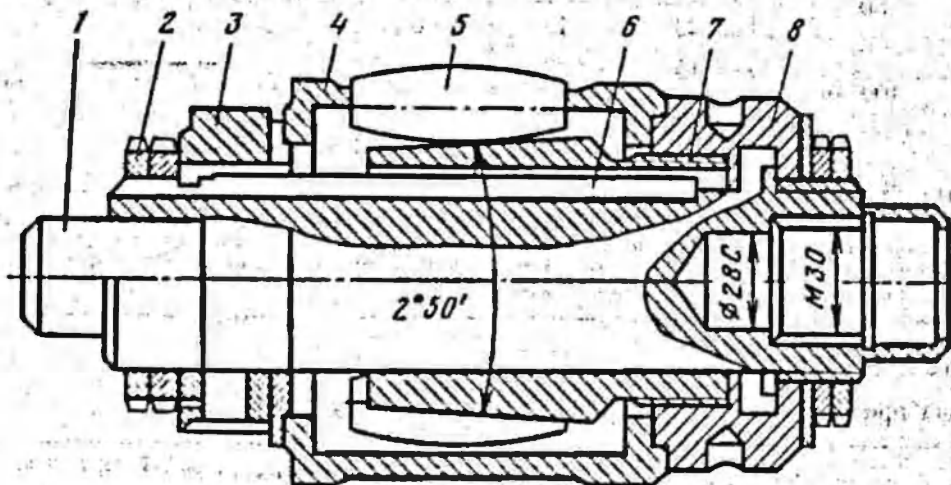


Рис. 4.10. Роликовая раскатка:

1 — вал; 2 — гайка; 3, 4 — кольца; 5 — ролик; 6 — шпонка; 7 — втулка; 8 — регулирующая гайка

дости. Шероховатость поверхности повышается на 1—2 класса при неизменной точности формы. Центробежному наклепу подвергаются коленчатые и цилиндрические валы, гильзы, втулки, вкладыши подшипников, вал-шестерни и др. Режимы центробежного наклепа деталей из различных материалов приведены в табл. 4.70.

Упрочнение чеканкой заключается в ударном действии инструмента — бойка по упрочняемой поверхности и ее пластиче-





ском деформировании. В результате этого повышаются остаточные напряжения сжатия и достигается шероховатость 2—4 классов. Глубина наклепа — до 30 мкм. Чеканку применяют для: упрочнения крупномодульных зубчатых колес; шлиц полуосей экскаваторов; резьбы валов конусных дробилок; галтелей валов; корпусов редукторов; сварных швов металлоконструкций (поворотные платформы, стрелы, балки рукоятей); валов шестерен и др. Основные параметры (режим) чеканки приведены ниже.

Режим упрочняющей чеканки

Твердость поверхности упрочняемой детали	HB160—180
Энергия удара, Дж	12—18
Диаметр ролика, мм	50
Профильный радиус ролика, мм	12
Число проходов	1

Чеканочные приспособления могут иметь механический, пневматический или электромеханический привод. При механическом приводе чеканочное приспособление устанавливается в суппорте токарного станка.

Дробеструйную обработку применяют для повышения конструктивной прочности деталей, работающих под действием циклических переменных нагрузок, а также для деталей, подвергаемых ударным нагрузкам. Этим методом упрочняют цилиндрические пружины резонансных и вибрационных грохотов, бронь конусных дробилок, рессорные листы, тяговые и конвейерные цепи, зубчатые колеса, буровые шарошки и др. Сущность процесса дробеструйной обработки заключается в наклепывании поверхности стальной или чугуниной дробью диаметром 0,4—2 мм, движущейся с большой скоростью. Для дробеструйной обработки применяют пневматические или механические дробеметы, обеспечивающие скорость вылета дроби 50—85 м/с. Режимы обработки дробью некоторых деталей приведены в табл. 4.71.

Таблица 4.71

Оптимальные режимы упрочнения деталей при наклепе дробью

Детали	Диаметр стальной дроби, мм	Скорость полета дроби, м/с	Производительность, кг/мин	Примечание
Клапанные пружины	0,6—0,8	60	100	Продолжительность наклепа 10—12 мин Скорость подачи заготовок на двухсторонней установке 4 м/мин
Листовые рессоры	0,8—1,2	90—100	120—140	
Полуоси	0,8—1,2	90	120	Частота вращения полуоси 30—50 мин <sup>-1</sup> , продолжительность наклепа на двухсторонней установке 3,5 мин

## Восстановление деталей способом ремонтных размеров и дополнительных ремонтных деталей

При данном способе восстановления с поверхности одной из сопрягаемых деталей механической обработкой удаляют изношенный слой металла, и она получает новый размер — ремонтный, отличный от номинального. Другая деталь заменяется новой с соответствующими ремонтными размерами или восстанавливается под размер первой. При выборе деталей сопряжения для замены восстановления обычно руководствуются стоимостью деталей: детали большей стоимости восстанавливают, меньшей — заменяют.

В ремонтном производстве используются детали с тремя видами ремонтных размеров: стандартными; регламентированными; свободными.

Детали со стандартными, заранее установленными, ремонтными размерами (поршни, поршневые пальцы, тонкостенные вкладыши и др.) выпускаются заводами по производству оборудования или запасных частей. Под их размер на ремонтных предприятиях обрабатываются сопрягаемые детали (цилиндры, шейки коленчатых валов и др.), что обеспечивает принцип частичной взаимозаменяемости при сборке и сокращает продолжительность ремонта.

Регламентированные ремонтные размеры предусматриваются ТУ на ремонт, сборку и испытания машины при восстановлении таких деталей, как шейки кулачковых валов и их втулки, клапаны и их направляющие и др.

При свободных ремонтных размерах детали обрабатывают до получения геометрической формы и необходимой шероховатости рабочей поверхности. В зависимости от характера и величины износа такие детали могут иметь различные размеры, и поэтому сопрягаемые детали изготовляют с припуском на окончательную подгонку по месту.

При определении ремонтных размеров детали необходимо учитывать то, что ее износ может быть равномерным или неравномерным.

Для устранения одностороннего износа вала  $\sigma_B$  (рис. 4.11, а) изношенной поверхности придают правильную геометрическую форму, обработав ее с припуском  $x_B$ . Наибольший ремонтный диаметр  $d_p$  при сохранении центра сечения вала в первоначальном положении

$$d_p = d - 2(\delta_B + x_B). \quad (4.3)$$

При смещении центра вала на величину  $x_1$

$$d_p = d - (\delta_B + x_B + x_1). \quad (4.4)$$

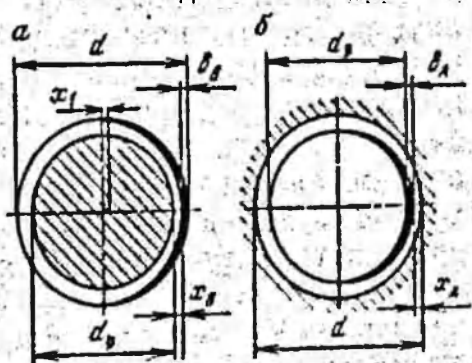


Рис. 4.11. Схемы износа и обработки деталей под ремонтный размер для вала (а) и отверстия (б)



В большинстве случаев центр вала при обработке сохраняют.  $z_B = 2(\delta_B + x_B)$  и  $z_A = (\delta_B + x_B + x_1)$  называются ремонтными интервалами соответственно для вала и отверстия. Зная ремонтный интервал, можно разработать систему стандартных межремонтных размеров для каждой машины.

Приняв, что для каждого межремонтного срока величина износа вала примерно одинакова, т. е.  $\delta_1 \approx \delta_2 \approx \dots \approx \delta_n$ , можно построить ряд ремонтных размеров для вала:

$$\begin{aligned} d_{r1} &= d - 2(\delta_B + x_B) = d - z_B \\ d_{r2} &= d_{r1} - 2(\delta_B + x_B) = d - 2z_B \\ &\dots \\ &\dots \\ d_{rn} &= d_{r(n-1)} - 2(\delta_B + x_B) = d - nz_B. \end{aligned} \quad (4.5)$$

Аналогичным образом строится ряд ремонтных размеров для деталей с отверстиями.

Восстановление сопряженных пар механической обработкой может производиться неоднократно. Для определения возможного числа ремонтов  $n$  необходимо знать наименьший допустимый диаметр детали  $d_{min}$  с учетом ее прочности, глубины цементованного или закаленного поверхностного слоя, размеров сопряжений и т. д. Тогда для вала

$$d - d_{min} = 2(\delta_B + x_B) n_1. \quad (4.6)$$

Число ремонтов вала без смещения его центров

$$n_1 = \frac{d - d_{min}}{2(\delta_B + x_B)}, \quad (4.7)$$

при смещении центра

$$n_2 = \frac{d - d_{min}}{\delta_B + x_B + x_1}. \quad (4.8)$$

Способ ремонтных размеров широко применяется в условиях ремонтных предприятий и является по сравнению с другими способами наиболее дешевым. Он обеспечивает восстановление сложных и дорогих деталей, взаимозаменяемость в пределах ремонтного размера, использование универсального оборудования и т. д. Вместе с тем многократное восстановление деталей этим способом уменьшает срок их службы, увеличивает номенклатуру запасных частей и в связи с этим усложняет их ремонт, планирование, хранение.

Обработку деталей под ремонтный размер целесообразно выполнять в конце технологического процесса после правки, заварки трещин и других операций, что позволяет предохранить чисто обработанные поверхности от повреждений и устранить небольшие деформации (прогиб или коробление).





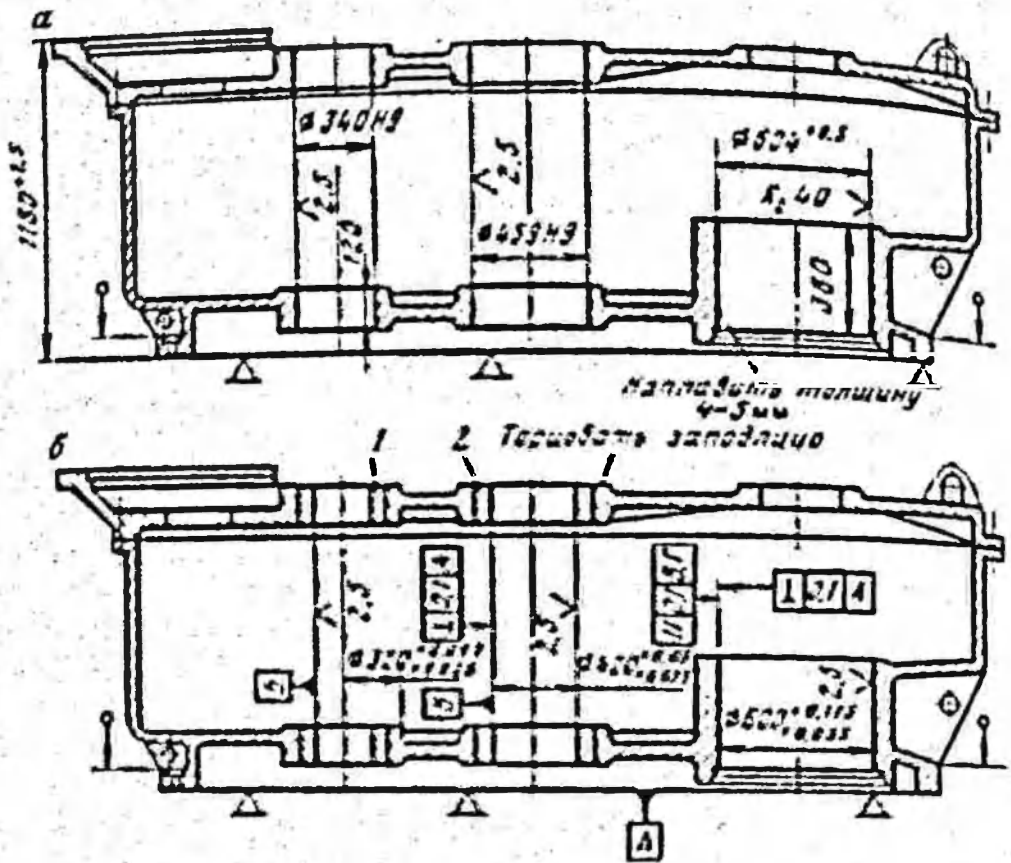


Рис. 4.12. Ремонтные чертежи корпуса и вращающ. редуктора поворотного механизма экскаватора ЭШ-10/70А после предварительной расточки отверстий (а) и запрессовки втулок и чистовой расточки отверстий (б)

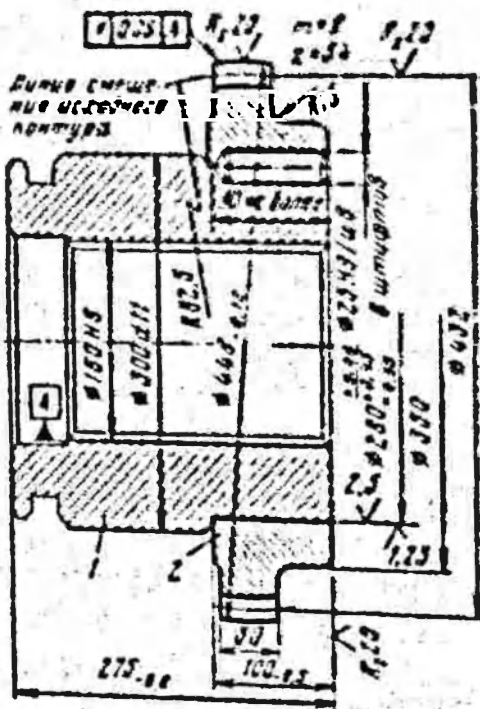


Рис. 4.13. Ремонтный чертеж конца втулки зубчатой муфты экскаватора ЭШ-10/60

торца. После этого нарезают зуб до размеров по чертежу, базируясь при установке по шлицевому отверстию диаметром 160 мм.

## Выбор оптимального способа восстановления деталей

Целесообразность применения определенного способа восстановления обусловлена его экономической эффективностью для конкретной детали. При этом учитывают: стоимость восстановления детали по сравнению со стоимостью изготовления новой детали; стоимость механической и термической обработки при восстановлении по сравнению со стоимостью обработки новой детали из заготовки; качество выпускаемой продукции; затраты на эксплуатацию и ремонт горных машин за период времени до и после применения восстанавливаемых деталей с учетом изменения их производительности; расход дефицитных материалов при восстановлении; организацию труда и степень механизации восстановительных работ.

Выбор способа восстановления представляет собой сложную технико-экономическую задачу, трудность которой заключается в том, что приходится сопоставлять не только показатели стоимости, но и учитывать влияние износостойкости детали на срок ее службы после восстановления. Правильный выбор способа восстановления деталей позволяет увеличить срок их службы, снизить общую трудоемкость ремонта и простоя машин.

Выбор способа восстановления деталей обычно выполняют в два этапа. Предварительно рассматривают технологические варианты, обеспечивающие восстановление служебных качеств деталей, а затем из них выбирают наиболее оптимальный вариант по одному или нескольким обобщающим показателям. Одним из таких показателей является относительная себестоимость — себестоимость восстановления детали, отнесенная к ее сроку службы после ремонта:

$$\frac{\Sigma C_{p1}}{t_{p1}} \leq \frac{\Sigma C_{p2}}{t_{p2}}, \quad (4.9)$$

где  $C_{p1}$  и  $C_{p2}$  — себестоимость восстановления детали соответственно первым и вторым способами;  $t_{p1}$  и  $t_{p2}$  — межремонтные сроки службы детали, отремонтированной первым и вторым способами.

Таким образом, относительная себестоимость — это основной критерий при оценке целесообразности и выборе способа восстановления детали.

Экономическая эффективность разработанного технологического процесса восстановления детали определяется путем сравнения показателей себестоимости восстановления детали со стоимостью детали по прейскуранту и себестоимости детали различными способами. Эффективность восстановления детали выражается через коэффициент эффективности

$$K_3 = \frac{C_n t_{в. ср}}{C_в t_{н. ср}} \leq 1, \quad (4.10)$$

где  $C_в$  и  $C_n$  — себестоимость соответственно восстановления детали и изготовления новой;  $t_{в. ср}$  и  $t_{н. ср}$  — средние продолжительности срока службы восстановленной и новой деталей.

Применение восстановления детали наплавкой целесообразно при условии

$$\frac{C_n}{AK_n l_{н.сп}} < \frac{C_n}{l_{н.сп}}, \quad (4.11)$$

где  $K_n$  — коэффициент износостойкости сплава по отношению к материалу детали;  $A$  — коэффициент, учитывающий соотношение между коэффициентом долговечности  $K_d$  детали и коэффициентом износостойкости наплавочных материалов.

После преобразования формулы (4.11) получим  $C_n < AK_n C_n$  или  $\bar{C}_n < K_n \bar{C}_n$ .

Таким образом, определение относительного технико-экономического показателя эффективности сводится к расчету себестоимости восстановления детали и определению коэффициентов относительной износостойкости  $K_n$  или долговечности  $K_d$ .

Показатель технико-экономической эффективности может быть определен по абсолютным  $\mathcal{E}_a$  и относительным  $\mathcal{E}_o$  показателям:

$$\mathcal{E}_a = \left( \frac{C_n}{l_n} - \frac{C_n}{l_n} \right) Vn; \quad \mathcal{E}_o = \frac{C_n K_n}{C_n} > 1, \quad (4.12)$$

где  $l_n$  и  $l_n$  — сроки службы новой и восстановленной деталей, выраженные в объемах выполненной работы или в часах;  $V$  — объем или продолжительность работы машины;  $n$  — число изношенных одноименных деталей в машине.

Себестоимость наплавленной детали

$$C_n = C_n + Q_n K_n C_n + \Gamma_n T_n + H, \quad (4.13)$$

где  $Q_n$  — масса износостойкого сплава для наплавки одной детали;  $K_n$  — коэффициент, учитывающий потери сплава на угар, огарки и т. д.;  $C_n$  — цена 1 кг наплавочного материала;  $\Gamma_n$  — тарифная ставка сварщика;  $T_n$  — время наплавки;  $H$  — накладные расходы.

Наиболее рациональный способ наплавки тот, для которого величина  $\mathcal{E}_o$  наибольшая. При  $\mathcal{E}_o < 1$  применение данного способа восстановления экономически нецелесообразно, при  $\mathcal{E}_o = 1$  способы равноценны, при  $\mathcal{E}_o > 1$  восстановление данным способом целесообразно.

Опыт работы ремонтных предприятий позволяет привести некоторые общие рекомендации по выбору рациональных способов восстановления деталей применительно к различным видам сопряжений: при восстановлении деталей, входящих в группу неподвижных соединений, при толщине наращиваемого слоя 0,02—0,08 мм целесообразно применять электроискро-



ное наращивание и твердое осталивание; при восстановлении деталей, входящих в группу подвижных соединений и работающих в условиях трения скольжения, при толщине наращиваемого слоя до 1 мм рационально применять хромирование и твердое осталивание; при толщине наращивания до 2 мм — вибродуговую наплавку и металлизацию; при восстановлении деталей, входящих в группу подвижных соединений и работающих в условиях трения качения, при толщине наращиваемого слоя 2,5—3 мм рекомендуется применять вибродуговую наплавку или электродуговую наплавку под слоем флюса.

---

## ГЛАВА 5

### ЭКСПЛУАТАЦИОННО-РЕМОНТНЫЕ НОРМАТИВЫ

---

#### МОНТАЖНО-СБОРОЧНЫЕ НОРМАТИВЫ

##### Трудоемкость и продолжительность монтажа

К монтажно-сборочным нормативам относятся: продолжительность и трудоемкость монтажа машины; продолжительность и трудоемкость наладки механизмов после монтажа; энергоемкость и металлоемкость (материалоемкость) монтажа машины; выработка на одного рабочего (тыс. руб. от стоимости монтажа на определенный период — год, квартал, месяц); объем переработки грузов на единицу грузоподъемных средств; удельные показатели монтажа (трудозатраты на монтаж 1000 т массы монтируемого оборудования, стоимость 1 т монтажа металлоконструкций, трудоемкость монтажа электрооборудования мощностью 1000 кВт) и другие факторы.

*Технически обоснованной нормой времени* называют регламентированное время выполнения полного объема монтажных работ (или технологической операции) в определенных организационно-технических условиях, наиболее благоприятных для данного производства, с учетом опыта новаторов производства и современных достижений техники. Основным методом нормирования времени — изучение затрат времени хронометражным наблюдением.

*Трудоемкость* — это количество труда в человеко-часах или человеко-сменах, затрачиваемое на технологический процесс сборки единицы оборудования. Трудоемкость определяется точным учетом количества отработанного времени каждым участником технологических операций (произведение времени на число рабочих).

Как продолжительность, так и трудоемкость монтажа нормируются по стадиям: подготовительно-заключительные работы; собственно монтаж; наладка оборудования; контроль и дефектоскопия.

**Продолжительность ультразвукового контроля (дефектоскопии)  
металлоконструкций экскаваторов на разрезах Минуглепрома  
СССР, сут**

<b>Драглайны:</b>		
ЭШ-25/100	.....	20
ЭШ-20/90	.....	16
ЭШ-15/90, ЭШ-10/70, ЭШ-13/50, ЭШ-11/75, ЭШ-20/5	.....	15
ЭШ-10/60, ЭШ-6/60, ЭШ-6/45М	.....	13
ЭШ-5/45, ЭШ-4/40	.....	7
<b>Мехлопаты:</b>		
ЭКГ-12,5, ЭКГ-6,3У, ЭКГ-15И, ЭГ-20, ЭКГ-10И	.....	15
ЭКГ-8И, ЭКГ-6, ЗУС, ЭКГ-4У, ЭКГ-И	.....	12
ЭКГ-5, ЭКГ-4,6	.....	4
<b>Роторные экскаваторы:</b>		
ЭРПРД-5000, ЭРП-5250	.....	35
ЭРП-2500, ЭРПР-1600, СРС (к)-2000	.....	26
СРС (к)-470, ЭРП-1270, ЭР-1250, ЭРГВ-630	.....	15
<b>Примечание.</b> Время на качество жмы контроля до металлического блеска не учитывается.		

**Таблица 5.1**  
**Средняя трудоемкость монтажа роторных комплексов**

Монтируемый комплекс		Длительность мон-тажа, мес	Число монтажников
производительность, тмс. м/ч	масса, тмс. т		
1	3	6—8	60—80
3	10	10—15	100—150
5	15	18—20	180—200
8—10	До 20	20—24	220—250

Нормативные исследования выполняются специальными нормативно-исследовательскими станциями (НИС) объединений и лабораториями отраслевых институтов.

Монтажные нормативы приведены в специальных сборниках, например, Единые нормы и расценки на монтажные и специальные работы. На комплексы машин рассчитывают средние показатели трудоемкости монтажа (табл. 5.1).

**Капитальные затраты на оборудование**

Общие капитальные затраты на приобретение оборудования роторных и цепных экскаваторов, погрузочных машин, ленточных отвалообразователей и перегружателей рассчитываются по формуле

$$K = \left[ \left( 1 + \frac{a_m + a_z}{100} \right) C + a_r \right] G, \quad (5.1)$$

где  $a_m$  и  $a_z$  — соответственно монтажные расходы и стоимость запчастей, выраженные в процентах от стоимости машины. Принимают  $a_m = 8\%$ ,  $a_z = 2 + 3\%$ ;  $C$  — стоимость 1 т массы машины,

руб/т. Для экскаваторов непрерывного действия  $C=1100+1850$  руб/т, для отвалообразователей и перегружателей  $C=1300+1600$  руб/т, для ленточных конвейеров (без стоимости ленты),  $C=1300+1800$  руб/т;  $a_T$  — расходы на транспортирование 1 т массы машины, руб/т. Для Европейской части СССР  $a_T=24$  руб/т, для Дальнего Востока  $a_T=75$  руб/т;  $G$  — масса машины, т.

Капитальные затраты по ленточным конвейерам

$$K_{л.к} = K_m + K_l + K_{ш}, \quad (5.2)$$

где  $K_m$ ,  $K_l$ ,  $K_{ш}$  — затраты на приобретение соответственно металлоконструкций, ленты и шпал, руб.

Затраты на приобретение металлоконструкций определяют по формуле (5.1).

Затраты на приобретение ленты

$$K_l = 2,1 C_l B L_k, \quad (5.3)$$

где  $C_l$  — преysкурантная стоимость 1 м<sup>2</sup> ленты, руб/м<sup>2</sup>;  $B$  — ширина ленты, м;  $L_k$  — длина конвейера, м.

Капитальные затраты на приобретение шпал

$$K_{ш} = C_{ш} L_k, \quad (5.4)$$

где  $C_{ш}$  — стоимость шпал на 1 м длины конвейера, руб/м.

Ориентировочные данные по составляющим элементам затрат на приобретение оборудования приведены в табл. 5.2.

Годовые эксплуатационные расходы

$$\mathcal{E}_T = \mathcal{E}_a + \mathcal{E}_{рем} + \mathcal{E}_{в.м} + \mathcal{E}_{эл} + \mathcal{E}_z + \mathcal{E}_{нач} + \mathcal{E}_{пр}, \quad (5.5)$$

где  $\mathcal{E}_a$  — амортизационные отчисления, руб. (табл. 5.3);  $\mathcal{E}_{рем}$  — отчисления на текущий ремонт, руб.;  $\mathcal{E}_{в.м}$  — расходы на вспомогательные и смазочные материалы, руб.;  $\mathcal{E}_{эл}$  — расходы на оплату электроэнергии, руб.;  $\mathcal{E}_z$  — зарплата обслуживающего персонала, руб.;  $\mathcal{E}_{нач}$  — начисления на зарплату, руб.;  $\mathcal{E}_{пр}$  — прочие затраты, руб.

Общие годовые затраты на содержание и эксплуатацию оборудования приведены в табл. 5.4.

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ НОРМАТИВЫ

### Нормативная численность рабочих на оборудовании

Численность сменных бригад на оборудовании устанавливается в зависимости от мощности оборудования (табл. 5.5—5.7).

Таблица 5.2

Капитальные затраты по горно-транспортной технике на открытых работах

Затраты	Экскаваторы		Отвалобразователи и перегружатели
	одноковшовые	роторные и цепные	
На приобретение: машины	По ценам прейскурантов и данным заводов-изготовителей		
запасных частей	По данным заводов-изготовителей (около 2% стоимости машины)		
комплектующих изделий	0,7% отовой цены экскаватора с запчастями		0,7% стоимости машины
кабели для подключения машин к энергосети	По прейскуранту на конкретную марку кабели. Оплачивается кабель длиной, м: 300—500   1300—1500   100—1300		
На доплату за упаковку	0,5% стоимости машин с запчастями		
На оплату заготовительно-складских работ	1,2% стоимости машин с тарой, упаковкой и запчастями		

Примечание. Затраты на транспортирование рассчитывают в зависимости от массы оборудования и расстояния транспортирования.

Таблица 5.3

Нормы амортизационных отчислений по основным типам горно-транспортного оборудования (в % и балансовой стоимости)

Оборудование	Общая норма амортизационных отчислений	В том числе	
		на полное восстановление	на капитальный ремонт
Экскаваторы одноковшовые с ковшами вместимостью, м <sup>3</sup> :			
от 3 до 6	14,9	9,6	5,3
свыше 6 до 13	12,3	7,4	4,9
» 13 » 40	7,9	4,4	3,5
Экскаваторы роторные с ковшами вместимостью, м <sup>3</sup> :			
свыше 100 до 500	12,4	6,9	5,5
» 500 » 1500	9,9	5,0	4,9
» 1500	7,6	3,7	3,9
Экскаваторы цепные, ленточные отвалобразователи	10,5	6,5	4,0
Перегружатели	33	31,5	6,5
Конвейеры забойные, передаточные в отвалы с лентой шириной, мм:			
до 1200	13,9	8,4	5,5
1400—1800	11,4	6,5	4,9
свыше 1800	9,1	5,2	3,9



Продолжение табл. 5.3

Оборудование	Общая норма амортизационных отчислений	В том числе	
		на полное восстановление	на капитальный ремонт
Конвейеры магистральные и передаточные стационарные и на ходовых частях с лентой шириной, мм			
до 1200	11,5	6	5,5
1400—1800	9,5	4,6	4,9
свыше 1800	8	4,1	3,9

Примечание. 1. Для абразивных и отвалных конвейеров срок службы прорезиненной, синтетической и резинокросовой лент принят соответственно 2, 3 и 6 лет, для магистральных соответственно 3, 4 и 6 лет. 2. При транспортировании конвейерами скальных пород интенсивность износа ленты увеличивается на 25%.

Таблица 5.4

Годовые затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

Оборудование	Норматив затрат на 1000 ч работы, в % от стоимости оборудования	Оборудование	Норматив затрат на 1000 ч работы, в % от стоимости оборудования
Экскаваторы одноковшовые:		Экскаваторы одноковшовые:	
ЭКГ-3,2	1	ЭШ-25/100Б	0,35
ЭКГ-4У; ЭКГ-8И	0,57	ЭШ-40/85	0,34
ЭКГ-4,6Б; ЭКГ-10И	0,69	ЭШ-60/85, ЭШ-80/100	0,30
ЭКГ-6,3У; ЭКГ-12,5; ЭКГ-15И	0,49	Экскаваторы роторные производительностью, м <sup>3</sup> /ч:	
ЭКГ-20; ЭГ-20	0,46	630	0,64
ЭВГ-35/65М	0,32	1250	0,47
ЭВГ-100/70	0,30	2500	0,42
ЭШ-6/45М	0,61	5000	0,30
ЭШ-10/70А	0,49	Перегружатели, отвалообразователи, конвейеры ленточные	0,5
ЭШ-13/50	0,51		
ЭШ-15/90А; ЭШ-20/75Б	0,41		

Примечание. Для одноковшовых экскаваторов при работе на скальных породах затраты умножаются на коэффициент 1,1.

Таблица 5.5

Нормативная (сменная) численность рабочих на оборудовании

Оборудование	Машинист	Помощник машиниста	Машинист конвейера	Электрослесарь	Горнорабочий
Экскаватор: ЭР-630, ЭРП-630	1	1	1	1	1
ЭР-1250	1	1	1	1	1
ЭРП-2500	3	4	—	—	—
ЭРШР-5000, ЭРШРД-5000, ЭРШРД-5250	—	—	—	—	—
Отвалобразователь: при транспортировании породы конвейерами	1 (VI)	1 (V)	1 (IV)	2 (III)	1 (II)
при непосредственной передаче породы в отвал	1 (VI)	1 (V)	—	1 (III)	1 (II)
Перегрузатель	1 (VI)	1 (V)	—	—	—

Примечание. В скобках указан разряд рабочих, остальные рабочие — вне тарифной сетки.

Таблица 5.6

Нормативная (сменная) численность рабочих на одноковшовых экскаваторах

Марка	Старший мастер	Машинист	Помощник машиниста	Электрослесарь	Горнорабочий	Слесарь
ЭКГ-3.2; ЭКГ-4У; ЭКГ-4.6Б; ЭКГ-КП; ЭШ 6/45М; ЭКГ-10П; ЭКГ-6.3У; ЭКГ-10У; ЭКГ-15П; ЭКГ-12.5; ЭКГ-20; ЭГ-20	—	1 (VI)	1 (V)	—	—	—
ЭШ-13/50; ЭШ-10/70А; ЭШ-15/90А; ЭШ-20/75	—	1	1 (VI)	—	—	—
ЭШ-25/100; ЭШ-40/85; ЭВГ-35/65М; ЭШ-65/85	—	1	2 (VI)	1 (V)	—	—
ЭШ 80/100	1	1	—	1 (V)	1 (II)	—
ЭВГ-100/70	2	1	4	—	2 (II)	2 (I)

Примечание. 1. Старший мастер обслуживает экскаватор в течение суток.  
2. В скобках указан разряд рабочих, остальные рабочие — вне тарифной сетки.

Таблица 5.7

Нормативная численность обслуживающего и ремонтного персонала на транспортно-отвальных мостах (ТОМ)

Транспортно-отвальный мост вместе с цепным экскаватором		Численность рабочих		
наименование	масса, т	необходимая, чел/смену	плановая, чел/смену	в ремонтных бригадах, чел.
Верболозовский	9325	28	20	8
Морозовский	6021	24	20	11
Балаховский	4260	24	18	7
Бандуровский	3690	17	17	10

Таблица 5.8

Нормативы затрат на смазочные и обтирочные материалы

Оборудование	Условия нормирования	Норматив затрат, руб.
Экскаватор: мехлопата драглайн	На 1000 ч работы	1,285
	роторный*	0,928
	На 1 т массы оборудования	1,12
Буровой станок: шнековый	На 1000 ч работы	2,47
	шарошечный	1,17
Перегружатель, отвалообразователь Конвейер ленточный	На 1 т массы оборудования	1,19
	На 1000 ч работы	2,1

\* Для I территориального пояса. Для II пояса норматив умножается на коэффициент 1.06, для III — на 1.16.

