

Министерство образования и науки Республики Казахстан
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Д. Серикбаева

О. С. Речицкая

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

**МОНТАЖ и ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

Для специальности 050724 - Технологические машины и оборудование

Усть-Каменогорск
2009

СОДЕРЖАНИЕ

1	Монтаж горных машин и оборудования	
1.1	Монтаж очистных механизированных комплексов	
1.2	Монтаж проходческих щитов	4
		4
2	Техническая диагностика горных машин и оборудования	31
2.1	Система диагностирования, диагностические признаки и методы диагностирования	42
2.2	Общая характеристика технических средств и диагностики.	
	Анализ диагностического сигнала	44
2.3	Диагностирование гидропривода	
2.4	Диагностирование механических передач	50
2.5	Виброакустическая диагностика горных машин	59
		71
3	Обеспечение безопасности в процессе эксплуатации горного оборудования	74
3.1	Основные меры безопасности при эксплуатации подземного оборудования	94
3.2	Основные факторы и причины производственного травматизма, их анализ и меры по устранению	95
3.3	Вибрация и шум.	
3.4	Средства защиты	99
		106
	Список литературы	111
		115

При выполнении монтажно-демонтажных работ выбор технологической схемы и средств монтажа, путей, способов и средств доставки оборудования определяется целым рядом горнотехнических и производственно-технических факторов.

Опыт монтажно-демонтажных работ на угольных шахтах показывает, что в среднем продолжительность монтажа или демонтажа механизированного комплекса колеблется от одной-двух недель до одного-полутора месяцев, при этом трудоемкость монтажно-демонтажных работ по производственным объединениям требуют их централизации путем создания при них специализированных управлений по демонтажу, монтажу и наладке оборудования. Это позволяет обеспечить необходимую техническую оснащенность процессов, применять отработанные схемы и ритмичные графики монтажа при осуществлении работ высококвалифицированными рабочими и инженерно-техническими работниками. Все это совместно с высоким качеством централизованной подготовки оборудования к монтажу позволяет сократить сроки и трудоемкость монтажных работ при существенном повышении их качества.

1.1 Монтаж очистных механизированных комплексов

Организация и технологическое обеспечение монтажных работ.

Организация работ по монтажу оборудования включает следующие этапы:

- комплектование и опробование оборудования на поверхности;
- подготовка монтажной камеры;

- погрузка на поверхности, доставка в шахту и установка монтажных технических средств;
- погрузка на поверхности, доставка в шахту монтируемого оборудования комплекса;
- монтаж оборудования комплекса;
- доставка и монтаж оборудования энергоснабжения, аппаратуры управления и связи, освещения и др.;
- демонтаж монтажных технических средств и доставка их на поверхность;
- наладка, регулировка и опробование оборудования комплекса без нагрузки;

- приемка комиссией смонтированного оборудования;
- вывод очистного и проходческого оборудования из монтажной камеры и его опробование под нагрузкой.

Основным документом для выполнения работ является оргтехпроект монтажа (демонтажа) оборудования комплекса. При подрядном способе шахта за 15 дней до начала работ передает исходные данные для разработки оргтехпроекта:

- паспорт крепления монтажной камеры с выкипировкой из плана горных работ участка и схемой вентиляции;
- схему расположения монтируемого оборудования;
- краткую характеристику выработок, в которых будут проводиться работы.

Оргтехпроект составляется подрядчиком или шахтой с учетом требований инструкции по монтажу и демонтажу очистных механизированных комплексов и других нормативных документов.

Оргтехпроект состоит из пояснительной записки, технологического графика производства работ, графической части проекта и мероприятий по технике безопасности.

В пояснительной записке дается краткая характеристика производства работ, состав и количество монтируемого оборудования, описание средств механизации основных и вспомогательных работ, их наименование, название, техническая характеристика, количество, средства транспортирования, способ и средства строповки, погрузки, разгрузки, доставки в камеру, разворота, монтажа и демонтажа основных элементов, узлов и машин комплекса.

Технологический график производства работ включает сетевой или ленточный график работ по основным операциям, данные по профессиональному и численному составу исполнителей, график поступления оборудования на монтаж. Графическая часть проекта содержит: общую технологическую схему монтажа в камере с расстановкой средств механизации монтажных работ и схемы выполнения наиболее важных операций по доставке и монтажу оборудования. На схеме указываются средства связи, сигнализации и освещения.

Оргтехпроект утверждается руководством шахты.

На сроки и качество монтажных работ значительное влияние оказывает их технологическое и техническое обеспечение, которое включает выбор рациональных вариантов комплектации оборудования; способы и средства спуска оборудования по стволам; схему и средства транспортирования по горным выработкам, обеспечение средствами механизации погрузочно-разгрузочных, доставочных и монтажных работ; подготовку монтажной камеры, приемочной и комплекточной площадок.

Монтажные камеры проводятся как правило проходческими комбайнами типа ГПК или буровзрывным способом. Паспорт крепления разрабатывается шахтой в соответствии действующими в бассейне и ПО паспортами с учетом конструктивных особенностей крепи и средств доставки оборудования.

Размеры монтажных камер в свету в метрах для различных типов комплексов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Размеры монтажных камер в свету в метрах

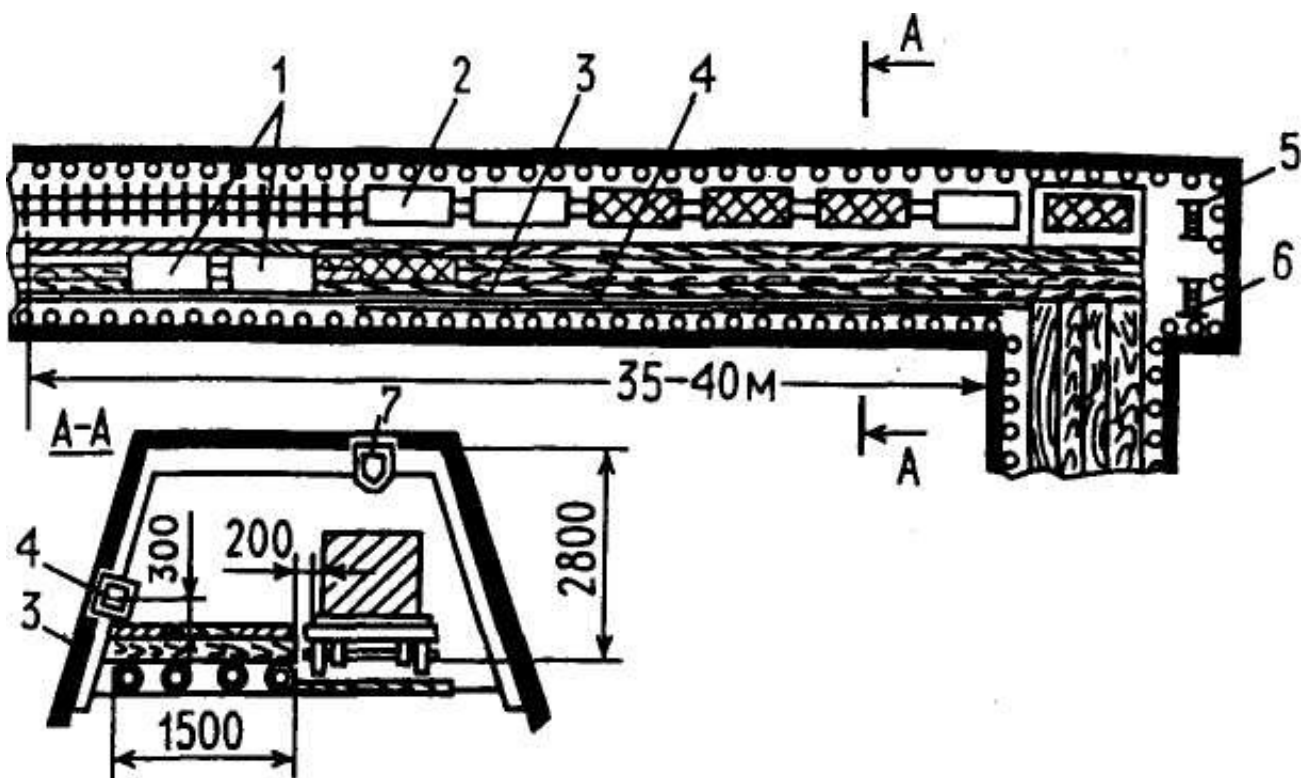
Тип комплекса	Ширина, м		Высота, м
	по верху	по низу	
"Донбасс", 1КМ97Д	3,6	4	0,7-1,2
КМ-87, КМ-88	3,6	4	1,1-1,8
1МКМ, 2МКЭ	3,6	4,5	1,4-2,2
ОКП, 2ОКП	3,6	4,6	1,9-2,5
ОКП 70	4	4,6	2,5-3,0
КМ 81Э	4	5	2,8
КМ 130	4,6-5,0	5,1-6,1	3-8,4
2КГД	4	4	0,7-1,2
АЩ, АНЩ	5	5	1,2-2,2

После подготовки монтажной камеры устраивают приемную и комплектовочную площадки.

Приемная площадка представляет собой пункт разгрузки и расположения по крайней мере односменного запаса оборудования под монтаж, а также перегрузки оборудования на другие доставочные средства, обмена транспортных средств и хранения мелких деталей комплекса, резервного монтажного оснащения (рисунке 1). Приемная площадка выбирается на пути электровозной доставки у сопряжения с безрельсовой выработкой, ведущей к монтажной камере. В однопутной тупиковой выработке рельсовый путь смещается от оси выработки так, чтобы оставалось место для устройства разгрузочного полка шириной 1,5 и длиной 35-40 м.

Высота выработки на приемной площадке должна обеспечивать возможность установки технических средств механизации работ.

При деревянной крепи выработки на всю длину приемной площадки необходимо проложить (по стойкам крепи) опорную балку 4, состоящую из 4-метровых отрезков спец. профиля, на которые устанавливаются отводные блоки стягивающей лебедки. При металлической крепи блоки крепят за ее элементы без применения опорных балок. Опорную балку устанавливают на высоте 0,3-0,4 м от полка, чтобы при стягивании не происходило опрокидывания груза с площадки.



1 - контейнер для инструмента и монтажных приспособлений, 2 - шахтная платформа, 3 - деревянный настил, 4 - опорная балка, 5 - лебедка ЛПК 1 ОБ, 6 - лебедка ЛВД2, 7 - балка для крепления отводного блока.

Рисунок 1 - Приемная площадка.

Для механизации разгрузки оборудования с вагонов необходимо также установить балку 7 крепления отводного блока длиной 4-8 м.

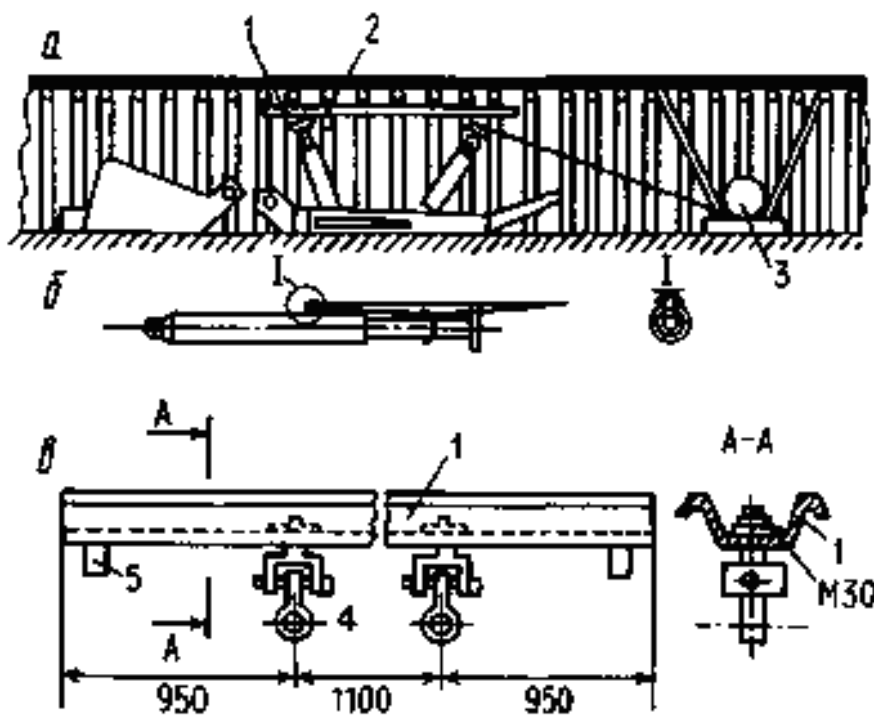
Уровень полка должен соответствовать высоте шахтной платформы, а зазор между полком и площадкой должен быть таким, чтобы свободно заходили площадки при возможном их перекосе или доставке негабаритного груза. Этот зазор практически составляет 200-300 мм.

Приемная площадка должна быть освещена, оборудуется телефонной связью с диспетчером внутришахтного транспорта, а также местной громкоговорящей, телефонной связью с монтажной камерой.

На приемной площадке устанавливают лебедки ЛПК10Б для разгрузки оборудования и вагонов и тяжелых деталей комбайна и ЛВДВ2 для разгрузки оборудования методом стягивания с платформ.

В соответствии с графиком поставки оборудования под монтаж машинист электровоза перед началом смены ставит груженые платформы на приемную площадку в необходимом количестве, соблюдая технологический порядок.

Комплектовочная площадка - место сборки секции крепи (рисунок 2а). Ее устраивают на расстоянии 5-10 м от сопряжения монтажной камеры со штреком. На комплектовочную площадку поступает оборудование с приемной площадки.



1 - подвесная балка, 2 - блок, 3 - лебедка, 4 - вертлюг, 5 - уборный кронштейн

Рисунок 2 - Площадка для комплектовки и сборки секций крепи

Высота выработки в месте сборки секций должна быть не менее 2,5 м. Крепь выработки не может быть деформированной. Вблизи площадки устанавливают лебедку. К верхнякам крепи в трех местах крепится балка из спецпрофиля длиной 3 м с двумя вращающимися вертлюгами 4 (рисунок 2в), в качестве которых используют прицепные устройства шахтных 1-тонных вагонеток. На вертлюги подвешивают блоки (рисунок 2б), за которые заводят

специальные стропы из каната диаметром 15 мм, длиной 8-10 м с петлями. Стропы постоянно находятся на блоках, чем исключается перецепка каната лебедки с блока на блок в процессе сборки одной секции.

Рядом с комплектовочной площадкой располагают два контейнера с высоконапорными рукавами, крепежными деталями, пружинами и другими деталями комплекса, благодаря чему обеспечивают бесперебойность монтажных работ.

Как правило, доставка оборудования в монтажную камеру и его перемещение по камере производится с помощью лебедок типа 1ВДВ2 и ЛКП10Б.

Наиболее рациональные схемы размещения лебедок в монтажной камере представлены на рисунок 3.

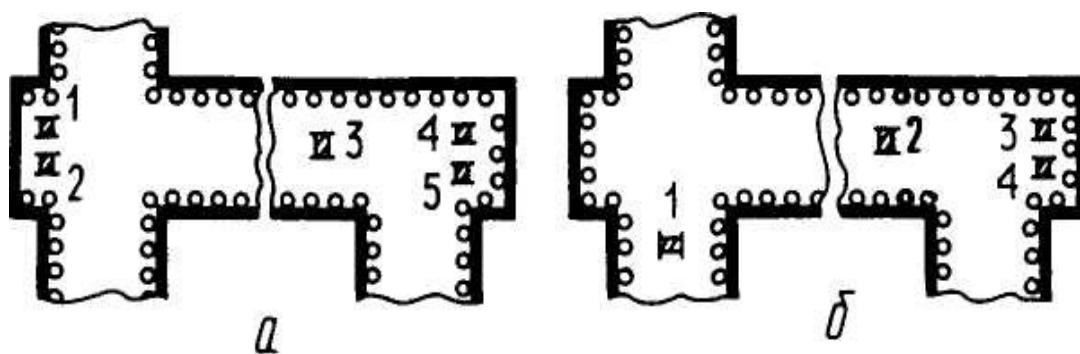


Рисунок 3 - Рациональные схемы расстановки монтажных лебедок в камере

Лебедка 1 (рисунок 3а) устанавливается в нише по ходу доставки оборудования и предназначена для монтажа забойного конвейера, комбайна, крепи сопряжения и привода. Лебедка 2 служит для доставки оборудования по камере и выдачи порожней волокуши из камеры. Лебедка 3 - для разворота и доставки в камеру собранных секций крепи. Лебедка 4, расположенная в нише со стороны начала монтажа, обеспечивает сборку крепи сопряжения, нижнего привода и подтягивания собранных секций к монтажному крану или месту

установки. Лебедка 5 служит для доставки оборудования энергопоезда, крепи сопряжения, забойного конвейера, деталей и узлов комплекса или в волокушах или по настилу.

На схеме (рисунок 3б) представлено рациональное размещение лебедок при монтаже комплексов типа ОКП, у которых рамы забойного конвейера монтируются совместно с секциями крепи.

Для питания двигателей лебедок удобно использовать смонтированные на специальной раме салазках передвижной распределительный щит, включающей автоматический выключатель АФВ-2, два пускателя ПМВИР-41, шину заземления, средства пожаротушения, ящики для инструмента и запчастей.

Приведенные схемы расстановки монтажных лебедок обеспечивают доставку оборудования одновременно по забойной и завальной сторонам монтажной камеры, механизацию трудоемких процессов по монтажу крепей сопряжения, линейных секций и бортов кабелеукладчиков забойного конвейера, а также в максимально возможной степени позволяют совместить работы по доставке оборудования забойного конвейера и секций крепи, тем самым обеспечивая бесперебойную, ежесменную поставку под монтаж более десяти собранных секций.

На рисунке 4 представлена схема перемещения секции крепи в монтажной камере.

Средства механизации монтажных работ.

Набор средств доставки и механизации монтажных работ определяется типом очистного комплекса и технологической схемой его монтажа.

Существуют четыре типовые группы комплексов и соответствующие им рекомендуемые средства доставки и монтажа.

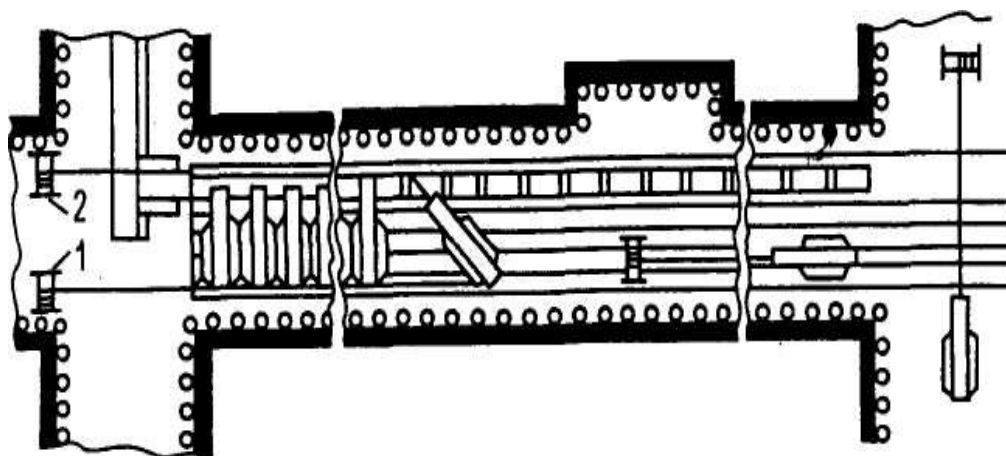


Рисунок 4 - Схема перемещения и установки секции крепи в монтажной камере

I группа - механизированные комплексы с крепями поддерживающего типа для пологих пластов мощностью до 2 м ("Донбасс", КМК97, КМ87 и др.).

Секции механизированной крепи комплексов I группы могут быть погружены на поверхности шахты на платформы в собранном виде и доставлены к монтажной камере, где их перегружают на аккумулярующий рольганг штрека, с которого по уголковым направляющим с помощью лебедки или цепи конвейера доставляют к месту установки. При демонтаже транспортирование секций крепи в собранном виде производят в обратном направлении.

II группа - механизированные комплексы с крепями оградительно-поддерживающего и поддерживающее оградительного типа для пологих пластов мощностью более 2 м (МКЭ, ОКП, КТУ и др.). Секции механизированной крепи комплексов II группы грузятся на платформы в разобранном виде. Стойки и верхние перекрытия укладывают на основание и по рельсовому пути доставляют прямо в монтажную камеру.

III группа - механизированные комплексы с крепями поддерживающего типа для пологих пластов мощностью 2,2-3,2 м (КМ130 и др.). Секции механизированной крепи комплексов III группы занимают

промежуточное положение между первыми двумя: до монтажной камеры доставляются по схеме II группы, а в монтажной камере до места установки по схеме I группы, но без уголковых направляющих.

IV группа - механизированные комплексы с крепями поддерживающего типа крутых пластов мощностью до 1,5 м (КГД и др.) Секции механизированной крепи комплексов этой группы доставляют к монтажной камере по схеме I группы, а в месту доставки без направляющих под действием собственного веса с помощью предохранительных лебедок.

Рекомендуемый перечень оборудования, применяемого в монтажных камерах в соответствии с группой комплекса приведен в таблице 2.

В таблице 3 даны рекомендации по средствам механизации погрузочно-разгрузочного и доставочного оборудования.

Строповку оборудования при погрузочно-разгрузочных работах необходимо проводить тщательно и в соответствии с типовыми схемами. Допустимая нагрузка на строп в зависимости от вида строповки и диаметра каната приведена в таблице 4.

Таблица 2 - Рекомендуемый перечень оборудования

Группа	Тип оборудования
I	Рольганг уголковые направляющие, лебедки типов МЭП, ЛПК, ЛВД и ЛУ. блоки, ручные тали грузоподъемностью 30 кН, тягачи Т0С1 и ТП1, домкраты Д1, ДУВ, ДМ и ДГЛ7.
II	Рельсовый путь, монтажно-демонтажные станки типа МС и МСД. Ручные тали грузоподъемностью 30 кН. блоки, тягачи ЛП7ГДЛ7, лебедки типов МЭЛ, ЛПК, ЛВД и ЛУ, канаты, счалки, стойки ЕГК
III	Рольганг, монтажная рама, монтажный гидроподъемник, лебедки типов ЛПК, ЛВД и ЛУ, блоки, ручные тали грузоподъемностью 30 кН, канаты, счалки, стойки ВК
IV	Лебедки типов МЭЛ, ЛПК, ЛВД и ЛУ канаты, счалки, ручные тали грузоподъемностью 30 кН

Таблица 3 - Рекомендации по средствам механизации погрузочно-разгрузочного и доставочного оборудования

Назначение	Тип оборудования
Погрузочно-разгрузочные работы на поверхности шахты	Автокран грузоподъемностью не менее 50 кН, козловой кран, электрический тельфер грузоподъемностью не менее 50 кН
Доставка оборудования	Автотранспорт, трактор, электровоз
Доставки оборудования по горным выработкам	Электровоз, грузовые платформы типа ПТК, платформы из вагонеток типа ВЛ, вагонетки

Грузовая платформа ПТК с закрепленной секцией М87 представлена на рисунке 5.

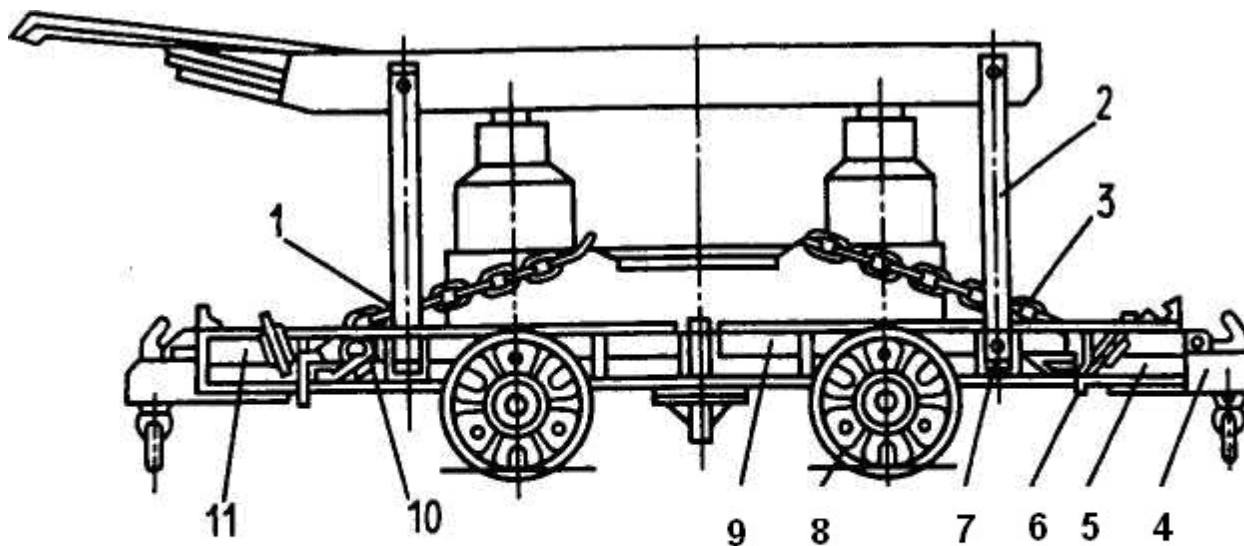


Рисунок 5 - Платформа ПТК







При отсутствии дорог составные части оборудования ОМК можно доставлять с помощью волокуш или волоком по почве, используя тяговые лебедки. Волокуши делают из листовой стали 20 толщиной 15-20 мм. Размеры

волокуш: длина до 2,8 м, ширина до 1,4 м. Тип лебедки выбирают по требуемому тяговому усилию и месту, по которому происходит доставка оборудования ОМК. Можно рекомендовать типы лебедок: при доставке оборудования по бремсбергам и уклонам - Б Л-1200/1030 с тяговым усилием $F=25$ кН и ЛГЛ-1600/1230 (40 кН); при доставке по выработкам, пролегающим к монтажным камерам - лебедки БГ-800 (12 кН), ЛВД34 (12,5 кН), в монтажных камерах - ЛГКН (100 кН) ЛПГ-102 (130 кН).

В монтажных камерах, особенно при слабой почве, целесообразно применять уголкового направляющие с шириной колен 700 и 900 мм.

При монтажно-демонтажных работах в лаве, на штреке или в монтажной камере часто приходится применять различные блоки, электрические и гидравлические подъемники, ручные лебедки. Конструктивные размеры монтажных блоков должны соответствовать массе поднимаемого груза.

Таблица 4 - Допустимая нагрузка на строп

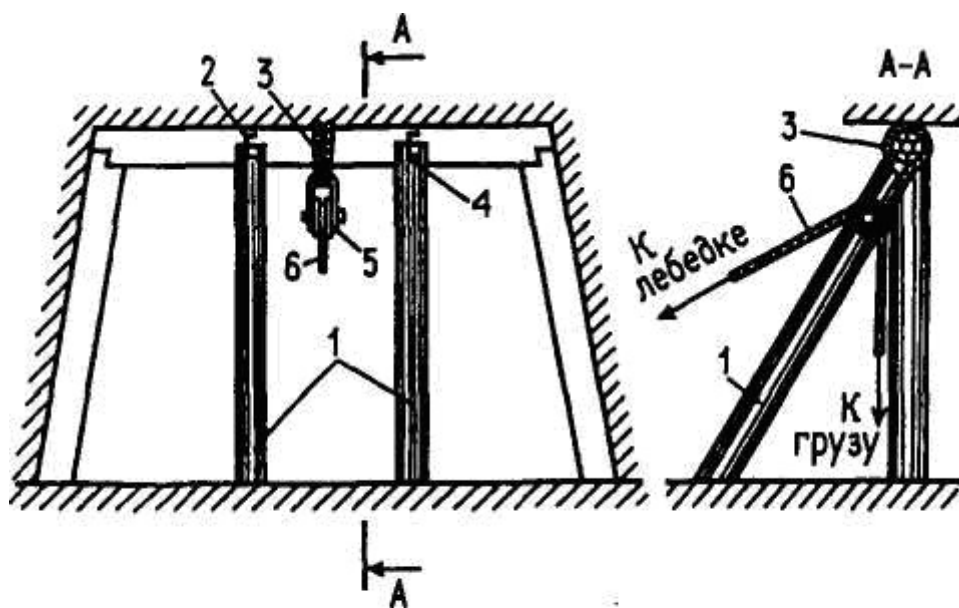
Диаметр каната, мм	Разрывное усилие каната, кН	Допустимая нагрузка на строп, кН						
		 $\alpha=0^\circ$ $n=1$	 $\alpha=30^\circ$ $n=2$	 $\alpha=45^\circ$ $n=2$	 $\alpha=60^\circ$ $n=2$	 $\alpha=30^\circ$ $n=4$	 $\alpha=45^\circ$ $n=4$	 $\alpha=60^\circ$ $n=4$
11,5	57,5	9,5	16,6	13,5	9,5	33,2	27	19
13,5	82,4	13,7	23,3	19,3	13,7	47,6	38,6	27,4
15	112	18,6	32,4	26,3	18,6	64,8	52,6	37,2
18	146,5	24,4	42,4	34,4	24,4	84,8	68,8	48,8
20	185,5	30,9	53,8	43,59	30,9	107,6	87	61,8

Применяются различные схемы подвески блоков. Подвеска блока на верхняк из дерева (рисунок б) может осуществляться комбинированной цепью $d=23$ мм с шагом $t=84$ мм и соединительным звеном ЭС2300Г. При подвеске монтажного блока на верхняк из спецпрофиля необходимо верхняк "связать" расстрелами с двумя соседними верхняками с каждой стороны. Блок может

подвешиваться калиброванной круглозвенной цепью с соединительным звеном ЭС2300Г. Если блок используется для подъема груза массой более 3 т, необходимо ставить две упорные стойки $d = 180$ мм в направлении биссектрисы угла между канатами.

Наиболее трудоемкими при монтаже комплексов типа М81, М130, ОКП, М142 и др. являются работы по монтажу секции, которые доставляются в камеру в разобранном виде.

При монтаже и демонтаже секций крепи М81ЭиМ130 применяется монтажный станок М130 (рисунок 7). Максимальный вылет стрелы у станка 4140 мм; ход раздвижения стрелы 1260 мм; грузоподъемность 9 т; масса станка с гидрооборудованием 7 т; габариты станка (длина, ширина, высота) 5980х2030х1210 мм.



1 - упорная стойка, $\phi 180$ мм, 2 - скоба строительная $\phi 12$ мм, 3 - кольцевой строп, 4 - ось блока, 5 - блок грузоподъемностью 5 т, 6 - канат стальной

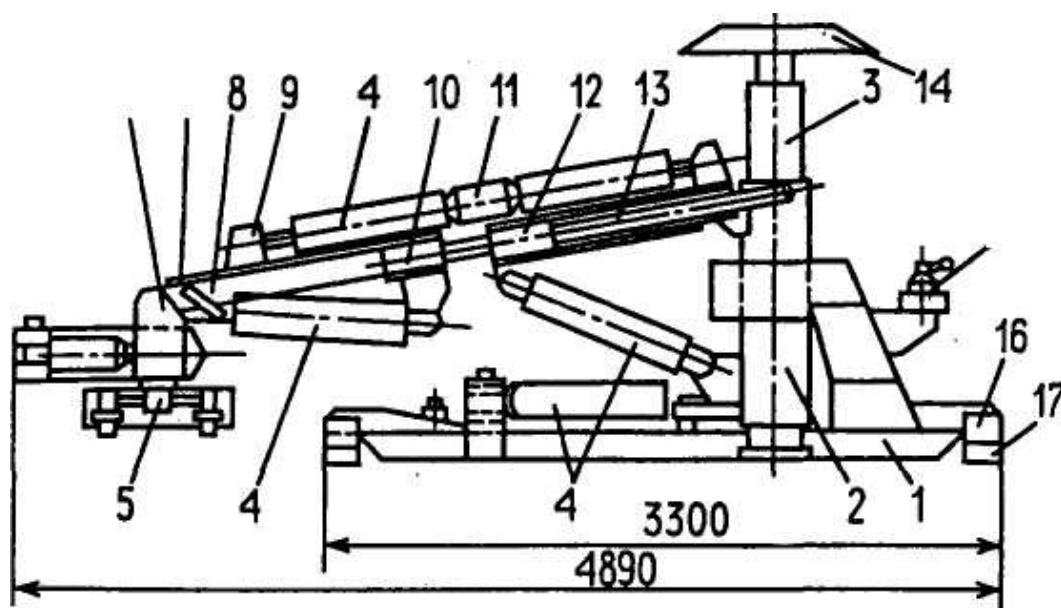
Рисунок 6 - Схема подвеска монтажного блока на деревянный верхняк

Станок представляет собой гидромеханический манипулятор, позволяющий поднять находящуюся на почве или на доставочной шахтной тележке перевернутую секцию, перевернуть ее, повернуть в ряд с

устанавливаемыми, продвинуть вдоль лавы, установить в необходимое положение и распереть к кровле на время подключения ее к гидроприводу. Монтажный станок используется также при демонтаже крепи, когда операции производятся в обратном порядке.

Станок включает в себя основание 1, колонну 2, гидростойку 3, домкраты 4, прицепное устройство 5, стрелу 10, центральную стрелу 12, верхнюю опору 14, гидромагистраль, захваты 17.

Завод-изготовитель станка изготавливает и поставляет только его металлоконструкцию. Все гидрооборудование (домкраты, гидростойки, распределители, рукава и т.д.), необходимое для сборки станка, заимствовано из комплекта запасных частей крепи и после монтажа используется по назначению. Гидропривод станка осуществляется от насосной станции.



- I - основание, 2 - колонна, 3 - гидростойка, 4 - домкрат, 5 - прицепное устройство, 6 - палец, 7-8 - рычаги, 9 - опора, 10 - концевая стрела,
 II - муфта, 12 - центральная стрела, 13 - скалка. 14 - верхняя опора, 15 - пульт управления, 16 - болт М30х150, 17- захват

Рисунок 7 - Монтажный станок М130

При недостаточно устойчивой кровле в монтажной камере, на основание

станка можно установить дополнительную гидростойку со стороны стенки монтажной камеры. В этом случае вместо опоры 14 используется специальное перекрытие на две стойки. Станок перемещают удерживающей лебедкой при одновременном отталкивании стрелы станка от смонтированной секции.

Определение продолжительности монтажа оборудования.

Продолжительность монтажа (демонтажа)* оборудования определяется в соответствии с временными нормативами продолжительности монтажа. Продолжительность монтажа исчисляется от комплектования и опробования оборудования на поверхности до опробования комплекса без нагрузки, при этом началом времени монтажных работ является день приемки монтажной камеры.

Перед началом монтажных работ состояние горных выработок должно соответствовать проекту вскрытия и подготовки выемочного участка, подлежащего вводу в эксплуатацию.

Нормативная общая продолжительность монтажа оборудования участка $T_{мо}$, сут, определяется суммой времени продолжительности монтажа оборудования участка $T_{му}$ и вводу участка в эксплуатацию $T_{в}$:

$$T_{мо} = T_{му} + T_{в} \quad (1)$$

Продолжительность монтажа оборудования участка определяется продолжительностью монтажа оборудования очистного забоя $T_{моз}$ и монтажа оборудования в прилегающих выработках $T_{мв}$

$$T_{му} = T_{моз} + T_{мв} \quad (2)$$

Продолжительность монтажа оборудования очистного забоя определяется через базовое значение норматива с его корректировкой на изменение горно-геологических и горнотехнических условий производства и

режима ведения работ на данном участке.

При монтаже на пластах с углами падения до 35°C $T_{\text{моз}}$, сут определяется по формуле:

$$T_{\text{моз}} = [T_{\text{мб}} + t_{\text{л}}(\pm \Delta l_{\text{л}})]\kappa_1 \times \kappa_2 + T_{\text{ин}} \quad (3)$$

где $T_{\text{мб}}$ - базовое значение норматива, принимаемое по таблице 5, сут.;

$t_{\text{л}}$ - удельная коррекция базового значения норматива по длине лавы, принимаемая по таблице 5, сут/м;

$\pm \Delta l_{\text{л}}$ - увеличение или уменьшение длины лавы от базового варианта $l_{\text{лб}}$, заданного в таблице 5, м;

κ_1 - коэффициент усложнения горно-геологических и горно-технических факторов, определяется по данным таблице 6;

κ_2 - коэффициент режима ведения работ, принимаемый по таблице 7;

$T_{\text{ин}}$ - нормативная продолжительность испытания оборудования на холостом ходу и время на прием участка комиссией, $T_{\text{ин}} = 2$ сут.

Продолжительность монтажа оборудования в прилегающих выработках в выражении 2 определяется по формуле, в сут:

$$T_{\text{мв}} = [10 + 0,01(\pm \Delta l_{\text{ст}})]\kappa_1 \times \kappa_2 + 2 \quad (4)$$

где 10 - нормативная продолжительность монтажа оборудования участковой транспортной выработки при базовой ее длине 1000 м, сут.;

0,01 - удельная коррекция базового норматива при изменении длины выработки, сут/м;

$\pm \Delta l_{\text{ст}}$ - увеличение или уменьшение длины выработки, столба, м.

Таблица 5 - Нормативы продолжительности монтажа, демонтажа оборудования добычных комплексно-механизированных лав

Тип комплекса	Базовая длина очистного забоя, м. <i>лб</i>	Монтаж оборудования лавы		Демонтаж оборудования лавы	
		базовый норматив	поправка на 1 м	базовый норматив	поправка норматива
		продолжитель-	норматива длины	продолжительности,	на 1 м длины забоя,
		ности, сут.	забоя сут/м	сут.	сут/м
		<i>Тмб</i>	<i>t_д</i>	<i>Тмб</i>	<i>t_д</i>
1КМК97Д (комбайновый)	150	17	0,1	18	0,09
КМК-98, КМК-97М	150	18	0,08	19	0,07
"Донбасс", "Донбасс-М"	150	16	0,11	17	0,1
КШКС(СО75, СН75, УСВ)	200	22	0,1	23	0,09
К1МКС(IVСБ67, VСБ67М)	200	20	0,1	21	0,09
1КМ-97Д(СО75, СН75)	200	20	0,08	21	0,07
1ЕМ-97Д (УСБ67, УСТ-2А, УСТ-2М)	200	18	0,08	19	0,07
"Вестфалия Люнен"	150	18	0,11	19	0,1
КМ-87Э	170	18	0,08	19	0,07
КМ-87П, КМ-87УМП	170	20	0,1	21	0,08
КМ-87ДН, КМ-87, ДНПС	150	19	0,08	20	0,07
КМ-88(КМ-87УМА)	170	20	0,1	21	0,09
МК75, 2МКЭ, 1МКМ	100	18	0,07	19	0,06
КМ81	120	18	0,1	19	0,08
ОКП	100	18	0,07	19	0,06
ОКП-70	100	21	0,1	23	0,07
КМ-130	100	27	0,15	28	0,09

Продолжительность ввода участка в эксплуатацию, сут., принимается равным по формуле, в сут:

$$T_6 = T_{66} \times \kappa_3 \quad (5)$$

где T_{66} - базовые норматив ввода участка в эксплуатацию, сут., принимается $T_{66} = 6$ сут.;

κ_3 - коэффициент режима ведения работ при вводе оборудования в эксплуатацию, принимается по таблице 7.

При расчете продолжительности демонтажа оборудования естественно не учитывается нормативная продолжительность испытания оборудования и приемки участка $T_{ин}$.

При демонтаже оборудования участков на пластах с углами падения до 35°C при столбовых системах разработки продолжительность демонтажа участка $T_{д.у}$ принимается равной продолжительности монтажа очистного забоя по формуле 3:

$$T_{д.у} = T_{моз} - T_{ин} \quad (6)$$

При сплошных системах разработки продолжительность демонтажа оборудования участка принимается равной:

- при совмещении выполнения демонтажных работ в забое и в прилегающих выработках:

$$T_{д.у} = \max\{(T_{моз} - T_{ин}); T_{мс}\} \quad (7)$$

- при последовательном выполнении работ:

$$T_{д.у} = T_{моз} - T_{ин} + T_{дв} \quad (8)$$

Таблица 6 - Коэффициент увеличения норматива на осложняющие ведение работ горно-геологические и технические факторы (κ_1)

Наименование фактора	Обозн.	Величина поправ. коэф.	Примечание
Угол наклона монтажной (демонтажной) камеры, град. 9-18 14-30 30-35	$\kappa_{1,1}$	1,05 1,16 1,3	Применяется при определении нормативов продолжительности монтажа и демонтажа оборудования
Обводненность монтажной (демонтажной) камеры			
Сложная гипсометрия	$\kappa_{1,3}$	1,1	Применяются при монтаже (демонтаже) оборудования лавы и примыкающих выработок
Сложность внутришахтного транспорта по доставке оборудования	$\kappa_{1,5}$	1,1	Применяются при доставке (выдаче) оборудования двумя и более видами транспорта
Перемонтаж оборудования без выдачи на поверхность при применении мехкомплексов - для тонких пластов - средней мощности	$\kappa_{1,6}$	1,6 1,4	Принимается при определении нормативов продолжительности монтажа оборудования лавы
Транспортировка и монтаж (демонтаж) секций крепи по узлам			

где $T_{\text{де}}$ - нормативная продолжительность демонтажа выработок

$$T_{\text{де}} = 0,01 \times l_{\text{е}}$$

(9)

где 0,01 - удельный норматив продолжительности и демонтажа выработок, сут/м;

$l_{\text{е}}$ - длина демонтируемой выработки, м.

Остальные обозначения в формуле 6 те же, что и в формуле 3.

При последовательном ведении работ в монтажной камере участка и в прилегающих выработках общая продолжительность работ определяется по выражению 2.

При параллельном ведении работ срок ввода участка в эксплуатацию определяется по большому значению $T_{\text{моз}}$ или $T_{\text{ме}}$.

Таблица 7 - Коэффициент режима ведения работ

Режим работы	3 x 6	4 x 6	2 x 6	3 x 7	2 x 7
K_2, K_3	1	0,75	1,5	0,85	1,3

При монтаже оборудования на пластах с углами падения более 35° продолжительность монтажа оборудования участка определяется по выражению в, сут:

$$T_{\text{му}} = \left[T_{\text{мб}} + t_{\text{л}} (\pm \Delta l_{\text{л}}) + t_{\text{см}} (\pm \Delta l_{\text{см}}) \right] K_1 \times K_2 + 2 \quad (10)$$

где $l_{\text{л}}$ - удельная коррекция базового значения норматива по длине лавы, принимаемая по таблице 8, сут/м;

$\pm \Delta l_{\text{л}}$ - увеличение или уменьшение длины лавы по сравнению с базовым

вариантом l_{cm} заданного в таблице 8, м;

$\pm \Delta l_{cm}$ - увеличение или уменьшение фактической длины столба по сравнению с базовым вариантом, принятым 500 м

$$\pm \Delta l_{cm} = l_{cm} - 500 \quad (11)$$

t_{cm} - удельная коррекция базового значения норматива по длине столба, принимается по таблице 8 сут/м.

При полевой подготовке щитовых участков при сложной системе разработки, при совмещении монтажа транспортного оборудования с монтажом оборудования лавы и при монтаже транспортного оборудования при проходке принимается $t_{cm} = 0$.

κ_1 и κ_2 - аналогичны коэффициентам κ_1 и κ_2 в выражении 3 и определяются: κ_1 по данным таблицы 6, κ_2 - таблицы 7.

В выражениях 4 и 10 коэффициент κ_1 определяется произведением коэффициентов $\kappa_{1,1}\kappa_{1,2}\dots\kappa_{1,i}$, т.е.

$$\kappa_1 = \sum_1^i \kappa_{1,\dots,i} \quad (12)$$

При этом для выражения 4 величина $n = 7$ (таблице 4), а для выражения 10 величина $n = 9$ (таблице 9).

Примечание: В особых случаях при ведении монтажных работ сверху вниз и при демонтаже с выдачей секций на верхний штрек величину поправочного коэффициента принимать равной 1,1.

Графики монтажа оборудования.

Применяются как сетевые так и ленточные графики производства монтажных работ.