## Расход материалов

Расход материалов устанавливается в зависимости от типа оборудования (табл. 5.8—5.11).

## Нормируемые виды простоев

Нормируются по времени простои, вызванные: подготовительно-заключительными операциями; подготовкой забоя (устройством настила); временем на личные надобности экипажей машин, отдых, смазку и техническое обслуживание (ремонтные осмотры) механизмов, передвижку и перегон оборудования.

В табл. 5.12 приведены нормы времени на простои экскаваторов для 7-часовой смены, регламентированные Единными нормами времени (ЕНВ).

## РЕМОНТНЫЕ НОРМАТИВЫ

### Нормативы периодичности, продолжительности и трудоемкости ремонтов

Номенклатура нормативов на ремонт и техническое обслуживание (ТО) представлена на рис. 5.1; нормативы периодичности, продолжительности и трудоемкости ремонтов оборудования открытых горных работ приведены в табл. 5.13—5.15.

Расход запчастей и материалов на ремонт машин в персчете на 1 млн. м<sup>3</sup> горной массы (без учета возврата металлолома)

Оборудование	Прокат на черно- го метал- ла, кг	Цостыи металлы, кг	Стальной канат, кг	Подшип- ники	Кабель, разных марок, м	Лента повышен- ная, м <sup>2</sup>	Смазоч- ные ма- териалы, кг	Металл, кг	Электро- ды, кг	Лакокри- совые материалы, кг
Экскаваторы:										
РС-350	3750	130	320	60	240	96	800	60	65	60
ЭРГ-400	3800	160	330	70	260	98	860	70	75	70
ЭРШР-1600	8160	310	670	140	870	110	2600	110	110	90
ШРС-500	4350	210	310	65	230	95	840	35	60	70
ЭРГ-1600	9250	415	690	250	900	112	2500	120	160	95
ШРС-1500	1900	300	550	110	800	105	2200	100	105	90
Отвалобразователи:										
ОШ-1500/105	3600	95	360	95	300	90	720	65	70	68
ОШ-4500/90	6650	110	840	120	600	120	1800	80	90	90
ОШР-4500/180	8570	160	930	230	700	140	2200	110	115	108
Конвейеры производитель- ностью (на 1000 м длины), м <sup>3</sup> /ч:										
1000—1600	1860	73	40	810	600	160	830	90	100	120
4000—5000	3770	95	80	830	400	180	1600	185	120	160
Перегружатели:										
БРС-1200	780	39	—	40	180	80	780	50	60	40
БС-5000	1330	50	—	60	320	90	1100	70	70	78
ПГ-54/1950	630	40	95	45	240	75	810	65	60	50



Нормативы на ремонт и ТО



Рис. 5.1. Номенклатура ремонтных нормативов

Таблица 5.10  
 Годовой расход металла на ремонт (в % от массы оборудования)

наименование	Оборудование		Литье			
	масса, %		чугун	сталь углеродистая	сталь качественная	цветные сплавы
механизмов	металлоконструкция					
Экскаваторы	83	17	0,1	1,5	4,8	0,25
Конвейеры	45	55	2,1	—	—	—
Буровые станки	85	15	0,6	2	3,1	0,1
Перегружатели, отвалобразователи	80	20	0,5	2	2	0,3

Продолжение табл. 5.10

наименование	Оборудование		Поковки	Сортамент металл	Прокат	Лист толщиной, мм		Итого сменяемого металла
	масса, %					< 3	> 3	
	механизмов	металлоконструкция						
Экскаваторы	83	17	2,5	3,2	0,2	0,005	0,15	12,75
Конвейеры	45	55	1,1	2,5	2	1	1,5	10,2
Буровые станки	85	15	1	1	2	0,1	—	9,9
Перегружатели, отвалобразователи	80	20	3	1	2	0,1	1	11,9

Таблица 5.13

Нормативы межремонтной наработки, трудоемкости и продолжительности на угольных разрезах

Оборудование	Наработка, млн м³ плотной горной массы (в величине)				Полная	
	на ремонт			на техни- ческое обслу- живание	ремонт	
	К	С	Т	ежемесячное (РО)	К	
Роторные экскаваторы:						
СРС-280 РС-350	4	2	1	0,08	6 500 9 380	
ЭРГВ-630 РС-600	7,2 8	3,6 4	1,8 2	0,15 0,17	8 400 15 400	
ЭР-1250 ЭР-1250Д	12 14	6 7	3 3,5	0,25 0,50	19 600 16 030	
ЭРП-2500 ЭРП-1250	21 12	10,5 6	3,5 3	0,27 0,25	42 000 22 000	
СРС/к/-2000, СРС/к/-2000М	27	13,5	4,5	0,37	42 000	
СРС/к/-470 ЭРШРД-5000, ЭРП-5250 ЭРШР-1600	12 54 60	6 27 30	3 9 10	0,25 0,75 0,80	19 600 62 020 62 000	
Транспортно-отвальные мости с цепными экска- ваторами:						
Верболовский (ДС-1500, Д-1500)	60	30	10	1,45	149 100	
Мополовский (Д-1500; Д-1000)						
Блаховский (ДС-1200 <sup>а</sup> /10; ДС-1200 <sup>б</sup> /9) Бандуровский (Д-600)	42	21	7	1	87 500 79 800	
Отвалообразователи перегрузатели:						
ПЛГ-1200	4	2	1	0,08	4 200	
ОШ-1500/105	12	6	3	0,25	7 000	
П-1600-50/17					6 300	

ремонтов горно-транспортного оборудования непрерывного действия

трудоемкость, чел.-ч			Продолжительность, сут				
та			технического обслужива- ния	ремонта			технического обслужива- ния
	С	Т		К	С	Т	
	3 300 4 760	1 600 2 590	250/250 280/280	35 60	25 30	12 20	2/2 3/3
	4 000 7 700	2 000 4 060	400/400 490/490	40 60	26 35	14 26	2/2 3/3
	8 000 8 330	4 500 3 850	660/660 560	70	45 38	30 26	3/3 3
	24 000 10 000 24 000	10 100 5 500 10 100	1010/800 800/800 1000/800	90 70 90	55 45 55	40 30 40	4/3 3/3 4/3
	9 000 30 800	4 500 15 000	660/660 1750/1050	70 110	45 80	30 45	3/3 5/3
	30 800	15 000	1750	100	50	40	5
	101 500	50 400	7420				
	75 600	37 800	5670	60	45	30	3
	59 640 54 250	29 400 28 000	4375 3990				
	2100	1050	140	35	26	12	2
	3500		380	60			
	3000	2000	210	50	30	20	3

Скорухование	Нарботка, млн м³ плотной горной массы (в клетке)				Полная
	на ремонт			на техни- ческое обслу- живание	ремонт
	К	С	Т	ежемесячное (ГО)	К
Отвалообразователи и перегружатели: СПУ-5000; ПМК-2500/27; ПГ-2500/60  ПМК-5000/27; ПМК-5250/60; ПГ-5250/60  ОШР-5000/95; ОШР-5250/90; ПГ-5250/120 ОШР-5250/190	54	27	9		8 500
				0,75	9 100
	60	30	10	0,80	12 000 14 500
Конвейер производи- тельностью 500—800 м³/ч длинной 500 м: завойный отвальный магистральный:	6	3	1	0,08	1500 1300 1100
					2450 2730 3150 3360
Конвейер производи- тельностью 1000—1600 м³/ч:  завойный: КЛЗ-250М КЛЗ-400М КЛЗ-500М КЛЗ-800М  отвальный: КЛО-250М  КЛО-400М КЛО-500М  КЛО-800М  магистральный: КЛМ-250М КЛМ-400М  КЛМ-500М КЛМ-800М	12	6	3	0,25	2150 2730 3150 3360
					2030 2450
					2730 3200

трудоемкость, чел.-ч			Продолжительность, сут			
та		технического обслуживания	ремонта			технического обслуживания
С	Т	РОЗО	К	С	Т	РОЗО
4110	1750	280/200	110	80	45	5/3
4500	2000	500/550	80	45	35	3/3
6000	3200					
7400	2800	420	90	50	38	4
800 700 600	400 350 300	50/50 40/40 35/35	30	20	16	2/2
1190 1330 1610 1680	630 700 770 840	84 105 112 119				
1190 1330 1610 1680	630 770 840	84 105 112 119	70	45	30	3
1050 1190	560 630	70 84				
1330 1610	700 840	105				



Продолжение табл. 5.13

Оборудование	Наработка, млн. м <sup>3</sup> плотной горной массы (в ведлке)				Полная
	на ремонт			на техни- ческое обслу- живание	ремонт
	к	с	т	ежемесячное (10)	к
Конвейер производ- тельностьюю 5000—5250 м <sup>3</sup> /ч: длинной 400 м: забойный  отвальный длинной 800 м: забойный отвальный торцевой магистральный  торцевой длиной 300—500 м телескопический					4200
					3010
				0,80	5250
					4550
					5010
				4500	
					3150
					4900

Примечания. 1. Ремонт деталей конвейеров, перегружателей и отвало-  
2. Трудоемкость ремонта лент в зависимости от их ширины нормируется отдельно в чело  
10; при ширине 1600—2000 мм — 15; при ширине свыше 2000 мм — 40 млн во всех трех  
ределаются по удельным показателям в расчете на 1 т массы или на 1 млн м<sup>3</sup> отработавшего  
и в случае необходимости учета загрузки ремонтной базы допускается отклонение от нор-  
± 1 мес). 5. Ежемесячное или ежеквартальное ТО не нормируется и выполняется согласно  
весенне-летний и осенне-зимний режимы эксплуатации в зависимости от температурных

Пользуясь поправочными коэффициентами, можно получить откорректированные нормативы:  
межремонтных периодов

$$N_{МП}^* = N_{МП} K_{P1} K_{P2} / K_{P3}; \quad (5.7)$$

запаса материалов и запасных частей

$$N_{ЗМЗ}^* = N_{ЗМЗ} K_{P3} K_{P4}; \quad (5.8)$$

расхода материалов и запасных частей

$$N_{РМЗ}^* = N_{РМЗ} K_{P5}; \quad (5.9)$$

трудоемкости ремонта

$$N_T^* = N_T / K_{P6}; \quad (5.10)$$

Трудоемкость, чел.-ч			Продолжительность, сут			
та		техниче-ского обслу-живания	ремонта			техни-ческого обслуживания
С	Т	РО/ЗО	К	С	Т	РО/ЗО
2100	770					
1405	560	84				
2520	910	140				
2310	1260	140	100	50	40	5
2520	910	140				
2300	1200	130				
1610	630	98				
2450	910	140				

образователей роторных комплексов совмещается по времени с ремонтом экскаваторов, вско-сменах в год на 100 м длины конвейера и составляет: при ширине, 1100—1400 мм — случаях на 200 м ленты; 3. Для оборудования, не указанного в таблице, нормативы оп-объема. 4. При планировании ремонтов я составлены графики очередности ремонта матрица межремонтной наработки в пределах  $\pm 10\%$  (по календарному времени на более заводским инструкциям. 6. Сезонное ТО производится 2 раза в год — при переходе на условия, оговоренных в заводских инструкциях.

продолжительности ремонта

$$N'_t = N_t / K_{pa} \quad (5.11)$$

Нормы времени на наладку электрооборудования после ре-монтов приведены в табл. 5.19.

Нормы расхода материалов и запасных частей

Нормы расхода материалов и запасных частей, необходимы для:

определения материалов и запчастей па ремонтно-эксплу-тационные нужды разрезов, производственных объединений и отрасли в целом; контроля и учета использования материаль-ных ресурсов; совершенствования материально-технического снабжения предприятий; оценки фактического обеспечения ре-монтных предприятий материалами и запасными деталями и узлами; улучшения планирования выпуска заводами запчастей по количеству и номенклатуре; расчета оптимальной величины производственных запасов, оборотных средств, плановой себе-стоимости продукции ремонтных предприятий и т. д.

Таблица 5.14

Нормативы межремонтной наработки, продолжительности и трудоемкости на разрезах

Оборудование	Наработки на ремонт в приведенных объемах, млн м <sup>3</sup> плотной горной массы (в чел.ч)			Полная трудоемкость	
	К	С	Т	ремонта	
				К	С
Мехлопаты карьерные: СЭ-3; ЭКГ-3,2; ЭКГ-2У ЭКГ-4; ЭКГ-4,6 ЭКГ-5А	4,2 6,6 7,2	2,1 3,3 3,6	0,7 1,1 1,2	6000	2400
ЭКГ-4У; ЭВГ-4И ЭКГ-6,3У ЭКГ-8; ЭКГ-8И; ЭКГ-10И	6,6 9 10,8	3,3 4,5 5,4	1,1 1,5 1,8	9 600 14 000 9600	3850 5600 3850
ЭКГ-12,5; ЭКГ-15И ЭКГ-16; 201М; РН-2300	15,0 19,2	7,5 9,6	2,5 3,2	14 000	5600
ЭКГ-20; 204М; ЭГ-20	21,0	12,0	4,0	21 000	8300
Драглайны: ЭШ-4/40 ЭШ-5/45	4,8 5,6	2,4 2,8	1,2 1,4	6610	2600
ЭШ-6/45	6,4	3,2	1,6	12 000	4 800
ЭШ-6/60	15,0 22,8	7,5 11,4	2,5 3,8	13 000 27 400	5 200 10 900
ЭШ-10/60; ЭШ-10/70А ЭШ-20/90	27,0	13,5	4,5	33 000	15 600
ЭШ-25/100	36,0	18,0	6,0	45 000	18 000
ЭШ-40/65	96,0	48,0	12,0	96 000	40 000
Мехлопаты вскрышные: ЭВГ-15	15,0	7,5	2,5	16 000	6 400
ЭВГ-35/65, ЭВГ-35/65М	33,0	16,5	5,5	39 000	16 000

Примечания. 1. Нормативы продолжительности нахождения оборудования в пути и систем управления после ремонта. 2. Время, необходимое на перегон экскаватора на тележечное обслуживание (ТО) проводится 2 раза в год, суммируется с месячным средним и текущим ремонтами. 4. При транспортировании узлов на ремонтную базу по не учитывается. 5. При расчете численности ремонтного персонала общая трудоемкость работ.

техническое обслуживание и ремонт одноковшовых экскаваторов на угольных

кость, чел-ч			Продолжительность, сут				
технического обслуживания			ремонта			технического обслуживания	
Т	РО	ЗО	К	С	Т	РО	ЗО
1 500	240	130	40	25	12	2	2
2 400	385	190	60	28	17	3	3
3 500	560	250	70	35	26		
2 400	385	190	60	28	17		
3 500	560	250	70	35	26	4	4
6 200	600	400	90	40	28		
2 000	240	130	40	25	12	2	2
3 600	320	250	60	32	26	3	3
3 900	500	400 500	62	35	35	4	4
8 200	1000		120	50			
11 700	1400	2100	130	60	45	5	5
13 500	4000		150	75			
30 000			150	75			
4 800	840	500	80	42	31	4	4
11 000	1500	1000	120	60	35	5	5

в ремонте учтено время, необходимое для производства работ по наладке электрооборудования в забой и наладку в забое в оптимальный режим, нормативы не учитываются. 3. Сезонным ремонтом (РО) и не увеличивает при совпадении продолжительность капитальных, железной дороге время пребывания оборудования в пути в продолжительности ремонта за ремонтный цикл должна быть увеличена на 10 % для выполнения внеплановых ре-



Таблица 5.15

Периодичность и продолжительность ремонтов карьерного оборудования предприятий Минчермета СССР

Оборудование	Текущий ремонт, периодичность (сут) продолжительность (ч)			Капитальный ремонт (К). периодичность (лет) продолжительность (сут)
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	
Экскаватор роторный: ЭРГ-400; ЭРГ-350	30	270	540	6
	72	144	216	35
ЭРГ-1000	30	270	540	6
	96	168	288	50
ЭРГ-1600	30	270	540	6
	120	216	360	62
ЭРГ-5000	30	270	540	6
	144	264	456	75
Отвалообразователь, транспортно-отвальный мост (ТОМ): ОШ-75; ОШ-1500/125  ОШ-4500/90; ОШ-4500/120 Конвейерная линия ленточная: ЛК-4500/1800; ЛК-5000/1800; ЛК-183/1200	Ремонтируется в комплексе с роторным экскаватором. То же			

Примечание. Значения установлены исходя из следующих условий эксплуатации: число смен в сутки — 3; продолжительность смены — 8 ч; номинальный фонд годового времени — 7200 ч (300 сут).

### Требования к нормам и нормативам:

нормы и нормативы одного и того же наименования для разных уровней планирования должны быть сопоставимы, т. е. выражаться в одних и тех же единицах измерения, что дает возможность агрегирования и дезагрегирования их от одного уровня к другому;

нормы и нормативы должны быть прогрессивными, что обеспечивается учетом влияния на нормообразующие факторы передовой технологии ремонтов, уровня механизации разборочно-сборочных работ, научной организации труда ремонтников, применения новых видов материалов для восстановления и упрочнения деталей машин;

нормы и нормативы должны быть динамичны — своевременно обновляться, корректироваться, дополняться в соответ-

Таблица 5.16

Значения коэффициента  $K_{p1}$ 

Паспортные условия эксплуатации машин	Фактические условия эксплуатации в группе паспортных условий эксплуатации		
	А	Б	В
А. Породы I и II категорий, разрабатываемые без БВР (песок, супесь, лёсс, суглинки, породы в отвалах)	1,0	(0,8)	(0,7)
Б. Полускальные породы III категории, требующие частичного рыхления (тяжелые глины, глинистые сланцы, отвердевший лёсс, бурый уголь, слабые песчаники, мерзлые породы I и II категорий, куски размером до 200 мм)	1,2	1,0	0,8
В. Скальные породы IV категории, требующие БВР (песчаники, известняки, каменный уголь с твердыми включениями, мерзлые породы III категории, куски размером 200—400 мм)	1,3	1,2	1,0 (0,8)

Примечание. В скобках — значения  $K_{p1}$  для фактических условий эксплуатации, тяжелее паспортных, без скобок — легче паспортных или равных им ( $K_{p1} = 1$ ).

Таблица 5.17

Значения коэффициента  $K_{p2}$ 

Климатические условия	Температура воздуха, °С			
	выше 0	от 0 до -10	от -10 до -20	ниже -20
Без осадков и ветра	1	0,95	0,90	0,85
Осадки, скорость ветра до 10 м/с	0,95	0,9	0,85	0,8
То же, выше 10 м/с	0,90	0,85	0,8	0,75

Таблица 5.18

Значения коэффициента  $K_{p3}$ 

Оборудование		Метод ремонта			
масса, т	производительность, м <sup>3</sup> /ч	индивидуальный (необезличенный)	агрегатно-узловой	рассредоточенный узловой	равноресурсными комплектами
≤ 1000	≤ 1500	1	2,5	3,0	3
≤ 2000	≤ 2500	1	2,0	2,5	4
≤ 5000	≤ 5250	1	1,8	2,0	5
≤ 5000	≤ 5250	1	1,5	1,8	6

Таблица 5.19

Нормы времени на производство работ по наладке электрооборудования экскаваторов при ремонтах, сут

Марка экскаватора	Схема управления	До запуска преобразовательного агрегата*			После запуска преобразовательного агрегата**			Всего с момента запуска преобразовательного агрегата***		
		Т	С	К	Т	С	К	Т	С	К
ЭШ-100/100	С тиристорным возбуждением	14	17	40	12/2	27/3	32/3	14	30	35
ЭШ-40/85; ЭВГ-35/65М		14	14	40	9/2	17/2	30/2	11	19	32
ЭШ-20/90, ЭШ-15/90А		10	14	32	8/1	17/2	30/2	9	19	32
ЭКГ-12,5; ЭКГ-15И; ЭКГ-6,3У		8	10	14	5/1	7/2	10/2	6	9	12
ЭШ-25/100; ЭВГ-35/65	С магнитными усилителями	6	10	22	6/1	9/2	20/3	7	11	23
ЭШ-13/50; ЭШ-10/70А; ЭШ-6/45М		4	8	14	4/1	5/2	8/2	5	7	10
ЭШ-6/60; ЭШ-10/60; ЭШ-10/80		4	8	11	4/1	5/2	6/2	5	7	8
ЭКГ-8; ЭКГ-8И; ЭКГ-10И; ЭВГ-4И; ЭКГ-4У; ЭВГ-6; ЭКГ-6,3УС		4	7	8	3/1	4/1	6/1	4	5	7

Продолжение табл. 5.19

Марка экскаватора	Схема управления	До запуска преобразовательного агрегата*			После запуска преобразовательного агрегата**			Всего с момента запуска преобразовательного агрегата***		
		Т	С	К	Т	С	К	Т	С	К
ЭКГ-4,6А; ЭКГ-4,6Б; ЭКГ-5А		1	4	6	2/1	2/1	4/1	3	3	5
ЭРШРД-5000; ЭРШР-1600; ЭРШР-5000		15	20	40	10/1	18/2	22/3	11	20	25
ЭРП-2500		15	18	30	8/1	16/2	20/2	9	18	22
ЭР-1250Д; ЭРГВ-630; СРС(к)-470; ЭРП-1250		7	14	20	6/1	7/2	10/2	7	9	12
СРС(к)-2000		12	16	30	8/1	16/2	18/2	9	17	20
ЭШ-15/90А; ЭШ-15/90; ЭШ-14/75; ЭШ-20/75Б; ЭШ-20/65; ЭВГ-15; ЭГ-20	С электромагнитными или магнитными усилителями	5	10	14	5/1	7/2	12/2	6	9	14
ЭШ-5/45; ЭШ-4/40; ЭКГ-4; СЗ-3	С трехобмоточным генератором	1	—	2	2/1	—	2/1	3	—	3

\* Предусматривается по совмещенному графику с ремонтом электрической части.

\*\* Для роторных экскаваторов — до приведения приводов в готовность к пробному пуску.

\*\*\* Для роторных экскаваторов — после приведения приводов в готовность к пробному пуску.

Примечание. В числителе приведена величина нормы времени до начала работы в забое, в знаменателе — до вывода в забое на оптимальный режим.



ствия с изменяющимися условиями эксплуатации и ремонта оборудования.

В общем случае ремонтные нормативы целесообразно обновлять через 5 лет.

Требование напряженности ремонтных нормативов должно ориентировать ремонтное производство на постоянное развитие, движение вперед, поиск новых методов выполнения ремонтных операций, улучшение качества и совершенствование организации ремонтных работ.

Новые нормы и нормативы должны быть экономически целесообразными, способствовать снижению себестоимости продукции, повышению надежности и долговечности оборудования, а также быть научно обоснованными, рассчитанными с учетом всего комплекса нормообразующих факторов и примененном современном научном аппарате.

Методы разработки ремонтных нормативов для горно-транспортного оборудования необходимо выбирать для каждого конкретного случая. Например, для нового оборудования, не имеющего аналогов, применяют расчетно-аналитический метод, основанный на расчетных значениях сроков службы деталей и узлов, теоретических зависимостях показателей надежности машин, аппроксимирующих функций при определении межремонтных периодов и т. д.

Если нормативы разрабатываются для оборудования, уже длительное время эксплуатируемое на предприятиях, то применяются более точный опытно-производственный и отчетно-статистический методы. Последний удобен для обновления действующих нормативов и их корректировки.

## Нормы запаса материалов и запасных частей

При расчете норм запасных частей необходимо учитывать: наработку машин; горно-геологические условия эксплуатации; квалификацию эксплуатирующего персонала; качество предыдущих ремонтов и запасных деталей. При этом особо выделяют три направления обоснования необходимого числа запасных деталей:

сумма издержек от простоя оборудования по причине нехватки запасных деталей и сумма расходов на их приобретение должны быть минимальны;

число запасных частей должно обеспечить наибольшую вероятность безотказной работы оборудования при оптимальном техническом обслуживании;

число запасных частей должно быть достаточным в любой отрезок времени эксплуатации.

Во всех случаях избыток запасных деталей приводит к расходам на их хранение и замораживанию оборотных средств.

Целесообразность выбора одного из этих подходов к установлению оптимальной нормы запаса зависит от числа одно-



типного оборудования: если оборудование уникальное, то выбора нет. В этом случае необходимо столько запчастей, сколько достаточно для обеспечения наибольшей вероятности безотказного функционирования комплекса. Если имеется парк машин, то необходимо устанавливать запас деталей с учетом показателей надежности узлов и механизмов.

Годовой норматив запасных деталей каждой номенклатуры рассчитывается по формуле

$$N_d = \frac{M_{\text{мр}} D_{\text{м}} t_{\text{см}} K_{\text{и.д}} (1 - K_{\text{в.д}}) n_{\text{о.д}}}{t_{\text{д}}}, \quad (5.12)$$

где  $M_{\text{мр}}$  — число месяцев в межремонтном периоде;  $D_{\text{м}}$  — среднее число рабочих дней в месяце (25,9 сут);  $t_{\text{см}}$  — продолжительность смены, ч;  $K_{\text{и.д}}$  — коэффициент использования детали;  $t_{\text{д}}$  — ресурс детали в машино-ч;  $n_{\text{о.д}}$  — число одинаковых деталей в машине;  $K_{\text{в.д}}$  — коэффициент восстановления, т. е. отношение числа деталей, пригодных к дальнейшей эксплуатации без ремонта или после ремонта, к общему их числу. На различных предприятиях в зависимости от ремонтной базы  $K_{\text{в.д}} = 0,2 \div 0,6$ .

Норматив деталей, которые требуются на машину в единственном экземпляре, по формуле (5.7) не рассчитывается.

Расчетный запас деталей и узлов после оценки фактического состояния машины заносится в номенклатурную дефектную ведомость, в которой отмечается наименование детали (узла), номер чертежа, материал и вес одной детали, число годных, требующих ремонта и выбракованных деталей. На некоторых предприятиях в эту же ведомость заносят сведения о расходе материалов на ремонт и изготовлении необходимых деталей, а также указывают исполнителя работ.

## ГЛАВА 6

### РЕМОНТНО-СКЛАДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

#### РЕМОНТНЫЕ БАЗЫ

Ремонтные базы — это совокупность технических средств и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления работоспособности или исправности машин и механизмов (в общем случае — оборудования), используемых при добыче полезных ископаемых открытым способом; различаются по административной подчиненности, составу объектов и назначению.

Ремонтные базы отдельных горных предприятий (разрезов, карьеров, рудников и др.) состоят из цехов, мастерских и депо различного назначения (обслуживание и ремонт карьерного

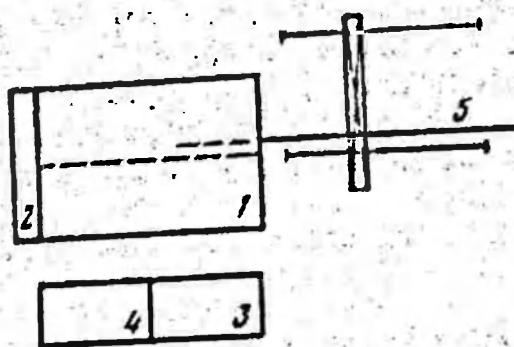


Рис. 6.1. Схема генерального плана ремонтного хозяйства: разреза для ремонта горного оборудования:  
 1 — ремонтный цех; 2 — бытовые и конторские помещения; 3 — склад запасных частей; 4 — склад материалов; 5 — склад ремонта, металла и заготовок

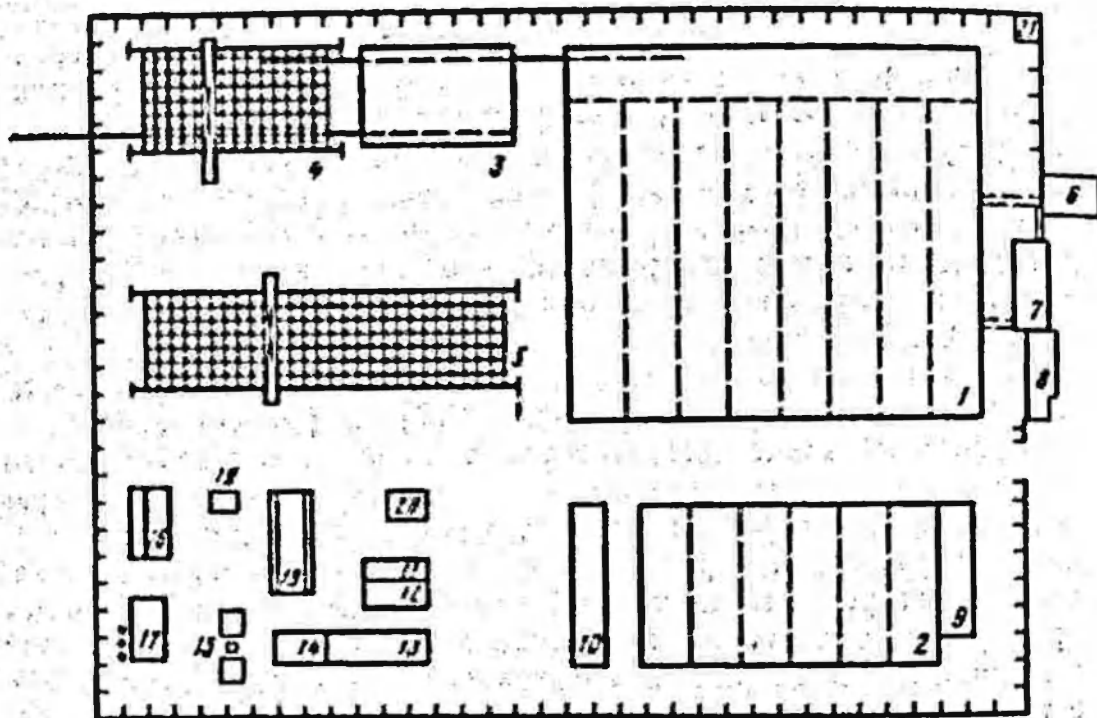


Рис. 6.2. Схема генерального плана ремонтного предприятия:

1 — главный корпус; 2 — вспомогательный корпус; 3 — участок мойки; 4 — склад реп-фонда; 5 — склад металла и заготовок; 6 — столовая; 7 — бытовые помещения главного корпуса; 8 — заводоуправление и ЦЭМ; 9 — бытовые помещения вспомогательного корпуса; 10 — гараж свечкашии; 11, 12 — отстойники соответственно для главных и промысловых сточных вод; 13 — насосная обратного водоснабжения с градирней; 14 — насосная хозяйственного водоснабжения; 15 — резервуар с хозяйственной водой; 16 — электроподстанция; 17 — компрессорная; 18 — газораспределительная станция; 19 — склад; 20 — станция газификации кислорода; 21 — насосная станция аммиака

оборудования, тракторов и бульдозеров, подвижного состава автомобильного и железнодорожного транспорта и др.) и выполняют, как правило, работы по техническому обслуживанию, текущим, плановым и внеплановым ремонтам оборудования предприятий, в состав которых они входят. Такие базы принято называть ремонтным хозяйством (рис. 6.1).

Ремонтные базы производственных объединений состоят из ремонтных заводов и центральных электромеханических мастерских (ЦЭММ) широкого профиля или специализированных по отдельным видам оборудования (электрооборудование, обога-

тельное оборудование, подвижной состав автомобильного или железнодорожного транспорта и др.), выполняют капитальные и средние ремонты оборудования предприятий объединения, изготавливают запасные части, непоставляемые (или поставляемые в недостаточном количестве) заводами — изготовителями оборудования, металлоконструкции, восстанавливают отдельные узлы и детали, выполняют другие заказы. При наличии свободных мощностей они изготавливают также запасные части или производят ремонт определенных видов оборудования для предприятий других производственных объединений (внутриведомственная кооперация).

В некоторых министерствах в составе ремонтных баз производственных объединений имеются ремонтно-монтажные управления, выполняющие монтажно-демонтажные и ремонтные работы непосредственно на горных предприятиях.

Ремонтная база промышленных объединений и министерств включает в себя ремонтные базы производственных объединений и предприятий, а в некоторых случаях производственные объединения специализированных ремонтных предприятий или отдельные ремонтные предприятия (рис. 6.2), обеспечивающие своей продукцией производственные объединения по добыче полезных ископаемых.