Таблица 8 - Нормативы продолжительности монтажа, демонтажа, перемонтажа оборудования участка с механизированными комплексами и агрегатами и ввода участка в эксплуатацию для условий разработки крутых и круто наклонных пластов

Типы очистных комплексов	Базовая длина лавы, м <i>лб</i>	Монтаж оборудования			Демонтаж оборудования			Ввод участка в эксплуатацию. Базовое значение нормативов Таб, сут.
		Базовое значение норматива Таб, сут.	Поправка норматива на 1 м изменения длины забоя тл, сут/м	Поправка норматива на 1 м изменения длины столба тст, сут/м	Базовое значение норматива Таб, сут.	Поправка норматива на 1 м изменения тл, сут/м	Поправка норматива на 1 м изменения длины столба тст, сут/м	
1КГУ	120	24	0,156	0,042	23	0,167	0,035	6
2КГУ	120	25	0,164	0,042	23	0,167	0,035	6
3КГУ	120	30	0,206	0,042	23	0,167	0,035	6
1АЩ	40	23	0,5	0,020	16	0,317	0,035	6
АНЦ	60	34	0,5	0,02	24	0,286	0,035	6
АКЗ	60	43	0,25	0,042	26	0,450	0,035	6
КПК-1	100	45	0,18	0,042	29	0,86	0,035	6

Таблица 9 - Значение коэффициентов, учитывающих влияние осложняющих факторов

Наименование осложняющего горно-геологического или горно-технического фактора	Условные обозначения по методике	Величина коэффициента		Примечание
		монтажа	демонтажа	
Неустойчивые боковые породы	K _{1,1}	1,2	1,25	
Опасность пластов по внезапным выбросам угля	K _{1,2}	1,2	1,12	Применяется при монтаже и демонтаже щитовых агрегатов
Опасность самовозгорания угля	K _{1,3}	1,05	1,12	
Обводнение участка	K _{1,4}	1,05	1,1	
Монтаж комплексов в нижнем этаже	K _{1,5}	1,1	-	Применяется при монтаже и демонтаже комплекса КПК и агрегата ЛКВ
Демонтаж перекошенных секций и посаженных на жесткую базу	K _{1,7}	-	1,3	
-25-50% секций		-	1,7	
-50% и выше		-	2	
Увеличение температуры воздуха выше нормы (36°С согласно ПБ)	K _{1,8}	- 1-3	1,05	
- 3,1-5		1,11	1,11	
- 5,1-7		1,18	1,18	
- 7,1-9		1,33	1,33	
Перемонтаж оборудования без выдачи на поверхность	K _{1,9}	1,26		Применяется для определения продолжительности монтажа в новом забое

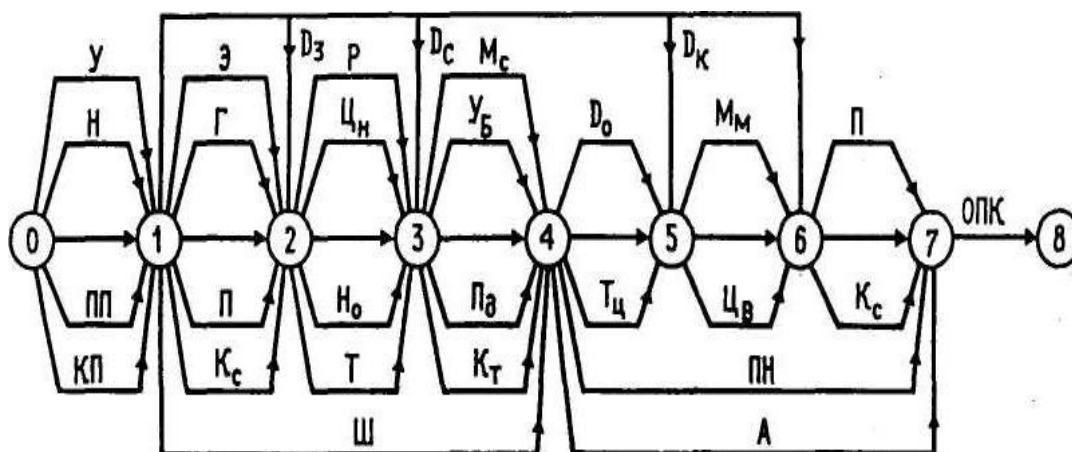
При сетевом моделировании монтажных работ ставится одна из следующих задач:

- выбор такой технологически допустимой последовательности работ, которая обеспечивает минимальную продолжительность монтажа;
- при заданном сроке монтажа выбрать такую последовательность работ, которая обеспечит минимальную трудоемкость;

при заданном количестве трудовых ресурсов выбрать наилучшую технологию и организацию монтажных работ.

На рисунке 8 представлен сетевой график последовательности выполнения работ по монтажу механизированного комплекса при максимальном их совмещении.

Фиктивные работы в график не внесены.



События: 0- начало монтажных работ, 1 - окончание подготовительных работ, 2 - окончание работ на вентиляционном штреке, 3 – окончание работ по подготовке секций крепи к монтажу, 4 – окончание монтажа секций крепи, 5 – окончание работ по подготовке комбайна к монтажу, 6 – окончание работ по монтажу лавинной части комплекса, 7 – окончание работ по монтажу комплекса на откаточном штреке и пуско-наладочных работ, 8 – начало плановой работы по добыче.

Рисунок 8 - Сетевой график монтажа оборудования механизированных комплексов типа 1КМ88, 2КМ87

На графике обозначено:

У - установка монтажных приспособлений и устройств;

Н - устройство настила, укладка направляющих, настилка рельсовых путей;

ПП - устройство приемной площадки;

КП- устройство комплектовочное площадки.

Все эти подготовительные работы должны быть выполнены до начала доставки и монтажа оборудования и могут выполняться параллельно.

D - доставка оборудования;

D_з - доставка забойного конвейера;

D_с - доставка секций крепи;

D_к - доставка комбайна;

Э - монтаж энергопоезда;

Г - установка монтажного гидрооборудования;

П - установка привода конвейера;

КС - монтаж крепи сопряжения;

Ш - монтаж штрекового оборудования;

Р - монтаж линейных секций (рештаков) конвейера;

Ц_н - укладка нижних цепей конвейера;

Ц_в - укладка верхней цепи конвейера;

Но - установка навесного оборудования;

Т - прокладка магистральных трубопроводов;

М_с - монтаж секций крепи;

У_б- установка направляющих балок;

Под - подсоединение домкратов;

К_т- крепление трубопроводов и подсоединение рукавов;

До- демонтаж и выдача из лавы монтажной оснастки;

Т_ц - сборка траковой цепи кабелеукладчика;

А - монтаж аппаратуры управления, связи, сигнализации и совещания;

М_к - монтаж комбайна;

ПН - пуско-наладочные работы;

ОПК - опробование и приемка комплекса комиссией.

На рисунке 9 представлен ленточный укрупненный график организации работ по монтажу комплекса КМ81Э.

В графике работ нет исполнителей №14-16 - это три дежурных электрослесаря - на каждую рабочую смену по одному.

Рекомендуемый рациональный состав монтажной бригады с учетом непрерывной рабочей недели и скользящими днями отдыха представлен в таблице 10.

Таблица 10 - Рациональный состав монтажной бригады

Профессия	Разряд	Количество
Комплексный бригадир	IV	1
Сменный бригадир	IV	5
Электрослесари подземные	IV	4
Электрослесари подземные	III	8
Горнорабочие с правами лебедчика	III	12
Электрослесари подземные	II	4
Горнорабочие подземные	II	4
Электрослесари по ремонту	III	11
Рабочие на поверхности шахты	II	1
Всего		50

Распределение обязанностей внутри сменных бригад и звеньев с учетом опыта и квалификации каждого рабочего производят комплексные и сменные бригады.

Определение численности монтажной бригады с учетом работ по погрузке, разгрузке и доставки оборудования должны производиться в соответствии с Инструкцией по монтажу и демонтажу механизированных комплексов, Типовым положением о монтажно-наладочных участках и нормах продолжительности выполнения монтажно-демонтажных работ.

На рисунке 10 дана принципиальная схема организации демонтажа оборудования комплексно-механизированных участков.

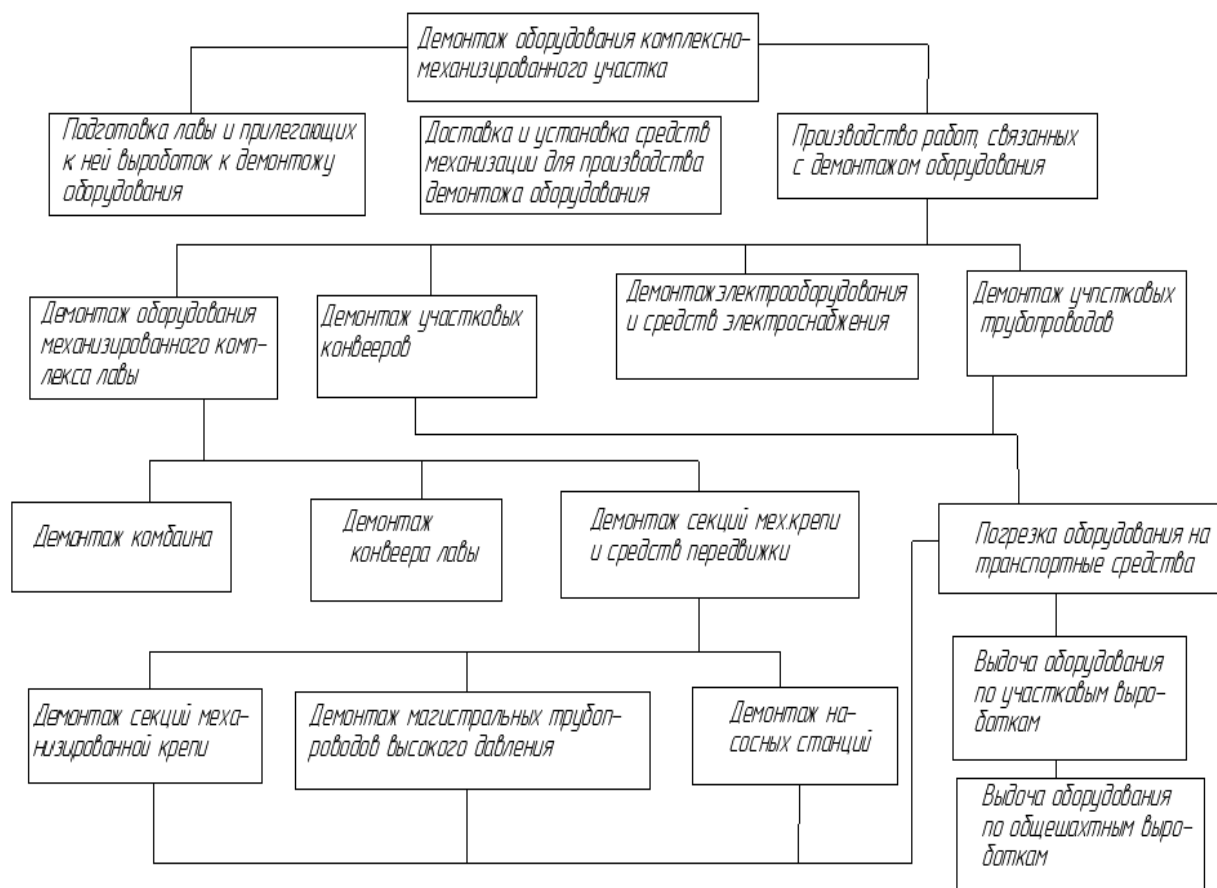


Рисунок 10 - Принципиальная схема демонтажа оборудования комплексно-механизированных участков

1.2 Монтаж проходческих щитов

При глубинах заложения тоннелей (коллекторов) до 12-15 м монтажная камера проходит прямо с поверхности и щит монтируется на промплощадке с последующим опусканием в монтажную камеру в собранном виде. Этот метод технически и экономически эффективен при использовании технически сложных щитов с аппаратурой и механизмами автоматизации режимов работы и управления. При этом не только сокращаются сроки монтажа, но и

существенно повышается качество работ.

Этот метод был применен в Мосметрострое при монтаже щита фирмы "Вайс унд Фрайтаг" массой 320 т, диаметром 5,6 м с опусканием его в камеру глубиной 20 м с размерами 24х24 м.

При больших глубинах заложения тоннелей монтаж щитов ведется в подземных монтажных камерах, сооружаемых на оси проходимого тоннеля.

Щиты малых и средних диаметров (до 4 м) могут опускаться по стволу шахты.

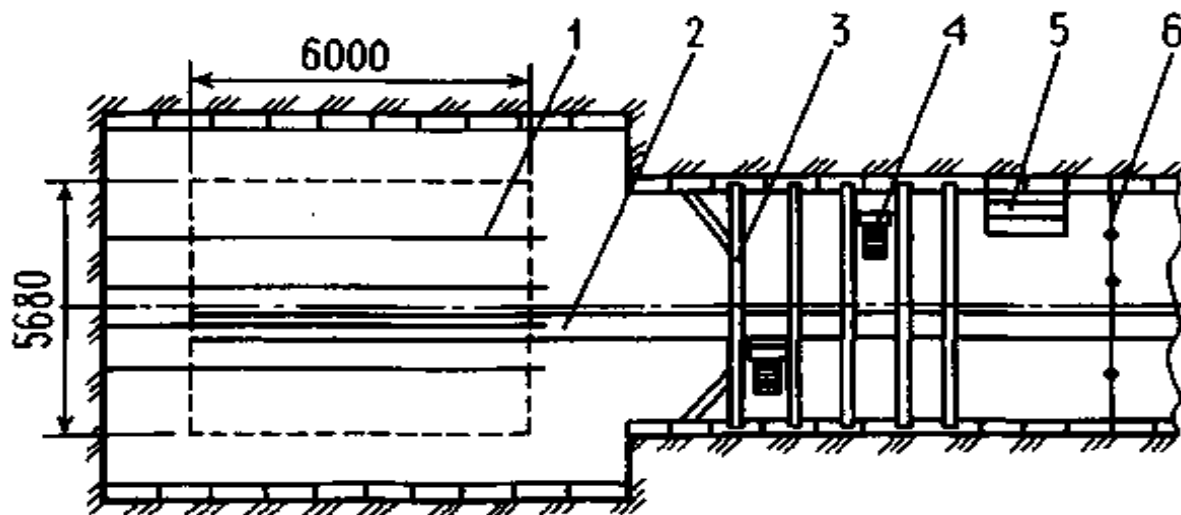
Монтаж, как правило, выполняют специализированные монтажные организации, а в отдельных случаях - заводы-поставщики оборудования. Важнейшее условие повышения эффективности работ, связанных с монтажом, - комплексная механизация процессов в сочетании с укрупненной сборкой оборудования.

Подготовка и оборудование монтажной камеры.

К камерам любого назначения при приемке предъявляют следующие общие требования готовности под монтаж: крепление забоя должно соответствовать паспортным данным; не должно быть течей; в камере должны быть приспособления для подвески грузоподъемных средств (балки, рымы, крюки и т.п.); направляющие в лотке (для щитовых камер); освещение; подъезды и подходы достаточной ширины, проемы для подачи оборудования. В заключение сдачи-приемки составляют двусторонний акт, в котором отмечается, что сооружение соответствует требованиям проекта и условия нормального и безопасного ведения работы обеспечены.

В монтажную зону включается непосредственно монтажная камера (рисунок 11) и не менее 10 м тоннеля, примыкающего к монтажной камере. Монтажная зона ограждается барьером б. Лица, не имеющие отношения к монтажным работам, в монтажную зону не допускаются. Внизу монтажной щитовой камеры вплоть до забоя из монолитного бетона устраивают направляющий лоток (опорную подушку) с утопленными в него рельсами 1. Внутренний диаметр "постели" должен соответствовать наружному диаметру

щита с накладками. Рельсы 1, выступая не менее 50 мм из бетона, обеспечат правильный монтаж щита и его последующее выдвижение из камеры. Обычно устанавливают четыре направляющих рельса, которые располагают между накладками щита, что позволяет избежать его закручивания при передвижке по "постели" до забоя. Направляющие рельсы 1 устанавливают с погрешностью ± 5 мм в плане и профиле.

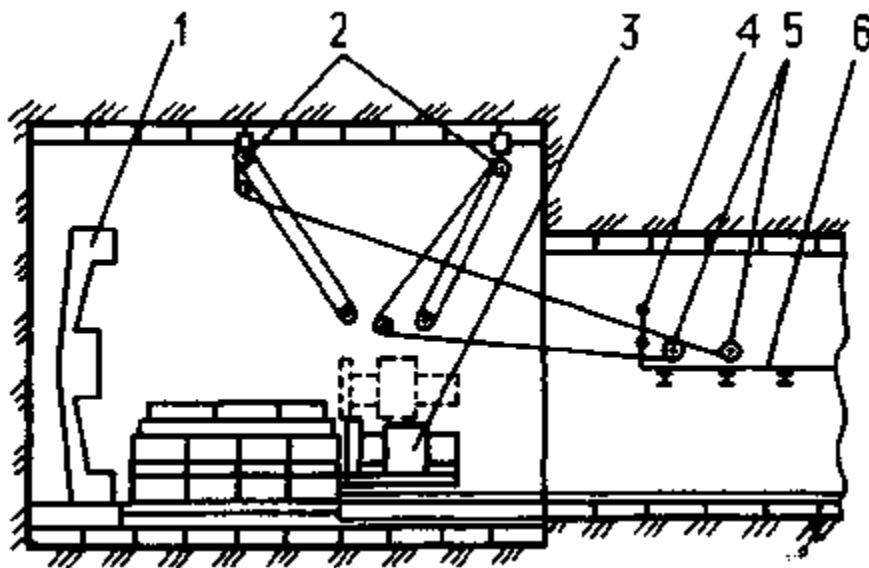


1 - направляющие рельсы, 2 - упоры, 3 - балки перекрытия, 4 - лебедка,
5 - стеллаж, б - ограждение монтажной зоны.

Рисунок 11 - Монтажная щитовая камера (план)

В верхней части участка тоннеля, примыкающего к монтажной камере, в 3... 5 м от нее устраивают перекрытие антресольного типа на балках 3 (настил из досок условно не показан), на котором размещают две лебедки 4 грузоподъемностью 5 т для затаскивания в монтажную камеру составных частей и деталей щита и последующего монтажа их (с применением полиспастов). В пределах монтажной зоны у одной из стен выработки устраивают стеллаж 5, на котором раскладывают крепеж по размерам. В монтажной камере после доставки исполнительного органа 1 (рисунок 12) механизированного щита и нижних сегментов ножевого, опорного

(ножепорного) колец и оболочки щита, а также установки упоров 2 (рисунок 11) временные откаточные пути разбирают.



1 - исполнительный орган щита, 2 - полиспасты, 3 - главный вал щита,
4 - ограждение, 5 - лебедка, 6 - настил

Рисунок 12 - Монтажная щитовая камера (вертикальное сечение по оси камеры)

В сводовой части монтажной камеры за ребра тьюбингов закрепляют полиспасты 2 (рисунок 12) по три нитки, а на стенах - отводные блоки, устраивают настил 6 и лестницу для доступа на настил. Работают на настиле с применением предохранительных поясов.

До начала монтажа в камере сосредоточивают также тали, домкраты, канаты, блоки, проушины, подвески, клиновые прокладки.

При щитовой проходке тоннелей мелкого заложения щиты в большинстве случаев монтируют в открытой монтажной камере, оборудованной в котловане, с применением грузоподъемных кранов. Наряду с этим монтажная камера оснащается такелажными механизмами и приспособлениями согласно ППР. В монтажной камере маркшейдеры задают проектную продольную ось щита (закрепляют в своде не менее чем тремя точками), нормаль к продольной оси щита и проектную отметку условного

горизонта, связанного с центром щита.

Конструкция демонтажных камер отличается от монтажных тем, что в демонтажных камерах нет торцовых стен, заменяемых временной крепью.

Монтаж комплекса тоннельного типа КТ1-5,6.

Комплекс КТ1-5,6 преимущественно используется при сооружении тоннелей глубокого заложения, поэтому его чаще монтируют в монтажных камерах. При длине примыкающего к монтажной камере тоннеля 35... 40 м комплекс собирают в такой последовательности: монтируют щит, устанавливают технологическую платформу 11 (рисунок 13), способом наращивания от щита монтируют транспортный мост 7, монтируют укладчик обделки 6; собирают гидро- и электрооборудование.

Для сокращения сроков монтаж организуют так: сооружают примыкающий тоннель длиной 50... 60 м и в нем параллельно монтируют щит, технологическую платформу на расстояние 10... 15 м от щита, транспортный мост с укладчиком обделки на расстоянии 10... 15 м от щита. Транспортный мост с укладчиком обделки и технологическую платформу перемещают к щиту и соединяют с ним. После этого монтируют гидро- и электрооборудование.

Первыми в монтажную камеру доставляют сборочные единицы исполнительного (режущего) органа, диафрагмы, оболочки ножевого и опорного колец, рамы режущего органа, щитовые гидроцилиндры, механизм подачи и привод режущего органа, зашивки ножевого и опорного колец, перегородок, гидроблоков и лестницы. Сборочные единицы режущего органа, диафрагмы и зашивки ножевого кольца складывают у лба забоя.

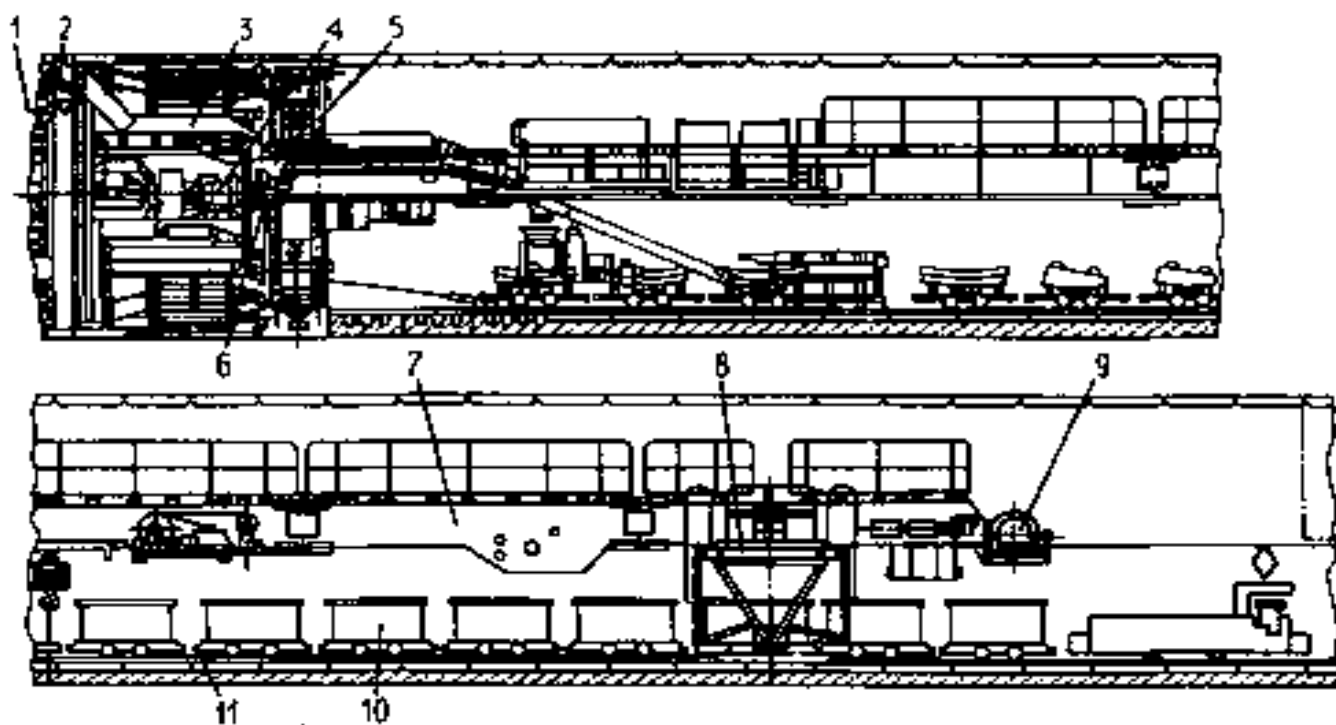


Рисунок 13 - Проходческий щитовой комплекс КТ1-5,6. 1...11 – сегменты
ножевого кольца

Монтаж начинают со сборки нижней части корпуса щита из шести сегментов ножевого кольца (рисунок 14) 6, 7, 8, 9, 10, 11, трех сегментов опорного кольца К6, К7, К8 и пяти сегментов оболочки 06, 07, 08, 09, 010 (рисунок 15).

Передняя часть сегментов ножевого кольца имеет проточку по внутреннему диаметру, в которую заходит диафрагма и режущий орган в корпус щита. На торцевой поверхности ножевого кольца, обращенной к опорному кольцу, сделан кольцевой выступ, а на торцевой поверхности опорного кольца, обращенной к ножевому кольцу кольцевой шпоночный паз. При соединении колец кольцевой выступ выполняет, роль шпонки. В сегментах опорного кольца в продольном (осевом) направлении предусмотрены отверстия для установки щитовых гидроцилиндров.

1.....11 сегменты ножевого кольца

Рисунок 14 – Схема ножевого кольца щита КТ1-5,6

Первыми на направляющие рельсы в лотке монтажной камеры укладывают литые сегменты 8 и 9 ножевого кольца (рисунок 14), вслед за ними - сегмент К7 опорного кольца и сегменты 07, 08 и 09 оболочки (рисунок 15). Все уложенные сегменты соединяют между собой с помощью штифтов и болтов. Маркшейдер проверяет, правильно ли они уложены по отношению к проектной продольной оси комплекса, и дает разрешение на дальнейший монтаж. Перед возобновлением сборки сегменты 8 и 9 ножевого кольца прихватывают сваркой.

К1... К8 - сегменты опорного кольца,

1...011 - сегменты оболочки,

1... 19 - щитовые домкраты

Рисунок 15 - Схема опорного кольца щита КТ1-5, 6

Затем постепенно наращивают симметрично относительно продольной оси сегменты 6, 7, 10, 11 ножевого кольца; сегменты К6, К8 опорного кольца и сегменты 06, 010 оболочки. Сегменты всех колец имеют торцовые фланцы для взаимной стыковки с помощью болтовых соединений. В образовавшуюся "подкову" нижней части корпуса щита в гнезда опорного кольца устанавливают и закрепляют болтами девять щитовых гидроцилиндров 10... 18.

К сегментам опорного кольца К6 и К8 крепят раму с гидроцилиндрами подъема и опускания исполнительного органа. Рама представляет собой сборную металлоконструкцию, которая связывает нижнюю часть корпуса щита и служит для размещения на ней механизма подачи исполнительного органа. Боковые вырезы в раме предназначены для установки болтов и удобства строповки. В хвостовой части рамы есть отверстия для крепления опоры и упор для крепления гидроцилиндра подачи исполнительного органа, ей эти же сегменты (К6 и К8) устанавливают станину с гидроцилиндром подачи исполнительного органа и крепят их к раме. Затем на станину поднимают корпус редуктора, заднюю опору и направляющие исполнительного органа.

В отверстия сегментов 6 и 11 ножевого кольца вставляют элероны.

Устанавливают моторные кронштейны главного вала в сборе, крышку и электродвигатель, присоединяют промежуточные редукторы и электродвигатели к корпусу редуктора и моторным кронштейнам.

В монтажную камеру доставляют очередные сегменты корпуса щита, щитовой конвейер, опоры, транспортный мост. Смонтированную ранее подкову симметрично наращивают: сегментами 1 и 5 ножевого кольца; К1 и К5 опорного кольца; 05 и 011 оболочки. На сегментах К1 и К5; 1 и 5 крепят верхнюю перегородку и лестницы. Перегородка представляет собой листовую стяжку с литыми кронштейнами по бокам и служит для увеличения жесткости корпуса щита. Вместе с тем перегородка служит базой для крепления щитового конвейера, щитовых гидропанелей, пульта управления и сиденья машиниста щита, закрепив все эти сборочные единицы к верхней перегородке, монтируют верхнюю часть диафрагмы из сегментов 1, 4; распорки 2 и течи 3, зашивают центральную часть.

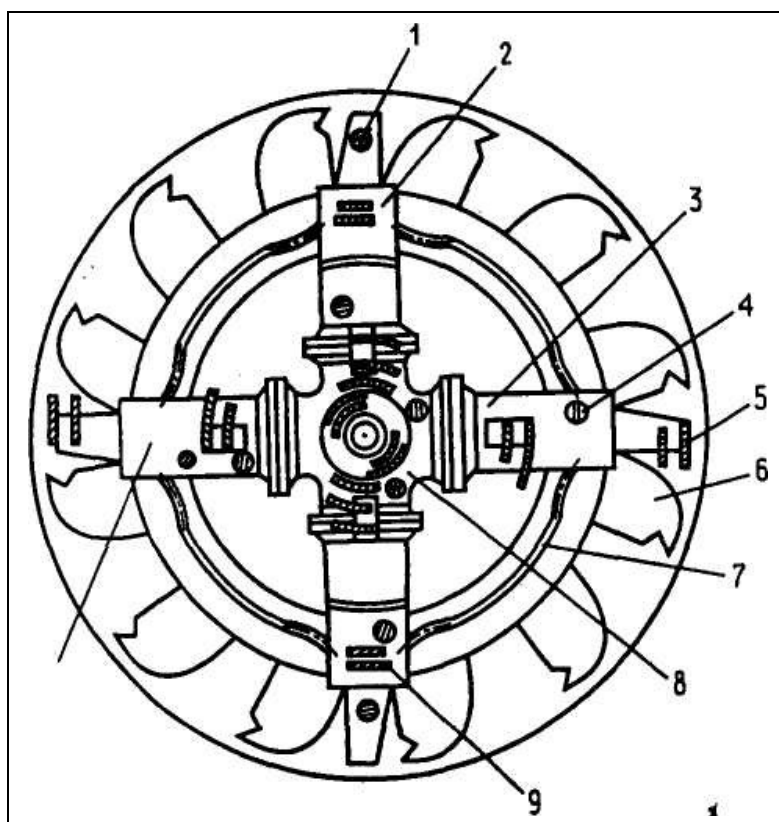
Смыкание колец корпуса щита обеспечивает установка и закрепление в проектном положении сегментов 2, 4, 3 ножевого кольца (рисунок 14); К2, К4, К3 опорного кольца (рисунок 16). Благодаря этому можно установить десять щитовых гидроцилиндров 1... 9,19 в верхней части щита. После установки и крепления к раме и верхней перегородке опоры собирают четыре сегмента 01, 02, 03, 04, замыкая кольцо оболочки, и закрепляют их.

Затем монтажные работы смещаются к забою, где на вал устанавливают и закрепляют крестовину (рисунок 16) исполнительного органа.

На крестовине монтируют режущий орган из четырех лучей 2, 3, 9, 10; четырех ковшевых сегментов с двенадцатью ковшами 6; четырех экранов 7.

Зашивают ножевое и опорное кольца, монтируют транспортный мост (рисунок 13) из шести секций, предварительно установив на промежуточную секцию тележку электротали. К секции транспортного моста крепят заднюю опору 8. На транспортном мосту собирают конвейер: устанавливают и

закрепляют в роlikоопорах верхние и нижние ролики, запасовывают и сшивают ленты. По транспортному мосту укладывают металлические настилы и крепят их к секциям моста.



1,4,5- породоразрушающий инструмент, 6 - ковш ротора

2, 3, 9,10 - лучи ротора, 7 - экраны, 8 – крестовина

Рисунок 16 - Исполнительный орган щита КТ1-5,6

Последними доставляют сборочные единицы укладчика обделки, электро- и гидрооборудования, технологической платформы, троллейные барабаны и смазочную станцию. К секциям транспортного моста крепят привод тележки, систему блоков, лестницы, ограждения, электро-шкафы, маслобаки, кронштейны, троллейные барабаны, опорную тележку.

Опорная тележка является базовой конструкцией для монтажа укладчика обделки. Сначала к тележке крепят верхнюю секцию, затем правую и левую. На них навешивают приводы проталкивающего механизма укладчика.

С корпусом щита тросами соединяют технологическую платформу -

сварная металлоконструкция из листовой стали и профильного проката. На платформе предусмотрены площадки с кронштейнами для бункера сухой смеси, питателя скребкового, растворагнетателя, а с противоположной стороны - противовеса.

Гидросистемы разводят после установки каждой очередной составной части комплекса. После установки электрических аппаратов, разводки кабельной сети и заземления оборудования (эти работы выполняют электро-монтажники) монтаж комплекса считается завершенным.

2 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ГОРНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Развитие средств и методов технической диагностики применительно к условиям работы горношахтного оборудования является важным фактором дальнейшего совершенствования процесса эксплуатации оборудования, обеспечивающего ее безопасность и возможность предупреждения аварийных режимов работы и внезапных отказов.

Диагностирование должно являться составной частью технического обслуживания и ремонта оборудования и должно обеспечивать его проведение по фактическому техническому состоянию при решении следующих основных задач: определение вида технического состояния оборудования; поиск места дефекта; определение причин появления дефектов и выдача рекомендаций по их устранению; прогнозирование технического состояния оборудования; контроль правильности действия эксплуатационного персонала по эксплуатации оборудования; накопление статистического материала для совершенствования технологии изготовления и режимов эксплуатации вновь создаваемых машин.

Наиболее эффективными методами диагностирования являются виброакустический, пневмогидравлический, кинематический и электромагнитный (рисунок 17). Диагностические признаки, определяющие техническое состояние, вызываемые различного рода дефектами, следует оценивать по следующим состояниям: структурному (геометрия, взаимосвязь деталей, состояние материала деталей); функциональному (эксплуатационные показатели и характеристики рабочего процесса и процесса регулирования); вибрационному (совокупность колебательных процессов).

Значительное число дефектов (до 60%) составляют прочностные дефекты, что объясняется сложностью и недостаточным совершенством динамических расчетов, а также упрощенными представлениями о физике колебательных процессов и вызываемых ими напряжениях.

Рисунок 17 – Структура системы технической диагностики горных машин

Значительную роль в обнаружении подобных дефектов играет виброакустическая диагностика, так как возникающие при работе машины вибрации достаточно полно отражают относительное состояние детали или узла, позволяют судить о возникающих динамических нагрузках, а также обнаруживать причины дефектов и прогнозировать техническое состояние (ТС) исследуемых элементов.

2.1 Система диагностирования, диагностические признаки и методы диагностирования

Широкий диапазон условий и режимов эксплуатации горных машин, значительная вариация начального уровня качества как новых машин, так и полученных из капитального ремонта приводят к значительному разбросу скорости потери работоспособности машины и достижения предельного состояния.

Значение момента и характера изменения состояния, а также причины, вызвавшей данное изменение, позволяет предупредить отказ, принять правильное решение и провести профилактический ремонт. Знание же действительного технического состояния и режима работы позволяет использовать технику наиболее эффективно. Для его определения необходимо, во-первых, установить, какие параметры и каким способом следует определить и, во-вторых, какими средствами необходимо провести данное исследование.

Таким образом, система диагностирования включает методы и средства определения действительного состояния объекта, т.е. является системой контроля и одновременно основным задающим звеном процесса управления состоянием объекта. Средства и методы контроля должны быть удобны в эксплуатации, обеспечивать осуществление контроля в минимальное время, проводить его без разборки машины и желательно без нарушения ее работы. Сами же объекты эксплуатации должны быть приспособлены для

диагностического контроля, иметь встроенные датчики и приборы (мощности, давления, напряжения сети, температуры, вибрации, усилий, расхода воздуха и др.) или возможность периодически подключаться к контролирующим устройствам.

Разработка системы диагностирования объекта включает ряд этапов (рисунок 18).

На первом этапе определяются условия работоспособности, т.е. предельно допустимое состояние объекта при количественных и качественных изменениях параметров отдельных элементов объекта. Этот этап неразрывно связан со вторым - выбором критериев оценки степени работоспособности, а именно контролируемых параметров и допустимого диапазона их изменений. К ним относятся: допустимое снижение тягового усилия, начального распора секций крепи, загрязнение смазки, температура корпуса редуктора, давление в гидросистеме, виброскорости отдельных точек и др.

В общем, техническое состояние объекта можно определить, контролируя либо его параметры и характеристики, либо оценивая качество выполняемых им функций. При этом параметр определяется как физическая или математическая величина, характеризующая состояние элемента или объекта, а характеристика представляет собой зависимость одного параметра от другого или от времени.

Кинематические, геометрические, статические и динамические, механические и молекулярные, тепловые, акустические, электрические и магнитные параметры представлены на таблице 11.

Процесс определения действительного состояния объекта должен осуществляться по обоснованной программе и разработанным алгоритмам диагностирования.

Алгоритмы диагностирования разрабатываются на основе диагностических моделей, которые представляют собой аналитические описания или графоаналитические представления основных свойств технических объектов как объектов диагностирования, выраженные в виде

математических и физических законов, процессов, логических соотношений, диаграмм записываемых сигналов. Диагностическая модель предусматривает формулировку условий работоспособности и неработоспособного состояния, наличие критериев оценки степени работоспособности и установление признаков и причин возникших неисправностей.

На основе диагностической модели разрабатываются алгоритмы диагностирования, представляющие совокупность операций, выполняемых в определенной последовательности с целью решения конкретной диагностической задачи. Получаемые в результате измерений (записей) средствами диагностики диагностические сигналы (признаки, параметры) могут быть разбиты на три группы: повреждения, выходные параметры, косвенные признаки, которым потери соответствуют три метода диагностирования.

1. Контроль повреждений, которые приводят или могут привести к отказу элемента или объекта в целом: деформация, износ, коррозия, усталостные напряжения, изменения физико-химических свойств и другие являются диагностическими признаками, по которым можно сделать вывод о техническом состоянии.

Повреждения чаще всего являются первопричиной отказа, но контролировать их в полном объеме очень трудно. Поэтому диагностирование повреждений проводят лишь при установлении снижения работоспособности машины. Однако имеются объекты, требующие непрерывного контроля повреждений по правилам безопасности (силовые кабели) или регулярного контроля (канаты подъемных машин), а также элементы, определяющие работоспособность машин или системы в целом (гидромагистраль механизированных комплексов и др.).

2. Контроль выходных параметров (мощность, скорость, усилие, крутящий момент). Эти параметры дают ответ о работоспособности объекта, но, как правило, не определяют место и вида повреждения. Поэтому при их отклонении от нормы или приближений к границе

допустимого изменения приступают к контролю повреждения.

Рисунок 18 – Этапы разработки системы диагностирования

3. Контроль косвенных признаков (состояние смазки, температура элемента, давление в системе, вибрация, уровень шума, АЧХ, входное напряжение сети и др.). Контроль работоспособности изделия по косвенным признакам позволяет дать интегральную характеристику состояния объекта, предупредить развитие повреждения и своевременно произвести профилактические работы.

Преимуществом контроля косвенных признаков является его проведение в процессе работы без остановки и разборки машины, но часто отыскание связи между косвенным признаком и выходным параметром затрудняется из-за воздействия посторонних факторов, накладывающихся на косвенный признак.

Завершающим этапом системы диагностирования является поиск и устранение повреждений, ведущих к снижению работоспособности объекта.

Таблица 11 - Параметры диагностирования (физические)

Группа параметров	Параметры
Кинематические	Время, скорость, ускорение, угловая скорость, угловое ускорение, период, частота периодического процесса, фаза, объемный расход, плотность объемного расхода, градиент скорости
Геометрические	Длина, площадь, плоский угол, телесный угол кривизны линии, кривизна поверхности, момент сопротивления плоской фигуры, осевой и полярный момент инерции площади плоской фигуры.
Статические и динамические	Масса, сила, импульс силы, количество движения, давление, градиент давления, работа, энергия, объемная плотность, мощность, коэффициент трения, коэффициент сопротивления, коэффициент упругости, момент силы, момент инерции, расход, молекулярная скорость потока, затухание.
Механические и молекулярные	Плотность, удельный объем, удельный вес, количество вещества, относительная молекулярная масса, молярная масса, молярный объем, коэффициент продольного растяжения, модуль продольной упругости, коэффициент всестороннего сжатия, твердость, ударная вязкость, динамическая вязкость, текучесть, кинематическая вязкость, коэффициент поверхностного натяжения, концентрация, коэффициент диффузии, функция

распределения

Продолжение таблицы 11

Тепловые	Температура, количество теплоты, температурный градиент, тепловой поток, поверхностная плотность теплового потока, энтропия, теплоемкость, (объемная и удельная), теплота фазового превращения, теплота сгорания топлива, коэффициент теплопередачи, коэффициент температуропроводности, температурные коэффициенты.
Акустические	Звуковое давление, объемная скорость, звуковая энергия, плотность звуковой энергии, интенсивность звука, акустическое сопротивление, удельное акустическое сопротивление, механическое сопротивление, интенсивность звука, высота звука, тембр звука, громкость звука, акустический коэффициент отражения, акустический коэффициент поглощения, акустическая проницаемость перегородки, время реверберации
Электрические и магнитные	Электрический заряд, поверхностная плотность заряда, напряженность электрического поля, электрическое смещение, потенциал, электрический момент диполя, емкость, поляризованность, диэлектрическая проницаемость, диэлектрическая восприимчивость, сила тока, плотность тока, электрическое сопротивление, электрическая проводимость, удельное электрическое сопротивление, удельная проводимость, магнитная индукция, магнитный поток, напряженность магнитного поля, магнитный момент, магнитодвижущая сила, магнитное сопротивление, индуктивность, взаимная индуктивность, намагниченность, магнитная проницаемость.

2.2 Общая характеристика технических средств диагностики.

Анализ диагностического сигнала

Процесс технического диагностирования включает измерительные, контрольные и логические операции, выполняемые оператором и техническими средствами с целью определения действительного технического состояния объекта.

Схема процесса диагностики представлена на рисунок 19. Информация на объекте диагностики ОД поступает в преобразователь информации ПИ, который выдает результаты оценки РО, используемые для принятия решения Р о необходимости выполнения профилактических работ или о возможности дальнейшего использования объекта. При этом можно использовать обратные связи B_1 и B_2 либо для уточнения информации, либо для управления объектом диагностирования.



Рисунок 19 - Схема процесса диагностирования технического состояния оборудования

Выполнение тех или иных функций в процессе диагностирования и их распределение между оператором и техническими средствами обусловлено программой диагностирования, состоящей из отдельных математических и логически связанных алгоритмов диагностирования.

Уровень автоматизации отдельных операций определяет сложность средств и систем диагностирования.

Решение задач технической диагностики, и в частности применение тех или иных средств диагностики, необходимо начинать в процессе проектирования объекта с выбора методов диагностирования и обеспечения возможности их технической реализации. На этом этапе должны быть решены конструктивные вопросы, связанные со встроенными средствами диагностики и возможностью использования внешних средств.

В настоящее время в различных отраслях используются многообразные технические средства, различающиеся по принципу действия, выполнению и назначению.

По самым общим признакам все средства технической диагностики могут быть классифицированы следующим образом.

1. По способу воздействия на объект - активные и пассивные.
2. По принципу диагностирования - для проверки функционирования и оценки параметров или характеристик объектов.
3. По способу представления информации - дискретные и аналоговые.
4. По степени автоматизации - ручные, полуавтоматические и автоматические.
5. По характеру решаемых задач:
 - средства для определения работоспособности; средства для определения работоспособности и обнаружения возникшей неисправности;
 - средства для определения работоспособности и прогнозирования изменения состояния объекта;
 - средства для определения работоспособности, обнаружения неисправности и прогнозирования изменения состояния.

Активные технические средства воздействуют на объект каким-либо сигналом, вызывающим реакцию объекта, используемую для оценки состояния.

Диагностирование, проводимое теми или иными техническими

средствами, может быть функциональным, осуществляемым во время работы машины при воздействии рабочих нагрузок, и тестовым, при котором на объект подаются специальные воздействия и по реакции объекта судят о его техническом состоянии.

Весьма важную роль в эффективности диагностирования играет правильность расшифровки диагностического сигнала, его анализа, установления причин изменения регистрируемых показателей, параметров, характеристик по отношению к "эталону" и достоверность полученной информации.

Эталонные параметр или характеристику получают при их регистрации при номинальных показателях качества объекта, и при последующем техническом диагностировании оценивают степень отклонения в допустимом диапазоне измерений.

Применяемые технические средства диагностирования в зависимости от характера решаемых задач и применяемого принципа диагностирования могут выдавать "простые" и "сложные" сигналы. К простым будем относить сигналы, информирующие об одном параметре.

Например, измерение давления в гидросистеме позволяет оценить работоспособность системы (крепи, насосной станции) и величину изменения его номинального уровня или отклонения к предельному состоянию. При падении давления нужно искать причину и место утечки, при его увеличении - либо местные пережимы или засор трубопровода, либо заклинивание поршня стойки или плунжера, выход из строя предохранительного клапана и др.

В некоторых случаях, особенно при анализе сигнала косвенных признаков, установление истинной причины затруднено. Например, сигнал о повышенной температуре масла или корпуса подшипника качения не позволяет судить о работоспособности последнего, т.к. это может произойти по разным причинам: из-за повышенной нагрузки, повышенной вибрации вала или подшипника, загрязнения смазки или ее недостаточности. В этом случае необходима дополнительная информация для повышения достоверности

анализа сигнала.

Значительно большую информацию, чем сигнал в виде одного параметра, несут сигналы, дающие функциональную зависимость, временную характеристику. К ним относятся регистрация крутящих моментов или усилий за цикл, изменения скорости или ускорения элемента во времени, вибрации, акустические явления и др.

Анализ этих данных позволяет из одного сигнала выделить ряд составляющих характеризующих состояние, режима работы различных элементов объекта. То есть сигнал в виде реализации закономерностей процесса может заменить показания целого ряда технических средств, определяющих дискретные значения отдельных параметров.

На рисунок 20 приведены возможные варианты результатов диагностирования работоспособности и технического состояния пневмогидроцилиндров, которые оцениваются по эталонной кривой 1, выражающее зависимость скорости движения поршня V при рабочем ходе за время t .

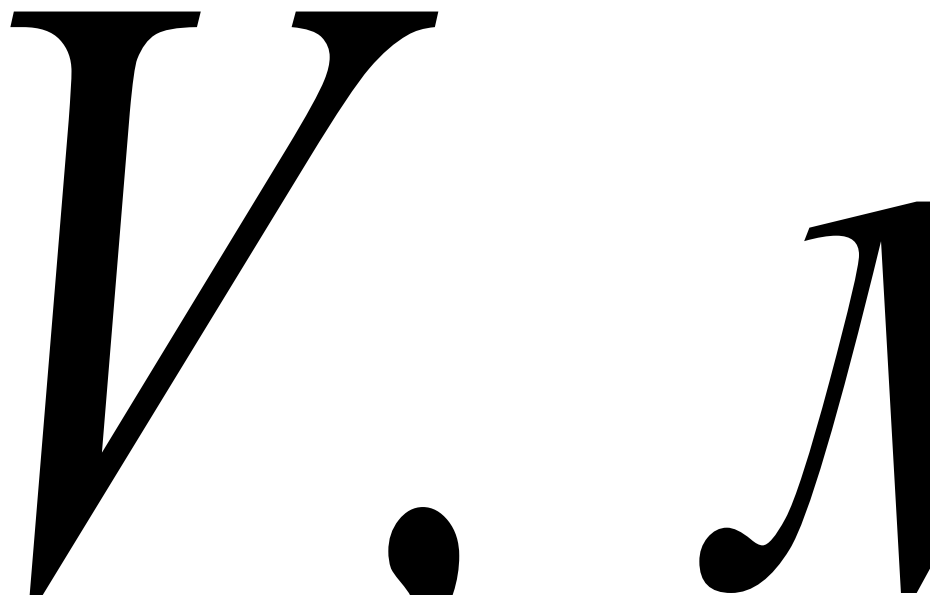


Рисунок 20 - Возможные варианты результатов диагностирования работоспособности и технического состояния пневмогидроцилиндров

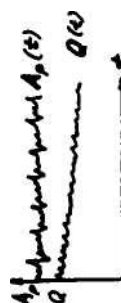
Отклонение кривой 2 от эталонной говорит о разрегулировке дросселей и коммутационной аппаратуры, что приводит к высоким динамическим нагрузкам, кривая 3 свидетельствует об износе зеркала цилиндра и кривая 4 - об износе манжет, при котором падает скорость из-за утечки и увеличивается длительность цикла. Кривая 5 свидетельствует о плохой обработке зеркала цилиндра после восстановления.