## Исходные данные и стадии проектирования

Ремонтные хозяйства отдельных предприятий — карьеров, угольных разрезов, обогатительных фабрик и др. — проектируют в составе самих предприятий. Исходными данными для проектирования являются основные показатели и технические решения, принятые в горной, транспортной, энергомеханической и других частях проекта строительства, реконструкции, расширения или технического перевооружения предприятия:

количество и состав принятого горного, транспортного и другого оборудования (рабочий парк);

режим работы оборудования (годовой объем наработки): горно-карьерного — в машино-часах или объемах горной массы; строительно-дорожного и тракторного — в машино-часах; автомобилей и машин на автоходу — пробег в километрах; подвижного состава железнодорожного транспорта — продолжительность работы в часах;

структура организации ремонтной службы, обусловленная принятой системой ведения горных работ, видами транспорта породы и полезного ископаемого, составом и количеством основного оборудования;

решения по размещению основных объектов предприятия и организации основной промплощадки;

доля и характер участия специализированных ремонтных предприятий в ремонтах оборудования данного предприятия;

чертежи машин и узлов, технологические процессы, данные по трудоемкости и расходу материалов на ремонт и техническое обслуживание.

Специализированные ремонтные предприятия (заводы, ЦЭММ и др.), входящие в состав ремонтной базы производственных и промышленных объединений и министерств, в большинстве случаев являются самостоятельными административными единицами. Для их строительства, реконструкции, расширения или технического перевооружения осуществляется полный комплекс мероприятий по подготовке к проектированию в следующей последовательности:

в составе схемы развития и размещения отрасли или схем развития и размещения предприятий отдельных регионов (бассейнов, объединений) определяется потребность в продукции и возможность покрытия расходов из нее за счет реконструкции действующих предприятий или строительства новых и основные технико-экономические показатели, а также устанавливается район размещения. Кроме схем, по отдельным предприятиям составляются технико-экономические обоснования целесообразности строительства (реконструкции, расширения) или технико-экономические расчеты;

выполняется расчет годовой программы ремонтного предприятия;

определяются заявочные данные для выбора площадки строительства (площадь территории, потребность в энергоресурсах и воде, транспортные связи, число трудящихся);

запрашиваются технические условия местных организаций на подключение к сетям и источникам энергоснабжения, водоснабжения и канализации стоков, связи и транспортным магистралям, а также архитектурно-планировочное задание (при строительстве в черте города);

оформляется акт выбора площадки строительства нового предприятия или прирезки территории к действующему предприятию, если в этом возникает необходимость;

составляется задание на проектирование, которое после проведения необходимых согласований утверждается министерством (при стоимости капитальных вложений свыше 4 млн руб.) или производственным объединением (при стоимости капитальных вложений до 4 млн руб.);

подготавливаются и передаются проектной организации чертежи машин и изделий, подлежащих ремонту или изготовлению, технологические процессы на выполнение ремонтов, изготовление изделий (деталей, узлов), данные по трудоемкости работ и расходу материалов.

Инструкцией СНиП 1.02-01-85 установлено две стадии проектирования:

...проект — комплекс взаимосвязанных технических решений по технологии производства, конструкций зданий и сооружений, энергоснабжению, генеральному плану и др., определяющих



все основные параметры, включая экономические показатели и стоимость строительства предприятия (объекта);

рабочая документация — чертежи, сметы и другая документация на строительство предприятия (объекта) или выполнение отдельных видов работ.

Для несложных объектов, строительство которых предусматривается типовыми или повторно применяемыми проектами, предполагается совмещение обеих стадий — рабочий проект.

Вся предпроектная проработка, необходимая для подготовки исходных данных, вплоть до утверждения акта выбора площадки и задания на проектирование, в состав работ по проекту не входит и выполняется заказчиком с привлечением в необходимых случаях проектной организации.

*Задание на проектирование* ремонтного предприятия составляет заказчик проекта при участии генерального проектировщика в соответствии с Приложением 2 Инструкции СНиП 1.02.01—85.

В задании указывают: наименование и местонахождение предприятия; основание для проектирования; назначение и проектную мощность (годовую планово-расчетную программу дают в приложении к заданию); производственное и хозяйственное кооперирование с другими предприятиями района, объединения, отрасли; требования по внедрению новой техники и передового опыта; режим работы предприятия; виды транспорта по доставке (отправлению) грузов; условия обеспечения энергоресурсами, связью, водой, канализации стоков, подключения к транспортным коммуникациям; особые условия строительства (сейсмичность, группа просадочности грунтов, вечная мерзлота и др.); варианты проектных решений; решения по монументально-декоративному оформлению; выделение пусковых комплексов; основные технико-экономические показатели; показатели по эффективности капитальных вложений; пути снижения трудоемкости строительства и роста производительности труда; долю применения прогрессивных видов строительно-монтажных работ; требования по ассимиляции производства и разработке защитных сооружений; требования по выполнению научно-исследовательских и опытно-экспериментальных работ при проектировании (строительстве); требования по разработке проекта с применением узлового метода строительства, комплектно-блочного монтажа оборудования и других передовых методов организации строительства; состав демонстрационных материалов; сроки начала и окончания строительства; стадии проектирования; проектную организацию (генеральный проектировщик), генеральную подрядную строительную организацию.

Для разработки проекта ремонтного хозяйства разреза специальное задание на проектирование не составляют. Основанием для его проектирования являются задание на проектирование разреза и расчет программы и трудоемкости работ;

Расчет программы и трудоемкости работ ремонтного хозяйства угольного раз

Наименование оборудования	Тип, марка производителя	Масса единицы, т	Рабочий парк (число машин)	Средняя наработка (машинно-ч) как пробег (км) на одну машину	Производительность рабочего хозяйства в ремонтных видах, %						в единицу дня		
					К	С	Т	РО	ЗО	К	С	Т	
Машин	Тип А	100	20	7000	26,00	18,00	60,0	Один раз в год	Два раза в год	0,19	0,19	0,78	

Примечание. 1. Число машин, обслуживаемое (рабочий парк) в среднем в отделе (организации), разрабатывающей программу, определяется (при расширении и реконструкции). Для эксплуатированного парка машин в отделе (организации) 2. Вид работ и техническое обслуживание даны прилагательными к группе ремонтных и обслуживаемых объектов соответствующими приложениями к группе 4. Годовое число ремонтов  $N$  по каждому типу оборудования определяется на весь период работ, подлежащих на специализированные предприятия и выполняемых работами за год на нормативу. Расчет выполняется с помощью сложного вида рекуррентности, например:  $N_{г} = \frac{T_{г}}{3600} - 0,194; N_{с} = \frac{T_{с}}{15000} - 0,194; N_{т} = \frac{T_{т}}{6000} - 0,194$ . Годовая программа по каждому виду ремонта определяется умножением числа ремонтов на годовую программу определяется суммированием трудоемкости по тем видам (подчеркнуто).

выполненный по данным горной, транспортной, энергоснабжающей и других частей проекта.

Годовая планово-расчетная программа является частью задания на проектирование предприятия.

Расчет программы и трудоемкости работ

Основой расчета программы работ ремонтного хозяйства (цеха, службы и др.) предприятия является определение количества ремонтных воздействий по видам технического обслуживания и ремонтов на рабочий парк оборудования обслуживаемого предприятия или группы предприятий.

Рабочий парк оборудования при этом принимается на расчетный год, следующий за планируемым годом окончания строительства (реконструкции) цеха, службы, предприятия.

В зависимости от назначения расчет выполняется по всему парку оборудования предприятия или по отдельным его группам. Пример расчета годовой программы ремонтного хозяйства угольного разреза приведен в табл. 6.1. Здесь же целесообразно

р-за

число ремонтов	Трудоемкость по видам ремонтов в год						Общая трудоемкость на годовую программу, тыс. чел.-ч										
	на годовую программу (всего)	нормативная на единицу оборудования	на годовую программу (всего), тыс. чел.-ч	К	С	Т											
10,8	2	3,8	3,8	15,6	216	40	6000	2100	1500	240	130	22,8	0,1	23,4	51,8	5,2	80,4

работы по каждому типу машин (представителю) принимается по данным (заданию) горнокаменную и другие части проекта, либо по отчетным данным предприятия (при применении с учетом коэффициента условий эксплуатации, согласно Положению 1 (карьерное оборудование) или пробег (км) принимается по нормативным данным, машина парадокса (машинно-ч) или пробег (км) принимается по нормативным данным, типовой парк (все виды ремонтов), что позволяет одновременно определить объем ремонтных работ, подлежащих на специализированные предприятия и выполняемых работами за год на нормативу. Число ремонтов каждого вида определяется делением средней производительности на нормативу. При определении числа последующих видов ремонтов предыдущие  $T_{г} = 10,194 + 0,195 = 0,777; N_{РО} = 12 - (0,194 + 0,195 + 0,777) = 10,834; N_{ЗО} = 2 - 10,194 + 0,195 = 0,777$ .

выполнить расчет трудоемкости ремонтных воздействий, что позволит в дальнейшем определить число трудящихся и станочный парк ремонтного цеха, службы. Нормативные данные трудоемкости ремонтных воздействий принимаются по действующим нормативам [26].

В целях сокращения объема вычислительных работ, а также при отсутствии данных по трудоемкости ремонтов отдельных типов машин допускается приведение однотипных или близких по конструкции машин (оборудования) к одному расчетному представителю по формуле

$$T_{иск} = T_{наз} \sqrt[3]{\left(\frac{P_{иск}}{P_{наз}}\right)^2} \quad (6.1)$$

где  $T_{иск}$  — трудоемкость технического обслуживания или ремонта машин, которую следует определить, чел.-ч;  $P_{иск}$  — масса машины, для которой требуется определить трудоемкость  $T_{иск}$ , т;  $T_{наз}$ ,  $P_{наз}$  — трудоемкость и масса машины, по которой имеются нормативные данные по трудоемкости технического обслуживания и ремонтов машин, чел.-ч или т.



Таблица 6.2

Распределение трудоемкости ремонтов экскаваторов по видам работ, %

Работы	Мехлопаты карьерные, вместимость ковша 3—20 м³			Мехлопаты вскрышные и драглавы, вместимость ковша 4—100 м³			Роторные комплексы		
	T, T <sub>2</sub>	PO	30	T, T <sub>2</sub>	PO	30	T, T <sub>2</sub>	PO	30
Слесарно-крепежные и регулировочные	9,5 (30)	5 (34,5)	(63)	9 (30,5)	5 (34,5)	(63)	9,5 (30)	4 (35,5)	(63)
Разборка из агрегаты и узлы, сборка	(5)	(5)	(4)	(5)	(5)	(4)	(5)	(5)	(4)
Разборка и сборка агрегатов и узлов	6,5 (10)	5 (11,5)	—	6 (10,5)	4,5 (12)	—	6 (10,5)	4,5 (12)	—
Мойка деталей	0,5	0,5	—	0,5	0,5	—	0,5	0,5	—
Дефектовка	0,5	0,5	—	0,5	0,5	—	0,5	0,5	—
Слесарно-пригоночные	1,5	1,5	(6)	1,5	1,5	(6)	1,5	1,5	(6)
Ремонт металлоконструкций	4 (1)	3 (2)	—	4 (1)	2 (3)	—	(5)	(5)	—
Сварочные, сварочно-наплавочные	2,5	2,5	—	2,5	2,5	—	2,5	1,5 (1)	—
Кузнечные	1	1	—	1	1	—	1	1	—
Механообработка	10	10	6	10	10	6	10	10	6
Термообработка	1	1	—	1	1	—	1	1	—
Электромонтажные и электроремонтные	13 (2,5)	13 (2,5)	(5)	13 (2,5)	13 (2,5)	(5)	13 (2,5)	13 (2,5)	(5)
Окраска	0,5	0,5	—	0,3	0,5	—	0,5	0,5	—
Прочие	1	1	(14)	(1)	(1)	(14)	(1)	(1)	(16)

Примечание. В скобках — значения трудоемкости ремонтов в разрезе, без скобок — в мастерской.

Таблица 6.3

Распределение трудоемкости ремонтов автосамосвалов по видам работ, %

Работы	Грузоподъемность автосамосвалов, т											
	<25				27—70				>75			
	T	TO-2	TO-1	EO	T	TO-2	TO-1	EO	T	TO-2	TO-1	EO
Уборочно-моечные	6	3,3	15,7	80	8	2,5	5,7	70	6	6	6	10
Разборочно-сборочные	50	—	—	—	49	—	—	—	—	—	—	—
Агрегатные, в том числе обслуживание:	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—
трансмиссии	—	1,2	2,8	—	—	5,7	5,9	—	—	—	—	—
ходовой части	—	6,2	1,89	—	—	36,3	21	—	—	18	18	2
пневмогидроподвески	—	5,3	1,89	—	—	1,1	0,6	—	—	—	—	—
рулевого управления	—	4,6	14,6	—	—	—	6	—	—	2	2	—
тормозной системы	—	11,7	6,7	—	—	—	3,7	—	—	5	6	—
опрокидывающего механизма	—	—	6,4	—	—	—	0,6	—	—	1	1	—
системы двигателя	—	59,8	29,3	—	—	49,2	30	—	—	16	14	—
Электромонтажные	—	1,7	1,89	—	—	5,2	12,6	—	20	20	18	—
Аккумуляторные	—	1,0	4,73	—	—	—	3,8	—	—	—	—	—
Смазочно-заправочные	—	5,2	14,1	10	—	—	10,1	10	10	3	4	30
Электротехнические	5	—	—	—	5	—	—	—	6	3	4	—
Шиномонтажные	12	—	—	—	10	—	—	—	10	—	—	—
Сварочные	8	—	—	—	6	—	—	—	5	—	—	—
Станочные	7	—	—	—	6	—	—	—	4	—	—	—
Кузнечные	2	—	—	—	2	—	—	—	1	—	—	—
Регулировочные	10	—	—	10	14	—	—	10	10	13	6	3
Крепежные	—	—	—	—	—	—	—	10	6	2	7	2
Контрольно-смотровые	—	—	—	—	—	—	—	—	3	11	14	55

Примечание. Текущий ремонт (Т), первое (ТО-1) и второе (ТО-2) техобслуживания производят в гараже, ежедневное (ЕО) — в разрезе.

Таблица 6.4

Распределение трудоемкости ремонтов локомотивов по видам работ, %

Работы	Электровозы и тяговые агрегаты без дизель-генераторной установки				Тепловозы и тяговые агрегаты с дизель-генераторной установкой							
					с электрической передачей				с гидропередачей			
	ТР-3	ТР-2	ТР-1	ТО-3	ТР-3	ТР-2	ТР-1	ТО-3	ТР-3	ТР-2	ТР-1	ТО-3
Разборочно-сборочные	19,6	20,1	18	11	30,5	33,5	27,5	40	31,5	24,7	27,8	44
Электромонтажные	15,8	20,3	22,2	36,4	6	7	12	10,3	5	5,8	4,8	6,9
Моечно-уборочные	4,3	5,8	11,6	14	4,1	6,5	4,2	6,4	6,2	8,5	13	6
Заготовительные	3,8	4,4	3,7	1	0,4	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,4	0,2
Электроремонтные	22,3	16,4	7,1	3,2	14,3	8,7	13,6	9,8	3,2	2,5	3,9	8,5
В том числе ремонт электроаппаратуры	7,9	3,8	2,5	2	2,3	1,2	2,6	3,8	3,2	2,5	3,9	8,5
Станочные	10,1	8,3	0,9	1	6,4	2,4	4,2	0,9	6,4	3,4	2	4,1
В том числе обточка колесных пар	2,9	3,8	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—
Кузнечные	2	1,1	1,4	2	1	0,6	0,7	0,9	0,8	0,6	0,8	0,9
Электросварочные	3,7	2,5	1,4	2,4	0,6	1	0,5	0,2	1	1,3	1	1,3
Газосварочные	1,6	0,9	0,3	0,2	0,5	0,4	0,5	0,2	1	0,7	0,5	0,7

Продолжение табл. 6.4

Работы	Электровозы и тяговые агрегаты без дизель-генераторной установки				Тепловозы и тяговые агрегаты с дизель-генераторной установкой							
					с электрической передачей				с гидропередачей			
	ТР-3	ТР-2	ТР-1	ТО-3	ТР-3	ТР-2	ТР-1	ТО-3	ТР-3	ТР-2	ТР-1	ТО-3
Ремонт:												
КИП и радио-приборов	2,7	6,2	11,2	14	2,6	3,9	5,3	5,4	2,6	2,5	6,5	5
двигателя и гидропередачи	—	—	—	—	8,6	13,3	8,3	5,4	22,1	34,4	8	2,3
топливной аппаратуры	—	—	—	—	6,1	7,1	3,3	6	4,5	4,4	8,5	2,2
фильтров и холодильников	—	—	—	—	2,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,6	5,3	2,2
аккумуляторов	1,3	1,1	1,9	2,8	1,8	2,1	2,1	2,2	2,4	1,1	3	3,6
роликовых букс	1,7	1,5	0,7	0,2	2,4	0,2	0,6	0,3	2	0,1	0,4	0,2
автоматического оборудования	2,1	6,1	11,8	3,6	3,9	7	10,7	7	3,1	2,3	9,6	6,7
медницко-заливочные и гальванические	1,7	0,6	0,8	—	2,1	—	—	—	1,5	0,6	—	—
Пантографные	2,1	1,7	3,4	4	—	—	—	—	—	—	—	—
Столярные	0,4	0,8	0,9	1	1,2	0,7	0,7	—	1	0,2	—	—
Малярные	3	0,9	0,6	1	1,9	1	1,4	—	0,6	0,2	0,5	0,6
Прочие	1,8	1,3	2,1	2,2	2,8	3,2	2,6	3	2,9	4	4	4,6

Примечание. Принятые обозначения: ТР-3 — подъемный ремонт; ТР-2 — большой подъемный ремонт (БПР); ТР-1 — малый подъемный ремонт (МПР); ТО-3 — профилактический осмотр.



Таблица 6.5

Распределение трудоемкости ремонтов вагонов, путевых машин и подъемно-транспортного оборудования по видам работ

Работы	Вагоны всех типов, полувагоны, платформы		Путевые машины, подъемно-транспортное оборудование	
	Т	ТО.2, ТО.3, ТО.4, ТР.Э	Т	ТО
Разборочно-сборочные	50,2	70,5	28,1	36,1
В том числе котельные	21	35	—	—
Электроремонтные и электро-монтажные	—	—	10	12
Моечно-уборочные	1	0,5	2	3,5
Заготовительные и жестяничные	4,5	3,3	1	0,5
Станочные	3	0,7	13,8	10,1
Кузнечные	3,2	1	4,5	3,5
Электросварочные	7,5	5	5	3
Газосварочные	7,3	4	5	3
Ремонт:				
тележек и роликовых букс	8	5,5	2	0,6
автотормозного оборудования	5	4	3	2,6
узлов и агрегатов двигателя	—	—	10	8
фильтров и секций холодильни- ков	—	—	4,8	6,5
топливной аппаратуры	—	—	4	3
аккумуляторов	—	—	2,1	2,2
Меднико-заливочные и гальва- нические	1,1	0,5	—	—
Столярно-малярные	4,2	2	1,2	0,4
Прочие	5	3	3,2	—

Таблица 6.6

Распределение трудоемкости ремонтов дорожностроительной техники по видам работ, %

Работы	Тракторы, дорожные машины и катки		Прицепные дорожные машины
	на гусенич- ном ходу	на прямоко- лесном ходу	
Моечно-очистные	6,5 (8)	5 (8)	7,5 (6)
Крепежные	57,5 (10)	51 (10)	74 (8)
Контрольно-регулирующие	12 (3,5)	10,5 (3)	12 (3,5)
Смазочные	2,5	2,5	3,5 (1,5)
Разборочно-сборочные и слесарно- пригоночные	(30)	(32)	(54,5)
Электротехнические	12 (5)	8 (3)	—
Станочные	(20)	(18)	(16)
Меднико-радиаторные	(5)	(4,5)	—
Жестяничные	(3)	(2)	—
Сварочные	(5)	(6)	(12,5)
Кузнечные	(3,5)	(4,5)	(8)
Регулировка и ремонт топливной ап- паратуры	9,5 (5)	12 (5)	—
Шляпомонтажные	—	8 (2)	3 (2)
Прочие	(2)	(2)	(2)

Примечание. В скобках — значения трудоемкости текущего ремонта (Т), без  
скобок — технического обслуживания (ТО).

Таблица 6.7.

Распределение трудоемкости текущего ремонта (Т) электрического и энергетического оборудования по видам работ, %

Работы	Оборудование		Работы	Оборудование	
	электрическое	энергетическое		электрическое	энергетическое
Контрольно-смотровые	20	5	Ремонт металлоконструкций	—	15
Слесарные	26	10	Регулировочные	16	—
Очистные и моечные	12	5	Теплоизоляционные	—	22
Разборочно-сборочные	8	15	Сушильные	2	—
Дефектовочные	2	—	Термические	—	1
Станочные	—	10	Испытательные	10	8
Сварочно-наплавочные	—	5	Окрасочные	2	2
			Прочие	2	2

Таблица 6.8

Распределение трудоемкости механической обработки деталей по видам оборудования

Станки	Процентное отношение числа станков	Станки	Процентное отношение числа станков
Токарные и револьверные	38—50	Вертикально-фрезерные	5—7
Расточные	5—6	Универсально-круглошлифовальные	7—9
Строгальные	6—8	Плоскошлифовальные	4—5
Универсально- и горизонтально-фрезерные	7—8	Сверлильные	1—2
		Прочие	3—5

Общая трудоемкость технических обслуживаний и ремонтов распределяется по основным видам ремонтных работ. В табл. 6.2—6.8 дано примерное распределение трудоемкости для основных групп оборудования.

### Состав объектов ремонтной базы

Состав объектов ремонтной базы зависит от ее назначения и административной подчиненности. Например, состав ремонтной базы угольного разреза (табл. 6.9) резко отличается от состава ремонтного предприятия, входящего в состав ремонтной базы производственного объединения.

Как правило, объекты ремонтного хозяйства отдельных предприятий не имеют собственных объектов и магистральных сетей энергоснабжения, водопровода и канализации и подключены к соответствующим объектам и сетям предприятия.

Таблица 6.9

Состав объектов ремонтной базы угольного разреза

Объект	Вид транспорта пород и полезного ископаемого					Рекомендуемое размещение объектов
	перевозка в вы- работанное про- странство	Железнодорож- ные	автомобильные	конвейерный	трубопроводный	
Блок ремонтных цехов горного, обогатительного и другого оборудования	+	+	+	+	+	Основная пром- площадка
Цех (отделение) ремонта дорожно-строительной техники	+	+	+	+	+	То же
Механический цех	+	+	+	+	+	»
Цех (отделение) металло- конструкций	+	+	+	+	+	»
Кузнечно-термический цех (отделение)	+	+	+	+	+	»
Электроремонтный цех	+	+	+	+	+	»
Инструментальный цех (отделение, участок)	+	+	+	+	+	»
Автобаза (свышегрузных автомобилей)	-	-	+	-	-	Основная пром- площадка для отдельное разме- щение
В том числе:						
производственный комплекс	-	-	+	-	-	То же
ремонтно-механиче- ские мастерские	-	-	+	-	-	»
корпус-стоянка	-	-	+	-	-	»
механизированная мойка	-	-	+	-	-	»
склад запасных час- тей и материалов	-	-	+	-	-	
Гараж машин участка рекультивации	+	+	+	+	+	По проекту
Цех подвижного состава железнодорожного транс- порта	-	+	-	-	-	Основная пром- площадка или железнодорожная станция
Механизированная мой- ка локомотивов и вагонов	-	+	-	-	-	При цехе подвиж- ного состава
Дежурный пункт кон- тактной сети	-	+	-	-	-	При железнодо- рожной станции или на отвалах
Звеносборочная база	-	+	-	-	-	По проекту на же- лезнодорожной станции
Мастерская службы пути	-	+	-	-	-	То же
Стоянка машин малой механизации и путевой техники на железнодо- рожном ходу	-	+	-	-	-	»

Продолжение табл. 6.9

Объект	Вид транспорта пород и полезного ископаемого					Рекомендуемое размещение объектов
	перевалка в выработках	железнодорожный	автомобильный	конвейерный	трубопроводный	
Цех (отделение) конвейерной ленты и гуммирования	-	-	-	+	-	В блоке ремонтных цехов или отдельно По проекту
Стоянка тракторов, грейдеров и бульдозеров (открытая или закрытая в зависимости от климатических условий)	+	+	+	+	+	
Гараж хозяйственных автомобилей	+	+	+	+	+	На основной промплощадке вблизи автобазы Основная промплощадка
Склад запасных частей (закрытый) с открытой площадкой, оборудованной козловым краном	+	+	+	+	+	
Прочие	+	+	+	+	+	По проекту

В состав ремонтного предприятия входит также, кроме технологических объектов (цехов), полный комплекс объектов энергетического обеспечения, водоснабжения, канализации, складского хозяйства и внутризаводского транспорта.

### Расчет и выбор основного оборудования

Определение потребности и выбор оборудования для специализированных ремонтных предприятий производится по нормам технологического проектирования ремонтных предприятий, а при их отсутствии — по нормам технологического проектирования соответствующих цехов и производств машиностроительных предприятий. Поэтому ниже даны рекомендации только по расчету и выбору оборудования ремонтного хозяйства горных предприятий.

Станочный парк механических участков определяется по общей трудоемкости станочных работ, устанавливаемой распределенном трудоемкости по видам ремонтных работ (см. табл. 6.2—6.8).

Необходимое число станков

$$N = T_c / \Phi_c K_o, \quad (6.2)$$

где  $T_c$  — станкоемкость программы работ, станко-ч;  $\Phi_c$  — эффективный годовой фонд времени работы станков, ч;  $K_o$  —



коэффициент многостаночного обслуживания. Для ремонтной базы предприятий  $K_0 = 1$ , для ремонтных предприятий  $K_0$  определяется организацией обслуживания станков.

Полученное расчетное число станков округляется до целого числа. При этом принятое число станков должно обеспечивать коэффициент их загрузки  $K_1$  (отношение расчетного числа к принятому) для ремонтной базы предприятия, не менее: при 4 станках — 0,55; при 5—7 станках — 0,6; при 8—10 станках — 0,65.

Процентное распределение принятого числа станков

Токарные . . . . .	40
Строгальные . . . . .	20
Универсально-фрезерные . . . . .	10
Сверляльные, расточные . . . . .	20
Прочие (отрезные, шлифовальные, точильно-шлифовальные и др.) . . . . .	10

Число постов разборки и сборки машин (трактора, строительные экскаваторы, компрессоры и др.), доставляемых в ремонтный цех в сборе,

$$N_{\text{п}} = \frac{n_i}{D_i} \sum_1^m n_{\text{г}} \quad (6.3)$$

где  $D_1$  — длительность пребывания машины в ремонте, сут;  $D_2$  — число календарных дней в расчетном периоде;  $m$  — число различных групп одновременно ремонтирующихся машин;  $n_{\text{г}}$  — число машин данной группы, одновременно находящихся в ремонте.

Длительность пребывания машины в ремонте принимается по нормативным данным или опыту ремонта на данном (действующем) предприятии.

Число постов технического обслуживания и текущих ремонтов автомобилей

$$N_{\text{п.т.}} = 10^{-3} T_{\text{н}} K_{\text{н}} \Sigma D_{\text{с}} \Phi_{\text{с}} P K_{\text{н}} \quad (6.4)$$

где  $\Sigma D_{\text{с}}$  — пробег всего подвижного состава в сутки, тыс. км;  $10^{-3} T_{\text{н}}$  — нормативная трудоемкость постовых работ на 1000 км пробега, чел.-ч;  $\Phi_{\text{с}}$  — количество рабочих часов в сутки;  $P$  — среднее расчетное число рабочих на посту;  $K_{\text{н}}$  — коэффициент неравномерности поступления автомобилей на посты,  $K_{\text{н}} = 1,3$ ;  $K_{\text{н}}$  — коэффициент использования постов в зависимости от числа рабочих смен. При одно- и двухсменной работе  $K_{\text{н}} = 0,9$ , при трехсменной  $K_{\text{н}} = 0,88$ .

Число ремонтных мест (стоил) для ремонта подвижного состава железнодорожного транспорта по каждому виду ремонтов

$$N_{\text{с}} = P_{\text{н}} T_{\text{н}} / \Phi, \quad (6.5)$$

где  $N_{\text{с}}$  — расчетное число стоил;  $P_{\text{н}}$  — годовая программа соответствующего вида ремонта;  $T_{\text{н}}$  — нормативный простой в ремонте,  $\Phi$  — годовой фонд времени ремонтного места, ч.

Расчет и выбор кузнечного оборудования производится по нормам технологического проектирования с учетом доли трудоемкости кузнечных работ в общей трудоемкости ремонтов. Удельная трудоемкость 1 т поковок составляет около 45—50 чел.-ч.

Оборудование специализированных участков (восстановления металлоконструкций, электрооборудования, гидро- и пневмооборудования, заточки горного инструмента и др.) принимается, как правило, в минимально необходимом комплекте без расчета по технологическим процессам для выполнения установленных видов работ.

Грузоподъемные средства выбираются в зависимости от массы поднимаемого груза: до 5 т — подвесные крано-балки, свыше 5 т — мостовые краны.

Для производства ремонтных работ на местах установки горного оборудования ремонтная база оснащается передвижными мастерскими и механизмами из расчета одна мастерская на 10 млн. т переработанной горной массы в год.

По назначению и оснащению оборудованием передвижные мастерские специализируются на: монтажно-демонтажных и сварочных работах; механической обработке нетранспортабельных деталей; окраске оборудования после ремонта; стыковке конвейерных лент; диагностике и наладке электро- и гидрооборудования.

Следует предусматривать также передвижные заправщики маслами и горючим, передвижные столовые и обогревательные пункты.

По способу передвижения различают мастерские: прицепные, приводные, на автомобильном и железнодорожном ходу.

Выбор типа передвижной мастерской производится в зависимости от характера и объема ремонтных работ.

#### Расчет числа работников

Общее число работников ремонтного хозяйства предприятия разделяется на пять категорий:

основные производственные рабочие, работающие в цехах, службах и объектах ремонтного хозяйства, и рабочие выездных бригад, выполняющие работы на местах установки горного оборудования (слесари, электрослесари, сварщики, станочники, кузнецы и др.). Число работников данной категории определяется по формуле

$$N_p = T/\Phi, \quad (6.6)$$

где  $T$  — трудоемкость соответствующих работ, чел.-ч;  $\Phi$  — действительный годовой фонд времени работы, ч.

Число станочников определяется по формуле

$$N_p = T_c/\Phi K_o, \quad (6.7)$$

где  $K_o$  — коэффициент многостаночного обслуживания;

вспомогательные рабочие (такелажники, стропальщики, транспортные рабочие, кладовщики и др.), составляющие 16 % основных производственных рабочих;

инженерно-технические работники (начальники цехов и мастеровских, технологи, мастера), составляющие 10 %;

счетно-конторский персонал (служащие) — 4 %;

младший обслуживающий персонал — 3 %.

### Производственные площади

Общая площадь цехов, отделений или участков ремонтной базы определяется суммированием площадей, обусловленных расстановкой оборудования с учетом: норм приближения к конструкциям и между оборудованием; норм ширины проходов и проездов; площадей, необходимых для размещения стоек, постов, стендов или специальных мест для установки (укладки) на них поступающего в ремонт оборудования и узлов; вспомогательных помещений (инструментально-раздаточных кладовых и др.).

По отдельным участкам принятая площадь проверяется по съему продукции с 1 м<sup>2</sup> в год и другим показателям. Например, на кузнечном участке съем продукции с 1 м<sup>2</sup> составляет около 1,3 т.

Площадь разборочно-сборочного участка, как правило, не должна быть меньше площади станочного участка.

### Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий

При проектировании зданий и сооружений ремонтных баз следует руководствоваться указаниями, правилами, нормами и инструкциями по проектированию капитального строительства промышленных предприятий, изданных Госстроем СССР.

Здания и сооружения ремонтного хозяйства горных предприятий и специализированных ремонтных предприятий по своему назначению и предъявляемым к ним требованиям в большинстве случаев приравниваются к зданиям и сооружениям машиностроительной промышленности.

Объемно-планировочные, конструктивные и архитектурно-художественные решения производственных зданий должны учитывать все факторы, определяющие интерьеры помещений: требования технологии производства, рациональное размещение технологического и санитарно-технического оборудования, электропроводок, трубопроводов, вентиляционных устройств, светильников, размещение и организацию рабочих мест, обеспечение нормативных требований по освещенности рабочих мест.