На рисунок 21 приведена структурная схема устройства для определения работоспособности объекта по временной характеристике. Оно работает по дискретному принципу и позволяет сравнивать действительную характеристику с эталонной.

Сравнение осуществляется в точках, определяемых программным блоком ПБ. Степень работоспособности контролируемого объекта характеризуется величиной относительного отклонения характеристики $c_i(t)$.

$$c_i(t) = \frac{f_i(t) - f_{iээ}(t)}{\Delta i} \quad (13)$$

где $f_i(t)$ и $f_{iээ}(t)$ действительное и эталонное значение временной характеристики;
 Δi - допуск в i -й точке.



Значения Δi и $f_{iээ}(t)$ вырабатываются в блоке формирования эталонов

- Полезная мощность P_r
- Объемный КПД η_o
- Амплитуда пульсаций давления в напорной магистрали A_p
- Вибродержные характеристики L
- Производительность Q

БФЭ, который представляет собой комбинационную схему. Величина $c_i(t)$ вычисляется в арифметическом блоке АБ, который включает сумматор, регистратор памяти и коммутационную схему. Напряжение постоянного тока, поступающего с выхода контролируемого объекта, нормализуется в нормализаторе Н, во вторичном преобразователе ПН, управляемом схемой коммутации СК, кодируется двоичным кодом и подается на обработку в АБ. Затем с выхода АБ контролируемая величина поступает в классификатор К, в котором с помощью дешифратора величина $c_i(t)$ относится к определенной зоне допуска, чем достигается оценка степени работоспособности объекта. Результаты классификаций индицируются индикатором И и регистрируются в блоке регистрации БР.

Существуют также различные типы устройств для определения работоспособности объекта по ограничениям на изменение динамических или статистических характеристик или по совокупности параметров, а также по требованиям выполнения заданных функций в соответствии с определенной логикой.

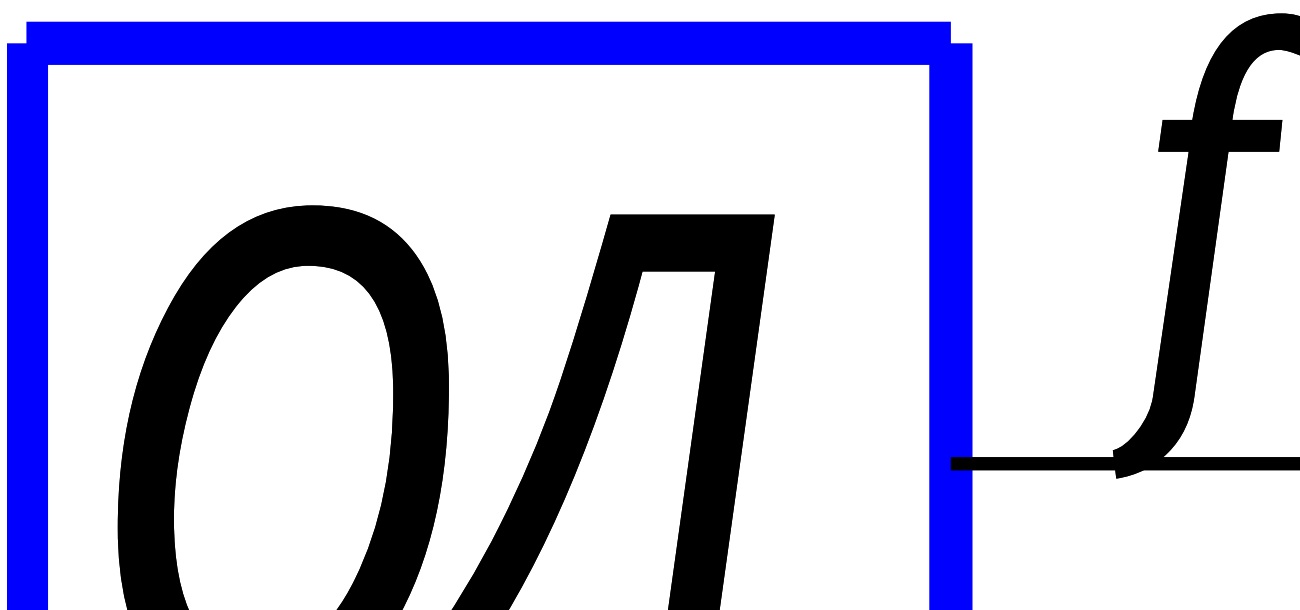


Рисунок 21 - Структурная схема устройства для определения работоспособности объекта по временной характеристике

В таблице 12 приведен ряд диагностических признаков и характер их изменения для различных узлов оборудования очистных механизированных комплексов. Эти данные могут быть использованы для определения технического состояния оборудования.

Таблица 12



Продолжен



Продолжен



2.3 Диагностирование гидропривода

При диагностировании гидропривода могут быть использованы следующие параметры: коэффициент подачи гидронасосов; объемный КПД гидромоторов и гидроцилиндров; механический КПД гидромоторов, гидронасосов и гидроцилиндров, величина пульсации давления, виброакустические параметры, загрязнение рабочей жидкости и др.

Методы диагностирования гидроприводов приведены на рисунок 22.

Статопараметрический метод основывается на измерении параметров задресселированного установившегося потока рабочей жидкости при постоянных частоте вращения вала насоса и температуре жидкости.

Измерения при диагностировании гидросистем статопараметрическим методом осуществляют с помощью комплекта приборов, включающих в себя расходомер, манометр, термометр и регулируемый дроссель.

При диагностировании гидронасосов чаще применяют последовательную схему включения (рисунок 23а). Комплект приборов включают между насосом и распределителем. Сначала определяют давление срабатывания предохранительного клапана и при необходимости его настраивают.

Если из-за дополнительных сопротивлений в сливной магистрали не удастся получить достаточно малое давление ($p < 0,05-0,2p_n$), применяют так называемую байпасную схему (рисунок 23б), в соответствии с которой выход комплекта приборов соединяют непосредственно с баком системы.

Для диагностирования распределителей комплект приборов включают поочередно на выходы диагностируемых секций распределителя (рисунок 23в). На выходе секции распределителя сначала измеряют подачу Q_0^p при минимально возможном давлении p_0 , затем подачу Q_n^p при номинальном давлении p_n . Утечки (нормируемые в технической документации) для каждой секции распределителя

Рисунок 22 – Методы диагностирования гидравлических приводов

$$\Delta Q = Q \cdot (1 - Q_0^p \cdot Q_n) / (Q_0^p \cdot Q_0) \quad (14)$$

где Q_0 и Q_n - подачи, измеренные при диагностировании насоса.

При диагностировании гидроцилиндров комплект приборов включают по схеме, показанной на рисунок 23г.

Переключая несколько раз распределитель, измеряют подачу, давление и время каждого полного хода штока. Если значение подачи соответствует

номинальной, но скорость перемещения штока ниже номинального значения, то это указывает на наличие переточек в цилиндре вследствие износа уплотнений. Если подача ниже номинальной, велики утечки в распределителе.

Для быстрого поиска неисправности и качественной оценки технического состояния сборочных единиц гидросистемы применяют Т-схему (рисунок 23д), которая отличается тем, что комплект приборов включают в систему параллельно, через постоянно установленные в системе и заглушённые пробками (во время работы) штуцера.

При этой схеме могут быть использованы многочисленные приемы диагностирования. Например, доведя цилиндр до упора, можно настроить предохранительный клапан, а затем, регулируя дроссель, оценить по показаниям расходомера подачу насоса и т.д.

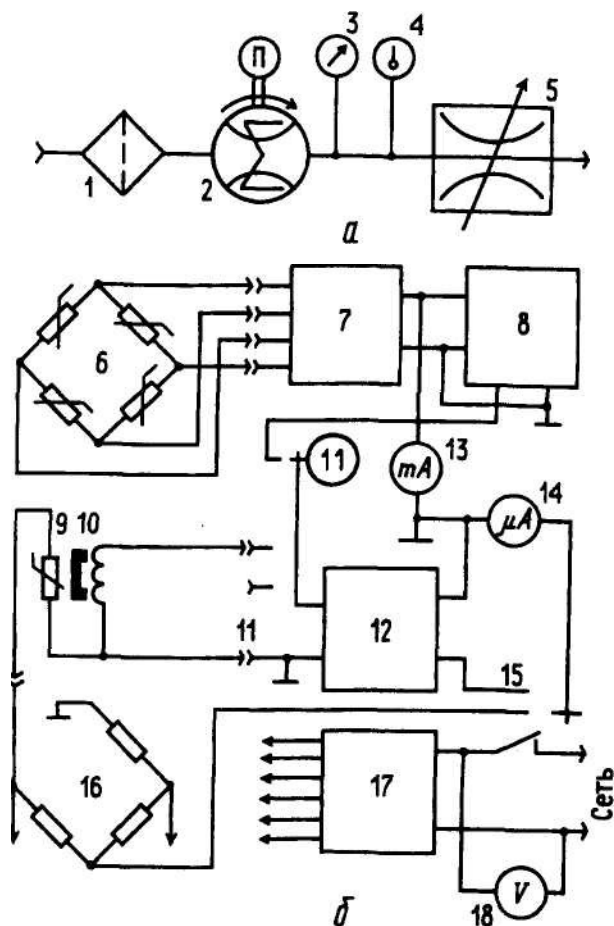
Главное преимущество Т-схемы - отсутствие необходимости рассоединения гидросистемы для подключения комплекта приборов, чем обеспечивается высокая оперативность диагностирования, исключается возможность повреждения соединений трубопроводов и рукавов, а также снижается вероятность попадания загрязнений в гидросистему.

a – последовательная схема, *б* – байпасная схема, *в* – схема диагностирования, *г* – схема диагностирования гидроцилиндра, *д* – Т схема пробками (во время работы) штуцера

Рисунок 23 - Схемы включения комплекта приборов при диагностировании гидросистемы

На входе блока датчиков установлен сетчатый фильтр, служащий для предохранения турбинки расходомера от ила и других загрязнений, содержащихся в гидравлической жидкости.

Конструкция блока датчиков гидротестера ГТ-2 представлена на рисунок 25.



1 - гидравлический фильтр, 2 - расходомер, датчик давления, 4 - датчик температуры, 5 - регулируемый дроссель, 6 - мостовая схема из тензорезисторов наклеенных на датчик давления, 7 - аналоговый преобразователь, 8 - электрический полосовой фильтр, 9 - термистор, 10 - индукционный датчик расходомера, 11,15- переключатели, 12 - частотомер, 13,14,18 - стрелочные приборы, 16 - мостовая схема термистора, 17 - блок питания.

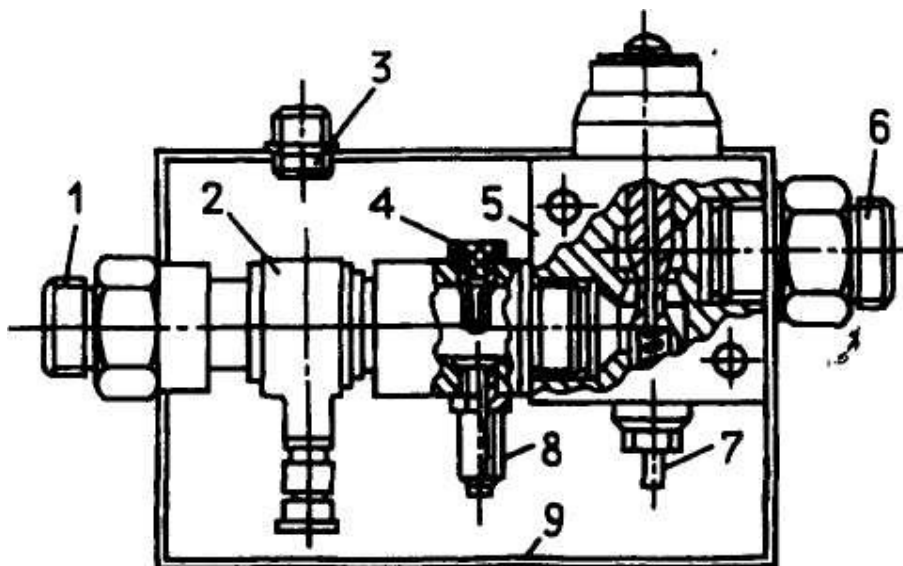
Рисунок 24 - Схемы гидротестера ГТ-2: а - гидравлическая, б - электрическая

В блоке приборов (см. рисунок 24б) установлен аналоговый

преобразователь 7 типа ПА-1 для усиления сигналов от мостовой схемы из тензорезисторов, наклеенных на датчике давления.

На выходе аналогового преобразователя включен стрелочный прибор 13, показывающий давление; на выход аналогового преобразователя может быть подключен ЭЛО для наблюдения формы и амплитуды пульсации давления с целью получения дополнительной информации о состоянии отдельных сопряжений насоса.

Частоту вращения в гидротестере измеряют путем выделений с помощью активного электрического фильтра синусоидального напряжения (первой гармоники) из сигнала пульсирующего давления. При измерении частоты вращения вала насоса переключателем 11 выход фильтра соединяют со входом преобразователя частоты в аналоговый сигнал. Преобразователь частоты используют также для измерения подачи при подключении к его входу обмотки датчика расхода. На вход прибора при необходимости может быть подан сигнал от дополнительного индукционного или фотоэлектрического датчика, установленного на приводном валу насоса и предназначенного для измерения его частоты вращения.



1 - входной штуцер, 2 - расходомер, 3 - штепсельный разъем, 4 - датчик температуры, 5 - дроссель, 6 - выходной штуцер, 7 - дренажная трубка, 8 - датчик давления, 9 – корпус

Рисунок 25 - Блок датчиков гидротестера ГТ-2

Прибор 14 с помощью переключателя 15 по выбору оператора может быть соединен с выходом преобразователя частоты при измерении подачи и частоты вращения приводного вала или с измерительной диагональю моста термисторного датчика температуры. Гидротестер питается от сети через блок питания.

Напряжение питания контролируют по стрелочному прибору 18. При питании от аккумулятора гидротестер подключают к нему через преобразователь.

При диагностировании сборочных единиц гидросистем с различными номинальными давлениями и различной подачей насосов применяют несколько типоразмеров блоков датчиков.

Кроме электрического датчика давления в гидротестере устанавливают механический манометр, что повышает безопасность работы в то время, когда цепи питания электрической схемы гидротестера отключены.

Гидротестеры используют при диагностировании сборочных единиц гидроприводов в соответствии со схемами, показанными на рисунке 23. Диагностирование двух- и трехсекционных насосов можно производить, используя для каждой секции отдельный гидротестер.

С целью настройки регулятора вычисляют приводную мощность по результатам измерения давлений и расходов:

$$N_n = (p'Q'/60) + (p''Q''/60) = q(p'f' + p''f'')/60 \quad (15)$$

где p' и p'' - давление в первой, и второй секциях соответственно, МПа;

Q' и Q'' - подача первой и второй секции, см³/с;

q - удельная постоянная расходомеров, см³

f' и f'' - показания частотомеров при измерениях подачи на первой и второй секциях, ГЦ.

Проверку и настройку суммарного регулятора мощности можно

осуществлять с помощью одного гидротестера. Для определения коэффициентов подачи гидротестер поочередно включают в каждую секцию. После этого с помощью вспомогательной трубки соединяют полости регулятора мощности и присоединяют эту трубку к выходу одной из секций. При этом угол наклона качающего узла этой секции будет пропорционален удвоенному значению давления жидкости, подводимой к регулятору.

Техническая характеристика гидротестера ГТ-2 (с одним из типоразмеров блока датчиков)

Расход, л/мин	20-150
Давление, МПа	5-40
Температура, °С	45-55
Частота вращения, мин ⁻¹	1300-1600

Контрольно-диагностической аппаратурой гидропривода автоматизированных крепей являются аппарат контроля гидросистемы АКГ-2, датчики (реле) давлений и датчики положения секций крепей относительно базы и аппарат автоматической подпитки линии устойчивости. Эта аппаратура применяется для контрольных функций и для цепей управления.

Аппарат контроля гидросистем АКГ-2 предназначен для контроля состояния гидросистемы механизированных крепей и автоматизации работы насосных станций. Аппарат АКГ-2 выполняет следующие функции: автоматическое включение насосной станции механизированной крепи в начале рабочей операции; автоматическое подключение в работу второй насосной станции, если давление рабочей жидкости в гидросистеме падает ниже установленного предела, и ее отключение, если давление поднимается до номинального значения; автоматическое отключение насосной станции после окончания рабочей операции (если промежуток времени между операциями не превышает установленной выдержки времени, насосная станция не отключается), при разрыве трубопровода в гидросистеме крепи, при нижнем предельном уровне рабочей жидкости в напорной и сливной гидромагистралях,

величины перетока из напорной в сливную линию; производительности насосных станций, объема рабочей жидкости в баках насосных станций.

Аппарат АКГ-2 состоит из расходомеров, датчиков уровня и аппарата контроля и управления.

Расходомер ДРШ-1 (рисунок 26а) представляет собой шестеренный гидродвигатель, работающий в режиме холостого хода и конструктивно выполненный в одном корпусе с генератором электрического сигнала. Для получения лучших эксплуатационных показателей постоянный магнит 2, являющийся ротором генератора, закреплен на оси шестерни 1 в полости, заполненной рабочей жидкостью. Статор генератора, состоящий из шести катушек 3, объединенных одним магнитопроводом 5, отделен от якоря перегородкой из немагнитного материала. Размещение полюсов катушек статора 4 по периметру торцевой части диска постоянного магнита позволило получить достаточную величину электрического сигнала, не требующую усиления.

Принципиальная электрическая схема расходомера приведена на рисунок 26б. При прохождении через расходомер потока жидкости постоянный магнит приводится во вращение и наводит э.д.с. в катушках статора W1-W6. Трехфазный переменный ток с помощью выпрямителя В преобразуется в постоянный и подводится или к показывающему прибору - вольтметру V, отградуированному в л/мин, или к функциональной схеме логической части аппарата.

Расходомер ДРШ-1 имеет искробезопасное исполнение, устойчив к гидроударам и высоким механическим нагрузкам. Расходомеры ДРШ-1 применяются также при исследовании и испытании механизированных крепей.

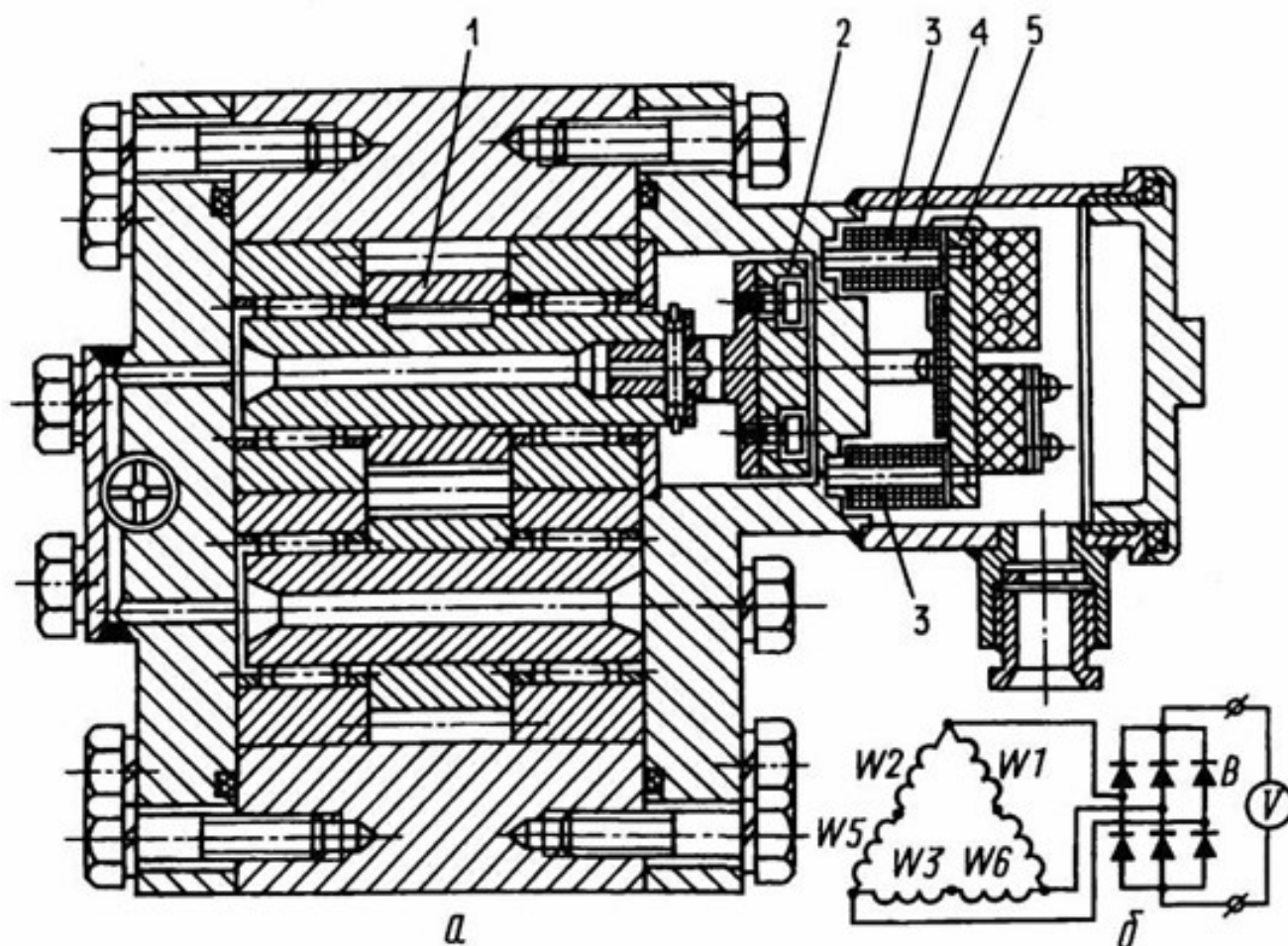


Рисунок 26 – Расходомер ДРШ – 1

Техническая характеристика расходомера ДРШ-1

Рабочая жидкость -	Водомасляная эмульсия, минеральные масла
Рабочее давление, МПа	20
Диапазон измерения, л/мин	3-150
Перепад давления при расходе 150 л/мин, МПа	Не более 0,3
Уровень электрического сигнала при расходе 150 л/мин, В	20
Основные размеры, мм	130x265x260

Датчик уровня представляют собой установленную в баке насосной станции трубу из немагнитного материала, внутри которой размещены магнитоуправляемые контакты.

Вдоль трубки перемещается поплавков с постоянным магнитом, который воздействует на магнитоуправляемые контакты.

С помощью показывающего прибора датчик уровня обеспечивает постоянный контроль уровни жидкости в баке насосной станции и выдает дискретный сигнал при предельных верхнем и нижнем уровнях жидкости.

Реле давления в системах автоматизированного управления применяют двух видов - с коммутацией электрических цепей (электрогидравлические реле) и гидравлических цепей (гидрореле).

В качестве чувствительного элемента реле обычно применяют уплотненный подпружиненный поршень, а исполнительным элементом служит микропереключатель, магнитоуправляемый контакт или гидравлический распределительный элемент.

В системах автоматизированного управления крепями комплексов КМ-87А и 2КГД-А применяют реле давления СД5Б и СД-320.