Основные требования и рекомендации к объемно-планировочным и конструктивным решениям заключаются в следующем: здания проектируются, как правило, одноэтажными, прямоугольной формы, одно- или многопролетными на основе унифи-

ированных габаритных схем и типовых конструкций одноэтажных зданий, утвержденных Госстроем СССР; ширина пролетов принимается 12, 18 или 24 м (при специальном обосновании — 30 и 36 м). Пролеты следует располагать параллельно;

высота зданий до уровня головки подкрановых рельсов (при их отсутствии — до низа несущих конструкций кровли, ферм) принимается кратным строительному модулю (1,2 м);

длина однопролетных зданий должна быть кратной шагу колонн (6 м), многопролетных — шагу внутренних рядов колонн (6 или 12 м);

фонари кровли многопролетных зданий должны быть зенитными, значительно улучшающими естественную освещенность при одновременном снижении стоимости строительства;

в целях экономии площади допускается в одноэтажных зданиях устройство двух- и трехэтажных вставок шириной 6 м и более для размещения вспомогательных и подсобных помещений, электро- и санитарно-технического оборудования и др.;

во всех зданиях следует предусматривать мероприятия по уменьшению шума и вибрации;

несущие конструкции зданий (колонны, фермы, ригели и др.) могут быть: из сборного железобетона, металлические (при наличии разрешения от министерства и расхода металла до 50 т и Госстроя СССР — при расходе свыше 50 т), из легких металлических конструкций (ЛМК) комплектной поставки (при площади зданий не менее 5 тыс. м<sup>2</sup>. При меньшей площади требуется специальное разрешение Госстроя СССР);

ограждающие конструкции (стены) выполняются из бетонных панелей с различным наполнителем, кирпича, трехслойных металлических панелей с легким негорючим наполнителем (обычно в комплекте с ЛМК);

кровля должна быть трех-, пятислойной рулонной по бетонным плитам или по профилированному настилу покрытия.

## Обеспечение энергетическими ресурсами

В зависимости от назначения, характера и объема производства ремонтные базы могут потреблять значительное количество энергоресурсов: электроэнергии, тепла, топлива, газов (кислорода, ацетилена, пропана-бутана, природного газа и др.), сжатого воздуха, а также воды на хозяйственные и производственные нужды.

Расход энергоресурсов заметно снижается за счет вторичного их использования: например, повторное использование низкотемпературных потоков отсасываемого воздуха вентиляционных систем для первичного подогрева подаваемого воздуха или высокотемпературных газов плавильных агрегатов и нагревательных печей кузниц для нагрева воды на хозяйственные нужды.



Вода на производственные нужды после использования должна проходить очистку и возвращаться для вторичного использования через оборотную систему. Такие системы позволяют сократить расход свежей воды в 10 раз и более.

### Схемы генеральных планов

Ремонтные хозяйства угольных разрезов размещаются, как правило, в пределах горных отводов. В зависимости от вида транспорта полезного ископаемого и пород вскрыши выделяют три группы объектов ремонтного хозяйства, размещение которых обусловлено характером и дислокацией обслуживаемого оборудования:

ремонтный цех (ремонт и обслуживание экскаваторов и буровых станков) — на основной промплощадке;

цех подвижного состава (ремонт и обслуживание локомотивов и вагонов) — на промышленной железнодорожной станции;

автобаза технологического автотранспорта — на основной промплощадке или на площадке, приближенной к путям движения автомобилей.

Для строительства ремонтного предприятия площадка отводится в соответствии с решениями генерального плана поселка, города или промышленного узла (района) на землях, не пригодных для сельского хозяйства.

Не допускается размещение предприятий на территориях, подверженных затоплению, в зонах активного карста и оползней, в местах схода снежных лавин и селевых потоков, в зонах санитарной охраны источников водоснабжения и др.

Решения генерального плана предприятия (ремонтного хозяйства) должны обеспечивать: рациональное и экономное использование земельного участка; размещение основных и вспомогательных объектов с учетом технологических и транспортных взаимосвязей между ними, прокладки коммуникаций и трубопроводов; создание наиболее благоприятных условий для производственного процесса и труда; кратчайшие и безопасные пути прохода трудящихся к местам работы, пунктам общественного питания и бытового обслуживания; наилучшие санитарно-гигиенические условия для трудящихся; выполнение в установленном объеме природоохранных мероприятий.

Плотность застройки для ремонтного предприятия должна быть не менее 40 % — при ремонте подвижного состава железнодорожного транспорта; 52 % — без ремонта подвижного состава.

Плотность застройки ремонтного хозяйства разреза, размещаемого на основной промплощадке с другими объектами, не регламентируется.

До начала работ на площадке необходимо снять верхний плодородный слой почвы, предусмотреть его складирование и временное хранение. Вертикальную планировку площадки сле-

дует производить с минимальным объемом земляных работ. Уклоны поверхности площадок следует принимать в пределах 0,003—0,05 в зависимости от характера грунтов.

Уровень полов первого этажа зданий должен быть выше планировочной отметки прилегающей территории — не менее чем на 15 см.

### Технико-экономические показатели

Технико-экономические показатели ремонтного хозяйства, проектируемого в составе разреза, состоят из итоговых расчетных показателей: годовой трудоемкости ремонтных работ, чел.-ч; площади производственных помещений, м<sup>2</sup>; площади конторско-бытовых помещений, м<sup>2</sup>; числа работников; коэффициента сменности работы; количества металлорежущего оборудования; общего количества принятого оборудования; капитальных вложений на строительство (реконструкцию), тыс. руб.; (в том числе строительно-монтажные работы).

Для проектируемых ремонтных предприятий состав технико-экономических показателей определяется требованиями Госстроя СССР и состоит из показателей, определяющих экономику производства и экономику строительства.

Необходимо также сравнение показателей проекта с показателями проекта-аналога, а также с показателями передовых действующих отечественных и зарубежных предприятий-аналогов.

### СКЛАДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

#### Склады материалов, запасных частей и оборудования

Расходные склады общего назначения предназначены для хранения материалов, оборудования и запасных частей угольных и сланцевых разрезов. Они могут быть открытыми (площадки, платформы), полузакрытыми и закрытыми.

Открытые площадки оборудуются на спланированных участках складской территории, имеющих твердое покрытие и небольшой уклон для стока вод.

Полузакрытые складские помещения оборудуются на открытых площадках и платформах с различными по конструкции и расположению навесами.

Закрытые складские помещения могут быть отапливаемыми и неотапливаемыми. Полы в них должны быть прочными, допускающими перемещение транспортных средств. Помещения оборудуются вентиляционными устройствами, естественным или искусственным освещением.

Режим работы складов: по выдаче грузов — в соответствии с режимом работы разреза (обычно в одну смену); по приему грузов при доставке материалов и изделий железнодорожным

(по путям МПС) и межобластным автомобильным транспортом — круглогодично, круглосуточно в течение всех дней календарной недели, при доставке железнодорожным (по ведомственным подъездным путям) и внутриобластным автомобильным транспортом — соответственно режиму работы транспортных предприятий.

Расходные склады komponуются из отдельных секций, размещение которых должно учитывать оптимальное расстояние перемещаемых грузов от пунктов выгрузки до пунктов складской и технологической переработки, площадок формирования грузовых единиц и пунктов погрузки на средства внутреннего транспорта для доставки к производственным участкам.

Для хранения материалов применяют стеллажи стационарные или передвижные, универсальные (каркасные, полочные, ящичные шкафы) и специализированные (трапециевидные, пирамидальные, стоечные, консольные), а также закрома. В закрытых складах стеллажи и штабели располагают, как правило, перпендикулярно к главной продольной оси здания для создания лучших условий освещения естественным светом.

Ширина (м) проездов наземного транспорта на склад при двухстороннем движении

$$P = 2B + 3C, \quad (6.8)$$

где  $B$  — габаритная ширина машины с грузом, м;  $C$  — зазор между машиной с грузом и машиной со штабелем (стеллажом), не менее 0,5 м.

При одностороннем движении ширину проездов принимают равной сумме ширины машины (с учетом ширины груза) и удвоенного зазора  $C$ .

Проходы для обслуживающего персонала между штабелем и стеллажом составляют от 0,8 до 1,2 м, между стеной здания и штабелем (стеллажом) — 0,8 м, между штабелями — от 0,6 до 1 м.

Ширину пролетов полузакрытых и закрытых складов принимают равной 12, 18 и 24 м при шаге колонн 6 м, высоту складов до низа конструкций при работе со штабелерами и подвесными кранами — не менее 6 м, при работе с мостовыми кранами — не менее 10,8 м.

Длина разгрузочного фронта (м) материалов с учетом расстановки транспортных единиц

$$L = nl + (n-1)l_0, \quad (6.9)$$

где  $n$  — число транспортных единиц в одной подаче;  $l$  — длина транспортной единицы, м;  $l_0$  — расстояние между транспортными единицами. Для железнодорожных вагонов  $l_0 = 1 \div 1,5$  м,

для грузовых автомобилей при установке вдоль фронта разгрузки  $l_0 = 2,8$  м, при установке торцом  $l_0 = 10$  м.

$$n = N/z, \quad (6.10)$$

где  $N$  — число транспортных единиц, подаваемых за сутки;  $z$  — число подач в сутки.

$$N = q_{\text{сут. } i} \frac{\beta}{\omega_i}, \quad (6.11)$$

где  $q_{\text{сут. } i}$  — суточный грузопоток  $i$ -го груза, т;  $\beta$  — коэффициент неравномерности подачи;  $\omega_i$  — грузоподъемность одной транспортной единицы при доставке  $i$ -го груза, т.

### Механизация складских работ

Все подъемно-транспортные средства, применяемые на складах, разделяют условно на средства напольного транспорта, грузоподъемные машины и механизмы, погрузочно-разгрузочные машины и механизмы.

К средствам напольного транспорта относятся: ручные тележки с подъемными устройствами и без них, а также электрокары, малогабаритные тягачи, электропогрузчики. Ручные тележки применяют для перевозки грузов на расстоянии 50-100 м. Их грузоподъемность не превышает 1 т. Механические тележки применяют для перевозки грузов между складами на расстоянии до 1000 м. В качестве грузоподъемных средств используют электрические телья, электрические краны (мостовые, подвесные и козловые).

Для механизации погрузочно-разгрузочных операций предусматривают стационарные участки и передвижные машины непрерывного и циклического действия (электроштабелеры, одноковшовые и многоковшовые погрузчики, механические лопаты, разгрузочные платформы, бочкоподъемники и др.).

Производительность (т/ч) подъемно-транспортного оборудования

$$Q = 60W\varphi k_0/t_{\text{ц}}, \quad (6.12)$$

где  $W$  — грузоподъемность оборудования, т;  $\varphi$  — коэффициент использования по грузоподъемности (отношение массы груза к грузоподъемности оборудования);  $k_0$  — коэффициент использования оборудования по времени (для погрузчиков с крановой стрелой  $k_0 = 0,4$ ; для погрузчиков с вилами или со стеллажерами  $k_0 = 0,5$ ; для кранов с крюком или грейфером  $k_0 = 0,7$ );  $t_{\text{ц}}$  — средняя продолжительность цикла работы оборудования, мин.

Средняя продолжительность цикла работы крана, мин;

$$t_{\text{ц}} = \frac{2,5H}{v_{\text{п}}} + 2\left(\frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{\omega_{\text{ср}}}{\omega}\right) + t_0, \quad (6.13)$$

где  $H$  — средняя высота подъема груза, м;  $l_1$  — средняя длина пути (расстояние доставки) в цикле, м;  $l_2$  — средний путь



тележки, м;  $\omega_{\text{ср}}$  — средняя частота вращения крана (стрелы), мин<sup>-1</sup>;  $v_{\text{в}}$ ,  $v_1$  и  $v_2$  — соответственно скорости подъема груза, передвижения тележки и передвижения крана, м/мин;  $\omega$  — частота вращения крана (стрелы) мин<sup>-1</sup>,  $t_0$  — дополнительное время на захват груза, освобождение от захвата, уточнение обстановки, мин; 2,5 — коэффициент, учитывающий задержки, связанные с процессом подъема (опускания) груза в неудобных положениях.

Средняя продолжительность цикла работы автопогрузчика и электропогрузчика, мин,

$$t_{\text{ср}} = \frac{2,1H}{v_{\text{в}}} + \frac{2l_1}{v_1} + 4l_2 + t_0, \quad (6.14)$$

где  $v_1$  — скорость передвижения при транспортировании груза, м/мин;  $l_1$  — время наклона рамы в транспортное, загрузочное или разгрузочное положение, мин; 2,1 — коэффициент, учитывающий задержки захватного устройства погрузчика, связанные с процессом подъема (опускания) при работе в неудобных условиях.

Число единиц подъемно-транспортного оборудования на складе равно отношению среднесуточных грузопотоков каждой секции склада к производительности оборудования при выполнении различных видов работ:

по прибытии грузов

$$n_1 = q_1 / T_1 Q, \quad (6.15)$$

по внутрискладской переработке и отпуску

$$n_2 = q_2 / T_2 Q, \quad (6.16)$$

где  $T_1$  и  $T_2$  — время работы оборудования соответственно по прибытии, внутрискладской переработке и отпуску грузов.

Механизацию погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ оценивают по уровню механизации  $I_{\text{м}}$ . Для механизированных складов  $I_{\text{м}} = 75 \div 80 \%$ .

Основные направления повышения уровня комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ на складах разрезов: пакетирование грузов, доставляемых до рабочих мест; применение стеллажных, опорных и подвесных кранов-штабелеров, погрузчиков, крановых средств; автоматизация учета движения материалов, оборудования и запасных частей на складе.

### Рациональное использование складских помещений

Площадь складских помещений, м<sup>2</sup>,

$$F_{\text{с}} = \frac{Gt}{\rho k}, \quad (6.17)$$

где  $G$  — масса заготовок, металла, деталей и сборочных единиц, проходящих в среднем за сутки через склад, т;  $t$  — срок хранения на складе деталей, заготовок, сут;  $\rho$  — поверхностная плот-

Таблица 6.10  
Выбор поверхностной плотности грузов на складе

Груз	Способ хранения	Высота укладки, м	Поверхностная плотность, т/м <sup>2</sup>
Сталь: круглая профильная	Стеллаж елочный	2,2	2,5
			1,7—2,5
Цветные металлы Трубы	Стеллаж полочный		0,4—2,5
			0,9—2,5
Строительные материалы	Штабель, закрома	1,2	0,5—2,5
Инструмент Электроматериалы	Стеллаж	2,2	0,7—1,2
			0,15—0,9
Оборудование	Штабель, стеллаж	—	0,2—2,5

ность грузов на складе — отношение массы груза к площади пола, занятой деталями, заготовками, т/м<sup>2</sup> (табл. 6.10);  $k$  — коэффициент использования площади склада (отношение полезной площади склада к его общей площади); зависящей от вида груза и способа его хранения:

Инструмент, приспособления	0,25—0,3
Метизы	0,35—0,45
Спецодежда	0,25—0,35
Электроматериалы	0,35—0,4
Сантехническое оборудование	0,25—0,3
Цветные металлы и изделия из них	0,4—0,45
Металлы (хранение в стеллажах)	0,25—0,4
Запасные части (хранение в стеллажах)	0,25—0,35
Оборудование	0,5—0,6
Прочие грузы при хранении:	
в стеллажах	0,3—0,4
в штабелях (упаковка в ящики, бочки)	0,5—0,6

При расчете площадей складов можно принимать массы запасных частей, материалов и металла равными соответственно 10—15; 2 и 8—12 % от массы ремонтируемых машин. На каждые 1000 чел.-ч трудоемкости ремонтных работ площадь склада (м<sup>2</sup>) составляет: запасных частей — 0,7; металла — 0,5; горюче-смазочных материалов — 0,13; утиля — 0,17; лесоматериалов — 0,4; топлива — 0,95; агрегатов и двигателей — 0,35.

### Оборачиваемость материальных ценностей

Нормативные сроки хранения складских запасов на расходном складе (в днях, среднесуточной потребности) определяют в зависимости от источника снабжения и внешнего транспорта,

используемого для доставки материалов, запасных частей и оборудования (табл. 6.11).

Допускается увеличение сроков хранения на 25—30 % при размещении предприятий в отдаленных районах.

Срок хранения (сут) на складе материалов, запасных частей, оборудования одного наименования при смешанной форме доставки определяется как средневзвешенное значение

$$T_{\text{ср. м.в.}} = \frac{q_1 T_1 + q_2 T_2}{q_1 + q_2} \quad (6.18)$$

где  $q_1$  и  $q_2$  — среднесуточное количество грузов, доставляемых соответственно железнодорожным и автомобильным транспортом,  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$  — срок хранения материалов при доставке соответственно железнодорожным и автомобильным транспортом, сут.

Максимальный суточный грузооборот ( $G_1$ ) склада до прибытия грузов

$$G_1 = F_1 D_1 k_1 \quad (6.19)$$

при внутрискладской переработке и отгрузке грузов

$$G_2 = F_2 D_2 k_2 \quad (6.20)$$

где  $F_1$  и  $F_2$  — площадь грузооборота соответственно до прибытия и внутрискладской переработки и отгрузки грузов, м<sup>2</sup>;  $D_1$  и  $D_2$  — расчетное число рабочих дней в году соответственно до прибытия и внутрискладской переработки и отгрузки грузов;  $k_1$  и  $k_2$  — коэффициент неравномерности соответственно до прибытия и внутрискладской переработки и отгрузки грузов.

Число рабочих на складе при работе в одну смену

$$N_p = \frac{L T_{\text{год}}}{L D_{\text{год}}} \quad (6.21)$$

где  $L T_{\text{год}}$  — годовое поступление материалов, т, а — норма переработки грузов одним рабочим (табл. 6.12), т/смену;  $D_{\text{год}}$  — число рабочих дней склада в год;  $k$  — коэффициент грузопереработки материалов на складе ( $k=2-6$ ). Меньшее значение  $k$  соответствует минимальному циклу работ (поступление — отправление), большее — полному циклу (поступление, сортировка, перестаривание, раскладка в стеллажи, комплектация и выдача.)

## Организация хранения

Материалы на складах распределяют по четырем группам хранения:

I — открытого хранения (площадки) материалов и изделий, не подвергающихся порче от атмосферных осадков и температурных изменений;

Таблица 6.11

Нормативные сроки хранения материалов, запасных частей и оборудования (в днях среднесуточной потребности)

Наименование	Поставщик	Запас хранения при доставке транспортом	
		железнодорожным	автомобильным
Металл черный и цветной, канаты, тросы	Металлобаза (металло-склад) Госнаба, завод-изготовитель	15—30	—
	Склад металлов производственного объединения	—	5
Электротехнические изделия и материалы (электродвигатели, кабели, генераторы, провода, шнуры и др.)	Завод-изготовитель	30	15
	Центральный склад объединения	—	15
Резинотехнические изделия (автопокрышки, конвейерные ленты и др.)	То же	—	15
Инструмент горный	Центральный склад или база материально-технического снабжения	—	15
Газы сжатые и сжиженные (кислород, ацетон и др.) в баллонах	Завод-поставщик	—	2—3 (на расстоянии до 100 км); 5—7 (то же более 100 км)
Материалы: крепёжные	Центральный или групповой склад крепёжных материалов производственного объединения (комбината)	—	3
сыпучие (щебень, гравий, песок)	Карьер нерудных ископаемых	15—30	5
	Центральный склад сыпучих материалов на заводе железобетонных изделий производственного объединения	—	5
строительные (плитка, шифер, асбофанера и др.)	Завод-изготовитель	30	10
	Центральный склад объединения	—	5
в том числе цемент, алебастр (хранение в мешках)	Цементный завод	15—30	5
	Центральный склад объединения	—	5
химические и лакокрасочные	Завод-изготовитель	30	15
	Центральный склад объединения	—	15
смазочные: расфасованные	Цех фасовки смазочных материалов производственного объединения	—	5
	База Главнефтебюта	30	10
в резервуарах и таре отработанные жидкие смазочные	Производственное предприятие	—	30



Продолжение табл. 6.11

Наименование	Поставщик	Запас хранения при доставке транспортом	
		железнодорожным	автомобильным
Запасные части и агрегаты автотранспортного оборудования, бульдозеров, локомотивов, железнодорожных вагонов и др. Жидкое топливо и растворители: в таре в резервуарах Крупные металлоконструкции и сборочные единицы Демонтированное оборудование	Завод-изготовитель	30	—
	База Главинертсбыта	—	10
	То же	30	10
	Завод-изготовитель	30	—
	Районный ремонтный завод	12	6
	Производственное предприятие	15—30	15

Таблица 6.12

Нормы переработки грузов одним рабочим, т/смену

Склад. сфера	Механизация числа работ	
	полная	частичная
Металла	35—45	20—30
Материалов, запасных частей и оборудования	25—30	15—25
Строительных материалов:		
штучных	15—20	6—12
сыпучих	20—30	5—8
Лесоматериалов	70—100	50—60
Масел и химикатов (тарное хранение)	—	4—8
Металлоотходов	10—15	5—8

II — полузакрытого хранения (навеси) материалов и изделий, подвергающихся порче от атмосферных осадков и солнечных лучей, но не изменяющихся под влиянием колебания температуры и перемены влажности воздуха;

III — закрытого хранения в неотапливаемых помещениях, для материалов и изделий, портящихся от атмосферных осадков и влаги, но допускающих хранение при низких температурах;

IV — закрытого хранения в отапливаемых помещениях для материалов и изделий, портящихся от атмосферных осадков и температуры ниже 5 °С.

Перечень основных видов материалов и изделий с распределением их по группам хранения приведен в табл. 6.13, основные нормативные показатели расходных складов — в табл. 6.14.

Таблица 6.15

Распределение оборудования, изделий и материалов по группам хранения

Наименование	Группа хранения	Место хранения
<b>Оборудование</b>		
<b>Горное:</b> компрессоры стационарные и передвижные; вентиляторы осевые и центробежные; насосы центробежные; поршневые, вихревые, винтовые, шестеренные, вакуумные; лебедки приводные разные; конвейеры шахтные ленточные, пластичные и др.; питатели пластичные; углесосы; оборудование угольных складов; лебедки маневровые электрические со встроенным электродвигателем; домкраты гидравлические; гидродвигатели; запасные части ГШО	II	Под навесом
<b>Строительное и дорожно-строительное:</b> канавокопатели; бульдозеры; грейдеры; скреперы тракторные; катки прицепные и моторные; камнедробилки; краны на автомобильном и гусеничном ходу; экскаваторы одноковшовые и многоковшовые	I	Открытая площадка
<b>Станочное:</b> металлорежущие станки с программным управлением; кузнечно-прессовое оборудование; станки по дереву	III	Закрытое помещение
<b>Электросварочное:</b> электросварочные станки и трансформаторы	III	То же
<b>Электрическое:</b> все марки силовых кабелей в упакованном и защищенном барабане; контрольные кабели; трансформаторы силовые; высоковольтные распределительные устройства; линейная арматура из черных металлов; контрольный и сигнальный кабель; зарядные столы, станции, устройства и др.; втулки и выводы с масляными компаундными наполнителями	II	Под навесом
синхронные компенсаторы; измерительные трансформаторы тока и напряжения; трубчатые предохранители высоковольтные; разрядники; оборудование защиты (реле, блинкеры; сигнальные приборы и др.); измерительные приборы для оборудования щитов; арматура из цветного металла; щиты управления и пульты с приборами и аппаратурой; магнитные пускатели, рубильники, фидерные автоматы; ящики низковольтные, распределительные автоматы, переключатели, магнитные станции, элементные коммутаторы, командоаппараты; пакетные выключатели, ключи управления (КНВ); приводы стрелочных переводов; аппаратура диспетчеризации, сигнализации, связи, защиты и техники безопасности, пусковая, соединительная	III	Закрытое помещение

Наименование	Группа хранения	Место хранения
<b>Электрическое:</b> электродвигатели и генераторы; измерительные точные приборы (мостики, осциллографы, омметры); измерительные трансформаторы тока с заполненной изоляцией; бакелитовые втулки; аппаратура и средства автоматизации; выпрямители, контакторы постоянного и переменного тока; электроизоляционные материалы	IV	Закрытое отапливаемое помещение
<b>Буровое:</b> электросверла ручные и колонковые; отбойные молотки	III	Закрытое помещение
<b>Транспортное:</b> двигатели внутреннего сгорания электротельферы; подшипники	II III	Под навесом Закрытое помещение
<b>Котельное:</b> бараны котлов; судопарники; бункера; крупная арматура котлов водяных, экономайзеров, топок; дробилки молотковые и вальцовые; шаровые мельницы; шкеллоны; сепараторы; баки; фермы мостовых кранов подвески барабанов; секции котлов; воздухоподогреватели экранов; трубы водяных экономайзеров, кипятильные малых диаметров, паронагреватели; камеры водяных экономайзеров, пароперегревателей, секций, экранов; сепараторы; воздухопроводы; газопроводы; кожухи вентиляторов, дымососов и мельничных эксгаустеров; грохота; питатели; тележки мостовых кранов; тали и крюки; котлы отопительные вали вентиляторов, дымососов; вкладыши подшипников; контрольно-измерительные приборы	I II IV	Открытая площадка Под навесом Закрытое отапливаемое помещение
<b>Обогатительное:</b> грохота; питатели; отсадочные машины; сепараторы тяжелосредние сепараторы и аппараты электромагнитные	II III	Закрытое отапливаемое помещение Закрытое помещение
дробилки шкивы электромагнитные; проборазделочные машины	II III	Под навесом Закрытое помещение
гидроциклоны; машины флотационные аппараты размагничивающие и намагничивающие	II III	Под навесом Закрытое помещение
загрузочное устройство; смесители; элеваторы ковшовые	II	Под навесом
гидроциклоны с защитной футеровкой из карбида кремния	IV	Закрытое отапливаемое помещение
вакуум-фильтры; центрифуги	II	Под навесом

Наименование	Группа хранения	Место хранения
<b>Материалы</b>		
Канаты стальные; конвейерная лента	III	Закрытое сухое и проветриваемое помещение
Рукава с металлической оплеткой, всасывающие, напорные, резиноканавые, высоконапорные	IV	Закрытое отапливаемое помещение с естественной вентиляцией
<b>Изделия</b>		
Кабельные, электронинструмент	III	Закрытое помещение
Крупные барабаны с кабелем	II	То же

Примечания. 1. Допускается кратковременное хранение на открытой площадке крупногабаритного оборудования, металлоконструкций и оборудования, имеющих массовые элементы (секции, перекрытия, решетки конвейеров и другие составные части). 2. К хранению под навесом относятся также оборудование с покрытиями, не пропускающими атмосферных осадков (дощатая опалубка, брезент, полиэтиленовая пленка и др.).

Таблица 6.14

Нормативные показатели расходных складов

Наименование	Группа хранения	Способ хранения	Распределенная поверхностная нагрузка на 1 м² полезной площади при укладке на высоту 1 м, кПа	Высота складирования, м	
				кранами мостовыми, подвесными, козловыми	авто- или электропогрузчиками
Прокат: рельсы широкой и узкой колес балки, швеллеры	I	Штабель	18	1,5	—
			23		
Сталь: крупно- и среднесортная мелкосортная	I	Стеллаж стоечный	23	1,7	—
			28		
тонколистовая толщиной от 1 до 1,9 мм	III		35	1,5	—
Трубы стальные диаметром более 50 мм	I	Штабель	6	2	—

Продолжение табл. 6.14

Наименование	Группа хранения	Способ хранения	Распределенная поверная нагрузка на 1 м <sup>2</sup> полезной площади при укладке на высоту 1 м. кПа	Высота складирования, м	
				кранами мостовыми, подвесными, козловыми	авто- или электропогрузчиками
Литье фасонное стальное и чугунное	II	Стеллаж	9	—	3
Резинотехнические изделия: ленты конвейерные автопокрышки	IV	Штабель	10	На высоту барабана 2	
		Штабель (до 10 покрышек)	2		
Кабельная продукция	II	Вертикально на борту шек	—	На высоту барабана	—
Электродвигатели и генераторы	III		9	—	—
Провода и шнуры разные		Стеллаж палочный	4	—	—
Горюче-смазочные материалы: смазки жидкие пластичные	IV	Штабель (бочки)	5	2	
		Штабель (контейнеры)	6		
Бензин керосин, бензол, масло соляровое, дизельное топливо	III	Штабель (бочки)	4	1,5	
			5		
Газы сжатые и сжиженные:	II	Баллоны вместимостью 40 л (вертикально)	3	—	1,5



Продолжение табл. 6.14

Наименование	Группа хранения	Способ хранения	Распределенная поверхностная нагрузка на 1 м <sup>2</sup> полезной площади при укладке на высоту 1 м, кПа	Высота складирования, м	
				кранами, мостовыми, подвесными, козловыми	авто- или электропогрузчиками
Запасные части, агрегаты и сборочные единицы: для автосамосвалов БелАЗ-540, БелАЗ-548 и др. для бульдозеров, тракторов и др.	IV	Поштучно	7	—	На высоту изделия
		Стеллаж	10	—	3
	I	На полу	12	2	3
Сборочные единицы демонтированного оборудования	I	На полу	12	2	3
песок	I	В закрытых	16	—	—
щебень			17		
цемент	III	Склад силосный	8	—	—
Пиломатериалы: доски брусья	I	Штабель	4,0	4	3
			5,8		
Хозяйственные материалы, спец-одежда и обувь	IV	Стеллаж полочный	1	—	3
Обтирочные материалы					

Оборудование на складе устанавливают на поддонах или деревянных подкладках. При длительном хранении на открытых площадках с оборудования снимают электродвигатели и переносят их в закрытые склады. Кузова и кабины экскаваторов, кранов, электровозов и других машин зашивают досками, двери кабин закрывают на замки.

Материалы и изделия на складах хранят следующим образом:

подшипники — на стеллажах в закрытых складах в заводской упаковке со слоем предохранительной и антикоррозионной смазки;

редукторы — под навесом, заполненными смазкой с консервационной присадкой. Выступающие части и концы валов защищают густой смазкой и обертывают промасленной бумагой; валы, оси, соединительные муфты — в закрытом складе или под навесом на поддонах, подкладках или на козлах. Обработанные поверхности шеек валов, осей, втулки соединительных муфт защищают густой смазкой, обертывают промасленной бумагой и покрывают деревянными шпунтами;

шестерни, зубчатые колеса и зубчатые венцы — под навесом окрашенными, смазанными или покрытыми промасленной бумагой и толем. Поверхность ступиц и зубья дополнительно предохраняют от коррозии и механических повреждений;

стальные канаты в закрытых сухих и проветриваемых помещениях с бетонным полом. Барабаны с канатами устанавливают на кромки щек;

конвейерные ленты — в отапливаемых или неотапливаемых сухих помещениях с достаточной естественной вентиляцией при температуре от  $-10$  до  $30$  °С. Лента должна быть защищена от непосредственного воздействия солнечных лучей и атмосферных осадков.

Для обеспечения качественной сохранности материальных ценностей каждое складское устройство должно оснащаться соответствующим оборудованием.

Поступившие на склад предприятия (объединения) материальные ценности в течение суток должны быть оприходованы материально-ответственными лицами и размещены по условиям хранения (уложены в стеллажи, контейнеры, ящики, пакеты, на поддоны, в штабеля, на площадки и т. д.).

Оборудование, материалы и изделия, выгруженные на открытые площадки, впредь до укладки их по условиям хранения должны укрываться брезентами или полиэтиленовой пленкой.

Складские помещения и навесы должны быть подготовлены заблаговременно. Территории складов должны быть ограждены заборами и постоянно охраняемы.

Каждая деталь снабжается табличкой (биркой) с наименованием детали. Одноименные детали, хранящиеся в ящиках или на стеллажах, должны иметь общую табличку, прикрепленную к стеллажу или ящику, с указанием количества деталей.

При подетальном складировании необходимо обеспечить комплектное хранение оборудования согласно технической документации, прибывшей с оборудованием, и не допускать разукрупнения или смещения деталей.

Проверка технического состояния и переконсервация оборудования должны проводиться с определенной периодичностью (табл. 6.15).

Все материальные ценности должны храниться в соответствии с ГОСТ 15150—69 и ГОСТ 15846—79, а также с отраслевыми ТУ и эксплуатационной документацией.