Чувствительным элементом реле СД5Б (рисунок 27) является поршень 3, помещенный в штуцере 2. Настройка реле на заданное давление срабатывания осуществляется поджатием пружины 7 гайкой 8.

Реле работает следующим образом. При подаче давления в канал штуцера 2 поршень 3, сжимая пружину, перемещается. Одновременно с поршнем перемещаются рычаг 6, закрепленный на толкателе 4. Рычаг 6 воздействует на микропереключатель 9 и переключает его контакты. Ход поршня ограничивается втулкой 5, установленной в корпусе 1. Эксплуатационная надежность реле СД5Б характеризуется средней наработкой на отказ $T_{cp} = 5 \cdot 10^4$ ч.

Реле СД-320 конструктивно отличается от реле СД5Б тем, что для обеспечений более высокого уровня контролируемого давления в нем установлена тарельчатая пружина.

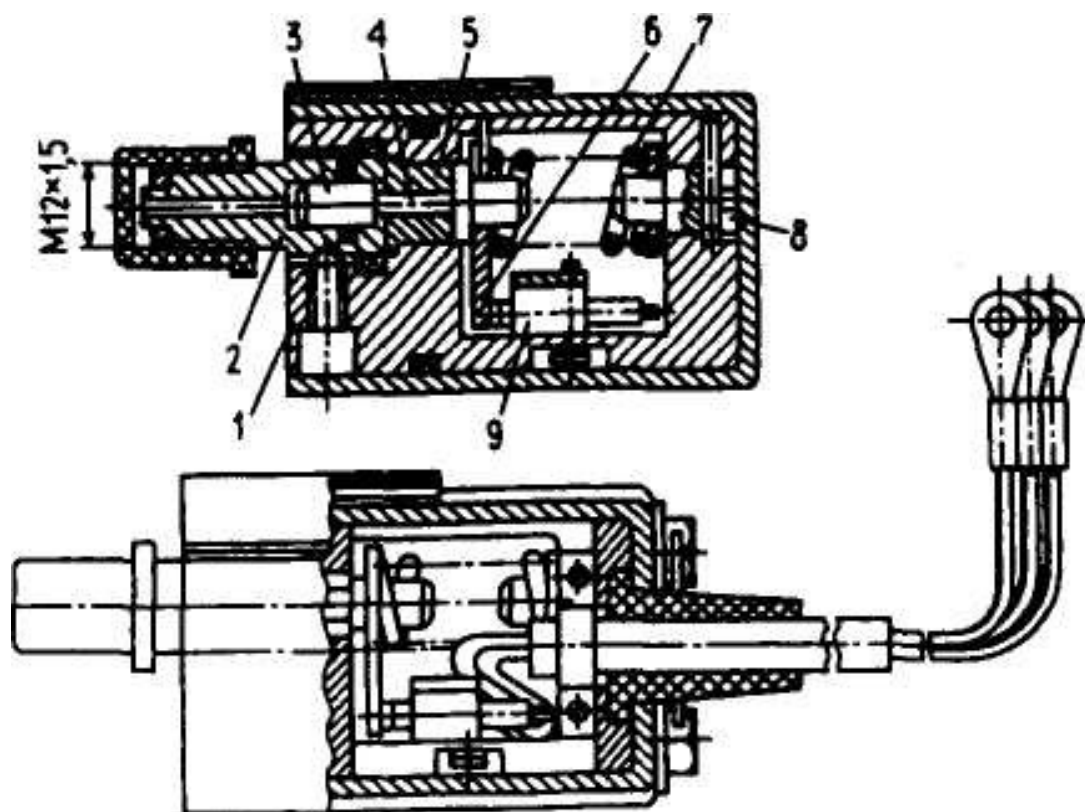


Рисунок 27 - Реле давления СДБ5

Техническая характеристика реле СД5Б, СД-320

	СД5Б	СД-320
Диапазон настраиваемого давления, МПа	5-12	10-32
Допустимая погрешность срабатывания, %	10	10
Коэффициент возврата $\frac{P_{откл.}}{P_{вкл.}}$	Не менее 0,75	Не менее 0,8
Коммутирующая способность контактов:		
- по току, А	1	1
- по мощности, Вт	25	25
Основные размеры, мм	не более 50×100	не более 50×100
Масса, кг	0,8	0,8

Аппарат автоматической подпитки линии устойчивости крепей

наклонного падения предназначен для автоматического поддержания заданного уровня давления в линии. Если давление в линии устойчивости опускается ниже установленного уровня, линия напора соединяется со сливной и работа по креплению забоя прекращается.

2.4 Диагностирование механических передач

При определении технического состояния механических передач могут быть использованы следующие диагностические признаки: суммарный угловой зазор передачи (в градусах); дифференцированное значение угловых зазоров пар передач (в градусах); величины реакций в опорах валов и моментов на валах; виброакустические характеристики; поверхностные и внутренние собственные и приобретенные дефекты сопрягаемых деталей и отдельных элементов и конструкций и др.

Суммарные угловые зазоры измеряются специальными люфтомерами на определенном валу при заторможенном другом валу. Люфтомер объединяет динамометрический ключ и жидкостный угломер. Динамометрический ключ закрепляют на одном из выводных валов механической передачи, второй выводной вал - тормозят. Вручную через рукоятку люфтомера к валу прикладывают силы для создания моментов определенной величины, сначала в прямом, а затем в обратном направлениях вращения механической передачи. По шкале жидкостного угломера проводят отсчеты соответствующих угловых зазоров. Жидкостный угломер имеет поворотную шкалу, что позволяет устанавливать ее на нуль, вне зависимости от начального углового положения рычага люфтомера.

Дифференцированные значения угловых зазоров могут быть получены путем анализа кривых изменений моментов сопротивления на входном или выходном валах механической передачи в процессе выбора предварительно накопленных зазоров. На рис.58 показано изменение момента сопротивления на входных валах ходового редуктора экскаватора (кривая 1) и редуктора отбора

мощности автомобильного крана (кривая 3) в зависимости от угла поворота.

Площадки S_1 - S_4 образуются в момент выбора текущего углового зазора и определяют значения боковых зазоров и, следовательно, износов соответствующих сопряжений. Различные длины площадок стабилизации момента сопротивления указывают на неравномерность износа сопряжений не только в кинематической последовательности трансмиссии, но и по контуру сопрягаемых деталей (параллельные ветви). Крутизна участков кривых характеризует регулировку подшипников. Отношения соседних участков возрастания момента сопротивления определяют текущие передаточные отношения между соседними парами. По известным из нормативной документации линейным боковым зазорам S определяют номинальные, допустимые и предельные угловые зазоры:

- для эвольвентных сопряжений

$$S^0 = k \cdot c \cdot (mz) \quad (16)$$

- для прямобоочных сопряжений

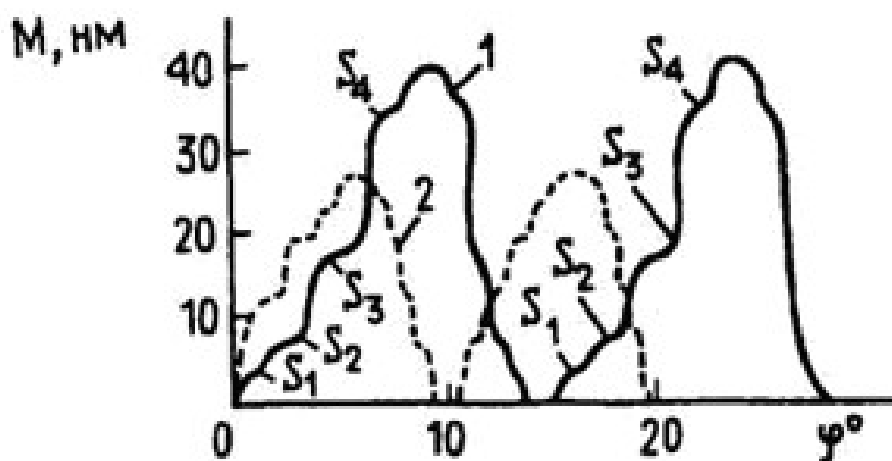
$$S^0 = k \cdot c / D \quad (17)$$

где S^0 и c -угловые (в градусах) и боковые (в мм) зазоры соответственно;

m, z - модуль и число зубьев;

D -диаметр вала (для шпоночных и шлицевых сопряжений), наружный диаметр сопрягаемых деталей (для кулачково-дисковых и шарнирных сопряжений);

k -коэффициент, значение которого зависит от вида сопряжения.

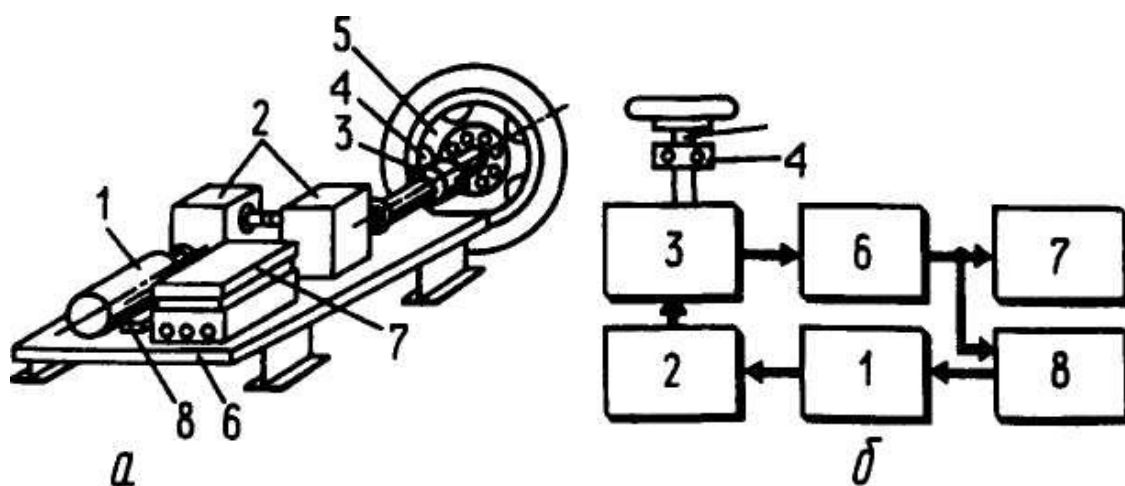


1 - ходового редуктора экскаватора, 2 - редуктора отбора мощности автомобильного крана, S_1 - S_4 - площадки стабилизации момента

Рисунок 28 - Изменение момента сопротивления от угла поворота многоступенчатой зубчатой передачи

На рисунке 29 показано устройство для определения дифференцированных значений угловых зазоров в механических передачах. В устройстве установлены: электродвигатель, редукторы, тензометрическая муфта, тензометрический усилитель, самописец и электронное реле реверса.

Устройство с помощью кулачковой муфты соединяют с выходным валом диагностируемой механической передачи. Включают электродвигатель устройства, при этом выходной вал диагностируемой передачи поворачивается до устранения в ней всех зазоров. При достижении определенного момента срабатывает электронное реле реверса. Приводной двигатель устройства начинает вращаться в обратную сторону с частотой вращения около 6 мин^{-1} . Происходит последовательное устранение накопленных боковых зазоров во всех сопряжениях передачи. При входе в зацепление каждой следующей пары сопряжений ступенчато возрастает момент сопротивления. Изменение момента регистрируется на самописце как в функции времени, так и в функции угла поворота вала диагностируемой механической передачи. В последнем случае привод самописца должен быть осуществлен от вала диагностируемой передачи.



а - конструкция, б - структурная схема 1 - электродвигатель, 2 - редукторы, 3 - тензометрическая муфта, 4 - кулачковая муфта, 5 - выходной вал диагностируемой передачи, 6 - тензометрический усилитель, 8 - электронное реле времени

Рисунок 29 - Устройство для определения дифференцированных значений угловых зазоров в механических передачах

Силловые реакции определяют с помощью двухкомпонентных тензорезисторных или иных силоизмерителей, устанавливаемых в опорах подшипников валов.

Средняя мощность, потребляемая приводом механической передачи или исполнительного органа может определяться с помощью самопишущих ваттметров.

2.5 Виброакустическая диагностика горных машин

Статистический анализ в условиях эксплуатации позволил определить основные виды отказов машин (в процентах от общего числа), которые могут быть диагностированы виброакустическим методом: породопогрузочные машины (редуктор нагребавших лап - 51 %, гидрооборудование - 20%, конвейер -12% , редуктор ходовой части - 10%, электрооборудование - 6,5%;

проходческие комбайны редуктор нагребавших лап - 70,5 %, редуктор привода насоса - 10,5%, редуктор исполнительного органа -9%, редуктор гусеничного хода - 8,7%); струговые установки (тяговые цепи струга и конвейера - 40%, электрооборудование 23%, гидрооборудование - 12%, привод струга и конвейера- 12%). В общих непланируемых простоях доля отказов подшипников горных машин достигает 30-40%.

В редукторах проходческих комбайнов происходит наибольшее число трудноустраняемых отказов. В зубчатых передачах - это износ, питтинг, излом, скол торцов, трещина; в подшипниках - износ сепараторов, наружных колец, выкрашивание дорожек качения роликов и наружных колец, задиры на посадочных поверхностях, пятна цветов побежалости, изломы, трещины; в корпусах -излом посадочных мест опор валов; в валах - износ шлицев.

Основными причинами отказов являются: в зубчатых передачах - концентрация нагрузки на малой площадке контакта зуба из-за погрешностей в изготовлении, сборке и регулировке, нарушении герметичности ванн, расширение зазоров, увеличение люфтов, приводящих к большим динамическим нагрузкам; в подшипниках - загрязнение, плохое качество или отсутствие смазки, коррозия, высокая нагрузка, некачественная сборка, перекосы и др.; повышенный износ посадочных поверхностей корпусов, вызываемый высокими значениями средних давлений, подвижностью сопряжения, недостаточной твердостью посадочных поверхностей.

К основным причинам повышенной вибрации в электромашинах относят: неуравновешенность вращающихся частей, несоосность линии вала, некачественную установку машины на фундаменте, двойную жесткость ротора, дефекты в подшипниках и т.п. Электромагнитные вынуждающие силы в машинах с электроприводом возникают из-за асимметрии воздушных зазоров, витковых замыканий в обмотках роторов и др.

При выбранной совокупности диагностических параметров определяются предельные значения сигналов. Для этого измеряются значений всех диагностических сигналов при отсутствии в механизме неисправности и

при имитации поочередно всех возможных неисправностей.

Совокупность диагностических сигналов дает возможность определить техническое состояние машины в рамках заданного перечня неисправностей. Техническое состояние диагностируемых элементов определяется путем сравнения результатов измерения контролируемых параметров с допускаемыми по нормам и определяемыми согласно ремонтной и эксплуатационной документации.

Для поиска скрытых дефектов замеряется уровень виброускорений в информативных точках под нагрузкой. При этом выявляются частоты, на которых уровень виброускорений превышает допустимый. Дальнейшие измерения производят только на этих частотах, поочередно меняя нагрузку в целях определения приращения уровня виброускорений в информативных точках:

$$a = (k_1 - k_2) / k_2 \quad (18)$$

где a - коэффициент относительного приращения уровня ускорения при повышении нагрузки;

k_1 и k_2 - средние уровни виброускорений в полосе частот, где был превышен допускаемый уровень при нагрузке P_1 и P_2 (определяются как среднее арифметическое из пяти измерений), $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$.

Большие значения, «а» свидетельствуют о наличии дефектов. Дополнительными диагностирующими признаками являются характерные шумы на холостом ходу и под нагрузкой. С точки зрения динамической прочности наиболее опасны колебания периодические с ярко выраженными отдельными составляющими, являющимися сильными диагностическими сигналами.

Для определения диагностических параметров (признаков) необходимы экспериментальные исследования вибраций в рабочем и неисправном состояниях. При этом очень многое зависит от виброакустического контроля и

ремонтпригодности, т.е. приспособленности машины к предупреждению, обнаружению и устранению дефектов и отказов, что обеспечивается при проектировании, модернизации и путем выбора соответствующих диагностических средств.

Нормы на вибростойкость разрабатываются для предохранения деталей и узлов машины от вибрационных перегрузок, например для большинства электромашин эта величина колеблется от 0,1 lg (70 дБ) до lg (90 дБ). Вибрационная напряженность иногда оценивается с помощью коэффициента перегрузки - отношения действующего ускорения к ускорению силы тяжести.

Методы анализа диагностирования.

На объектах диагностирования наряду с другими параметрами ведется непрерывная фиксация текущих спектрограмм виброускорения для последующего сравнения их с базовыми.

Кроме того, сравнения проводят также с данными "Библиотеки аномалий", составление которой требует предварительных исследований. При этом не исключен автоматический анализ и поиск дефекта.

В качестве диагностического параметра виброперемещение целесообразно применять на относительно низких частотах (до 10 Гц) и моногармоническом (или близком к нему) характере вибрации. На средних измеряемых частотах следует использовать виброскорость (при любом характере колебаний).

Эффективность использования виброускорения в качестве диагностического параметра растет с ростом частоты сигнала, что используется при диагностировании механических систем - шестеренные передачи, подшипники качения и др., где зубцовые частоты и частоты собственных (резонансных) колебаний отдельных элементов составляют десятки килогерц.

При исследованиях зубчатых передач в основном ориентируются на кинематический анализ, что дает возможность определять: зубцовые частоты и их гармоники; накопленные частоты (низкочастотные составляющие спектра - по частоте кратные частоте вращения приводного вала); четные гармоники

(биение, нарушение в зацеплении и т.д.); циклические частоты (высокочастотные составляющие спектра с частотами, кратными произведениям числа зубьев делительного колеса зуборезного станка, на котором нарезались зубья, на накопленную частоту).

Весьма результативен метод замера вибрации на выбеге, особенно когда при загрузке на полную мощность дефект (например, трещина в валу) не обнаруживается. При этом сравниваются показания от предыдущих выбегов с текущими (анализ записей проводится по амплитуде и фазе основной и первой гармоник вибрации, представленных в виде функции частоты вращения вала).

При ухудшении состояния зубчатых передач появляется модуляция (возрастает уровень боковых частот); при этом частота зацепления является несущей, а частота вращения вала или одна из ее гармоник - модулирующей.

Изменение вибрации как функции времени наработки носит прямолинейный характер примерно до 75% выработки ресурса машин, после чего идет перегиб и экспоненциальный рост уровней вплоть до отказа, поэтому контроль скорости изменения вибрации более эффективен, чем ее абсолютные замеры.

Вибрационные процессы можно анализировать методом стандартного спектрального анализа, который основан на разложении сложного колебательного процесса на отдельные составляющие, имеющие различные частоты и соответствующим им амплитуды.

Анализ вибрации подшипников качения.

Вибросигнал с внешней обоймы подшипников редукторов является наиболее информативным, так как вибрация от зубчатых зацеплений передается по валу к подшипникам и они являются узловыми точками акустических каналов распространения вибрации. Сами подшипники - вероятные очаги неисправностей редукторов.

Все гармонические составляющие вибрации, причиной которых являются подшипники качения, имеют характерные частоты, связанные с частотой вращения внутреннего кольца f_g (c^{-1}) и частотой вращения сепаратора

относительно неподвижного наружного кольца $f_{сн}$ (c^{-1}):

$$f_{сн} = \frac{f_6}{2} \cdot \left(1 - \frac{d \cdot \cos \beta}{D} \right), c^{-1} \quad (19)$$

где d - диаметр тел качения;

D - диаметр сепаратора (диаметр окружности, проходящей через центры тел качения);

P - угол контакта тел и дорожек качения.

Частота вращения сепаратора относительно вращающегося внутреннего кольца

$$f_{св} = \frac{f_6}{2} \cdot \left(1 + \frac{d \cdot \cos \beta}{D} \right), c^{-1} \quad (20)$$

Частота контакта точки тел качения с одной из дорожек качения (частота вращения тел качения вокруг своей оси):

$$f_{мк} = \frac{f_6}{2} \cdot \left(\frac{D}{d} + \frac{d \cdot \cos^2 \beta}{D} \right), c^{-1} \quad (21)$$

При вращении ротора в подшипниках качения с радиальными зазорами число тел качения, на которые опирается ротор, а следовательно и жесткость подшипника изменяется с частотой перекачивания тел качения по наружному кольцу $f_{нп}$, пропорциональной частоте вращения сепаратора $f_{сн}$ и числу тел качения n , т.е.

$$f_{nn} = n \cdot \frac{f_e}{2} \cdot \left(1 - \frac{d \cdot \cos \beta}{D} \right), c^{-1} \quad (22)$$

При монтаже подшипников с натягом в спектре вибрации появляются составляющие с частотами, кратными частоте перекатывания тел качения по внутреннему кольцу подшипника f_{en} , пропорциональной частоте вращения сепаратора f_{cs} и числу тел качения n :

$$f_{en} = n \cdot \frac{f_d}{2} \cdot \left(1 - \frac{d \cdot \cos \beta}{D} \right), c^{-1} \quad (23)$$

Так, для однорядного радиальноупорного подшипника с размерами $d=7,9$ мм и $D = 38$ мм; $\beta = 15^\circ$; $n = 12$; $N = 1750$ мин⁻¹; $f_{nn} = 140,7$ Гц; $f_{en} = 209,3$ Гц; $f_{mk} = 138,2$ Гц и $f_{cn} = 11,7$ Гц. Причиной случайной вибрации подшипников качения может явиться сухое трение, так как смазка оказывает влияние, аналогичное сглаживанию поверхностей качения. Уровни случайной вибрации сильно зависят от чистоты поверхности качения, частоты вращения подшипника, его размеров и количества смазки. Увеличение объема смазки или ее вязкости приводит к росту сил трения и повышению передачи вибрации от тел качения на кольца, способствуя росту уровня высокочастотной вибрации. К этому же приводит окисление смазки и наличие в ней твердых включений.

Например, дефекты подшипников, вызванные неудовлетворительной смазкой, могут быть обнаружены виброконтролем как возрастание вибрации порядка 20 дБ в области 3 кГц.

Определим основные частоты, возникающие в подшипниках качения из-за изменения формы тел качения или вмятин в обоймах:

$$f_1 = \frac{f_e}{2} \cdot \frac{D - d}{D}, c^{-1} \quad (24)$$

Дефекта тела качения:

$$f_2 = \frac{f_g}{2} \cdot \frac{D+d}{D} \cdot \frac{D-d}{D}, c^{-1} \quad (25)$$

изменения формы внутренней дорожки:

$$f_3 = n \cdot \frac{f_g}{2} \cdot \frac{D+d}{D}, c^{-1} \quad (26)$$

изменения формы внешней дорожки:

$$f_4 = n \cdot \frac{f_g}{2} \cdot \frac{D-d}{D}, c^{-1} \quad (27)$$

Упругие колебания элементов подшипников могут возникать при контактах (ударах) тел качения с возникшими дефектами (трещины, вмятины, сколы и др.) с периодичностью частоты своего вращения, что проявляется в виде высокочастотных, экспоненциально-затухающих импульсов. Так, собственная частота шариков определяется по формуле

$$f_s = 0,848E/2d \cdot p, c^{-1} \quad (28)$$

где E - модуль упругости 1-го рода;

p - удельная плотность материала.

Резонансная частота колец подшипника

$$f_6 = \frac{\kappa \cdot (\kappa^2 - 1) \cdot 2\pi \sqrt{\kappa^2 + 1} \cdot r^2}{\sqrt{\frac{EJ}{m}}}, c^{-1} \quad (29)$$

где κ - порядок резонанса;

r - радиус нейтральной оси кольца;

J - момент инерции площади поперечного сечения кольца;

m - удельная линейная масса кольца.

Например, для того же подшипника ($d = 7,9$ мм; $D = 38$ мм), резонансные частоты внешнего кольца $f_6 = 3,49; 11,4$ кГц и т.д. и внутреннего кольца $f_6 = 9,74; 52,83$ кГц и т.д.

Дискретные угловые частоты элементов подшипника рассчитывают по формулам:

$$D_6 = \begin{cases} \omega_1 = D_n \cdot \omega_4 / (D_n + D_6), \text{ рад} / \text{с} \\ \omega_2 = D_6 \cdot \omega_4 / (D_n + D_6), \text{ рад} / \text{с} \\ \omega_3 = D_n \cdot D_6 \omega_4 / d \cdot (D_n + D_6), \text{ рад} / \text{с} \end{cases} \quad (30)$$

где ω_1 - угловая скорость сепаратора относительно внутреннего кольца;

ω_2 - то же, относительно внешнего кольца;

ω_3 - угловая скорость тела качения относительно сепаратора;

ω_4 - относительная угловая скорость внутреннего кольца по отношению к наружному;

D_6 - диаметр дорожки качения внутреннего кольца;

D_n - то же, внешнего.

Виброакустическая аппаратура.

Вибрация и шум являются волновыми процессами, близкими по природе возникновения и основным параметрам, поэтому из измерения и оценка часто производятся с помощью одних и тех же приборов, за исключением преобразователей и согласующих элементов (таблица 13).

В качестве вибродатчиков применяют в основном пьезоэлектрические преобразователи (пьезорезисторные и индуктивные преобразователи в отличие от пьезоэлектрических обеспечивают измерение статических напряжений, но уступают им по коэффициенту преобразования и высоким частотам).

Для датчика, измеряющего виброперемещения, собственная частота должна быть в 3-5 раз ниже контролируемой, измеряющего виброускорения - в 3-5 раз выше.

Для измерения ударных процессов используется акселерометр с высокой резонансной частотой и малым демпфированием, что облегчает распознавание и измерение ударных импульсов на осциллограмме.

Для усиления сигналов вибропреобразователей применяют усилители с разрешающей способностью до 200 кГц; для спектрального анализа - октавные, третьоктавные и узкополосные фильтры.

Диагностирование механизма подачи очистного комбайна.

Техническое состояние механизмов подачи при стендовых испытаниях определяется на основании измерения следующих параметров: максимальных скоростей подачи и тяговых усилий, давлений в гидropередаче, температур рабочей жидкости, изменения объемного КПД, загрязненности рабочей жидкости, общего уровня виброускорений. Блок-схема аппаратного контроля механизма подачи приведена на рисунок 30.

Механизм подачи МП устанавливается на испытательный стенд, масло заливается до уровня, при котором перекрывается приемный фильтр одноплунжерного насоса. Затем устанавливается виброаппаратура 1, подключаются датчики давления или манометры 2, 3 и 4, датчики температуры 5 и 6 вибропреобразователи (в контрольные точки а, б, в). Датчики давления подключаются к гидрлиниям подпитки и управления через переходник П, а к

напорной гидролинии - через корпус блока клапанов КБК. Датчики температуры измеряют нагрев жидкости и корпусных деталей, виоропреобразователи устанавливаются на корпусе насоса НП, на крышке механизма подачи и на корпусе гидромотора ГМ или холодильника.

Таблица 13 - Виброакустическая аппаратура

Аппаратура	Основная характеристика	Изготовитель
Измеритель шума и вибрации ВШВ-003	Переносной прибор для измерения параметров шума и вибрации: динамический диапазон измерения звука 25-140 дБ; частотный диапазон 10 Гц - 20 кГц. Диапазон измерения: виброскорости- $5 \cdot 10^{-5}$ - 10 , м/с-1; виброускорения - $5 \cdot 10^{-3}$ - 10^3 , м /с-2; масса 4,5 кг	Завод "Виброприбор" , г. Таганрог
Шумомер искробезопасный ВШМ-003	Портативный прибор для измерения и анализа шума: динамический диапазон 25 -140 дБ; частотный диапазон 20 Гц - 20 кГц; масса 4 кг	Тот же
Виброметр искробезопасный ВВМ-001	Портативный прибор для измерения и частотного анализа вибраций; диапазон измерения виброускорения $5 \cdot 10^{-3}$ - 10^3 м/с ² : виброскорости $5 \cdot 10^{-3}$ - 10 м/с ⁻¹ частотный диапазон 1-11 2000 Гц, масса до 4 кг	Тот же
Виброметр малогабаритный ВМ-1	Портативный прибор для измерения параметров вибрации в абсолютных и относительных единицах	Кокчетавский приборостроительный завод
Фильтры электрические ФЭ-2	Прибор для частотного анализа параметров шума и вибрации: частотный диапазон 1,4-11 200 Гц, масса 5 кг	Тот же
Шумомер Шум-3	Портативный прибор для измерения параметров шума	Запорожский опытный завод дефектоскопии

Продолжение таблицы 13

Шумовибро-измерительный	Переносный комплект для измерений и анализа шума и вибраций	Кокчетавский приборостроительный
-------------------------	---	----------------------------------

комплект		завод
Набор измерительных приборов 00022	Набор измерительных приборов 00022 Переносной комплект для измерения воздушного и механического звука: динамический диапазон 30-140 дБА; частотный диапазон 31,5 Гц - 63 кГц; масса 7,5кг	«Роботрон – мессэлектроник» , ГДР
Набор измерительных приборов 00041	Переносной комплект для измерения воздушного и механического звука: динамический диапазон 35-140 ДБ; частотный диапазон 31,5 Гц-63 кГц; масса 7,5 кг	Тот же
Прецизионный импульсный измеритель уровня звука	Переносной комплект для измерения и анализа уровня звука с любой характеристикой во времени: динамический диапазон 19-140 дБ; частотный диапазон 2 Гц -100 кГц; масса 4 кг	«Роботрон – мессэлектроник» , ГДР
Набор звуко- и виброизмерительных приборов 2537	Переносной комплект для измерения уровня звука и вибрации: динамический диапазон 24-130 дБ; частотный диапазон 20Гц – 20кГц	Фирма «Брюль и Кьер», Дания
Портативный виброанализатор 3513	Портативный прибор для измерения и анализа вибраций в полевых условиях: диапазон измерения виброскорости 10 -1,0 м·с; частотный диапазон 0,2 Гц - 20 кГц.	Тот же

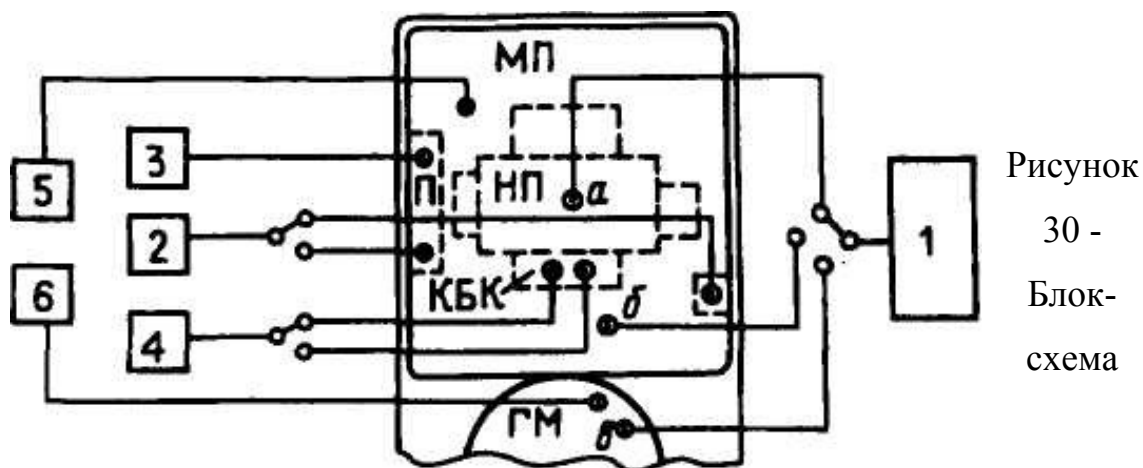


Рисунок
30 -
Блок-
схема

аппаратурного контроля механизма подачи Г405

Средства диагностического контроля, применяемые для измерения перечисленных параметров, приведены в таблице 14, допускаемые нормы основных контролируемых параметров - в таблице 14, схема расположения контрольных точек при диагностировании объекта по параметрам давления - на рисунке 31. При измерении давления в гидросистеме механизма подачи датчики давления или манометры подсоединяются в контрольные точки при помощи специальных штуцеров. При подключении датчика к корпусу блока клапанов (точки 1-12 рисунке 31) используются штуцеры.

Максимальная скорость подачи механизма при стендовых испытаниях определяется по частоте вращения звезды за 1 мин и должна быть не менее $0,1 \text{ с}^{-1}$ при $i = 5,26$ или не менее $0,0783 \text{ с}^{-1}$ при $i = 6,66$ комбайн 1К101.

Максимальное тяговое усилие определяется по показаниям приборов нагрузочных устройств в момент срабатывания предохранительного клапана.

Давление холостого хода (в напорной гидролинии при свободном вращении приводных звезд) характеризует потери в механизме подачи (точка 8 или 9 рисунок 31). По максимальному давлению в напорной гидролинии оценивается техническое состояние насосов (точка 8 или 9 для НП120 и 11 для вспомогательного одноплунжерного). Давление в гидролинии подпитки контролируется в точках 4, 9 или 8 с целью определения подпора, создаваемого вспомогательным одноплунжерным насосом и обусловленного настройкой подпорного клапана подпитки.

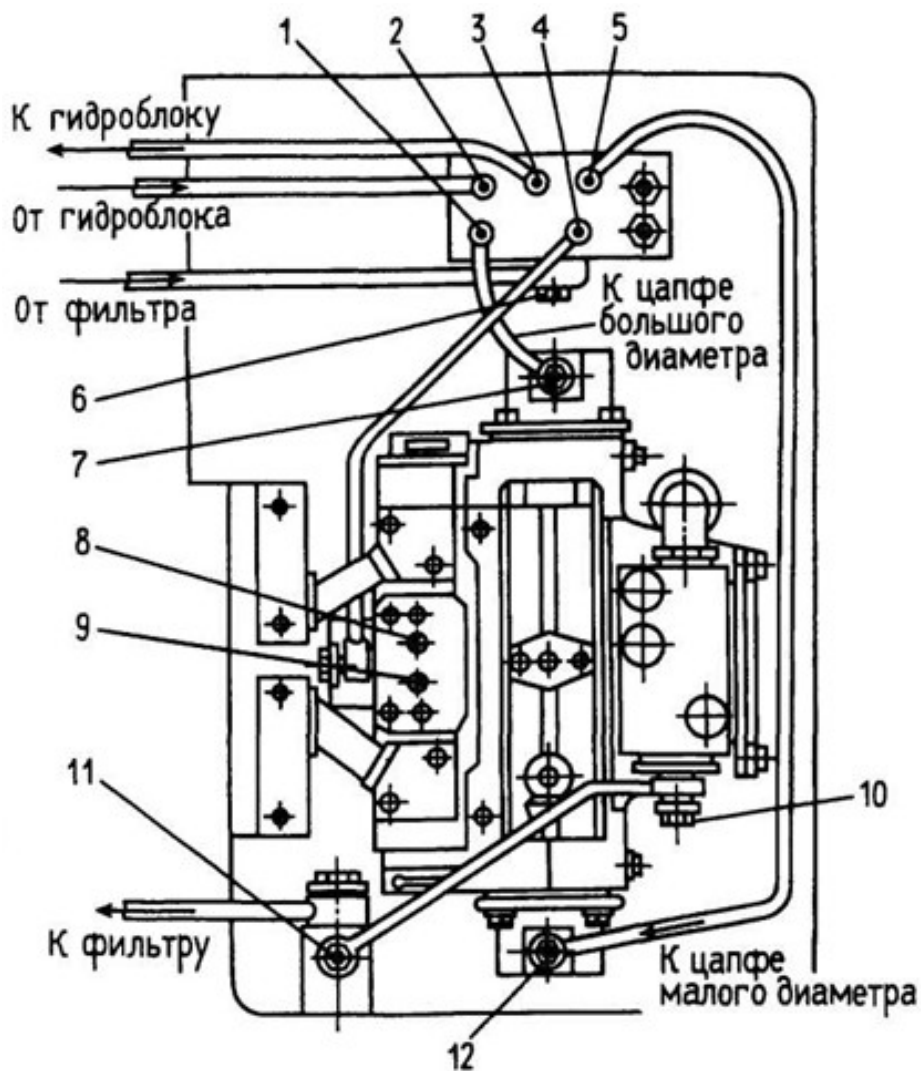


Рисунок 31 - Схема размещения контрольных точек (1-12) в механизме подачи Г405 с насосом НП 120

Давление в гидролинии управления, контролируемое в точках 1,2, 3, 5, обеспечивает четкое изменение производительности насоса НП120. Давление срабатывания предохранительного клапана насоса, определяемое при максимальной скорости подачи и нагрузке, близкой к максимальной, характеризует правильность настройки клапанов.

Срабатывание предохранительного клапана сопровождается звуком высокого тона, являющимся следствием возникающих в предохранительном клапане вибраций. В случае работы гидропривода со сработанным предохранительным клапаном резко повышается температура рабочей

жидкости, гидросистема подвергается предельным вибрационным нагрузкам, равным 116-122 дБ. Поэтому на предохранительный клапан механизм должен работать на более 3-5с.

Техническое состояние фильтрующих элементов механизма подачи оценивается визуально. Косвенным и параметрами, по которым можно судить о состоянии фильтров, являются давление, шум и вибрация. О техническом состоянии приемного фильтра вспомогательного одноплунжерного насоса можно судить также по давлению в линии управления, которое развивает вспомогательный одноплунжерный насос (оно должно быть не ниже 2,5 МПа). Загрязнение фильтра вызывает резкое увеличение сопротивления на всасе, вследствие чего могут возникнуть явления кавитации, сброс производительности насоса и, как следствие, увеличение общего уровня шума и вибраций (с частыми толчками и ударами). Техническое состояние фильтра тонкой очистки можно контролировать по показаниям манометров, установленных до и после фильтра тонкой очистки (точки 3 и 11 рисунок 30). Пропускная способность фильтрующих элементов считается допустимой, если измеренный при номинальных режимах работы механизма подачи перепад давлений не превышает 0,25 МПа.

Температура масла в процессе контрольных испытаний не должна превышать температуру окружающей среды выше чем на 40 °С.

Объемный КПД механизма подачи определяется при температуре 60-65°С следующим образом: электрогидроблоком вручную устанавливается наибольшая скорость подачи; определяется время одного оборота звезды станда t_1 при отсутствии нагрузки в цепи (при полностью раскрытом дросселе нагрузочного устройства) и t_2 при давлении в напорной гидролинии 8 МПа; затем подсчитывается по формуле:

$$\eta = t_1 / t_2 \quad (31)$$

Таблица 14 - Средства диагностического контроля и контролируемые параметры в механизмах подачи

Контролируемый параметр	Средства контроля	Цель контроля, выявляемая неисправность
Максимальная частота вращения звезды	Секундомер С-1-3а (ГОСТ 5072-73 Е)	Оценка общего технического состояния механизма
Максимальные тяговые усилия	Динамометр ДПУ-2тс-2 (ГОСТ 13837-79)	То же
Общий уровень виброускорений	Пьезоэлектрические виброизмерительные преобразователи д.14, Д11. измеритель шума и вибраций ИШВ-1, виброщуп, шумовиброизмерительный комплекс ШВК-И	То же
Уровень и тональность шума	Виброщуп, измеритель ИШВ-1	То же
Давление: - в гидролиниях всасывания	Манометры М1М16, М1М25, МТП 100/1-16х1,5 (ГОСТ 8625-77Е)	Настройка подпорного клапана; определение подпора, создаваемого вспомогательным одноплунжерным насосом.
- в гидролинии управления	Манометры М1М27, МТП160/1-60х1,5 (ГОСТ 8625-77Е)	Оценка технического состояния вспомогательного одноплунжерного насоса и сборочных единиц системы управления

Продолжение таблицы 14

- в напорной гидро линии при свободном вращении приводных звезд	Манометры М1М26, МТП160/1-40x1,5 (ГОСТ 8625-77Е)	Оценка технического состояния гидродвигателя, редуктора, определение потерь в механизме подачи
- в напорной гидролинии под нагрузкой	Манометры М1М29, МТП160/1-160x1,5 (ГОСТ 8625-77Е)	Оценка технического состояния насосов, фильтрующих элементов и других сборочных единиц
- перепуска насоса	Манометры М1М30, МТП 160/1-160x1,5, М2М30 (ГОСТ 8625-77Е)	Настройка и регулировка предохранительных клапанов
Температура масла и корпусов	Термометры (ГОСТ 215-73Е). манометрические (ГОСТ8624-80), Ртутные стеклянные лабораторные (ГОСТ 2823-73Е), электротермометры сопротивления ТП-2	Оценка общего технического состояния механизма и сборочных единиц
Объемный КПД	Секундомер С-1-3а (ГОСТ 5072-79Е)	То же
Загрязненность рабочей жидкости	Фотометрический спектрометр МФС-3, кварцевый спектрограф ИСП-30	Оценка рабочей жидкости

Таблица 15 - Допускаемые нормы основных контролируемых параметров в механизмах подачи (комбайн 1К101)

Контролируемый параметр	Допускаемые нормы
-------------------------	-------------------

Максимальная частота вращения звезды (не менее).	0,1 при I = 5,26 и 0,0783 при I = 6,66
Тяговое усилие, кН:	
- максимальное, обусловленное давлением перепуска насоса	180-240
- номинальное (рабочее)	120-190
Общий уровень виброускоений (под нагрузкой близкой к номинальной), дБ:	
- корпуса насоса	108-113
- корпуса гидромотора (или крышки редуктора)	85-94
Общий уровень виброускорений при срабатывании предохранительного клапана (не менее), дБ:	
- корпуса насоса	113
- корпуса гидромотора (крышки редуктора)	94
Давление, МПа:	
- холостого хода (не более)	1,8
- в линии всасывания насоса НП120	0,3-0,4 (Г404); 0,5 (Г405)
- рабочее насоса НП120	10
- рабочее вспомогательного одноплунжерного насоса	3,5
- в гидрوليнии управления производительностью	3-4(Г404)
- перепуска насоса НП120 - перепуска вспомогательного одноплунжерного	4,5-5,0

Продолжение таблицы 15

Разность давления в гидрوليнии управления до и после фильтра тонкой очистки, МПа	1.0-1,2
Температура (рабочая), °С	10-70
Объемный КПД (не менее)	0,90
Загрязненность масла	Не ниже 10 (класс частоты по

	ГОСТ 17213-71)
Номинальная тонкость фильтрации, мкм	50-70

На герметичность механизм подачи при стендовых испытаниях проверяется в режиме кратковременной перегрузки при температуре рабочей жидкости, соответствующей верхнему допустимому пределу. Время перегрузки не должно превышать 3-5с. Дополнительными диагностическими признаками, свидетельствующими о повышенных утечках в элементах гидросистемы, являются местные перегревы и падение давления.

По степени загрязненности масла косвенно оцениваются состояние фильтрующих элементов уплотнений, интенсивность износа деталей отдельных сборочных единиц. Физико-химический состав масла рекомендуется проверять спектральным, химическими, фотокалориметрическим и другими методами в лабораториях согласно инструкциям. Пробы масла отбираются в процессе работы механизма или сразу после его остановки и доставляются на анализ в герметически закрытых сосудах. Минимальное количество масла, достаточное для анализа, равно 100 г.

Параметры виброакустического сигнала измеряются в соответствии с требованиями ГОСТ 13731-68. Техническое состояние механизма считается удовлетворительным, если общий уровень виброускорений корпусов насоса и гидромотора (или крышки редуктора) находится в пределах 108-113; 85-94 дБ соответственно (под нагрузкой, близкой к номинальной).

По динамике изменения виброакустических параметров в процессе повышения нагрузки можно судить о техническом состоянии гидропередачи. При увеличении нагрузки до 10 МПа должен повыситься общий уровень виброускорений на 6-8 дБ. Если при повышении нагрузки уровень вибрации не повышается по сравнению с уровнем при холостом ходе, значит насос не развивает нужной производительности. Если уровень вибрации с увеличением нагрузки превышает допустимые нормы, в механизме имеются неисправности (засорение фильтров, гидролиний, поломки в насосе, гидромоторе, разрегулировка предохранительных клапанов и т.д.).

Данная методика применима и при диагностировании других модификаций и типов механизмов подачи очистных комбайнов при соответствующим им значениях допустимых норм диагностируемых параметров.

3 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Общие положения. Охрана труда - система технических, санитарно-гигиенических и правовых мероприятий, направленных на обеспечение безопасных для жизни и здоровья условий труда. Основные положения в области охраны труда закреплены Основами законодательства о труде РК. Требования по охране труда, сформулированные в Основах, конкретизируются в общих, межотраслевых и отраслевых правилах по технике безопасности, в санитарных нормах и правилах.

Охрана здоровья трудящихся, ликвидация профессиональных заболеваний и производственного травматизма - одна из главных забот государства. Профилактика профзаболеваний обеспечивается нормализацией среды с помощью вентиляции, улучшения освещения, снижения уровня шума и т.д.; профилактика травматизма - методами техники безопасности. В основном завершено создание комплекса государственных стандартов системы безопасности труда (ССБТ), требования безопасности включены в стандарты и технические условия на выпускаемую продукцию.

Мероприятия по охране труда проводятся администрацией предприятий под контролем профсоюзных органов. Надзор за охраной труда осуществляют также специализированные государственные органы: Госгортехнадзор, Энергетический надзор, Санитарный надзор. Общий надзор за соблюдением законности в области охраны труда возложен на Прокуратуру РК.

Условия труда в подземных выработках имеют специфические особенности: оборудование размещено в стесненных условиях, несмотря на то, что машины и механизмы компактны, габаритные размеры рабочих мест и проходов малы, люди перемещаются по узким проходам и вертикальным выработкам; оборудование, рабочие места и работающие постоянно перемещаются по мере перемещения забоя. Повышенная влажность и запыленность шахтной атмосферы и ее агрессивность способствуют

интенсивному износу оборудования, что увеличивает число отказов машин и механизмов, ухудшает санитарно-гигиенические условия труда. В подземных выработках не исключена опасность обрушения породы и затопления, внезапных выбросов породы и газов, проявления горных ударов, возникновения подземных пожаров.

Все это требует глубоких знаний и высокого искусства ведения горных работ и строжайшего соблюдения правил и норм безопасности ведения работ и правил и норм безопасной эксплуатации оборудования.