Таблица 6.15

## Проверка и переконсервация оборудования

Место хранения	Периодичность	
	проверки	переконсервации
Сухие закрытые отапливаемые и неотапливаемые склады. Цеха	1 раз в год 2 раза в год для неупакованного оборудования, 1 раз в год для упакованного	1 раз в год 1 раз в два года
Под навесом и на открытых площадках	2 раза в год	1—2 раза в год

Материальные ценности следует размещать в определенном порядке с соблюдением необходимых проходов, а между рядами — проездов, удобных для вывоза их со склада и доступа для осмотра со всех сторон.

Запрещается хранить материальные ценности совместно с химическими веществами, заряженными аккумуляторами, горючими и какими-либо водными растворами.

Во избежание попадания солнечных лучей на оборудование, подвергнутое консервации, оконные проемы в помещениях должны быть занавешены.

Оборудование должно устанавливаться на поддоны или деревянные подкладки, облегчающие его перемещение и предотвращение возможности деформации станин. Крупногабаритное оборудование необходимо устанавливать на салазки с настилом, обитым тесом.

Перемещать оборудование с одного места на другое следует осторожно, не допуская повреждения его частей, а также антикоррозионного и консервационного покрытий.

Состояние воздуха в складских помещениях необходимо контролировать с помощью психрометров Августа или Асмана, волосяного гигрометра или самопишущих термографов или психрографов.

Оборудование и приборы высокой точности следует хранить в полиэтиленовых чехлах с силикагелем (осушителем).

Упаковочные материалы (стружка, концы, бумага) в ящиках должны быть сухими. Отсыревшие материалы необходимо удалить и заменить сухими.

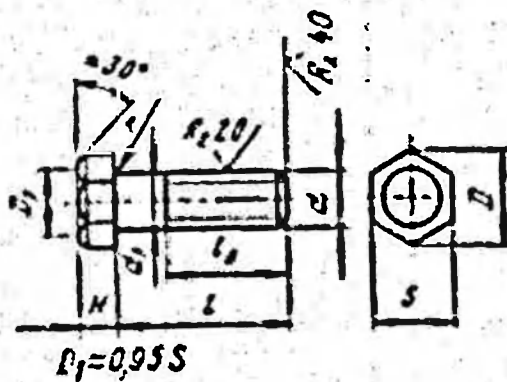
## МАТЕРИАЛЫ, ПОКУПНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

## Крепежные изделия

Крепежные изделия (болты, винты, шпильки, гайки, шайбы, гаечные замки) по назначению разделяются на общие и специальные.

Таблица 6.16

Болты с шестигранной головкой (нормальной точности) по ГОСТ 7799-70. Основные размеры, мм



Номинальный диаметр резьбы $d$	Шаг резьбы		$S$	$H$	$D$	$r$	
	крупный	мелкий				не менее	не более
6	1	—	10	4	10,9	0,25	0,6
8	1,25	1	13	5,5	14,2	0,4	1,1
10	1,5	1,25	17	7	18,7		
12	1,75		19	8	20,9	0,6	1,6
16	2	1,5	21	10	26,5	0,8	2,2
20	2,5		30	13	33,5		
24	3	2	35	15	39,6	1	2,7
30	3,5		46	19	50,9		
36	4	3	55	23	60,8	1,2	3,2
42	4,5		65	25	72,1		
48	5		75	30	83,4	1,6	4,6

Примечание.  $d_f = d$ .

*Болты* общего назначения изготовляют повышенной, нормальной (табл. 6.16 и 6.17) и грубой точности; с шестигранной (нормальной и уменьшенной), полукруглой или потайной головками; с нормальным или утолщенным стержнями.

К специальным относятся болты к станочным пазам, откидные, конические, фундаментальные и др.

*Винты* общего назначения разделяются на крепежные и установочные. По исполнению они могут быть с потайной, полупотайной, полукруглой, цилиндрической, шестигранной, квадратной и накатанной головками, а также с лыской «под ключ».

*Шпильки* общего назначения нормальной и повышенной точности могут быть с одинаковыми номинальными диаметрами



Таблица 6.17

Длина болтов с шестигранной головкой (нормальной точности) по ГОСТ 7798-70, мм

Длина болта $l$	Номинальный диаметр резьбы, мм										
	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
	Длина резьбы $l_r$ , мм										
8	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—
12	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—
14	X	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—
16	X	X	X	X	—	—	—	—	—	—	—
20	X	X	X	X	X	—	—	—	—	—	—
25	18	X	X	X	X	X	—	—	—	—	—
30	18	22	X	X	X	X	—	—	—	—	—
35	18	22	26	30	X	X	X	—	—	—	—
40	18	22	26	30	X	X	X	X	—	—	—
45	18	22	26	30	38	X	X	X	—	—	—
50	18	22	26	30	38	X	X	X	X	—	—
55	18	22	26	30	38	46	X	X	X	X	—
60	18	22	26	30	38	46	X	X	X	X	—
70	18	22	26	30	38	46	54	X	X	X	X
80	18	22	26	30	38	46	54	66	X	X	X
90	18	22	26	30	38	46	54	66	78	X	X
100	—	—	26	30	38	46	54	66	78	X	X

Примечание. Болты, для которых величина  $l$  расположена над ломаной линией, можно изготавливать с резьбой до головки. Знаком (X) отмечены болты с резьбой на всей длине стержня.

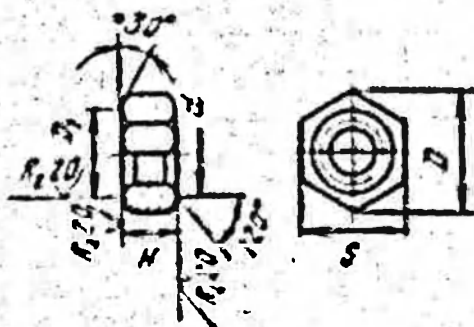
резьбы и гладкой части и с номинальным диаметром резьбы, большим, чем диаметр гладкой части.

**Гайки** общего назначения по типу исполнения разделяются на шестигранные и круглые. Шестигранные гайки изготавливаются: повышенной и нормальной точности, (табл. 6.18); низкие, высокие и особо высокие; прорезные и корончатые; с нормальным и уменьшенным размером под ключ.

**Шайбы** общего назначения изготавливаются: простые — нормальные, уменьшенные и увеличенные с фаской или без фаски (табл. 6.19); пружинные — легкие, нормальные, тяжелые или особо тяжелые (табл. 6.20); путевые, двухвитковые, косые; упорные; быстросъемные; стопорные — с лапкой (нормальной и уменьшенной), многолапчатые, с поском (нормальным и уменьшенным), с зубьями (внутренними и наружными); концевые; к высокопрочным болтам; применяемые для пальцев, осей и фланцевых соединений.

Таблица 6.18

Гайки шестигранные (нормальной точности) по ГОСТ 5915—70. Основные размеры, мм



$$D_1 = (d_2 + d_3) S$$

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы		S	D	H
	крупный	мелкий			
4	0,7	—	7,0	7,7	—
5	0,8	—	8,0	8,8	—
6	1	—	10	10,9	5,0
8	1,25	1	13	14,2	6,5
10	1,5	1,25	17	18,7	8,0
12	1,75		19	20,9	10
16	2	1,5	24	26,5	13
20	2,5		30	33,3	16
21	3	2	36	39,6	19
30	3,5		46	50,9	24
36	4	3	55	60,8	29
42	4,5		65	72,1	34
48	5		75	83,4	38

Шпильки должны изготавливаться из низколегированных сталей (табл. 6.21). По требованию потребителя допускается изготовление шпилек из коррозионно-стойких сталей или из цветных металлов и их сплавов, а также с покрытием.

#### Сортамент черных и цветных металлов

Для изготовления и ремонта деталей горного оборудования применяется стальной сортовой прокат:

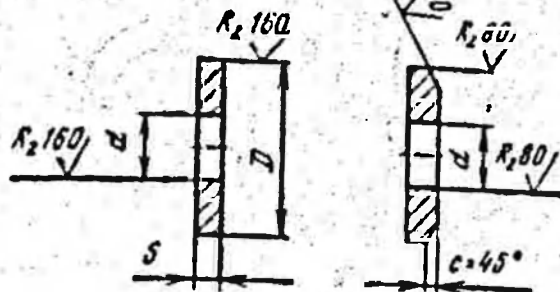
болванка обжатая (квадратная) со стороной 140—450 мм;

заготовка стальная квадратная горячекатаная (ГОСТ 11880—78) со стороной 40—250 мм;

Таблица 6.19  
Шайбы. Основные размеры, мм

Исполнение 1

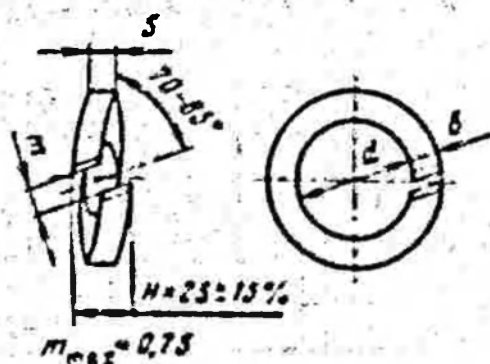
Исполнение 2



Диаметр стержня, крепежной детали	a	Шайбы увеличенные (ГОСТ 6958-78)			Шайбы (ГОСТ 11371-78)		
		D	S	c	D	S	c
3	3,2	10	1	0,3	7,0	0,5	—
4	4,3	12	1,2	0,3	9,0	0,8	—
5	5,3	16	1,6	0,4	10	1	0,3
6	6,4	18	1,6	0,4	1,25	1,6	0,4
8	8,4	21	2	0,5	17	—	—
10	10,5	30	—	—	21	2	0,5
12	13	36	3	0,8	24	2,5	0,6
14	15	42	—	—	28	—	—
16	17	48	—	—	30	—	0,8
18	19	55	4	1	34	—	—
20	21	60	—	—	37	3	—
22	23	65	5	1,2	39	—	1
21	25	70	—	—	44	—	—
27	28	80	—	—	50	4	—
30	31	90	6	1,6	56	—	1,2
36	37	100	—	—	66	5	—
42	43	120	8	2	78	7	1,6
48	50	140	—	—	92	8	2

Таблица 6.20

Шайбы пружинные по ГОСТ 6102—70. Основные размеры, мм



Диаметр болта, винта, шпильки	d	Легкие		Нормаль- ные S = b	Тяжелые S = b	Особо тяжелые S = b
		S	b			
4	4,1	1	1,4	1,2	1,4	—
5	5,1	1,2	1,6	1,4	1,6	—
6	6,1	1,4	2	1,6	2	—
8	8,1	1,6	2,5	2	2,5	—
10	10,1	2	3	2,5	3	3,5
12	12,1	2,5	3,5	3	3,5	4
14	14,2	3	4	3,5	4	4,5
16	16,3	3,2	4,5	4,5	5	5
18	18,3	3,5	5	4,5	5	5,5
20	20,5	4	5,5	5	5,5	6
22	22,5	4,5	6	5,5	6	7
24	21,5	5	7	6	7	8
27	27,5	5,5	8	7	8	9
30	30,5	6	9	8	9	10
36	36,5	—	—	9	10	12
42	42,5	—	—	10	12	—
48	48,5	—	—	12	—	—

сталь ковкая круглая и квадратная (ГОСТ 1133—71) с диаметром или стороной 40—200 мм;

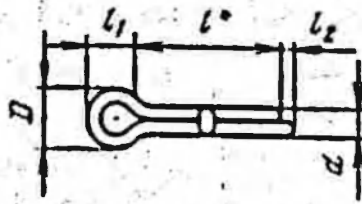
сталь горячекатаная — круглая (ГОСТ 2590—71) диаметром 5—250 мм (сталь диаметром более 250 мм поставляется по согласованию сторон), квадратная (ГОСТ 2591—71) со стороной 5—200 мм (сталь размером более 200 мм поставляется по согласованию сторон), шестигранная (ГОСТ 2879—69) с диаметром вписанного круга 8—100 мм;

сталь калиброванная — круглая (ГОСТ 7417—75), квадратная (ГОСТ 8559—75) и шестигранная (ГОСТ 8560—78) с размером (соответственно диаметр, сторона квадрата, диаметр вписанного круга) — от 3 до 100 мм;



Таблица 6.21

Шпильки (ГОСТ 397—79). Основные размеры, мм



Условный диаметр шпильки, равный диаметру отверстия $d_n$	$d$		$l_1$		$l_2$	$l$	
	max	min	max	min		max	min
2	1,8	1,7	2,5	1,3	4	3,6	3,2
2,5	2,3	2,1	2,5	1,3	5	4,6	4
4	3,7	3,5	4	2	8	7,4	6,5
5	4,6	4,4	4	2	10	9,2	8
6,3	5,9	5,7	4	2	12,6	11,8	10,3
8	7,5	7,3	4	2	16	15	13,1
10	9,5	9,3	6,3	3,2	20	19	16,6
13	12,4	12,1	6,3	3,2	26	24	21,7
16	15,4	15,1			32	30,8	27

\* Длина шпилек  $l$  — по ГОСТ 397—79

сталь качественная круглая со специальной отделкой поверхности (ГОСТ 14955—77), которая достигается удалением специального слоя. Диаметр стали 0,2—50 мм;

сталь прокатная угловая равнополочная (ГОСТ 8509—72) с полками шириной 20—250 мм и толщиной 3—30 мм. Профили изготавливаются длиной 4—13 м (свыше 13 м — по согласованию сторон);

сталь прокатная угловая неравнополочная (ГОСТ 8510—72) с полками толщиной 3—20 мм и шириной: 25—250 мм (больших); 16—160 мм (малых). Профили изготавливаются длиной 4—13 м;

уголки стальные гнутые неравнополочные (ГОСТ 19772—74) из холоднокатаной и горячекатаной стали обыкновенного качества, углеродистой качественной конструкционной и низколегированной сталей. Профили поставляются длиной 4—12 м с толщиной полок 1,5—8 мм. Ширина большой полки 25—160 мм, малой 20—125 мм;

швеллеры стальные горячекатаные (ГОСТ 8240—72) с уклонами внутренних граней полок и с параллельными гранями полок. Поставляются длиной 4—13 м, высотой 50—400 мм. Ширина полки 32—115 мм, толщина швеллера 4,4—8 мм;

швеллеры стальные гнутые равнополочные (ГОСТ 8278—83) длиной 3—12 м, высотой 32—380 мм. Ширина полок в зависи-

Таблица 6.22

Основной сортимент стальных труб

Трубы	Наружный диаметр	Толщина стенки	Длина, м	ГОСТ
	мм			
Общего назначения: бесшовные: холоднотянутые и катаные	5-250	0,3-21	1,5-12,5	8731-75
	25-820	2,5-75	4-12,5	8732-78
горячекатаные электросварные: холоднокатаные и тянутые	5-110	0,5-5	1,5-9	10707-50
	8-1620	1-16	2-10	10701-76
Коррозионно-стойкие (аустенитные): горячедеформированные	57-325	1,5-32	1,5-10	9910-81
	5-250	0,2-22	1,5-9	9911-81
холодно- и теплодеформированные	10,3-165	1,8-5,5	4-12	3252-75
Водопроводные сварные	6-102	0,8-7,5	1,5-9	12132-66
Электросварные	25-325	2,5-50	4-12	9567-75
Прецизионные: горячекатаные	3-710	0,2-32	1-11,5	9567-75
калиброванные				

Таблица 6.23

Плоский прокат из меди и бронзы

Наименование	Размеры, мм			Марки меди или бронзы	ГОСТ
	толщина	ширина	длина		

## Медь

Лист: горячекатаный	3-25	600-3000	1000-600	М1, М1р, М2,	495-77
холоднокатаный	0,4-120	400-2000	600-2000	М2, М2р,	
Полоса холоднокатаная	0,4-2,2	40-600	500-2000	М3, М3р	1173-77
Лента холоднокатаная	0,05-20	10-600	—		

## Бронза

Полоса: горячекатаная	1-22	50-300	1000-1500	БрАМц9-2	1595-71
холоднокатаная	1-10	40-300	400-2500	БрОФ6,5-1,5 БрОЦ4-3	1761-79
Лента холоднокатаная	0,4-1	10-300	≥1000	БрАМц9-2	1595-71

мости от высоты швеллера — от 20 до 160 мм. Толщина швеллера 1,5—8 мм;

швеллеры стальные холодногнутые неравнополочные (ГОСТ 8281—80) длиной 3—12 м, высотой 16—270 мм. Ширина полки: большой 20—90 мм, малой 10—80 мм. Толщина швеллера 2—6 мм;

балки двутавровые из стали горячекатаной (ГОСТ 8239—72) длиной 4—13 м, высотой 100—600 мм. Толщина стенки 4,5—12 мм, ширина полки 55—190 мм;

сталь листовая горячекатаная (ГОСТ 19903—74) шириной 500—3800 мм. Поставляется в листах толщиной 0,5—160 мм длиной 1,2—12 м, а также в рулонах толщиной 1,2—10 мм;

сталь листовая холоднокатаная (ГОСТ 19904—74) шириной 500—2300 мм. Поставляется в листах толщиной 0,5—5 мм, длиной 1—6 м, а также в рулонах толщиной 0,5—2,5 мм;

лента стальная горячекатаная (ГОСТ 6009—74) шириной 20—220 мм и толщиной 1,5—5 мм;

полоса стальная горячекатаная (ГОСТ 103—76) шириной 12—200 мм и толщиной 4—60 мм;

сталь тонколистовая кровельная (ГОСТ 17715—72) обычная (СТК-1 и СТК-2) и оцинкованная (со слоем цинка не менее 0,02 мм) шириной 510—1000 мм. Поставляется в листах толщиной 0,35—0,8 мм и длиной 710—2000 мм;

проволока круглая холодноотянутая (ГОСТ 2771—81) стальная, медная, алюминиевая и др. номинальным диаметром 0,005—16 мм.

Трубы стальные различного назначения, применяемые в горнорудной промышленности, приведены в табл. 6.22.

Листы из алюминия и алюминиевых сплавов (ГОСТ 21631—76) изготавливаются с различным качеством отделки поверхности толщиной 0,5—7,5 мм, шириной 600—2000 мм, длиной 2—7,2 м.

Сортамент из меди и бронзы, применяемый в горнорудной промышленности, приведен в табл. 6.23 и 6.24.

Прутки латунные (ГОСТ 2060—73) круглого, квадратного и шестигранного сечения изготавливаются размером 3—50 мм (тянутые) и 10—60 мм (прессованные).

Листы и полосы латунные (ГОСТ 931—78). Горячекатаные латунные листы выпускаются толщиной 5—25 мм и размерами 600×1500 мм и 1000×2000 мм, холоднокатаные — толщиной 0,4—12 мм и размерами 600×1500, 600×2000, 800×2000 и 1000×2000 мм. Холоднокатаная латунная полоса выпускается толщиной 0,4—1 мм и шириной 40—560 мм.

### Неметаллические материалы

Пластмассы разделяются на три группы: низкой прочности с разрушающим напряжением при растяжении  $\sigma_p < 50—60$  МПа; средней прочности —  $\sigma_p = 60—100$  МПа; высокой прочности —  $\sigma_p > 100$  МПа.

Таблица 6.21

Круглый прокат из меди и бронзы

Наименование	Наружный диаметр (диаметр отверстия) мм	Марка меди или бронзы	ГОСТ
<b>Медь</b>			
Прутки круглый, квадратный, шестигранный: тянутый горячекатаный прессованный Труба волноводная	3—30	М1, М1р.	1535—71
	32—100	М2, М2р.	
	20—150	М3, М3р.	20900—75
	130—272*	М2, М3	
<b>Бронза</b>			
Прутки круглый и квадратный: тянутый прессованный	6—40	БрОФ6.5-1.5	10025—78
	40—110	БрОФ7-0.2	
Прутки круглый: тянутый прессованный катанный	5—40	БрАМц2-2	1628-78
	16—160	БрАЖ2-4	
	30—100	БрАЖМа10-3.15	
Прутки квадратный и шестигранный	(5—36)	БрАЖН10-4-4, БрКМц3-1, БрКН1-3 БрКН1-3	
	0,1—10 (0,6—3,5)	БрКМц3-1	5222—72
Проволока тянутая: круглая квадратная			

\* Внутренний диаметр 65—116 мм.

В горнорудной промышленности применяют в основном пластмассы средней и высокой прочности, свойства которых приведены в табл. 6.25.

Капрон первичный (ТУ6-06-309-70) — гранулированный материал, основным составляющим элементом которого является поликапролактан. Стоек к керосину, сульфокрезолу, солям, щелочи. Из капрона изготовляют детали с высокой механической прочностью, стойкие к истиранию с низким коэффициентом трения при работе со смазкой (втулки, зубчатые колеса, подшипники скольжения и др.).

Текстолит конструкционный (ГОСТ 5—78) состоит из хлопчатобумажной ткани и фенолформальдегидной смолы, имеет высокие антифрикционные свойства и прочность на сжатие. В зависимости от физико-механических показателей выпускается марок ПТК, ПТ, ПТ-1, толщиной 0,5—70 мм. Из тек-



Т а б л и ц а 6 25

## Физико-механические свойства пластмасс

Пластмасса	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	Твердость НВ	Разрушающее напряжение, МПа			Водопогло- щение за 24 ч, %
				при растя- жении	при стати- ческой нагрузке	при сжатии	
Капрон первичный А, Б, В	1,13—1,15	100—130	10—12	55—70	90—100	8,5—100	1,5—5
Текстолит конструкционный:							
ПТК	1,3—1,4	35	25—35	100*1	160	250/150**	0,8
ПТ	1,3—1,4	35	25—35	85*1	145	230/140**	1,2
ПТ-1	1,3—1,4	35	28—32	65*1	120	200/120**	1,4
Гетинакс	1,3—1,4	13—15	—	80—100	80—140	—	—
Стеклотекстолит конструкционный:							
КАСГ	1,9	80/60**	24—35	320/210**	—	—	—
КАСГ-В	1,85	65/50	—	320/200	150	110/350**	2—3
КАСГ-Р	—	70/60	—	280/170	—	—	—
Асбодекстолит:							
А	1,7	35	30—45	65—119	110	126—315	2
Б	1,7	25	21—45	65—115	90	—	—
Древесно-слоистый пластик:							
ДСП-А	—	80	25	—	—	180	—
ДСП-Б	—	80	25	260/220**	280/260**	160/155**	—
ДСП-Г (профиль)	—	30	—	—	150	12:0	—

\* По основе.

\*\* В числителе данные для нагрузки, перпендикулярной к слоям, в знаменателе — параллельной слоям.

\*\*\* В числителе — по основе, в знаменателе — по углу.

\*\*\*\* В числителе — вдоль волокон, в знаменателе — поперек волокон.

\*\*\*\*\* В числителе — для коротких листов, в знаменателе — для длинных листов.

столита изготовляют бесшумные шестерни, направляющие ролики, втулки, кольца, прокладки и другие детали.

Гетинакс (ГОСТ 2718—74) обладает хорошими электроизоляционными свойствами и применяется для изготовления электротехнических деталей.

Стеклотекстолит конструкционный (ГОСТ 10292—74) состоит из стеклотканей, пропитанных смолами. Выпускается марок КАСТ, КАСТ-8, КАСТ-Р в виде плит или листов шириной 600, 700, 800, 900, 1000, 1200 мм, длиной 2400 мм, толщиной 0,5—1,2 (КАСТ), 0,5—350 мм (КАСТ-В), 1,5 мм (КАСТ-Р). Из стеклотекстолита изготовляют конструкционные электротехнические детали.

Асботекстолит конструкционный (ГОСТ 5—78) состоит из асбестовой ткани, пропитанной фенолформальдегидной смолой, имеет хорошие фрикционные свойства, высокую теплостойкость. Выпускается двух марок — А и Б в виде плит толщиной  $11 \pm 1$  мм, шириной 600—900 мм, длиной 900—1400 мм. Из асботекстолита изготовляют детали тормозных устройств и различные прокладки.

Пластик древесный слоистый (ГОСТ 20966—75) — композиционный материал из основе древесного шпона и фенолформальдегидной смолы. Химически стоек, имеет высокие прочностные и антифрикционные свойства. Выпускается марок ДСП-А, ДСП-Б, ДСП-Г толщиной 1—6 мм, шириной 800—1200 мм, длиной 700—5600 мм. Из пластика изготовляют подшипники скольжения, зубчатые колеса, шкивы, электроизоляционные детали и др.

Картон прокладочный (ГОСТ 9347—74) выпускается двух марок: А — пропитанный и Б — непропитанный (табл. 6.26).

Картон водонепроницаемый (ГОСТ 6659—83) выпускается также двух марок — А и Б. Плотность 0,9—0,95 г/см<sup>3</sup>, предел прочности на растяжение в среднем по двум направлениям 16—225 МПа, водопоглощаемость при 20 °С за 30 мин при полном нагружении 3—5 %, влажность 7 %. Размеры листов кар-

Таблица 6.26

Физико-механические свойства картона прокладочного

Показатели	Марка А		Марка Б	
	Толщина, мм			
	0,2—0,8	1—1,5	0,3—0,5	0,8—2,5
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,8	0,85	0,8	0,85
Сжимаемость при нагрузке 4 МПа, %	28	25	—	—
Упругая деформация картона после снятия нагрузки, %	85	85	—	—
Влажность, %	12	12	10	10

Таблица 6.27

Механические свойства синтетических клеев

Марка	Прочность при 20 °С, МПа		Назначение
	на сдвиг	на отрывание	
БФ-2, БФ-4	30	2,8	Склеивание металлов, текстолита, стекла, древесины, фибры и др.
ВК-32-200 (ВК-10Т)	15 (18)	3,2	То же дюралюминия, сталей, стеклотекстолитов
ЭД-5, ЭД-6	—	—	То же металлов, винилпласта, оргстекла, пластмасс; приклеивание резины к металлам
ВК-32-ЭМ	25	2	То же сталей, дюралюминия между собой и с пенопластом
ПФЭ-2/10	6	6	То же металлов, текстолита, древесины, капронового войлока, полиамидных пленок, кожи
ВК-5	7,5	—	Холодное склеивание сталей, алюминиевых и титановых сплавов между собой и с неметаллическими материалами, работающими при 60 °С в течение 1000 ч
Д-10, М-10	—	—	Склеивание поливиниловых пластиков между собой и металлом
АМК	—	7,5	То же стекла; приклеивание изоляции к металлам

тона, мм: 790×500; 790×1000; 1000×1350; 1050×1350; 1100×1000; 1580×1100; 1600×1000; 1800×1100. Толщина листов, мм: 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0.

Клей синтетический (табл. 6.27) используется для неразъемного соединения (склеивания) металлов и неметаллических материалов.

Лента липкая изоляционная выпускается четырех марок: ПХЛ-0,20; ПХЛ-0,30; ПХЛ-0,40; ПХЛ-0,45 толщиной соответственно 0,2, 0,3, 0,4, 0,45 мм и шириной 15—60 мм. Удельное электрическое сопротивление не менее  $10^{13}$  Ом·см, липкость не менее 30 с, морозостойкость до —40 °С.

Нити и шнуры асбестовые (ГОСТ 1779—83) используют как изоляционный материал в теплопроводящих системах, для уплотнений сальников, вентиляторов и др. Диаметр нити 0,5—2,5 мм, шнура 3—25 мм.

Войлок технический (ГОСТ 6308—71) грубошерстный (Г), полугрубошерстный (П) и тонкошерстный изготовляется толщиной соответственно 8—20, 6—20 и 2,5—20 мм. Войлок для сальников (С), фильтров (Ф), звуко- и теплоизоляционный (И) имеет плотность соответственно 0,38; 0,34 и 0,24 г/см<sup>3</sup>. Влажность войлока — не более 12 %.



## Физико-химические свойства и область применения резины

Тип каучука	Температура хрупкости, °С	Плотность сырого каучука, г/см <sup>3</sup>	Удельное электрическое сопротивление, Ом·см	Предел прочности на растяжение, МПа	Временное сопротивление разрыву, МПа	Удлинение при разрыве при 20 °С, %	Напряжение при 300%-ном удлинении, МПа	Область применения
Изопреновый: синтетический СКИ-3 натуральный НК	-70	0,91—0,92	10 <sup>15</sup> —10 <sup>16</sup>	29—30	10—11,5	700	3,5	Шины, радиотехнические изделия, изоляция кабелей и др.
				32,5—34	10—10,5	600—700	4	
Бутадиеновый: СКД СКБ	-110 -50	0,91—0,92 0,9—0,92	10 <sup>11</sup> —10 <sup>12</sup>	17,5	5—6	500—700	6—7,5	Морозостойкие изделия, приводные ремни, транспортеры, оболочки кабелей и др.
				13—16	4,5—6	500—600	6,5	
Бутадиен-стирольный: СКС-30АРКМ-15 СКС-30АРК	-19 -77	0,984 0,919	7·10 <sup>14</sup>	24,5—25,5	5,5—6,5	550—750	9—10	Масло- и бензостойкие, газонепроницаемые и озоностойкие изделия (шины, диафрагмы и др.)
				28—28,5	4—5	550—750	4—6	
Бутадиен-нитрильный: СКИ-18 СКИ-26 СКИ-40	-58 -46 -23	0,943 0,968 0,986	10 <sup>16</sup>	25—27	5,5—6,5	150—550	До 11	Сверхстойкие и морозостойкие изделия, электротехнические детали и др.
				28—30	6—7	600—700		
				30—33	5,7—6,5		11—12	

## Продолжение табл. 6.28

Тип каучука	Температура хрупкости, °С	Плотность сырого каучука, г/см <sup>3</sup>	Удельное электрическое сопротивление, Ом·см	Предел прочности на растяжение, МПа	Временное сопротивление разрыву, МПа	Удлинение при разрыве при 20 °С, %	Напряжение при 300%-ном удлинении, МПа	Область применения
Хлоропреновый (на- нрит)	-34	1,225	7·10 <sup>14</sup>	20—26,5	6—9	600—750	15	Масло- и бензостойкие изделия, газонепроницаемые и озоностойкие изделия (шины, диафрагмы и др.).
Бутил	-45	0,91	10 <sup>16</sup>	16—24	6,5—9,5	650—900	3—6	Масло-, бензо-, тепло- и растворителестойкие изделия — транспортные ленты для подачи горючих материалов и др.
Силоксановый СКТ	-74	1,7—2	3·10 <sup>13</sup>	3,5—8	1,5—2	360	2—3	Сверхтеплостойкие и морозостойкие изделия, электротехнические детали.
Тиокол Д	-40	1,3—1,4	1,6·10 <sup>16</sup>	3,8—4,2	0,4—0,5	250—430	—	Масло- и бензостойкие изделия, уплотнители герметика

Номинальные диаметры и продольные отклонения горячекатаной и холоднокатаной стальной проволоки, мм

Диаметр	Предельное отклонение	Диаметр	Предельное отклонение	Диаметр	Предельное отклонение
0,3	-0,05	1,4	-0,09	3,0	-0,12
0,5	-0,05	1,6	-0,12	4,0	-0,16
0,8	-0,07	1,8	-0,12	5,0	-0,16
1,0	-0,09	2,0	-0,12	6,0	-0,16
1,2	-0,09	2,5	-0,12	6,5	0,5
				8,0	0,5

Паронит (ГОСТ 481—80) состоит из асбеста, каучука и наполнителей. Выпускается в виде листов шириной 300—1200 мм, длиной 400—1700 мм, толщиной 0,1—0,6 мм. Из паронита изготовляют прокладки для уплотнения мест соединения металлических поверхностей и др.

Резина — смесь каучука с вулканизирующими агентами и добавками (наполнителями, мягчителями, химикатами), отлитаясь высокими эластичными свойствами, сопротивлением износу, газо- и водонепроницаемостью, химической стойкостью и др. Область применения и основные свойства приведены в табл. 6.28.

**Электроды**

Свойства наплавленного металла в значительной степени определяются применяемыми при наплавке материалами.

При механизированной электродуговой наплавке стальных деталей наиболее широко используют горячекатаную и холоднокатаную стальную проволоку определенных диаметров (табл. 6.29), изготовляемую по ГОСТ 10343—82.

Химический состав и область применения наплавочной проволоки приведены в табл. 6.30 и 6.31.

Для механизированной наплавки может также применяться стальная холоднокатаная проволока по ГОСТ 2246—70.

Для сварки деталей используются электроды, изготовленные из сварочной проволоки (табл. 6.32).

В ряде случаев вместо холоднокатаной проволоки применяют порошковую проволоку, оболочка которой представляет собой ленту из высокоуглеродистой стали, никеля, меди или других мягких металлов, а сердечник — смесь тонкомолекулярных ферро-сплавов, мегалитов, карбидов, боридов и др. Порошковая проволока выпускается марок: ПП-АН101, ПП-АН103, ПП-АН104, ПП-АН105, ПП-АН120, ПП-АН121, ПП-АН122, ПП-АН124, ПП-АН125. Наплавку порошковой проволокой производят в среде защитных газов, открытой дугой в атмосфере воздуха или под слоем флюса.

Таблица 6.30. Химический состав наплавочной проволоки

Марка	Содержание элементов, %								
	C	Mn	Si	Cr	Ni	V	Mo	S	P
<b>Углеродистая сталь</b>									
Нп-25	0,22—0,3	0,5—0,8	0,17—0,37	0,25	0,3	—	—	0,04	0,04
Нп-30	0,27—0,35								
Нп-35	0,32—0,40								
Нп-40	0,35—0,45								
Нп-45	0,42—0,50								
Нп-50	0,45—0,55								
Нп-65	0,6—0,7								
Нп-80	0,75—0,85								
Нп-85	0,82—0,9								
<b>Легированная сталь</b>									
Нп-40Г	0,35—0,45	0,7—1,0	0,17—0,37	≤0,3	≤0,3	—	—	0,04	0,04
Нп-50Г	0,45—0,56	0,9—1,2						0,03	
Нп-65Г	0,6—0,7								
Нп-30ХГСА	0,27—0,35	0,8—1,1	0,9—1,2	0,8—1,1	≤0,4	0,1—0,2	0,3—0,5	0,4	0,03
Нп-30Х5	0,1	0,4—0,7	0,2—0,5	4,0—6,0					
Нп-40Х3Г2МФ	0,35—0,45	1,3—1,8	0,4—0,8	3,3—3,8	1,4—1,8	—	0,8—1,2	0,03	0,03
Нп-40Х2Г2М	0,35—0,43	1,8—2,3	0,4—0,7	1,8—2,3					
Нп-5ХНМ	0,5—0,6	0,5—0,8	≤0,35	0,5—0,8				0,03	
Нп-50ХФА	0,46—0,54		0,17—0,37	0,8—1,1	≤0,4	0,1—0,2	—	0,04	0,04
Нп-50Х6ФМС	0,45—0,55	0,3—0,6	0,8—1,2	5,5—6,5	≤0,35	0,35—0,55	1,2—1,6	0,04	0,03
Нп-105Х	0,95—1,1	0,15—0,4	0,15—0,35	1,3—1,65					



## Таблица 6.31

Область применения наплавочной проволоки

Марка	Твердость наплавочного металла	Наплавляемые изделия
Ип-25, Ип-30, Ип-35	HB 160-220	Оси, валы, шпиндели
Ип-40, Ип-45 Ип-50	HB 170-230 HB 180-240	То же
Ип-80 Ип-40Г Ип-50Г	HB 260-340 HB 180-240 HB 200-270	Натяжение колеса, скаты тележек и др. Коленчатые валы, крестовины карданов Оси, шпиндели, ролики, валы
Ип-65Г	HB 230-310	Натяжные колеса, опорные ролики гусеничных машин Крановые колеса, оси опорных роликов
Ип-30ХГСА Ип-40ХЗГ2МФ	HB 220-300 HRC 39-41	Крановые колеса Детали, испытывающие удары и абразивное изнашивание
Ип-40Х2Г2М	HRC 54-65 (после закалки)	Коленчатые валы, поворотные кулачки, оси опорных катков и другие детали, работающие при ударных нагрузках
Ип-50ХФА Ип-40Х13	HRC 43-50 HRC 45-52	Шпиндели и коленчатые валы Детали конвейеров, опорные ролики экскаваторов
Ип-Г13Л	HB 220-280	Железнодорожные крестовины, щеки дробилок, зубья ковшей экскаваторов
Ип-Х201180Т	HB 180-220	Выхлопные клапаны двигателей

Для наплавки деталей используют также стальную холоднокатаную порошковую, литую и металлокерамическую ленты.

## Подшипники

Подшипники являются опорами вращающихся осей и валов. По виду трения различают подшипники скольжения и качения. В зависимости от направления действия воспринимаемой нагрузки подшипники разделяют на: радиальные, воспринимающие радиальные нагрузки; упорные, воспринимающие осевые усилия; радиально-упорные, воспринимающие одновременно радиальные и осевые нагрузки.

Подшипники скольжения состоят из корпуса и помещенных в нем вкладышей. Корпус изготавливают обычно из чугуна, вкладыши — из материалов, которые в паре с цапфой вала имеют малый коэффициент трения (баббит, бронза). Подшипники скольжения могут быть разъемными и неразъемными. Разъемные удобны при монтаже, допускают регулировку зазоров, неразъемные проще по конструкции, дешевле, но неудобны при монтаже осей и валов.

Преимущества подшипников скольжения: малые размеры; высокая частота вращения ( $10^3$  об/мин и более); возможность работы в агрессивных средах, при вибрационных и ударных на-

Таблица 6.32 Химический состав сварочной проволоки

Марка	Содержание элементов, %									
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P	Al
Низкоуглеродистая сталь										
Св-08	≤0,10	≤0,03	0,35—0,6	≤0,15	0,3			0,04	0,04	
Св-08А	≤0,10	≤0,03	0,35—0,6	≤0,12	0,25			0,03	0,03	0,01
Св-08АА	≤0,10	≤0,03	0,35—0,6	≤0,10	0,25			0,02	0,02	
Св-08ГА	≤0,12	≤0,03	0,80—1,1	≤0,12	0,3			0,025	0,03	
Св-10ГА	≤0,12	≤0,03	1,1—1,4	≤0,20	0,3			0,03		
Св-10Г?	≤0,12	≤0,03	1,5—1,9	≤0,20	0,3			0,03		
Легированная сталь										
Св-08ГС	<0,10	0,5—0,8	1,4—1,7	≤0,20	0,25					
Св-12ГС	<0,14	0,5—0,9	0,8—1,1	≤0,20	0,30					
Св-08Г2С	0,05—0,11	0,7—0,95	1,8—2,1	≤0,20	0,25					
Св-10ГН	≤0,12	0,15—0,3	0,9—1,2	≤0,20	0,9—1,2					
Св-08ГСМТ	0,06—0,11	0,4—0,7	1,0—1,3	≤0,20	0,30	0,2—0,4	0,05—0,1			
Св-15ГСТЮЦА	0,12—0,18	0,45—0,85	0,6—1,0	≤0,30	0,40		0,05—0,2			0,2—0,5
Св-20ГСТЮЦА	0,17—0,23	0,6—0,9	0,9—1,2	≤0,30	0,40		0,1—0,2			
Св-18ХГС	0,15—0,22	0,9—1,2	0,8—1,1	0,8—1,1	0,30			0,025	0,03	0,2—0,5
Св-10НМА	0,07—0,12	0,12—0,35	0,4—0,7	≤0,20	1,0—1,5					
Св-08МХ	0,06—0,1	0,12—0,3	0,35—0,6	0,45—0,6	0,30	0,4—0,6 <sup>в</sup>				
Св-08ХМ	0,15—0,22	0,12—0,35	0,4—0,7	0,9—1,2	0,30	0,4—0,6			0,03	
Св-18ХМА	0,05—0,11	0,7—0,95	1,7—2,1	0,8—1,1	0,8—1,2	0,5—0,7			0,025	
Св-08ХНМ	≤0,1	0,7—0,95	1,7—2,1	0,7—0,9	0,8—1,2	0,15—0,3			0,03	
Св-08ХГ2С	≤0,1	0,7—0,95	1,7—2,1	0,7—1,0	0,25				0,03	

грузках. Недостатки: высокие потери на трение и в связи с этим пониженный КПД; необходимость непрерывной смазки; неравномерный износ подшипников и цапфы; применение для изготовления подшипников дорогостоящих материалов.

*Подшипники качения различают:* по форме тел качения — шариковые и роликовые с цилиндрическими, витыми, игольчатыми, бочкообразными и коническими роликами; по числу рядов тел качения — однорядные, двухрядные и многорядные; по способу компенсации перекосов вала — самоустанавливающиеся и несамоустанавливающиеся; по направлению воспринимаемой нагрузки — радиальные, радиально-упорные и упорные; по радиальным габаритам (при одинаковом внутреннем диаметре) — сверхлегкие, особолегкие, легкие, средние, тяжелые; по ширине — узкие, нормальные, широкие и особоширокие. ГОСТ 520—71 устанавливает следующие классы точности подшипников: 0; 6; 5; 4; 2.

Маркировка подшипников отражает их основные параметры и конструктивные особенности. Цифры на торце подшипника обозначают:

две первые — внутренний диаметр подшипника (для подшипников с внутренним диаметром от 20 до 495 мм для получения фактического размера внутреннего диаметра необходимо две первые цифры умножить на 5). Подшипники с диаметром 20 мм имеют следующие обозначения внутреннего диаметра:

Маркировка . . . . .	00	01	02	03
Фактический диаметр, мм . . . . .	10	12	15	17

третья — серию подшипника по диаметральным размерам и ширине: 1 — особолегкая; 2 — легкая; 3 — средняя; 4 — тяжелая; 5 — легкая широкая; 6 — средняя широкая;

четвертая — тип подшипника; 0 — радиальный шариковый однорядный; 1 — радиальный шариковый двухрядный сферический; 2 — радиальный с короткими цилиндрическими роликами; 3 — радиальный двухрядный сферический с бочкообразными роликами; 4 — игольчатый; 5 — радиальный с витыми роликами; 6 — радиально-упорный шариковый; 7 — роликовый конический радиально-упорный; 8 — упорный шариковый, 9 — упорный роликовый;

пятая и шестая — конструктивные особенности подшипника; седьмая — серию по ширине.

Преимущества подшипников качения: малый коэффициент трения; незначительный расход смазочных материалов; взаимозаменяемость; простота монтажа, ухода и обслуживания. Недостатки: меньшая, чем у подшипников скольжения, долговечность при больших частотах вращения и больших нагрузках; ограниченная способность восприятия ударных нагрузок.

Расчет и подбор подшипников качения производится в соответствии с ГОСТ 18854—82 и ГОСТ 18855—82 в следующей последовательности: намечают тип подшипника, исходя из ус-

ловий эксплуатации и конструкции подшипникового узла: определяют типоразмер подшипника в зависимости от величины и направления действующих нагрузок, частоты вращения, требуемого срока службы; назначают класс точности подшипника (при отсутствии особых требований принимают нормальный класс 0); по радиальной и осевой нагрузкам определяют эквивалентную нагрузку; по эквивалентной нагрузке, частоте вращения подшипника и требуемому сроку службы определяют основную характеристику подшипника — динамическую грузоподъемность; по найденной динамической грузоподъемности выбирают типоразмер подшипника и его габаритные размеры.

### Стальные канаты, цепи, ремни

Стальные канаты используются в качестве грузовых, стреловых, винтовых, несущих и тяговых канатов и стропов. Крепление канатов на машине должно исключать возможность спадания, смещения за установленные габариты и перетирания вследствие соприкосновения с элементами конструкций или с канатами других полиспастов.

Расчет канатов на прочность производится по формуле

$$\frac{P}{S} \geq K, \quad (6.22)$$

где  $P$  — разрывное усилие каната, Н;  $S$  — наибольшее натяжение ветви каната с учетом КПД полиспаста, Н;  $K$  — коэффициент запаса прочности.

Если в сертификате или в свидетельстве об испытании дано суммарное разрывное усилие, то усилие  $P$  определяется умножением суммарного разрывного усилия на соответствующий коэффициент, установленный по ГОСТу на канат данного типа.

Срок службы каната обычно указывает завод—изготовитель машины в паспорте.

Расчет стропов из стальных канатов производят с учетом числа ветвей каната и угла наклона их к вертикали.

Натяжение в каждой ветви стрелового каната, Н,

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{Qg}{n} = \gamma \frac{Qg}{n}, \quad (6.23)$$

где  $Q$  — масса груза, кг;  $g$  — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $n$  — число ветвей;  $\alpha$  — угол наклона ветви каната, градус;  $\gamma$  — коэффициент, равный 1; 1,15 и 1,42 при  $\alpha$  соответственно 0; 30 и 45°.

Характеристики применяемых стальных канатов приведены в табл. 6.33.

Приводные цепи по конструкции разделяются на: роликовые (ГОСТ 13568—75) однорядные типа ПРЛ, ПР, двухрядные типа ПР (табл. 6.34), трех- и четырехрядные типа ПП; втулочные



Классификация	Площадь поперечного сечения	Масса 100 м кабеля	Размеры условной площади (мм) при прочности проводов					
			1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Двойная свая для троса ТК в соответствии с ГОСТ 3077-74 (1+6+12+1 о.с. (ГОСТ 3077-74))

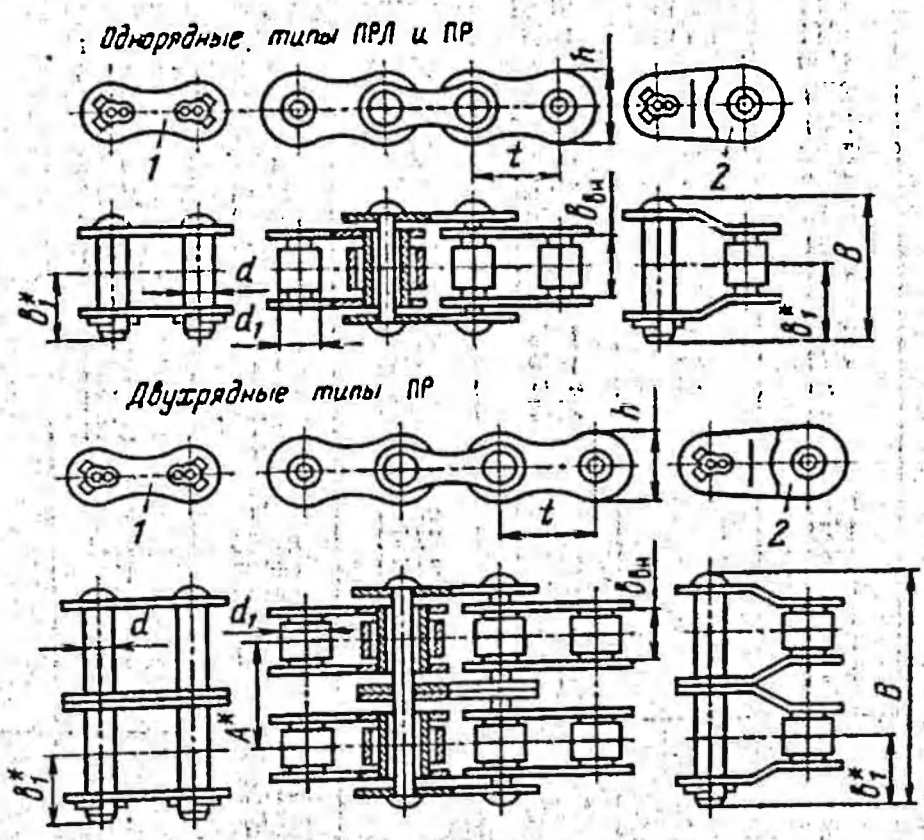
3,4	4,3	4,0	—	—	5,85	6,2	6,55	6,95	7,35
3,7	5,1	4,8	—	—	6,95	7,4	7,85	8,25	8,75
4,0	6,0	5,6	—	—	8,20	8,65	9,15	9,65	10,2
4,3	7,0	6,6	—	—	9,50	10,1	10,7	11,3	11,9
4,8	8,6	8,0	—	—	11,6	12,4	13,1	13,8	14,6
5,2	10,3	9,2	—	—	14	14,8	15,8	16,6	17,5
5,7	12,3	11,5	—	—	16,7	17,7	18,7	19,8	20,9
6,2	14,3	13,4	—	—	19,4	20,7	21,9	23,1	24,3
7,7	21,3	20,9	—	—	26,5	28,4	30,3	32,2	34,1
9,2	32,2	30,2	—	—	38,3	41	43,8	46,5	49,3
11,0	43,2	41,0	—	—	52,1	55,9	59,6	63,4	67,1
12,5	57,3	53,6	—	—	68,1	73,1	77,9	82,7	87,5
14,0	71,5	67,8	—	—	86,2	92,2	98,5	104,5	110,5
15,5	83,4	83,7	—	—	106	113,5	121,5	126,5	134,5
17,0	101	101,3	—	—	128,5	137,5	147	156	164,5
18,5	128	120,4	—	—	153	164	175	185,5	196
20,0	151	141,4	—	—	179,5	192,5	205,5	218	231
21,5	175	162,2	—	—	208,5	223,5	238	253	268,5
23,5	200	187,7	—	—	238	255	272,5	289,5	306,5
24,5	229	214,3	—	—	272	292,5	311,5	329,5	347,5
26,0	258	241,8	—	—	307,5	329,5	355,5	373,5	392,5
28,0	289	270,8	—	—	344	368,5	393,5	418	442,5
31,0	337,8	334,7	—	—	425	455,5	486,5	517	547

Двойная свая для троса ТК в соответствии с ГОСТ 3077-74 (1+9+9) (ГОСТ 3077-74)

4,6	8,2	7,6	9,8	10,4	11,2	11,9	12,6	13,2	14
5,0	9,8	9,0	11,6	12,5	13,2	14,1	14,4	15,8	16,6
5,6	12,2	11,2	14,4	15,6	16,5	17,6	18,6	19,7	20,7
6,1	15,3	14,1	18,1	19,5	20,8	22,1	23,3	24,7	26
7,3	22,4	20,7	26,6	28,6	30,5	32,4	34,4	36,2	38,1
8,6	29,5	26,9	34,7	37,3	39,7	42,2	44,7	47,2	49,7
9,8	39,6	36,4	47	50,4	53,8	57,1	60,5	63,8	—
11,0	49,6	45,7	58,9	63,2	67,4	71,6	75,9	80,1	—
12,5	60,9	56,1	72,5	77,6	82,8	87,9	93	98,1	—
13,5	73,3	67,5	87	93,5	99,4	105,5	112	118	—
15,0	86,9	80,0	103	110,5	118	125	132,5	140	—
16,0	101	93,6	120,5	129,5	138	146,5	155,5	164	—
17,5	107	108,2	139,5	149,5	159	169,5	179,5	189,5	—
18,5	134	122,6	159	170,5	182	193,5	205	216,5	—
20,0	152	149,6	181	194,5	207	220,5	233,5	246,5	—
21,0	172	158,9	204,5	219	233,5	248,5	263	277	—
22,5	158	182,6	235,5	252	269	286,5	303	320	—
25	213	224,3	289,5	310,5	331	351,5	372,5	393	—
27	253	270	348,5	374	398,5	423,5	448,5	473	—
29,5	317	320	413,5	442,5	472,5	501,5	531,5	561	—

Таблица 6.34

Цепи роликовые однорядные и двухрядные. Основные размеры, мм



1 — звено соединительное; 2 — звено переходное

Продолжение табл. 6.34

Обозначение	l	Ван' на мессе	d	d <sub>1</sub>	A	не более			Разрешающая нагрузка, кг/л, не менее
						A	↑	h	
ПРЛ-15,875-2270	15,875	9,65	5,03	10,16	—	14,8	21	13	22,7
ПРЛ-19,05-2950	19,05	12,70	6,96	11,91	—	18,2	31	17	29,5
ПРЛ-25,4-5000	25,4	15,83	7,95	15,83	—	24,2	39	22	50
ПРЛ-31,75-7000	31,75	19,05	9,55	19,5	—	30,2	46	24	70
ПРЛ-38,1-10000	38,1	25,40	11,12	22,23	—	36,2	51	30	100
ПРЛ-44,45-13000	44,45	25,40	12,72	23,40	—	42,4	62	34	130
ПРЛ-50,8-16000	50,8	31,75	14,29	23,68	—	48,3	72	39	160
ПР-8-460	0,8	3,0	2,31	5,0	—	7,5	12	7,0	4,6
ПР-9,525-910	9,525	5,72	3,29	6,35	—	8,5	17	10	9,1
ПР-12,7-900-1	12,7	2,4	3,66	7,75	—	10	8,7	—	9
ПР-12,7-900-2	12,7	3,3	3,66	7,75	—	10	12	7,0	9
ПР-12,7-1820-1	12,7	5,4	4,45	8,51	—	11,8	19	10	18,2
ПР-12,7-1820-2	12,7	7,75	4,45	8,51	—	11,8	21	11	18,2
ПР-15,875-2270-1	15,875	6,49	5,08	10,16	—	14,8	20	11	22,7
ПР-15,875-2270-2	15,875	9,65	5,08	10,16	—	14,8	24	13	22,7
ПР-19,05-3180	19,05	12,7	5,96	11,91	—	18,2	31	18	31,8
ПР-25,4-5670	25,4	15,83	7,95	15,83	—	21,2	39	22	56,7
ПР-31,-127000	31,75	19,05	9,55	19,05	—	30,2	46	24	88,5
ПР-38,175-885	38,1	25,4	11,1	22,23	—	36,2	51	30	127
ПР-14,45-17240	44,45	25,4	12,7	25,7	—	42,4	62	34	172,4
ПР-50,8-22690	50,8	31,75	14,23	28,58	—	48,3	72	39	226,8
ПР-63,5-35380	63,5	38,1	19,84	39,69	—	60,4	80	49	353,8
2ПР-12,7-3180	12,7	7,75	4,45	8,51	13,92	11,8	35	11	31,8
2ПР-15,875-4510	15,875	9,65	5,08	10,16	16,59	14,8	41	12	45,4

\* Размер для справки.

одно- и двухрядные типа ПВ; тяговые пластинчатые (ГОСТ 588—81), втулочные и роликовые; зубчатые (ГОСТ 13552—81).  
Шаг цепи, мм,

$$t = A/(30 + 50), \quad (6.24)$$

где  $A$  — межосевое расстояние, мм.

Число звеньев цепи при предварительно выбранном межосевом расстоянии  $A$

$$m = \frac{2A}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{t}{A}, \quad (6.25)$$

где  $z_1$  и  $z_2$  — число зубьев соответственно ведущей и ведомой звездочек.

Длина цепи  $L$ , м.

$$L = mt. \quad (6.26)$$

По форме поперечного сечения ремня различают плоскоременные, клиноременные, поликлиноременные, круглоременные и зубчатоременные передачи.

Ремни плоские приводные (табл. 6.35) могут быть кожаными, резиновыми, хлопчатобумажными (табл. 6.36), из шерстяной ткани и др. Ремни для быстроходных передач изго-

Таблица 6.35

Рекомендации по выбору приводных ремней

Характеристики и условия работы	Ремни			
	резиновые	кожанные	шерстяные	хлопчатобумажные
Передаваемая мощность	Высокая	Малая, средняя		Средняя
Удельная тяговая способность	Высокая	Низкая		
Наибольшая скорость ремней, м/с	15—30	40	20	30
Резкие колебания нагрузки	Не рекомендуются	Пригодны		Допустимы
Допустимые кратковременные перегрузки, %	20—30	40—50		30—40
Сохраняемость начального натяжения	Хорошая	Удовлетворительная		Недостаточно удовлетворительная
Допустимая повышенная температура, °С	Колебания до 60	До 50	Колебания до 60	Устойчивая до 50
Повышенная влажность окружающей среды	С двусторонней обкладкой	Прожированные, склеенные специальным клеем	Пригодны	Непригодны



Таблица 6.36

Технические характеристики ремней приводных хлопчатобумажных цельнотканых пропитанных (ГОСТ 6982—75)

Ширина и предельные отклонения по ширине, мм	Толщина, мм (отклонения $\pm 0,5$ )	Разрешенная нагрузка на ось, кг, не менее		Удлинение в момент разрыва, % и более	
		по всей длине 30x200 мм	по всей ширине		
<b>Четырехслойные</b>					
30 $\pm 2$	4,5	—	5,16	20	
40 $\pm 2$		—	7,29		
50 $\pm 2$		—	9,11		
60 $\pm 3$		9,11			10,93
75 $\pm 3$					13,65
90 $\pm 3$					15,65
100 $\pm 3$	18,22				
<b>Шестислойные</b>					
50 $\pm 2$	6,5	—	11,4	22	
60 $\pm 3$		1140			13,6
75 $\pm 3$					17,1
90 $\pm 3$					20,5
100 $\pm 3$					22,75
125 $\pm 4$		28,4			
150 $\pm 5$	34,1				
<b>Восьмислойные</b>					
100 $\pm 3$	8,5	1490	29,75	25	
125 $\pm 4$			37,2		
150 $\pm 5$			44,6		
175 $\pm 5$			52,1		
200 $\pm 6$			59,5		
250 $\pm 6$			74,4		

товляются бесконечными (замкнутыми). Концы обычных ремней соединяют путем сшивания, склеивания или скрепления специальными скрепками.

Длина ремня, м,

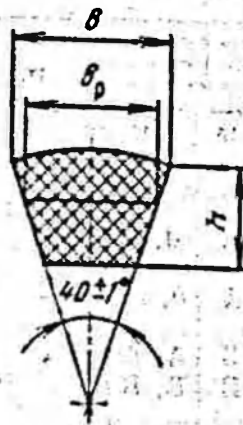
$$L = 2l + 1,57(D_1 \pm D_2) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4l} \quad (6.27)$$

где  $l$  — межосевое расстояние, м;  $D_1$  и  $D_2$  — диаметры соответственно ведущего и ведомого шкивов, м.



Таблица 6.37

Размеры сечений клиновых ремней, мм



Типо-размер ремня	Расчетная ширина $b_p$	Ширина $b$	Высота (толщина) $h$	Типо-размер ремня	Расчетная ширина $b_p$	Ширина $b$	Высота (толщина) $h$
О	8,5	10	7	Г	27	32	19
А	11	13	8	Д	32	38	23,5
Б	14	17	10,5	Е	42	50	30
В	19	22	13,5				

Ширина ремня, см,

$$b = P / \rho C_0 C_1 C_2 C_3, \quad (6.28)$$

где  $P$  — окружная сила, Н;  $\rho$  — допустимая распределенная линейная нагрузка на ленту, Н/см;  $C_0, C_1, C_2, C_3$  — поправочные коэффициенты, зависящие от вида передачи, угла обхвата, скорости и режима работы.

Клиновые ремни имеют трапецидальную форму поперечного сечения (табл. 6.37), в зависимости от которой разделяются на семь типоразмеров: О, А, Б, В, Г, Д, Е. Бесконечные клиновые резиноканевые ремни (СТСЭВ 4481-84) изготавливают кордканевыми и кордшнуровыми.

Длина ремня, м,

$$L = 2l + \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4d}, \quad (6.29)$$

Рекомендации по выбору ремней приведены в табл. 6.38 и 6.39.

Ремни зубчатые имеют на рабочей поверхности зубья, которые входят в зацепление с зубьями на шкивах. Изготавливаются из маслостойких искусственных материалов для маслостойкой резины и армируются стальными проволочными тросами. Для ремней, работающих в легких условиях, вместо стальных тросов применяют полиамидный корд.

Выбор сечений клинкового ремня

Передаточная мощность, кВт	Рекомендуемые скорости (м/с) при скорости ремня, м/с			Передаточная мощность, кВт	Рекомендуемые сечения (мм) при скорости ремня, м/с		
	<5	5-10	>10		<5	5-10	>10
Свыше 1 до 2	0, А 0, А, Б	0, А 0, А	0, А 0, А	Свыше 15 до 30	—	В, Г Г, Д	В, Г В, Г
2	А, Б Б, В	0, А Б	0, А	30	—	Д	Г, Д
4	Б, В В	А, Б Б, В	А, Б Б, В	60	—	Д, Е	Г, Д Д, Е
7,5	В	Б, В	Б, В	120	—	—	—
15				200	—	—	—
				>200	—	—	—

Таблица 6.39

Расчетная длина клинковых ремней (ГОСТ 1251-80)

Расчетная длина, мм	Типоразмер ремня						
	0	А	Б	В	Г	Д	Е
400, (425), 450, (475), 500, (520)							
500, (600), 630, (670), 710, (750)							
800, (850), 900, (950), 1000, (1050)							
1120, (1180), 1250, (1320)							
1400, (1500), 1600, (1700)							
1800, (1900), 2000, (2150), 2310 (2360), 2500							
(2650), 2800, (3000)							
3150, (3350), 3550, (3750), 4000 (4250)							
4500, (4700), 5000, (5300), 5600 (6300)							
(6700), 7100, (7500), 8000, (8500), 9000, (9500), 10 000, (10 600)							
11 200, (11 800), (13 200), 14 000 (15 000)							
16 000, (17 000), 18 000							

Разность между расчетной и внутренней длиной ремня, мм

Примечание. Ремень длиной второго размера в скобках, не подлежит использованию

Таблица 6.40  
Характеристики резиноканевых лент

Параметры	2ТА-100	2ТА-120	2ЛХ-120	2К-300	1ТК-300, 1ТА-300	1ТК-400, 1ТА-400
	ТУ-38-1058-70		ТУ-38-105544-73		ТУ-38-10567-70	
Материал прокладки	Ткань из анидных нитей по основе и по утку: ТА-100      ТА-200		Комбинированная ткань: ЛХ-120 из лавсановых нитей на основе хлопковых по утку	Капроновые и анидные основные и уточные ткани К10-2-3Т и Л10-2-3Т	Ткани из капроновых нитей по основе и утку: ТК-300, ТА-300      ТК-400, ТА-400	
Допустимая разрывная линейная нагрузка, кН/см:	1	1,5	1,2	3	3	4
прокладки по основе	0,6	0,7	0,36	—	0,6	0,8
прокладки по утку			0,028	0,03		
связи, не менее:		0,03	0,03	0,03	0,035	0,04
между обкладкой и сердечником		0,035				
между прокладками						
Толщина обкладки, мм:		4,5		4,5-6	4,5-6	4,5-6
рабочей		2		2	2	2
нерабочей						
Относительное удлинение по основе прокладок ленты при:		3,5	2	3	3,5-4	5
рабочей нагрузке, равной 10 % от разрывной, %						

## Конвейерные ленты

Лента является основным, наиболее дорогим и наименее долговечным элементом ленточного конвейера.

Конвейерные ленты состоят из сердечника и резиновых обкладок. Сердечник, изготовленный из тканевого каркаса или металлических тросов, воспринимает тяговые и ударные нагрузки, а обкладки защищают его от повреждений и воздействия окружающей среды.

Резинотканевые ленты (табл. 6.40) с прокладками из капроновой, анидной и комбинированной тканей типа лавсан-хлопок и анид-хлопок имеют допустимую распределенную линейную нагрузку от 0,55 до 4 кН/см ширины прокладки. Между собой прокладки соединяются резиновыми прослойками (сквиджамп) толщиной 0,2—0,5 мм. Для обкладки лент используют резину на основе синтетических каучуков, обладающих высокими времен-

Таблица 6.41

Технические характеристики резинотросовых лент (ТУ-33-5-63)

Параметры	Бестканевая		
	РТЛ-1520	РТЛ-1500У	РТЛ-2300
Допустимая разрывная линейная нагрузка, кН/см ширины ленты	15		25
Ширина ленты, мм	900—1200	800—1200	1000—2000
Толщина обкладок, мм	5,5		5
Максимальная толщина ленты, мм	18		20,5
Диаметр тросов, мм	4,2	6,0	7,5
Шаг тросов, мм	9	15	14
Масса 1 м <sup>2</sup> ленты, кг	28	29	37

Параметры	С тканями прокладками			
	РТЛ-3150	РТЛ-4000	РТЛ-5000	РТЛ-6000
Допустимая разрывная линейная нагрузка, кН/см ширины ленты	3150	4000	5000	6000
Ширина ленты, мм	1200—2000	1200—2400	1200—2400	
Толщина обкладок, мм	5,0; 3,5	4	4,5	
Максимальная толщина ленты, мм	22,5	23	25,5	26,5
Диаметр тросов, мм	8,25	8	10,5	11,5
Шаг тросов, мм	15		17	18
Масса 1 м <sup>2</sup> ленты, кг	43	39	43	49

Примечания. 1. Относительное удлинение при рабочей нагрузке не более 0,8 %. 2. Удельное сопротивление истиранию не более 700 см<sup>2</sup>/(кВт·ч). 3. Допустимая разрывная линейная нагрузка связи тканевых прокладок с резиной не более 700 кН/см.



ным сопротивлением разрыву (не менее 20 МПа/см<sup>2</sup>) и стойкостью к истиранию (не более 500 см<sup>3</sup>/кВт·ч). Толщина обкладок на верхней рабочей стороне составляет 3—6 мм, на нижней нерабочей 1—3 мм.

Для транспортирования среднекусовых грузов используют послонные ленты с каркасом из тканей ТА-100, ТА-150, крупнокусовых — ленты типа КК-300 из основной и уточной ткани К10-2-3Т, а также ленты из тканей ТК (А)-400, ТК(А)-300, имеющих бреккер с капроновой основой под рабочей обкладкой. Ткани ТА-100, ТА-150, ТК(А)-300, ТК(А)-400 представляют собой анидный (капроновый) бельтинг полотняного переплетения.

Ленты обычного исполнения применяются при температурах окружающей среды не ниже —25 °С и транспортируемого груза не выше +60 °С; морозостойкие — при температуре окружающей среды до —45 °С; теплостойкие до 130 °С.

Ширина лент: 800, 1000, 1200, 1400, (1800), 2000, 2500 и 3000 мм.

*Резинотросовые ленты* (табл. 6.41) имеют каркас, состоящий из одного слоя тросов, расположенных с определенным шагом и окруженных эластичной резиной. Для предохранения тросов от повреждений в обкладках ленты размещают бреккерную ткань. Тросы изготовляют из высокопрочной стальной проволоки диаметром от 2,1 до 11,5 мм и покрывают специальным латушным составом (70 % меди и 30 % цинка).

Резинотросовые ленты применяют при температурах окружающей среды не ниже —45 °С и транспортируемого груза не выше 60 °С. Выпускаются также специальные морозо- и огнестойкие ленты.

Выпускают ленты отрезками длиной не более 300 м.

---

## ГЛАВА 7

### ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТЕ ОБОРУДОВАНИЯ

---

#### ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Открытый способ добычи полезного ископаемого обеспечивает наиболее безопасные и гигиеничные условия труда рабочих-горняков. Однако высокая механизация горных работ, внедрение новых видов техники при современных масштабах открытых работ требуют постоянного совершенства техники безопасности.

Характерными травмами в процессе работы являются травмы, полученные при: регулировке ленты на ходу рукой или инструментом; нахождении рабочего внутри незаторможенного ротора; падении с высоких надстроечных металлоконструкций;



соединении гусениц; обслуживании электроустановок; вулканизации лент; осмотре кабелей. Многие несчастные случаи происходят от недооценки рабочими опасности или от нарушения ими правил безопасной работы с механизмами.

В соответствии с Едиными правилами безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом администрация разрезов и карьеров обязана выдавать рабочим под расписку инструкции по охране труда по их профессиям.

Рабочие, поступающие на предприятие, должны пройти медицинское освидетельствование в соответствии с указанием Минздрава СССР и предварительное обучение по технике безопасности в течение трех дней с отрывом от производства. Лица, ранее работавшие на горных предприятиях, разрабатывающих месторождения открытым способом, и рабочие, переводимые на работу по другой профессии, проходят обучение в течение двух дней. По окончании учебы они должны быть обучены правилам оказания первой помощи пострадавшим и сдать экзамены по утвержденной программе в комиссии под председательством руководителя предприятия или его заместителя.

При внедрении новых технологий и методов труда, а также при изменении требований или введении новых правил и инструкций по технике безопасности все рабочие должны пройти дополнительный инструктаж в объеме, установленном руководством предприятия.

Рабочие, переводимые с одной работы на другую для выполнения разовых работ на период не более одной смены, должны пройти дополнительный инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Запрещается допускать к работе лиц, не прошедших предварительное обучение.

Все рабочие карьеров и разрезов не реже двух раз в год обязаны пройти повторный инструктаж по технике безопасности, профилактике, борьбе с пылью, предупреждению и тушению пожаров.

К управлению горными и транспортными механизмами и обслуживанию электроустановок допускаются специально обученные лица, обладающие удостоверением на право управления соответствующей техникой и квалификационным уровнем по технике безопасности.

Специально обученные лица несут ответственность за соблюдение правил техники безопасности, профилактику и тушение пожаров и осуществляют наблюдательную работу.

Специально обученные лица должны знать и выполнять следующие обязанности: обеспечивать безопасность работы механизмов и оборудования, не допускать отработки без надзора; обеспечивать безопасность работы механизмов и оборудования, не допускать отработки без надзора; обеспечивать безопасность работы механизмов и оборудования, не допускать отработки без надзора; обеспечивать безопасность работы механизмов и оборудования, не допускать отработки без надзора.

При перевозке и переноске инструментов острые и выступающие части необходимо закрывать чехлами. Во избежание пожаров не разрешается разводить костры для обогрева машины или их частей, разогревать масло и рабочие жидкости открытым огнем.

Запрещается отдых возле действующих механизмов, откосов уступов, линий электропередач и кабелей под напряжением. Для рабочих, работающих на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях, должны устраиваться помещения для обогрева в холодное время года и укрытия от дождей, ветра, снега.

Рабочее место при работе должно быть достаточно хорошо освещено в ночное время, а также при сильном тумане.

Полная безопасность рабочего не может быть гарантирована, если он не будет соблюдать правила личного поведения на рабочем месте. Рабочий должен внимательно относиться к порученной ему работе, знать сигналы, предупреждающие об опасности, бережно относиться к доверенным ему машинам, инструменту, спецодежде и спецобувн, содержать в исправности предохранительные устройства (концевые выключатели, блокировки, муфты, ограждения).

Каждый рабочий обязан содержать в чистоте и исправности свое рабочее место, а также обслуживаемые машины, механизмы, агрегаты. Запрещается загромождать людские проходы экскаваторов, отвалообразователей и других машин.

Свой инструмент и приспособления перед началом работы рабочие обязаны очищать от грязи и масла. Молотки, кувалды, зубила не должны иметь трещин и расклепов во избежание ранения отлетающими кусками металла. Систематически следует проверять надежность насадки рукояток на инструмент. Нельзя завинчивать болты, гайки ключами с несоответствующим размером зева, удлинять плечо стандартного ключа отрезками труб и другими насадками.

Встроенные грузоподъемные средства (краны, кран-балки, лебедки, отклоняющие блоки) должны отвечать требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

Эксплуатация грузоподъемных средств на экскаваторах и отвалообразователях запрещена при: неисправности ограничителей хода, высоты или грузоподъемности; недопустимом износе каната, блоков, крюка, цепей; истечении срока очередной проверки; отсутствии в бригаде аттестованного крановщика, стропальщика или ответственного лица за безопасную эксплуатацию грузоподъемных средств.

При эксплуатации грузоподъемных средств запрещается: присутствие людей под грузом, между грузом и металлоконструкциями, а также движение людей в местах ведения грузоподъемных работ; подъем примерзшего, засыпанного грунтом или закрепленного груза, а также груза, находящегося в неус-

тойчивом равновесии; подтягивание крюком груза и разворачивание его при наклонном положении канатов крана; оправка стропов и выравнивание груза на весу; освобождение крюком строп из-под груза; опускание груза в транспортные средства, если в них находятся люди, кислородные баллоны, горючие жидкости; оставлять груз в подвешенном состоянии; использование грузоподъемных средств во время работы экскаватора.

Кроме того, при эксплуатации встроенных грузоподъемных средств следует: избегать перемещения поднятого груза над кабинами, в которых находятся люди; не допускать трения канатов о металлоконструкции, перекрещивания витков на барабанах лебедок и опускания груза на непрочные основания во избежание его опрокидывания и сползания.

Меры предосторожности необходимо соблюдать при работе у сосудов и магистралей высокого давления. Присоединять и отсоединять трубопроводы разрешается только после прекращения подачи жидкости или воздуха и полного снятия давления.

Запрещается при нагнетании сжатого воздуха наклоняться к разъемам трубопроводов и уплотнениям, прикасаться к ним руками, производить затяжку крепежа.

Органы управления гидроприводом должны: располагаться в безопасных местах, удобных для обслуживания; снабжаться фиксаторами, исключающими возможность случайного включения; иметь четкие поясняющие надписи.

Для защиты от перегрузок в линии нагнетания предохранительные клапаны должны быть всегда в исправности. На линиях, ведущих к манометрам, запрещается производить отбор рабочей жидкости.

Общие правила и требования техники безопасности к конструкции, монтажу, испытаниям и эксплуатации гидравлических приводов приведены в ГОСТ 12.2.01—79.

Во время технического обслуживания и ремонта электрооборудования машины в наличии должен быть полный комплект предохранительных средств (спецовушь, резиновые коврики, устройства контроля напряжения, блокировки пусковых кнопок, переносные таблички и т. д.). Необходимо знать величину опасной для организма силы тока (табл. 7.1).

Не допускается превышение установленных нормами расстояний подключения ручных электрических и пневматических машин (табл. 7.2). Обслуживаемые машины не должны обесточиваться, за исключением тех случаев, когда это необходимо по условиям проведения ремонтных работ.

Отопление зимой должно соответствовать нормам. Отключающие устройства, штепсельные соединения (табл. 7.3), а также аппараты связи и оповещения должны находиться в исправном состоянии. Ношение касок при всех видах технического обслуживания и ремонта обязательно.

Таблица 7.1

Пределно допустимые токи, воздействующие на организм человека, мА

Ток	Продолжительность воздействия, с							До 6
	До 0,01	0,1	0,3	0,5	0,7	1	1-3	
Переменный частотой, Гц:								
50	250	210	75	45	35	25	6	5
400	—	210	130	100	85	75	8	—
Постоянный	250	210	130	100	85	75	15	—

Таблица 7.2

Допустимые расстояния подключений ручных машин

Машины	Расстояние от места подключения, м	Длина свободного кабеля или шланга, м
Электрические, напряжение (В)/частота (Гц):	220/50	20
	30/200	10
Пневматические	10	4

Таблица 7.3

Отключающие устройства и штепсельные соединения переменного трехфазного тока

Марка	Мощность обслуживаемого электродвигателя, кВт	Ток		Время срабатывания защиты, с	Масса, кг	Назначение
		напряжение, В	частота, Гц			
ИЭ-9801	2,2	380	50	0,5	5,5	Для защиты от поражения током при работе с электроустановками
ИЭ-9802	4 (2,8)	380 (220)				
ИЭ-9811	0,6 (1,1)	220 (380)			3,5	То же
ИЭ-9812	2,2 (4)					
ИЭ-9901А ИЭ-9902А	4	380	200	—	0,4	
		42				



## СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

До начала работ по техобслуживанию и ремонту старший смены обязан:

- объявить о начале работ и времени их окончания, а также проинструктировать о безопасных методах выполнения работ;
- обеспечить расстановку людей и разъяснить задания;
- распорядиться о восстановлении в первую очередь поврежденных перил, лестниц, ограждений, площадок;
- выставить наблюдателей за исполнителями работ и осмотров внутри механизмов, бункеров и емкостей, а также при работе на больших высотах;
- принять меры для исключения возможности случайного пуска механизмов (блокировка, навешивание замков);
- принять специальные меры при неблагоприятной погоде (удаление льда, снега, сооружение навесов, дополнительное освещение).

Перед началом технического обслуживания и ремонтов в первую очередь проверяют тормоза механизмов и площадки. Металлоконструкции очищают от предметов и материалов, которые могут упасть на людей. Осматривают звенья, катки и звездочки гусениц, лыжи шагающего ходового устройства, канаты (табл. 7.4), полиспасты.

При техобслуживании электрической части необходимо: предупредить персонал о включении приводов, снятии напряжения, выключении освещения и других операциях, опасных для обслуживающего персонала;

Таблица 7.4

Число обрывов проволок на длине одного шага савьки каната, при котором канат должен быть забракован

Первоначальный коэффициент запаса прочности при установленном правиле отношения $D:d^*$	Конструкция каната		
	$6 \times 9 = 114$	$6 \times 17 = 222$	$6 \times 61 = 348$ $15 \times 19 = 342$
$< 6$	12/6**	22 (11)	36/18
$6-7$	14/7	26/13	39/19
$> 7$	16/8	30/15	40/20

\*  $D$  — диаметр барабана, мм;  $d$  — диаметр каната.

\*\* В числителе приведены данные для канатов престовой савьки, в знаменателе — для канатов односторонней савьки.

Примечание: 1. Для канатов, не указанных в таблице, норма выбраковки принимается по ближайшему числу прядей и проволок в сечении. 2. При поверхностном износе или коррозии проволок каната число обрывов должно быть уменьшено в соответствии с нижеприведенными данными.

Уменьшение диаметра проволок, % . . . . . 10 15 20 25 >30  
 Уменьшение числа обрывов проволок на шаге савьки, в % от норм, указанных в табл. 7.4 . . . . . 85 75 70 60 50

прокладывать временные коммуникации исправными кабелями по безопасным местам;

очищать по окончании работ помещения с электрооборудованием и само электрооборудование от посторонних предметов.

Ремонт и замена частей, смена масла, регулировка механизмов выполняются при полном отключении питания приводов. При необходимости опробования механизма используется ручное управление.

При выполнении верхолазных работ пользование предохранительными поясами обязательно. Верхолазными считаются работы на высоте более 5 м от поверхности грунта, площадки, настила. Работа на высоте при скорости ветра более 12 м/сек, грозе, снегопаде, гололеде не допускается.

Необходимо систематически следить за состоянием лесов, настилов, подвесных площадок и своевременно очищать их от снега, льда, посторонних предметов, смазок. Нельзя загромождать подступы к лестницам, которые следует прочно закреплять к металлоконструкциям. Одновременный ремонт на площадках по одной вертикали запрещается.

При ремонте запрещается:

применять неисправные приспособления, устройства, инструмент;

находиться внутри роторного колеса, около поворотных механизмов экскаватора и стрел при неналоженных колодках тормозов;

стоять на конвейерной ленте, находящейся на роликоопорах при несоединенных стыках;

оставлять незакрепленными звенья гусениц, ротор на валу, навешенные ковши без пальцев в проушинах, запасованные стальные канаты без зажимов;

оставлять приставленные к опорам листы железа, валы, прокат и другие детали, которые могут под действием собственного веса, от давления ветра или при слабом толчке прийти в движение и упасть.

При передвижке конвейеров турнодозером запрещается:

стоять на шпальной решетке, рельсе, рельсозахватной головке турнодозера;

разжимать или зажимать рельсозахватные приспособления на ходу трактора;

наклоняться к головке турнодозера и производить какие-либо работы во время ее подъема;

двигаться впереди турнодозера или около перемещаемого става конвейера;

находиться между конвейерами и турнодозером;

поправлять ленту или секции при движении турнодозера;

отключать рельсозахватную головку, не опустив шпальную решетку на грунт.

Перед пробным пуском конвейера необходимо убрать с ленты инструмент, проверить, все ли работы прекращены, нет

ли повреждений ленты, кабеля. При пуске обязательно подача звуковых сигналов и объявление об этом по всей конвейерной линии.

При опробовании конвейера запрещается:

регулировать и направлять рукой либо ручным инструментом движущуюся ленту;

перевозить на ленте людей, шпалы, оборудование, инструмент;

производить очистку ленты и регулировку очистных устройств ленты при работающем конвейере;

удалять просыпь из-под движущейся ленты.

Опасное для работы место необходимо оградить и вывесить предупреждающие плакаты и таблички, которые оформляются крупным шрифтом на светлом фоне с изображением соответствующих символов и знаков.

Допускается выполнять надписи непосредственно на машинах (кабинах, стрелах, рамах).

Винновие в нарушении правил безопасности несут ответственность в дисциплинарном, административном или судебном порядке.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арабян С. Г. и др. Масла и присадки для тракторных и комбайновых двигателей: Справочник.— М.: Машиностроение, 1981.
2. Васильченко В. А. Гидравлическое оборудование мобильных машин: Справочник.— М.: Машиностроение, 1983.
3. Виленкин А. В. Масла для шестеренчатых передач.— М.: Химия, 1982.
4. Временное руководство по нормированию расхода товарных смазочных материалов и сбора отработанных нефтепродуктов для оборудования предприятий Минуглепрома СССР.— Ч. 1.— М.: ИГД им. А. А. Скочинского, 1981.
5. Гордеева Т. П., Жегина И. П. Анализ изломов при оценке надежности материалов.— М.: Машиностроение, 1978.
6. Горовой А. И. Поправочные коэффициенты к ремонтным нормативам // Уголь Украины.— 1980.— № 4.— С. 24—25.
7. Горовой А. И. Ремонт роторных экскаваторов и комплексов.— М.: Недра, 1978.
8. Горовой А. И. Справочник по горно-транспортным машинам непрерывного действия.— М.: Недра, 1982.
9. Дефекты стали: Справочник/Под ред. С. М. Повокшеновой и М. И. Виноград.— М.: Металлургия, 1984.
10. Единые нормы выработки на открытые горные работы для предприятий горнодобывающей промышленности. Эксплуатация и транспортирование.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Недра, 1978.
11. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.— М.: Недра, 1987.
12. Инструкция по организации сбора, хранения и использования отработанных нефтепродуктов.— М.: ИГД им. А. А. Скочинского, 1983.
13. Кох П. И. Надежность механического оборудования карьеров.— М.: Недра, 1978.
14. Кох П. И. Ремонт экскаваторов.— М.: Недра, 1982.
15. Методика определения экономического ущерба от отказов.— М.: Изд-во стандартов, 1975.
16. Методические указания. Надежность в технике. Критерии отказов и предельных состояний. Правила установления в стандартах и конструкторских документах: РД 50-202-80.— М.: Изд-во стандартов, 1981.
17. Мордухович М. В. Статистика в горной промышленности.— М.: Недра, 1976.
18. Нормы амортизации отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР и положение о порядке планирования, начисления и использования амортизационных отчислений в народном хозяйстве.— М.: Экономика, 1974.
19. Общее руководство по капитальному ремонту экскаваторов.— Челябинск: ИИИОГР, 1979.
20. Пневматические устройства и системы в машиностроении: Справочник/Под общ. ред. Е. В. Герца.— М.: Машиностроение, 1981.
21. Положение о планово-предупредительных ремонтах оборудования и транспортных средств на предприятиях цветной металлургии СССР.— М.: Недра, 1975.
22. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.— М.: Энергия, 1980.
23. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.— 4-е изд.— Днепропетровск: Промінь, 1976.



21. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.— М.: Металлургия, 1981.
25. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Справочник: В 6 т./Под общей редакцией Е. С. Ямпольского.— М.: Машиностроение, 1975.— Т. 5.
26. Ремонт шагающих экскаваторов/Бубновский Б. П., Буйный П. К., Ефимов В. П. и др.— М.: Недра, 1982.
27. Синицын В. В. Пластичные смазки за рубежом: Справочник.— М.: Химия, 1983.
28. Синицын В. В. Пластичные смазки в СССР.— М.: Химия, 1981.
29. Солод Г. П., Морозов В. П. Эксплуатация и ремонт горного оборудования.— М.: ИТО горное, 1983.
30. Спельман Е. П. Техника безопасности при эксплуатации строительных машин и средств малой механизации.— М.: Стройиздат, 1976.
31. Тмакин М. А. Справочник термиста ремонтной службы.— М.: Металлургия, 1981.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СВАРНЫМ СОЕДИНЕНИЯМ

Сила сварочного тока должна устанавливаться в зависимости от диаметра электрода:

Диаметр электрода, мм	3	4	5	6	7	8
Сила сварочного тока, А	110—130	160—200	220—280	300—380	380—450	450—560

Перед наложением шва металл должен быть очищен от масел, краски, ржавчины. Сварка по шлаку и закладка в сварные щели металлических заполнителей запрещаются. Вертикальные и потолочные швы следует варить электродами диаметром 3—5 мм. Поверхность шва должна быть гладкой, без пористости, трещин, брызг металла и шлака.

Сварка ответственных соединений и легированных сталей при температуре воздуха ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  не допускается.

В процессе сварки контролируются: чистота металла в месте наложения шва; соответствие шва и электродов чертежным размерам и требованиям; отсутствие подрезов основного металла, а также раковин и трещин в швах и металле; тщательность зачистки предыдущего шва перед наложением последующего слоя; качество наплавленного металла (проверяется засверловкой швов); соответствие режимов тока диаметру электродов; соответствие квалификации сварщика и ответственности выданного ему задания.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗАКЛЕПОЧНЫМ СОЕДИНЕНИЯМ

Отверстия под заклепки не должны иметь заусенцев, трещин, вмятин. Ржавчина и следы масел, грязи и краски удаляются металлическими щетками или смываются растворителями. Склепываемые детали должны плотно прилегать друг к другу: при установке следует стягивать струбцинами или болтами. Заклепки не должны иметь дефектов — трещин головок и их перекосов, ослаблений, а также пережогов металла.

Допускаются следующие отклонения от нормальной формы заклепки: увеличение или уменьшение головки по высоте — не более 10 % диаметра, по диаметру — не более 20 % диаметра стержня; несоосность головок — не более 10 % диаметра стержня; венчик вокруг головки — не более 2,5 мм; вмятина головки — до 1,5 мм; деформация склепываемого металла — до 0,5 мм в глубину при толщине листа более 16—20 мм.

Деформированные и ослабленные заклепки должны удаляться и заменяться новыми, поджатие заклепок не допускается.

Нагрев заклепок производится до температуры  $1000-1100^{\circ}\text{C}$  равномерно по всей длине. Нагретая заклепка очищается от окалины ударами молотка или о край горна. Первые удары молотком производятся вдоль оси заклепки, последующие — круговые — оформляют головку. Законченная головка заклепки должна еще светиться темно-бурым светом.

Качество заклепок проверяется остукиванием молотком массой 0,3—0,4 кг, осмотром и проверкой головок шаблоном.

Длина заклепки (мм) определяется по формуле

$$l_2 = a l_0 + b + c,$$

где  $l_2$  — толщина склепываемых деталей, мм;  $a$  — коэффициент увеличения длины для заполнения отверстия;  $b$  — длина стержня заклепки, необходимая на формирование замыкающей головки, мм;  $c$  — припуск на угар длины стержня заклепки, мм.

Данные для расчета приведены в таблице.

Таблица

Диаметр заклепок, мм	$a$	$b$ , мм	$c$ , мм	Диаметр заклепок, мм	$a$	$b$ , мм	$c$ , мм
14	1,16	16	4-7	21	1,09	28	
16	1,13	18	5-9	27	1,08	32	
20	1,11	21	5-10	30	1,07	36	7-12
22	1,10	26	6-11				

Для расвертки отверстия под заклепки применяют котельные развертки. Клепку осуществляют пневматическими молотками. Давление воздуха в системе должно быть не менее 0,5—0,65 МПа.

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### АКТ

#### ПРИЕМКИ ОБОРУДОВАНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

(оборудование, диван, установка, агрегат)

смонтированного \_\_\_\_\_  
(наименование здания, сооружения, цеха)

входящего в состав \_\_\_\_\_  
(наименование предприятия, его очередь)

(местонахождение) \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_ г.

Рабочая комиссия, назначенная \_\_\_\_\_

(наименование организации, назначившей комиссию, дата приема)

в составе: председатели \_\_\_\_\_  
(Ф. И. О., занимаемая должность)

представителей привлеченных организаций \_\_\_\_\_

(Ф. И. О., занимаемая должность)

Продолжение приложения 3  
произвела осмотр оборудования и проверку монтажных работ, выполненных

\_\_\_\_\_ (наименование монтажной организации)

и составили акт о нижеследующем:

1. К приемке предъявлено следующее законченное монтажом оборудование  
\_\_\_\_\_ (перечень смонтированного оборудования и его краткая техническая характеристика)

2. Монтажные работы выполнены по проекту \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ (наименование проектной организации, № чертежей и дата их составления)

3. Дата начала монтажных работ \_\_\_\_\_

4. Дата окончания монтажных работ \_\_\_\_\_

5. Рабочей комиссией произведены следующие дополнительные испытания и опробования (кроме испытаний и опробований, зафиксированных в прилагаемых к акту документах) \_\_\_\_\_

6. Имеющиеся недоделки в предъявленном к приемке оборудовании, не препятствующие эксплуатации, подлежат устранению организациями в сроки, указанные в приложении № \_\_\_\_\_ к настоящему акту.

7. Перечень прилагаемой к акту приемосдаточной документации, приложение № \_\_\_\_\_ к настоящему акту.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

\_\_\_\_\_ (указать соответствие монтажа оборудования правилам, нормам, действующим ТУ, отвечающим требованиям приемки его в эксплуатацию)



## РЕШЕНИЕ РАБОЧЕЙ КОМИССИИ

Предъявленное к приемке оборудование, приведенное в п. 1 настоящего акта, считать принятым в эксплуатацию с оценкой качества выполненных монтажных работ на \_\_\_\_\_

Председатель рабочей комиссии \_\_\_\_\_ (подпись)

Члены рабочей комиссии: \_\_\_\_\_

Представители привлеченных организаций: \_\_\_\_\_

**СДАЛИ:**

Представители теплоснабжающей организации: \_\_\_\_\_

**ПРИНЯЛИ:**

Представители заказчика \_\_\_\_\_

ЛИЦЕВАЯ СТОРОНА

### ПРИЛОЖЕНИЕ 4

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ О ПРИЧИНАХ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДЕТАЛИ

(номер чертежа и наименование)

Характер повреждения \_\_\_\_\_ (описать характерные участки повреждения

или разрушения, внешний вид вала, трещины, поврежденной поверхности)

Микроструктура \_\_\_\_\_ (указать, если имеется видимый очаг разрушения;

блестящий или матовый, крупнокристаллический или мелкокристаллический излом;

привести эскиз с указанием мест замера твердости и микротвердости;

указать место расположения дефекта сварного шва, литья и т. д.)

Фото \_\_\_\_\_ (общий вид разрушения и вала, либо поврежденного участка детали)

Химанализ

(основного и, если имеется, наплавленного металла)

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Mo	V	W	Прочие	Марка материала	
											по результатам исследования	по ТУ черт-жа

#### Механические свойства

Диаметр образца, мм	Испытание на растяжение (ГОСТ 1497-84)				Испытание на удар (ГОСТ 9454-78)  Ударная вязкость, Дж/м²	Твердость	
	Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %		HRC (ГОСТ 9013-59)	HB (ГОСТ 9012-59)

#### ОБРАТНАЯ СТОРОНА

Качество термообработки \_\_\_\_\_ (указать твердость поверхности и сердцевины детали;

глубину слоя покрытия, химико-термической обработки и т. д.;

указать микроструктуру поверхностного слоя и сердцевины,

а также микроструктуру металла, расположенного вне зоны повреждения)

Твердость (ГОСТ 9012-59, 9013-59)

До дополнительного отпуска		После дополнительного отпуска	
поверхности	сердцевины	поверхности	сердцевины

Глубина слоя, мм

цементованного	нитроцементованного	закаленного ТВЧ	гальванического покрытия

Микроструктура \_\_\_\_\_ (указать размер зерна в соответствии с ГОСТ 5639-82)

\_\_\_\_\_ для поврежденных и неповрежденных участков деталей;

\_\_\_\_\_ описать микроструктуру поверхности и сердцевинным этиа участков)

Поверхность

Сердцевина

Заключение \_\_\_\_\_ (указать: угол разрушения; угол между плоскостями вала и

\_\_\_\_\_ и направления приложенных рабочих усилий;

\_\_\_\_\_ соответствие качества материала требуемому;

\_\_\_\_\_ соответствие свойств основного металла свойствам металла шва;

\_\_\_\_\_ качества сварочного металла;

\_\_\_\_\_ микроструктуру материала в месте вала или повреждения;

\_\_\_\_\_ микроструктуру неповрежденных участков детали;

\_\_\_\_\_ результат измерения твердости и микротвердости деталей,

\_\_\_\_\_ поступившей на исследование в детали,

\_\_\_\_\_ подвергнутой дополнительному отпуску; причину повреждения детали)

Начальник лаборатории \_\_\_\_\_

Исследование производил \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ДОНЕСЕНИЕ ОБ ОТКАЗЕ № . . . . .

Основные параметры	Основные сведения	Цифровой код
Место установки оборудования	Разрез «Северный», участок № 1	—
Наименование оборудования	Экскаватор	—
Марка (тип)	ЭКГ-811	—
Инвентарный номер	105	105
Состояние оборудования (подчеркнуть)	Новое	1
Условия эксплуатации: коэффициент крепости горной породы по шкале проф. М. М. Протодьяконова	10	10
Наработка оборудования на отказ: время:		
календарное, сут	30	30
машинное, машино-ч	500	500
эквивалентное, ч	480	480
объем добычи, м <sup>3</sup>	259 200	259 200
Внешние проявления и характер отказа	Не работает редуктор подъемной лебедки	—
Наименование и номер поврежденной детали	Вал-шестерня $m = 20$ , $z = 21$ ; 3502.09.04.812	3502.09.04.812
Характер повреждения детали	Поломка зубьев	31
Состояние детали (подчеркнуть)	Новая, после восстановления, повторное, использованная после ремонта	—
Дата установки детали	05.01.87 г.	05.01.87 г.
Дата отказа детали	15.02.87 г.	15.02.87 г.
Наработка детали на отказ: время:		
календарное, сут	30	30
машинное, машино-ч	500	500
Дата и вид последнего ремонта (техобслуживания)	05.01.87 г., Т2	Т2
Ф. И. О. выполнявших ремонт	Петров И. И.; Сидоров П. И.	11; 13
Время восстановления работоспособности оборудования, ч	5	5
Причина повреждения детали	Некачественное изготовление	—
Возможный виновник	Ремонтный завод	—
Принятые меры	Замена вала-шестерни, вызов представителя завода	—

Донесение составил (Ф. И. О., должность, дата): Петров А. И., механик участка, 16.02.87 г.

Главный механик: Иванов И. И. 16.02.87 г.

Примечание. При заполнении донесения используются отраслевые классификаторы: оборудования; предприятий и организаций; причин простоев оборудования и др., разработанные во ВНИИУгле.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ЖУРНАЛ РЕГИСТРАЦИИ ДОНЕСЕНИЙ ОБ ОТКАЗАХ

№ донесения	Дата	Наименование изделия	Наименование и № детали	Причина разрушения	Величина ущерба, руб.	Предлага- емые выплаты	Принятые меры

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ЖУРНАЛ  
УЧЕТА ДОНЕСЕНИЙ ОБ ОТКАЗАХ И ЗАКЛЮЧЕНИИ О ПРИЧИНАХ РАЗРУШЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

№ донесения	Дата	Имя	Деталь	Вид повреждения	Код вида повреж- дения	Наработка деталей на отказ			Причина повреждения, установленная			Код вида повреж- дения	Принятые меры
						время, сут	число отказов	на время, ч	на работу в агрегате	в агрегате	определяется		
1	20.02 1987	Экскаватор ЗКГ-811	Вал-ш- стерня м = 20, z = 21	Полом- ка зубьев	31	30	500	150	Трещи- на	—	—	—	Замена представителя ремонтного завода



АКТ

рассмотрения аварии, происшедшей \_\_\_\_\_ 198 \_\_\_\_\_ г.

1. Наименование аварии:
2. Наименование карьера (разреза) и его адрес. Наименование производственного объединения, в которое входит карьер (разрез):
3. Состав комиссии:

председатель \_\_\_\_\_  
(Ф. И. О., должность)

члены комиссии \_\_\_\_\_  
(Ф. И. О., должность)

4. Характеристика места, где установлен объект, на котором произошла авария; участок; коэффициент крепости горной породы по шкале проф. М. М. Протодьяконова.

5. Характеристика объекта, на котором произошла авария: инвентарный номер; завод-изготовитель (для нового оборудования); ремонтный завод (для оборудования после капитального ремонта); монтажно-наладочная организация (для оборудования после его монтажа и наладки); дата установки оборудования и начала его работы; наработка в тыс. т угля, машино-ч, МДж и т. д.

6. Квалификация обслуживающего и ремонтного персонала, который обслуживал и ремонтировал оборудование: Ф. И. О.; табельный номер; год рождения; специальность, образование; общий стаж работы по специальности, в том числе на данном оборудовании; где и когда проходил обучение (проверку знаний квалификационной комиссией)

7. Краткое описание аварии

8. Обстоятельства аварии (прилагаются, если это необходимо, схемы, эскизы, протоколы, экспертные заключения и др.).

9. Статистические сведения: длительность простоя (фактическая), ч; потеря добычи угля, тыс. т; материальный ущерб, причиненный аварией, руб.

10. Были ли ранее на данном карьере, участке, объекте аналогичные аварии; разрабатывались ли мероприятия по предупреждению аварий (когда, кем и какие); выполнение этих мероприятий.

11. Заключение комиссии, расследовавшей аварию: причины аварии; технические и организационные мероприятия, предложенные комиссией, с указанием сроков исполнения; кто виноват в аварии и меры взыскания, предлагаемые комиссией по расследованию.

12. Расследование произведено, акт составлен

\_\_\_\_\_ (дата)

Приложение: материал расследования на \_\_\_\_\_ листах.

Ф. И. О., подписи

СВОДНАЯ КАРТА УЧЕТА РЕЗУЛЬТАТОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Горное предприятие \_\_\_\_\_ (наименование) \_\_\_\_\_ Средство диагностирования \_\_\_\_\_ (наименование, тип)

Объект диагностирования \_\_\_\_\_ Заводской номер \_\_\_\_\_

Заводской номер \_\_\_\_\_

Организация, проводящая измерения \_\_\_\_\_

Дата	Параметры объекта диагностирования		Диагностический параметр					Плотность подтеков масла	Вязкость масла	Среднее значение на диагностирование			Интенсивность отказа средства диагностирования	
	МДМ (МДМ)	Ч	Наименование	Вид закона распределения	Математическое ожидание	Размах	Среднее арифметическое			Среднее квадратическое отклонение	Трудность работы, %	Время, ч		Стоимость, руб.

Наименование механизма \_\_\_\_\_

Примечание: К.О. — интенсивность скрытого отказа средств диагностирования приходящая к фиксации неработоспособного состояния объекта диагностирования; Л.О. — интенсивность скрытого отказа средств диагностирования, приводящая к фиксации неработоспособного состояния объекта диагностирования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10.

Предприятие \_\_\_\_\_

Участок \_\_\_\_\_

Условные обозначения: (+) — выполненные работы; (—) — невыполненные работы; ▽ — деталь (сборочная единица) требуют восстановления при текущем ремонте

ЖУРНАЛ-ПАРЯД

регламентированных работ на текущий ремонт

машины \_\_\_\_\_, зав. № \_\_\_\_\_, инв. № \_\_\_\_\_

Наименование работ, технические требования и указания	Дата ремонта		Особые замечания
	Отметки о выполнении ремонта и замечания по техническому состоянию деталей и сборочных единиц		

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

КАРТА ПЕРВИЧНОГО УЧЕТА ИЗМЕРЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Горное предприятие \_\_\_\_\_ Организация, проводящая измерение \_\_\_\_\_

Наименование диагностируемого оборудования (тип) \_\_\_\_\_

Заводской номер \_\_\_\_\_

Механизм	Паработка объекта диагностирования		Диагностический параметр		Виды технического состояния объекта диагностирования	Затраты на диагностирование				Сведения об отказах средств диагностирования		
	млн. м <sup>3</sup> (АДЖ)	ч	Наименование, единица измерения	Значение		Собственно диагностирование	Вспомогательные операции	Наработка изделия до отказа, ч	Внешнее проявление отказа	Причины отказа		
						чел.-ч	ч	чел.-ч	ч			

Средство диагностирования \_\_\_\_\_

Исполнители \_\_\_\_\_ (Ф. И. О., должность)

Дата \_\_\_\_\_



ВЫПИСКА ИЗ ИНСТРУКЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ВИНТОВОЙ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ 6ВКМ-25/8, УСТАНОВЛИВАЕМОЙ НА ШАРОШЕЧНЫХ БУРОВЫХ СТАНКАХ

Для смазки компрессора 6ВКМ-25/8 должны применяться следующие масла марок:

- в теплое время года (при температуре окружающего воздуха +10 °С и выше) — индустриальное И-50А или турбинное Тп-22;
- в холодное время года (при температуре окружающего воздуха ниже +10 °С) — веретенное АУ или индустриальное И-12А.

Для нормальной работы компрессора к смазочному маслу должны добавляться следующие присадки:

1. Антипенная ПМС-200А (позиметилсилоксановая жидкость с кинематической вязкостью  $2 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с при температуре 20 °С). Норма присадки — 0,005 % (по весу от рабочего масла).

2. Противозадирная и антиокисная многосернистая присадка ЛЗ-23К (диэтилопропиленат этилена), норма присадки — 3÷4 % (по весу) или присадка ОТП ВТУИП 203-65, норма — 5÷6 % (по весу).

3. Антиокислительная присадка ИОНОЛ. Норма присадки — 0,2÷0,3 % (по весу).

Внимание! Работа компрессора на маслах, не имеющих присадки ИОНОЛ, запрещается, так как масло быстро окисляется, что может привести к его самовозгоранию.

Работа компрессора на маслах, не имеющих антипенной и противозадиной присадок, не рекомендуется, так как отсутствие антипенной присадки приводит к увеличению расхода масла с нагнетаемым воздухом, а отсутствие противозадиной присадки увеличивает износ деталей компрессора при длительной эксплуатации.

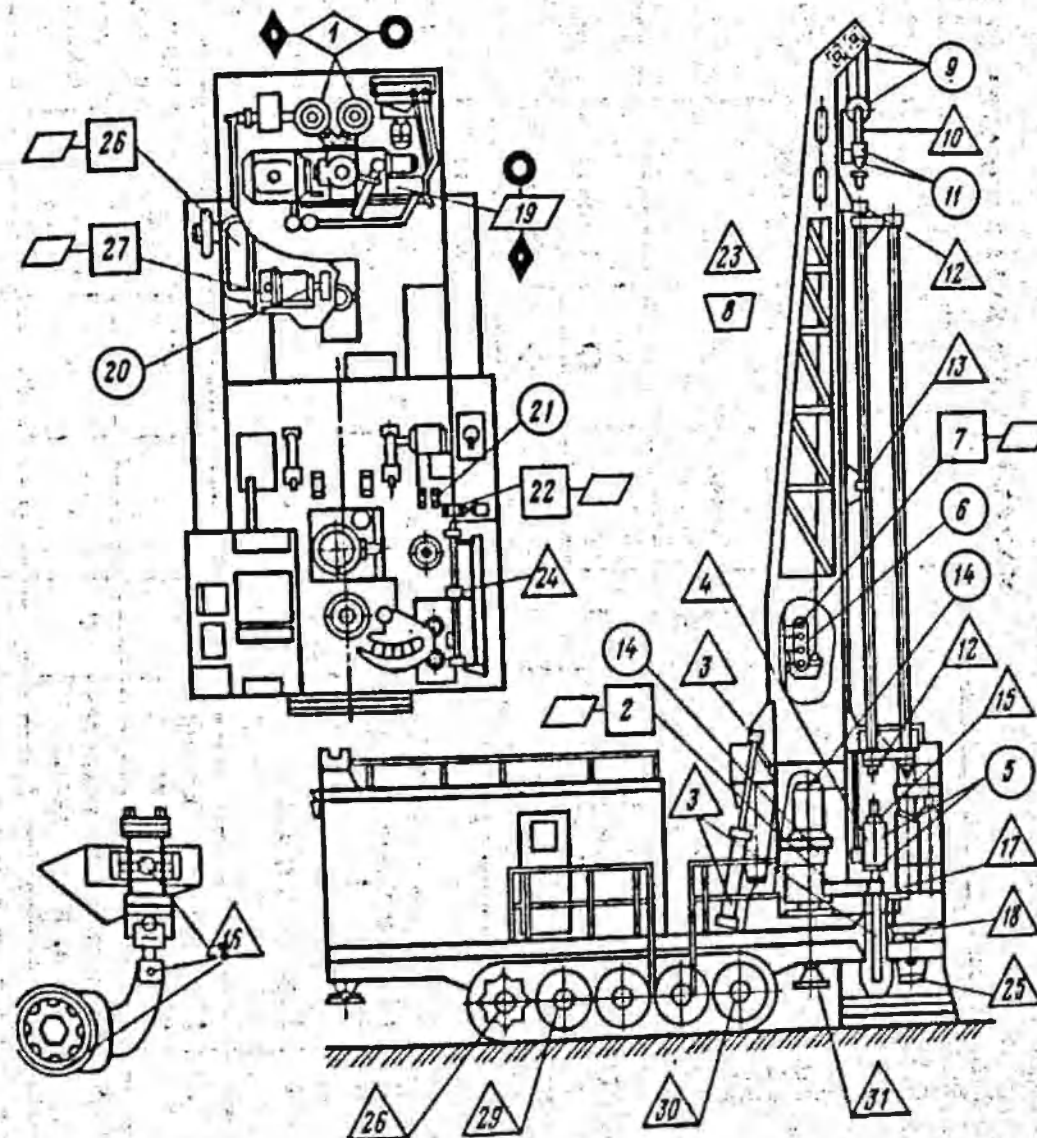
Масло Тп-22 в своем составе имеет все вышеперечисленные присадки, поэтому добавление их не требуется.

Вместимость рамы-бака — 630 л; заливается — 250 л.

Через каждые 1000 ч работы полностью слейте горячее масло из рамы-бака, холодильника масла и масляного фильтра. Залейте в раму-бак свежее масло до верхней риски на маслочерном стекле, залуствуйте компрессор, отработайте 5 мин и остановите его, после чего долейте масло до верхней риски на маслочерном стекле.

Через каждые 50 ч работы проверяйте уровень масла в раме-баке и при необходимости доливайте масло до верхней риски на маслочерном стекле.

Условное обозначение смазки на схеме (см. рисунок)	Смазка	Годовой расход при двухсменной работе, кг		
		на смазывание или долив	на замену	суммарный
□	Цилиндровое 38	136,7	119,9	256,6
◇	Индустриальное И-50А	853,8	561,8	1415,6
△	Солидол С	1593,8	—	1593,8
○	1-13	201,5	—	201,5
◻	Канатная 39у	129,6	—	129,6
●	Турбинное Тп-22	1741,1	964,2	2705,3
○	Веретенное АУ	1160,8	644,0	1804,8





## КАРТА СМАЗКИ БУРОВОГО СТАНКА 2 СБШ-200Н

Номер позиции на схеме (см. рисунок)	Смазываемый узел или деталь	Число точек смазки	Условное обозначение смазочного материала		Способ смазки	Режим смазки	Расход смазочных материалов, кг		Расход на заправку резервуаров смазочных систем, кг		Период замены масла, сут
			Литом	Винтов			смазочный материал	в резервуар	на один резервуар	на все резервуары	
1	Всасывающий фильтр очистки воздуха	1			Заливка	Один раз в неделю	0,54	0,03	3,0	6,0	10
2	Коробка передач	1			Заливка	Один раз в неделю	0,19	0,16	51	51	120
3	Шарниры эваланзния мачты	2			Пресс-масленка	Один раз в неделю	—	—	0,011	0,022	—
4	Втулка патрона	2			Пресс-масленка	Один раз в смену	0,05	0,05	—	—	—
5	Подшипники качения барабана лебедки	2			Пресс-масленка	Один раз в неделю	—	—	0,04	0,08	—
6	Подшипники гидропатрона, план-шайбы	2			Пресс-масленка	Ежедневно	—	—	0,04	0,08	—
7	Редуктор ВК-550	1			Заливка	Один раз в неделю	0,11	0,06	11	11	120
8	Канат вертлюга п подъемного устройства	1			Кистью	Один-два раза в месяц	—	—	5,4	5,4	—
9	Подшипники качения блоков каната	4			Пресс-масленка	Ежедневно	—	—	0,02	0,08	—
10	Войлочное уплотнение вертлюга	1			Пресс-масленка	Ежедневно	—	—	0,07	0,07	—
11	Подшипники качения вертлюга	2			Пресс-масленка	Ежедневно	—	—	0,05	0,1	—
12	Подшипники качения кронштейнов кассеты	2			Пресс-масленка	Один раз в неделю	—	—	0,08	0,16	—
13	Шарниры гидроцилиндра кассеты	2			Пресс-масленка	Один раз в неделю	—	—	0,06	0,12	—
14	Подшипники электродвигателя коробки передач	2			Пресс-масленка	Один раз в неделю	—	—	0,4	0,8	—
15	Планшайба патрона	1			Пресс-масленка	Ежедневно	—	—	0,04	0,04	—
16	Втулка гидроключа	5			Пресс-масленка	Один раз в неделю	—	—	0,02	0,1	—
17	Шпиндель патрона	1			Кистью	Ежедневно	—	—	1,4	1,4	—

Номер позиции на схеме (см. рисунок)	Смазываемый узел или деталь	Число точек смазки	Условное обозначение смазочного материала		Способ смазки	Режим смазки	Расход смазочных материалов, кг		Расход на заправку резервуаров емкостных систем, кг		Период замены масла, кг
			летом	зимой			самолетное	авиационное	на один резервуар	на все резервуары	
18	Блоки подъемного устройства пылесадительной камеры	10	△	△	Пресс-масленка	Два раза в неделю	—	—	0,015	0,15	—
19	Рама-бак компрессора 6ВКМ	1	◻	●	Заливка	Один раз в неделю	33,6	2,4	250	250	1000 машинно-ч
20	Подшипники электродвигателей	23	○	○	Закладка	Один раз в месяц	—	—	0,5	14	—
21	Вентилятор ВВД-8У	2	○	○	Пресс-масленка	Ежедневно	—	—	0,05	0,1	—
22	Редуктор встряхивания	1	□	◻	Заливка	Один раз в неделю	1,5	—	2,5	2,5	120

23	Направляющие вертлюга	2	△	△	Кистью	Один раз в смену	—	—	0,25	0,5	—
24	Подшипники встряхивающего устройства	3	△	△	Пресс-масленка	Два раза в неделю	—	—	0,02	0,06	—
25	Механизм открывания затворов	6	△	△	Пресс-масленка	Два раза в неделю	—	—	0,01	0,06	—
26	Редуктор гусеницы	2	□	◻	Заливка	Один раз в 10 сут	5,79	0,193	24,22	48,44	120
27	Корпус приставки	2	□	◻	То же	Один раз в 10 сут	2,64	0,088	2	4	120
28	Втулка вала ведущего колеса гусеницы	6	△	△	Пресс-масленка	Один раз в смену	0,13	0,13	0,03	0,18	—
29	Каток опорный	6	△	△	Пресс-масленка	Один раз в 10 сут	0,05	0,3	0,2	1,2	—
30	Каток натяжной	2	△	△	Пресс-масленка	Один раз в 10 сут	0,02	0,04	0,2	0,4	—
31	Втулка гидродомкрата	1	△	△	Пресс-масленка	Один раз в смену	—	—	0,2	0,4	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

**ГODOVAYА ПЛАНОВО-РАСЧЕТНАЯ ПРОГРАММА  
РЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Наименование машин, оборудования, изделий, видов ремонтов	Тщ. мера представлена	Количество	Масс. т		Стоимость, тыс. руб.		Обоснование стоимости (прейскурант, калькуляция)
			единиц	на про- грамму	единиц	на про- грамму	
<b>А. Капитальный ремонт</b>							
1 . . . . .							
2 . . . . .							
3 . . . . .							
Итого . . . . .							
<b>Б. Изготовление</b>							
1 . . . . .							
2 . . . . .							
3 . . . . .							
Итого . . . . .							
<b>Всего</b>							



# АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Адгезия 145, 147  
Акт рассмотрения аварии 116  
Аппаратура вспомогательная для смазки 176  
— контрольно-предохранительная 69  
Базы ремонтные 206, 209—301, 311—313  
Беннеметр 60  
Ввод в эксплуатацию 74  
Ведомость дефектации 186  
— технологической операции 186  
— — осадки 186  
Виды технического состояния 123  
Вместимость маслостойкости 158, 159  
Восстановление 235, 269  
Время включенного состояния механизма 89  
— машинное 89  
— эквивалентное 89  
Гайковерт 29, 30  
Гарантийный срок наработки 83  
— — хранения 83  
— — эксплуатации 83  
Гарантия 231  
Гвоздодер 45  
Гибка труб 64  
Глубиномер 58  
Головки измерительные 59  
График локальный 14  
— монтажа 63  
— — линейный 13  
— — сетевой 13, 14  
— ПИР 189  
Группы хранения 324—329  
Демонтаж 215  
Дефект 123  
Дефектация 206, 209, 212, 213  
Дефектоскоп 53, 212  
Дефектоскопия 138  
Деформация 90, 92, 243, 244  
Диагностирование техническое 122  
Диагностический признак косвенный 123  
— — прямой 123  
Документация конструкторская 5  
— монтажно-наладочная 5  
Документы ремонтные 76, 83  
— технологические 185  
— — графические 185  
— — текстовые 185  
— эксплуатационные 76  
Дожкраты 21  
Донесение об отказе несрочное 116  
— — срочное 116  
Дроссели смазочные 178  
Жидкость индикаторная 140  
— очищающая 140  
— проникающая 140  
Жидкости рабочие для гидросистем 152, 156  
Журнал монтажа 5  
Замена масла в гидросистеме 69  
Запасные части 325, 326  
Затраты на эксплуатацию 279  
Зенкеры 51  
Зона долома 98, 99  
— усталостная 100  
Зубила 51  
Зубомеры 60  
Изделия крепежные 333—339  
Излом вязкий 90, 98, 101  
— усталостный 90, 99, 100  
— хрупкий 90, 98, 100, 101  
Измеритель работы 89  
Изнашивание абразивное 91  
— гидроабразивное 91  
— коррозионно-механическое 91  
— механическое 91  
— при заедании 91  
— при фреттинге 91  
Износ 91, 217, 235, 236, 271  
Индекс вязкости 144, 152  
— задир 145  
Индикаторы 58  
Инструкция по эксплуатации 76, 120  
Инструмент контрольно-измерительный 52  
— металлорежущий 47—52  
— механизированный 18  
— слесарно-монтажный 39—47  
Испытания приемочные 72, 73, 230—234  
Исследования металлографические 108



- фрактографические 108
- Карта монтажная 5
  - операционная 186
  - смазки 386
  - технологического процесса 186
  - химотологическая 144
- Канаты стальные 329, 348, 353, 354
- Качество ремонтов 198
- Квадрант 55
- Керперы 50
- Классы деталей 86
- Контроль разрушающий 138
  - акустический 138
  - вихрековый 139
  - капиллярный 138
  - люминесцентный 140
  - магнитный 138
  - оптический 139
  - радиационный 139
  - растровый 139
  - течестеканием 138
  - цветной дефектоскопии 139
  - электрический 138
  - производственный выходной 214
  - входной 214
  - процесса ремонта 214
- Кривление 92
- Коррозия 91, 102
- Коэффициент перерасчета 162
  - учитывающий режим работы 88
  - агрессивности и абразивные свойства рабочей среды 89
- Краны грузоподъемные 23—27
- Краски проявляющие 139
- Крепительные 48
- Кромкорезы 37
- Круглогубцы 46
- Кувалды 45
- Лебедки 17, 19, 20
- Ленты конвейерные 329, 361—363
- Ликвация 101
- Люминофоры 140
- Макроанализ 103
- Масла гидравлические 155
  - смазочные 143
- Мастерские передвижные ремонтные 209
- Материалы неметаллические 311—348
  - смазочные 143
- Машины маслозаправочные 208
  - ручные 19, 22, 28, 29, 31, 32
- Межцентровый 60
- Металлизация 250, 252, 253
- Метод критического пути 14
- Методы диагностики 138
  - магнитного контроля 138
- — магнитно-порошковый 138
- — магнитографический 138
- — феррозондовый 138
- Метчики 51
- Механизация работ ремонтных 203
  - складских 321, 322
- Микроанализ 103
- Микрометры 57
- Модернизация оборудования 190
- Мойка деталей 32, 216
- Монтаж 6, 8, 13, 60
  - ленточных конвейеров 63
  - механических лопат 61
  - отвалобразователей 63
  - постепенным наращиванием металлоконструкций 59
  - роторных комплексов 63
  - укрупненными блоками 59, 62
  - шагающих драглайнов 61
- Нагрузка сваривания 145
- Надфиль 49
- Наклеп 261, 265, 267
- Насильники 47
- Наплавка 235, 247, 249, 274
- Номенклатура нормативов 281, 283
- Норма расхода смазки индивидуальная 160, 162
- Нормальмер 60
- Норматив расхода смазочных материалов 182
- Нормативы монтажно-сборочные 273—277
  - ремонтные 281
  - эксплуатационные 247
- Нормы амортизационных отчислений 278
  - переработки грузов 326
- Нутромеры 58
- Область зарождения трещины 99
- Оборудование для заделки лент 206
  - — роляков 211
  - лаборатория 108, 109
  - металлообрабатывающее 10
  - монтажной площадки 10
- Освидетельствование техническое 122
- Осмотр наружный 61
- Оснащение монтажной площадки 8—10
  - ремонтной площадки 192
- Остатывание 255, 258, 259
- Острогубцы 46
- Отвертка 47, 49
- Отвес 53
- Отказ 85, 87, 90, 97, 116, 117
- Отчисления амортизационные 201, 202
- Очистка излома 98

Параметр объекта 123  
Пассажир 46  
Пенетрация 145  
Пилы 37  
Ипитатель дозирующий двухлинейный 176  
— импульсный смазочный 177  
Пляты поверочные 53  
Плоскость излома 100  
Площадка монтажная 6, 8  
Площадь цехов 316  
Повреждение 85, 90, 97  
Подготовка ремонта материальная 188  
— — организация 188  
— — техническая 188  
Подшипники 221, 350, 352, 353  
Показатель износа 145  
Покрытия 254, 257  
Полотка 90  
Полотна ножовочные 49  
Потери нефтепродуктов качественные 182  
— — количественные 182  
Приборы ручные для смазки 171  
Прицеп-тягеловоз 11  
Причины разрушения 110  
Пробойники 48, 50  
Проволока наплавочная 350  
Продолжительность монтажа 15  
— работ по палатке 16  
— ремонта 195—198  
Проект монтажной площадки 6, 8  
— организации работ 83  
— производства работ 5  
— — индивидуальный 13  
— ремонтного хозяйства 303  
Прокачиваемость смазки 145, 146  
Просечки 48  
  
Работа 14  
— полезная 88  
— фиктивная 15  
— — организационная 15  
— — технологическая 15  
— — условная 15  
Работы по диагностированию 142  
Радиус изгиба трубы 64  
Развертки 51  
Разрушение детали вязкое 90  
— — усталостное 90, 102  
— — хрупковязкое 99  
— — хрупкое 90  
Расконсервация 60  
Регулировка механизмов 230—234  
Результат диагностирования 122  
Ремонт 185, 189, 194, 235, 236  
— аварийный 190  
— агрегатный 192  
— агрегатно-узловой 194  
— заводской 191

— капитальный 189, 193, 195  
— необезличенный 191  
— неплановый 190  
— обезличенный 191  
— плановый 190  
— по календарному времени 191  
— полевой 191  
— по наработке 191  
— по техническому состоянию 191  
— поточный 192  
— поэтапный 192  
— средний 189, 201, 202  
— текущий 190, 193  
— — годовой 190  
— — ежемесячный 190  
— — квартальный 190  
— — полугодовой 190  
— узловой 194  
Ресурс 86, 193  
— технический 193  
— энергетический 88  
Руководства по ремонту 83  
  
Сборка гидросистем 66  
Сверла 51  
Система ППР 187  
— технического обслуживания и ремонта 187  
Система смазки густой 164  
— — заливная 157  
— — картерная 157  
— — циркуляционная 169  
Склады 319, 320  
Скобы измерительные 59  
Скорость развития трещины 100  
Смазка машин 143  
Смазки пластичные 143, 145  
Смазочные свойства 143  
Смазывание 143  
Смоли эпоксидные 259, 262  
Смятие 92  
Событие 14  
Сортамент металлов 336—341  
Состав объектов ремонтной базы 311—313  
Состояние объекта предельное 85  
— — работоспособное 85  
Средства механизации 203, 206  
Сроки хранения нормативные 325, 326  
Станции компрессорные 33  
Станция густой смазки 164, 167  
— смазочная 164  
Стоимость ремонта 198, 202  
Струбцины 46, 47  
Структура ремонтного цикла 195—197  
— ТО 121, 122  
Схемы генеральных планов 318  
  
Тали 17, 18

Техническое обслуживание 120  
— — ежесменное 120, 121  
— — еженедельное 120, 121  
— — ежемесячное 120, 121  
— — ежесуточное 120, 121  
Тиски 46, 47  
Травление глубокое 103, 104  
— поверхностное 103  
Трансформаторы 248  
Труборез 37  
Трудоемкость ремонтов 198, 199,  
201, 304—306, 311

Угломер 55  
Угольники 53  
Удельный расход масла 162  
— — пластичной смазки 160  
Указатели потока 178  
Уловители магнитные 166, 178  
Унификация ГСМ 141  
Упрочнение 261, 266  
Уровень 56  
Уровень мелкодисперсной 206  
Условия обязательной комплектно-  
сти 209  
Устройства гидравлические смазоч-  
ные 165—167  
— отключающие 367  
Ущерб от отказов 118, 119  
Физические величины объекта 123

Фильтр сетчатый 165, 177  
Финансирование ремонтов 201—203  
Фланцы 210—212  
Фокус кляма 98, 100, 102

Хранение 321—327  
Хромирование 251—256  
Хозяйство складское 319—321

Цель ТО 120  
Цепи 353, 355, 356  
Цикл ремонтный 187, 195—197  
— технического обслуживания 187  
Циркули разметочные 50

Чертилки 50  
Число перестраивки 145

Шабры 48  
Шажмеры 60  
Штангенинструмент 54

Шпильки 17  
Шуры 51

Эвольвентомеры 60  
Эксплуатация горного оборудования  
74, 277, 279  
— подконтрольная 84  
Электроды 237, 242, 243, 318  
Энергия разрушения критическая 85

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Глава 1. Монтаж и наладка оборудования . . . . .	5
Подготовка монтажно-наладочных работ : . . . . .	5
Монтажно-наладочная документация . . . . .	5
Организация монтажных площадок и полигонов . . . . .	6
Транспортирование оборудования . . . . .	12
Графики монтажа . . . . .	13
Обеспечение монтажно-наладочных работ . . . . .	16
Грузоподъемные механизмы . . . . .	16
Механизованный инструмент . . . . .	18
Слесарно-монтажный и металлорежущий инструмент . . . . .	30
Контрольно-измерительные приборы и инструменты . . . . .	52
Технология монтажных работ . . . . .	56
Монтаж одноковшовых экскаваторов . . . . .	60
Монтаж экскавационно-транспортных машин непрерывного действия . . . . .	62
Монтаж комплексов машин . . . . .	63
Технология пусконаладочных работ . . . . .	64
Монтаж и наладка гидросистем . . . . .	64
Монтаж и наладка пневмосистем . . . . .	69
Испытания машин и комплексов . . . . .	70
Глава 2. Эксплуатация оборудования . . . . .	74
Ввод в эксплуатацию . . . . .	74
Анализ и установление причин разрушения деталей оборудования . . . . .	84
Типизация деталей . . . . .	84
Виды разрушения деталей . . . . .	90
Анализ разрушенной поверхности детали . . . . .	92
Методы анализа разрушенных поверхностей . . . . .	102
Возможные конструктивные и технологические причины разрушения деталей . . . . .	110
Правила оформления заключения о характере и предполагаемой причине разрушения детали . . . . .	116
Техническое обслуживание оборудования . . . . .	120
Техническое диагностирование . . . . .	122
Организация диагностики оборудования . . . . .	141
Глава 3. Смазка оборудования . . . . .	143
Смазочные материалы . . . . .	143
Смазочные масла . . . . .	144
Пластичные смазки . . . . .	145
Рабочие жидкости для гидросистем . . . . .	152
Смазка узлов и механизмов . . . . .	155
Смазка механизмов при низких температурах . . . . .	155
Технические средства для смазки оборудования . . . . .	164
Системы густой смазки . . . . .	164
Системы циркуляционной смазки . . . . .	169
Ручные приборы для смазки . . . . .	171



## СПРАВОЧНИК СПЕЦИАЛИСТА

Иван Корнеевич Буйный, Алексей Павлович Горовой,  
Валентин Николаевич Ефимов и др.

## СПРАВОЧНИК МЕХАНИКА ОТКРЫТЫХ РАБОТ. МОНТАЖ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ

Под общей редакцией *М. И. Шадова*

Редактор издательства *И. В. Полянцева*  
Технический редактор *О. А. Колотвина*  
Корректоры *Л. В. Зайцева, Е. В. Наумова*

ИБ № 5248

---

Сдано в набор 23.12.86. Подписано в печать 30.01.87. Т-09154. Формат 60×90/16.  
Бумага типографская № 1. Гарнитура Литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 25,0.  
Усл. вкр-отг. 25,0. Уч.-изд. л. 26,76. Тираж 8430 экз. Заказ № 3261/197-6. Цена  
1 р. 90 к.

---

Орден «Знак Почета» издательство «Недра»,  
125047, Москва, пл. Белорусского вокзала, 3.

Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского  
объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при  
Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной тор-  
говли. 191126. Ленинград, Социалистическая ул., 14.

**ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ**  
**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ИЕДРА»**  
**ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ И ВЫЙДУТ В СВЕТ**  
**НОВЫЕ КНИГИ**

**БЕСЦЕННЫЕ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ.**

СЕМЕНОВ Ю. И., ЛУКШЕПКО В. Г., ГЕЛ-  
ЛЕР Б. М. и др.  
12 л. 65 к.

Описаны отечественные и зарубежные конструкции бесценных систем подачи — БСП (реечно-цепных, цепочно-реечных, зубчато-реечных и домкратных) и их допозитители. Отражено влияние жесткости тягового звена на работу очистных комбайнов. Обоснован выбор наиболее перспективных конструкций БСП. Изложены принципы проектирования БСП. Наибольшее внимание уделено конструктивным решениям современных отечественных комбайнов с БСП, вопросам охраны труда при их работе, опыту эксплуатации в различных горно-геологических условиях угольных бассейнов страны и перспективам совершенствования. Обоснована экономическая эффективность и социальная важность применения бесценных систем подачи.

Для инженерно-технических работников угольной промышленности.

План 1988 г., № 201

**ЗАЛИЩУК А. А.**

**ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ КАРЬЕРОВ И РАЗРЕЗОВ.**

8 л. 40 к.

Изложены организационные и технические мероприятия, выполняемые в депо горных предприятий с целью сокращения расхода электроэнергии; раскрыты источники потерь при транспортировке горной массы и описаны факторы, от которых зависит экономия электроэнергии. Даны рекомендации по выбору рациональных режимов вождения локомотивосоставов в карьерах и на разрезах. Рассмотрены вопросы модернизации электровозов, используемых для обслуживания грузовых фронтов. Показаны пути снижения затрат электроэнергии на ремонт электроподвижного состава в депо и сокращения ее потерь за счет улучшения технического состояния локомотивов.

Для рабочих электровозных депо, ремонтного персонала, диспетчеров и дежурных по станциям; может быть полезна инженерно-техническим работникам депо.

План 1988 г., № 158

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ СТАЦИОНАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

БИРЮКОВ В. М., КАРТАВЫП И. Г., МАТВЕЕВ В. И., ПРИСТРОМ В. А.

20 л.— (1-ка электромеханика шахты). 1 р. 30 к.

Изложены основные положения планового-предупредительного ремонта стационарных установок угольных шахт. Даны технические характеристики оборудования шахтного подъема, вентиляторов главного проветривания, стационарных компрессорных установок и насосов главного водоотлива. Описано содержание технологических операций технического обслуживания и ремонта этого оборудования. Большое внимание уделено методам диагностики стационарных машин — вибродиагностике, ультразвуковому, магнитному и капиллярному.

Для инженерно-технических работников предприятий угольной промышленности, занятых эксплуатацией и ремонтом стационарного оборудования угольных шахт, а также высококвалифицированных рабочих шахт и наладочных организаций.

ФЕДОРОВ М. М., ФЕДОРОВ Е. М.

## ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОХОДКИ СТВОЛОВ.

16 л. 80 к.

Даны рекомендации по безопасной эксплуатации и предотвращению жесткой посадки, переподъема и набегания сосуда на канат во время предохранительного торможения, а также анализ кинематики и динамики проходческих подъемных установок. Приведены режим работы, расчет и выбор подъемных установок в зависимости от условий работы в период эксплуатации шахты. Рассмотрен новый подход к расчету производительности и мощности двигателя машины и тепловому расчету роторных сопротивлений. Обоснован выбор массы конечного груза с учетом характеристики подъемной машины и режимов предохранительного торможения. Освещены перспективы развития проходческого подъема. Для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием и эксплуатацией подъемных установок.

*Интересующие Вас книги можно приобрести или заказать в магазинах книготорга, распространяющих научно-техническую литературу, и в магазинах — опорных пунктах издательства «Недра», адреса которых приведены в аннотированном плане выпуска, а также через отделы «Книга — почтой» магазинов:*

*№ 115 — 117334, Москва, Ленинский проспект, 40. Дом научно-технической книги;*

*№ 17 — 199178, Ленинград, В. О., Средний проспект, 61.*

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»