3.1 Основные меры безопасности при эксплуатации подземного оборудования

Основными мерами безопасности труда при эксплуатации подземного оборудования, которые обеспечиваются обслуживающим персоналом, являются:

- ведение работ только исправным оборудованием с обеспечением всех предусмотренных средств защиты и блокировок;
- проведение работ по осмотру, ремонту, смазке и другим видам технического обслуживания при остановленном (а при необходимости и заблокированном) оборудовании;
- недопущение работ по осмотру и ремонту электроаппаратуры и установок, силовых линий под напряжением;
- исключение случаев несогласованных действий людей и добросовестное использование оповещения сигналами и запрещающих знаков;
- качественное выполнение всех производственных работ и работ по техническому обслуживанию и ремонту, предусмотренных инструкциями по эксплуатации данного вида оборудования.

Большую роль в обеспечении безопасности труда при выполнении Правил

техники безопасности играют различные формы и методы обучения и повышения квалификации и все виды инструктажа - первичный, проводимый: при посылке рабочего на новое место работы или после длительного перерыва в работе; постоянный, проводимый ежемесячно при выдаче наряда; периодический, проводимый по специальной программе и в сроки, установленные: Правилами техники безопасности или Правилами технической эксплуатации для отдельных профессий, а также внеочередной и дополнительный.

Одной из основных мер, обеспечивающих безопасную эксплуатацию оборудования, является проведение тщательного технического осмотра, контрольной сборки и опробования машины или оборудования на поверхности или в механическом цехе перед ее спуском в шахту или установкой для эксплуатации по назначению.

Все машины и оборудование должны иметь инструкции и технологические паспорта по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту, регламентирующие состав обязательных профилактических работ, требования безопасности при их выполнении и эксплуатации по назначению, порядок выполнения операций по управлению машиной, карту смазки и др. Изучение и соблюдение всех правил и норм эксплуатации и технического обслуживания является одним из основных, главных условий безопасной эксплуатации оборудования.

С другой стороны, меры безопасности при эксплуатации подземного оборудования регламентируются и устанавливаются нормативами по безопасности забойных машин и комплексов, выполнение которых обязательно при создании новых и модернизированных забойных машин и комплексов.

Рассмотрим конкретно некоторые источники опасности и меры безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании забойных машин и комплексов.

Основными источниками опасности очистных комбайнов являются работающие исполнительные органы, опрокидывание и сползание комбайна,

вибрация и порывы тяговой цепи, разбрасывание кусков угля исполнительным органом.

Мерами безопасности при этом являются: частичное или полное ограждение движущихся частей, установка блокировочных устройств, отключающих машину или механизм для проведения обслуживания. Системы управления машинами забойного комплекса должна быть выполнена таким образом, чтобы все средства контроля и защиты от возникновения производственных опасностей, связанных с пуском машин или подачей напряжения, включались в работу до пуска машин и до подачи напряжения в места, где может возникнуть производственная опасность.

Во избежание затягивания людей под комбайн цепью скребкового конвейера нельзя перелезать через работающий забойный конвейер или располагаться на конвейерной цепи во время остановки конвейера.

При работе струговых установок нельзя допускать искривления забоя более 1,5 м на 100 м длины лавы; следить за исправностью конечных выключателей и других средств автоматизации; приводные головки струга должны быть надежно закреплены; нельзя допускать присутствие людей в забое при работе струга, особенно если пласт склонен к внезапным выбросам и горным ударам.

Травмирование механизированными крепями происходит при передвижке секций (придавливании к комбайну, конвейеру, соседней секции); при внезапном проседании секции (особенно на тонких пластах) при выравнивании потерявших устойчивость или сползших, залыжившихся секций особенно при использовании запрещенных приемов и средств (подающих частей комбайна или скребковой цепи конвейера); при падении перекрытий, при доставке, погрузке, разгрузке, монтаже, демонтаже, особенно при отсутствии специальных монтажно-такелажных средств.

Поэтому кроме соблюдения ПТБ и ПТЭ гидравлическая система крепи должна гарантировать независимую несущую способность каждой гидростойки (или пары стоек), обеспечивающую при потере герметичности одной из них

сохранение несущей способности остальных стоек; возможность контроля давления в поршневых полостях гидростоек; управление передвигаемой секцией с пульта, расположенного на соседней секции или комплекте. По всей длине лавы должен быть обеспечен свободный проход под перекрытиями шириной не менее 0,7 м и высотой не менее 0,4 м в сложенном состоянии секции крепи.

При работе проходческих комбайнов со стреловидным исполнительным органом почти 50% травм связаны с исполнительным органом (травмирование резцами коронки, придавливание стрелой) как в процессе непосредственного обслуживания и ведения горных работ, так и при техническом обслуживании и ремонте. Травмирование происходит и при маневрировании комбайна или погрузочной машины. Частой причиной травмирования является потеря устойчивости или "падение", особенно погрузочных машин на рельсовом ходу и с ковшовым погрузочным органом. Источником повышенной опасности является манипуляторы буровых машин и установок. Основные меры безопасности и профилактики - соблюдение правил технической эксплуатации, постоянный инструктаж и высокая квалификация обслуживающего персонала.

До 80% случаев поражения людей электрическим током происходит от соприкосновения с металлическими частями оборудования и оболочками бронированных кабелей, случайно оказавшимися под напряжением. Около 35% травм наблюдается при случайном прикосновении к оголенным токоведущим частям, нормально находящимся под напряжением, контактными проводам электровозной откатки, шинам и неизолированным счалкам.

В аппаратуре электроснабжения, управления, защиты и автоматизации забойных машин всегда должны быть исправлены устройства, сигнализирующие о причинах защитных отключений или обеспечивающие возможность безопасного отыскания повреждений. В электрических схемах обязательно наличие нулевой и максимальной токовой защиты, защиты от утечек тока и перегрузки, автоматического контроля сопротивления изоляции и заземлений, самоконтроль всех внешних электроцепей. Электрооборудование

забойных машин должно иметь механические или электрические блокировки крышек, взрывонепроницаемых оболочек, штепсельных разъемов, ручных аварийных выключателей или блокировочных разъединителей.

К основным причинам, по которым металлические части оборудования оказываются под напряжением, относятся: пробой изоляции током; внешние повреждения изоляции; повреждение арматуры; подключение заземляющей жилы к токоведущей. Поражение током чаще всего происходит по причине отсутствия или выхода из строя заземлений и реле утечки тока.

Важной мерой обеспечения безопасности является систематический контроль за состоянием электрооборудования, изоляции кабелей, средств защиты и блокировок, ограждений шин, жил, проводов.

Кроме оборудования, нормально находящегося под напряжением, следует заземлять также и то оборудование, которое может оказаться под напряжением случайно - трубопроводы, конвейеры, сигнальные металлические тросы и др.

Работы в шахте по проведению профилактики и текущих ремонтов должны выполняться бригадой в составе не менее 2-х человек, при этом в шахтах, опасных по газу, каждые 20-25 минут и перед каждым включением электроэнергии должно контролироваться содержание метана. Капитальный ремонт рудничного электрооборудования в исполнении РП, РВ, РО производится только в ЦММ или на рудоремонтных заводах.

3.2 Основные факторы и причины производственного травматизма, их анализ и меры по устранению

Улучшение условий труда и обеспечение его безопасности является одной из основных социально-экономических задач горнодобывающей промышленности и имеет чрезвычайно важное значение в связи с особенностями горного производства, в котором человек сталкивается с

сильным влиянием природных факторов на ход технологических процессов, работу оборудования, поведение людей.

На предприятии безопасность труда должна быть гарантирована. Обеспечение ее является одной из основных обязанностей конструкторов и машиностроителей, руководителей горного производства и энергомеханической службы шахты, рудника, подземных городских сооружений.

Главное направление работ по обеспечению безопасности труда - создание безопасной технологии и техники, устранение потенциальных носителей травматизма, экранизация и блокировка опасных зон и режимов, дистанционное управление, строгое соблюдение правил и инструкций по охране труда и технике безопасности, т.е. весь комплекс технологических, технических и организационных мероприятий, включая подготовку людей к труду в сложных специфических условиях горного производства.

В шахтах угольной промышленности почти 30% травм, связанных с машинами и механизмами, приходится на очистные комбайны, 5% - на проходческие комбайны, 20% - на скребковые конвейеры, 3% - на ленточные конвейеры, 8% - на механизированные крепи, 13% - на погрузочные машины, 7% - на лебедки и 10% на прочие машины и механизмы.

В шахтах горнорудной промышленности основными источниками травм являются скреперные лебедки - 26-30 %, бурильные установки - 20-24 %, погрузочные машины - 23-26%, лебедки - 6-10%, конвейеры скребковые и ленточные - 8-11%, прочие машины и механизмы - 7-10%.

В процессе управления машинами и механизмами и их обслуживания основными причинами травматизма, зависящими от человека, являются: работа на неисправном оборудовании, не использование или умышленный вывод из строя средств защиты и блокировок, проведение осмотра, смазки и ремонта работающего оборудования или находящегося под напряжением, несогласованность действий людей; некачественное выполнение работ.

Наибольшее число случаев травматизма при очистной выемке угля

происходит при осуществлении процессов крепления и управления кровлей и оформлении забоя. При этом наиболее частое травмирование от оставшихся навесов угля и кровли, отжима угля и нарушения паспорта крепления.

К числу основных факторов, влияющих на частоту производственного травматизма в очистных забоях, относятся: мощность и угол падения пласта, глубина разработки, газо- и водообильность очистного забоя, класс обрушаемости пород кровли, коэффициент затяжки кровли, длина и скорость подвигания очистного забоя, состав сменного звена рабочих, текучесть и сменяемость рабочих кадров, удельный вес ручных работ в лаве и др.

При этом необходимо ясно представлять, что "несчастный случай" является конечным результатом опасного развития объективных и субъективных процессов, протекающих во времени и пространстве под воздействием многих тесно взаимодействующих друг с другом причин и условий.

Поэтому, говоря о факторах, влияющих на частоту травматизма, мы должны понимать, что сам фактор является лишь гипотетической причиной травматизма и с ним (фактором) мы лишь связываем травматизм через проявление массы объективно-субъективных причин и следствий.

Поясним на примере: травматизм в результате отжима угля из груди забоя. Очевидно, в этом случае проявляется много факторов: и мощность пласта, и глубина разработки, и скорость подвигания забоя, и класс пород кровли, и также технические факторы, как средства крепления груди забоя, паспорт крепления, коэффициент затяжки кровли, и, наконец, организационные и психофизические факторы - производственный опыт, наличие команды и производственной необходимости и др.

Главным в действиях людей по предотвращению производственного травматизма является познание объективных факторов, оценка степени влияния гипотетических и субъективных факторов и разработка всеобъемлющей системы мер, предотвращающих превращение этих факторов в движущие силы проявления травмоопасной ситуации.

Все факторы и причины производственного травматизма можно разбить на четыре основные группы:

- природные, действия которых носят объективный характер;
- техничко-технологические, определяемые принятой технологией, составом оборудования и схемой работы;
- организационные, определяемые комплексом вопросов по организации производства и труда (скорость подвигания лавы, режим работы, численность и состав бригады и др.);
- социальные и психофизиологические (стаж, возраст, профессиональная пригодность, квалификация, текучесть кадров и др.).

На рисунке 32 представлено распределение случаев травматизма от обрушения пород кровли и общего числа случаев по ширине очистного пространства при работе комплексов КМ 87 и КМК97.

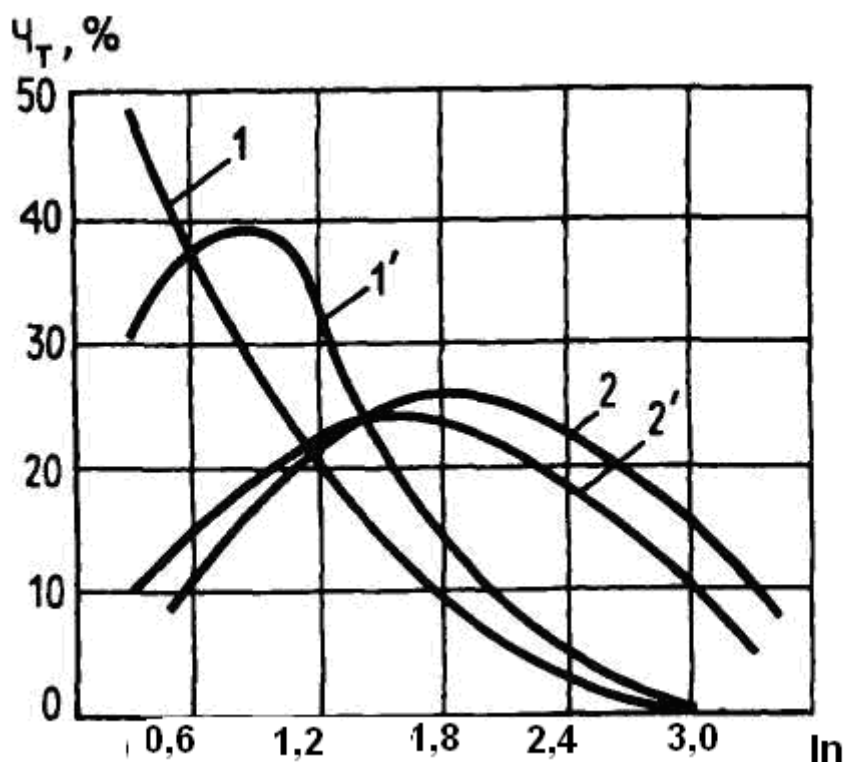


Рисунок 32 - Распределение частоты случаев травматизма χ_t от обрушений пород кровли и общего числа случаев травматизма по ширине очистного пространства % случаев от обрушений: 1 - КМ87, 2 - КМК97, % общего числа случаев травматизма: 1 - КМ87, 2 - КМК97

По комплексу КМ87: 92,2% случаев происходит в зоне, непосредственно прилегающей к забоя, из них 57,3% на полосу незакрепленного пространства 0,3 м от груди забоя, 47,7% в зоне передвижки секции крепи.

По комплексу КМК 97:70% случаев в зоне призабойного пространства на участке с удалением от забоя более 1 м и лишь 10% в непосредственной призабойной зоне.

Такое различие прежде всего объясняется тем, что при работе на пластах 1,2-1,6 м конструктивное расположение домкратов и оснований секций крепи М 87 затрудняет передвижение людей по месту прохода в крепи и рабочие передвигаются в незакрепленной зоне.

В крепи М97 при коэффициенте затяжки кровли $k_3 = 0,55$ травмирование людей происходит в зоне их постоянного нахождения под перекрытиями крепи.

На этом же рисунке показано распределение частоты общего числа случаев травматизма.

Наибольшее число случаев травматизма при работе комплекса КМ87 сдвигается от забоя на расстояние 0,6-1,2 м (63,1 %), где возможность травмирования увеличивается за счет случаев травматизма от колебаний и порывов цепи, при эксплуатации и ремонте комбайна и конвейера.

Наибольшее число случаев травматизма происходит на участках лавы, прилегающих к штрекам, так как сопряжение штреков с лавами является местом повышенной опасности. Кроме того, на этих участках лавы (8-16 м от каждого штрека) находится большое количество рабочих на выполнении концевых операций, по подготовке ниш и др. Это приводит к тому, что на этих участках частота травматизма в 2-3 раза выше, чем в среднем по лаве.

На рисунке 33 представлена зависимость высоты вывалов h от расстояния между грудью угольного забоя и концами консолей крепи l . Эта зависимость аппроксимируется уравнением:

$$h = 62.1 - \frac{8.1}{l} \quad (32)$$

Анализ уравнения показывает, что при уменьшении l от 0,4 до 0,15 м высота вывалов уменьшается с 42 до 8 см, т.е. в 5,2 раза.

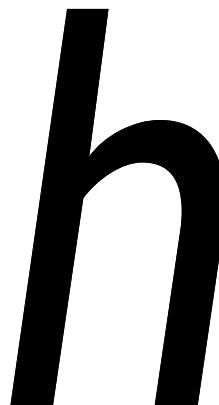


Рисунок 33 - Зависимость высоты вывалов h от расстояния l между грудью угольного забоя и концами консолей крепи

Частота случаев травматизма от обрушений в существенной мере зависит от коэффициента затяжки кровли, причем для всех комплексов важно знать не среднее значение коэффициента, а его значение по зонам.

На рисунке 34 представлена зависимость частоты вывалов породы кровли от отношения длины l обнажения к его ширине H в нишах комплексно-механизированных лав. Кривая, представленная на рисунке 34 аппроксимируется уравнением:

$$Чв = 2,6 + \frac{38,3}{d} \% \quad \text{где} \quad d = \frac{l}{H} \quad (33)$$

Расчеты показывают, что уменьшение d с 2,0 до 1,0 увеличивает вероятность вывалов с 21,7% до 40,9%. При достижении $d > 5$ частота вывалов снижается незначительно и находится на уровне 12-8 %.

Таким образом, механизация процесса выемки и крепления ниш, а в лучшем случае их полная ликвидация являются весьма актуальными задачами.

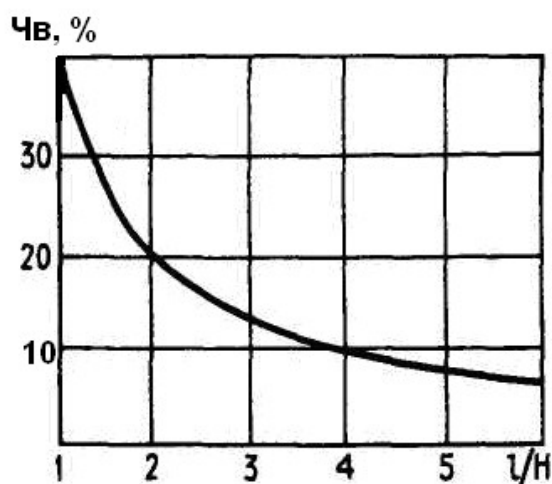


Рисунок 34 - Зависимость частоты вывалов Чв пород кровли от отношения длины обнажения l к его ширине H в нишах комплексно механизированных лав

Анализ коэффициента частоты травматизма от численности сменного звена очистного забоя, производительности забоя (т/см) и производительности труда (т/вых), от мощности пласта, от площади выемки ($\text{м}^2/\text{сут}$), длины лавы (м) и скорости подвигания забоя (м/смену) и от угла падения пласта позволяет сделать следующие выводы.

По безопасным условиям труда состав сменного звена рабочих очистного забоя, оборудованного механизированными комплексами КМ 87 и "Донбасс", не должен превышать 10-14 чел.; КМК 97 - 12-16 чел. и КМС 97 - 10-12 чел. Дальнейшее увеличение численности рабочих, не приводя к существенному росту производительности труда, дает увеличение случаев травматизма.

Увеличение производительности очистного забоя и производительности труда по рассматриваемым комплексам в 5 раз способствует снижению коэффициента частоты травматизма в 4,2 - 4,9 раз. При этом эта зависимость отражает многофакторные связи технологических и организационных процессов.

Увеличение вероятности травматизма при уменьшении и увеличении мощности пласта от оптимального по фактору $k_{\text{ч}}$ в первом случае объясняется

уменьшением высоты рабочего пространства и ухудшением условий труда, а во втором - появлением более интенсивного отжима угля и увеличением трудоемкости ручных работ.

3.3 Вибрация и шум

Сложные механические колебания частиц упругой среды в диапазоне частот от 20 до 20000 Гц, беспорядочно изменяющиеся по времени, воспринимаются человеческим ухом как шум. С физиологической точки зрения шумом принято называть звуки, оказывающие неблагоприятное воздействие на человека.

Вибрацией называется процесс распространения механических колебаний в любой упругой среде. Колебания механических тел с частотой ниже 20 Гц воспринимаются человеком как вибрация, а с частотой выше 20 Гц - одновременно как вибрация и шум.

Шум и вибрации горных машин вызывают рост профессиональных заболеваний и снижение производительности труда.

Вредность шума и вибрации определяется: значениями уровней звукового давления и виброскорости (характером спектра); временем воздействия за рабочую смену (временными характеристиками).

Чувствительность человеческого слуха к звуку зависит не только от его уровня, но и от частоты. Наиболее чувствителен слух к звукам частотой 1000 Гц. Весь диапазон частот, воспринимаемых человеком - от 20 до 20000 Гц, разделен на 8 октавных полос, в каждой из которых верхняя граничная частота равна удвоенной нижней. В настоящее время все расчеты и нормирование ведутся в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Предельно допустимый уровень звукового давления в рабочих комнатах не должен превышать 50-65 дБА, а на рабочих местах и производственных

территориях 80 дБА, в октавных полосах с частотами 5000 и более Гц, и может достигать 95 дБ при более низких частотах.

Вибрация, воздействующая на человека, нормируется среднеквадратическими значениями виброускорения (м/с^2).

Для общей вибрации допустимые значения нормируемого параметра (при длительности воздействия 480 мин) должны соответствовать величинам, указанным в таблице 16.

Повышение эквивалентного (по времени) уровня звукового давления с 80 дБА до 115 дБА приводит к вероятности потери слуха на 36% за пять лет работы и на 71 % за 10 лет работы.

В таблице 17 приведены шумовые характеристики, а в таблице 18 вибрационные характеристики некоторых типов горных машин.

Таблица 16 - Допустимые значения нормируемого параметра

Средне - геометрические частоты октавных полос, Гц	Среднее квадратическое значение			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с^2	дБ	$\text{м/с} \cdot 10^{-2}$	дБ
8	1.4	73	2.8	115
16	1,4	73	1.4	109
3165	2,7	79	1.4	109
63	5,4	85	1.4	109
125	10,7	91	1,4	109
250	21,3	97	1.4	109
500	42,5	103	1.4	109
1000	85,0	109	1.4	109

Таблица 17 - Шумовые характеристики

Марка машины	Корректированный уровень звуковой мощности, дБА	Уровни виброскорости, дБ. в октавных полосах частот, Гц						
		125	250	500	1000	2000	4000	8000
Горношахтное оборудование Комбайны очистные								
ТЕМП (П)	128	95	105	115	121	125	120	110
ТЕМП (Э)	114	95	97	109	112	106	98	89
КИРОВЕЦ-2	116	98	106	114	115	112	112	97
1ГШ68	107	97	101	104	106	93	89	85
1ГШ68Е	107	97	101	104	106	93	89	85
2КШЗ	118	104	110	111	109	100	93	90
2К52МУ	108	95	103	108	105	98	93	85
К103	102	92	93	96	97	89	80	71
2ГШ68Б	108	97	101	104	106	93	89	85
Комбайны и комплексы проходческие								
4ПУ	112	102	110	108	106	106	100	90
ГПКС	123	116	120	118	119	117	110	97
УРАЛ-ЮКСА	125	121	119	119	120	110	100	100

ПК-ЗР	122	108	112	115	117	116	112	102
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Продолжение таблицы 17

Агрегаты очистные								
АНЦ: - с электроприводом	102	93	94	99	98	94	93	86
- с пневмоприводом	123	108	109	112	121	118	109	100
Погрузочные машины								
1ПНБ	121	112	116	117	117	115	110	97
2ПНБ-2У	126	116	116	119	122	120	114	106
2НБ-2БС: - при погрузке	121	112	116	117	117	115	110	97
- при бурении	111	94	97	103	105	105	106	97
Перфораторы								
ПП36, ПП50, ПП54, ПП63	112							
Струговые установки								
СО-75: - привод	129	113	121	120	126	122	119	114
- средняя часть	123	114	113	114	116	121	110	119
Скребковые конвейеры								
СПМ-130, СП-202	111-113	103	116	112	107	100	89	83

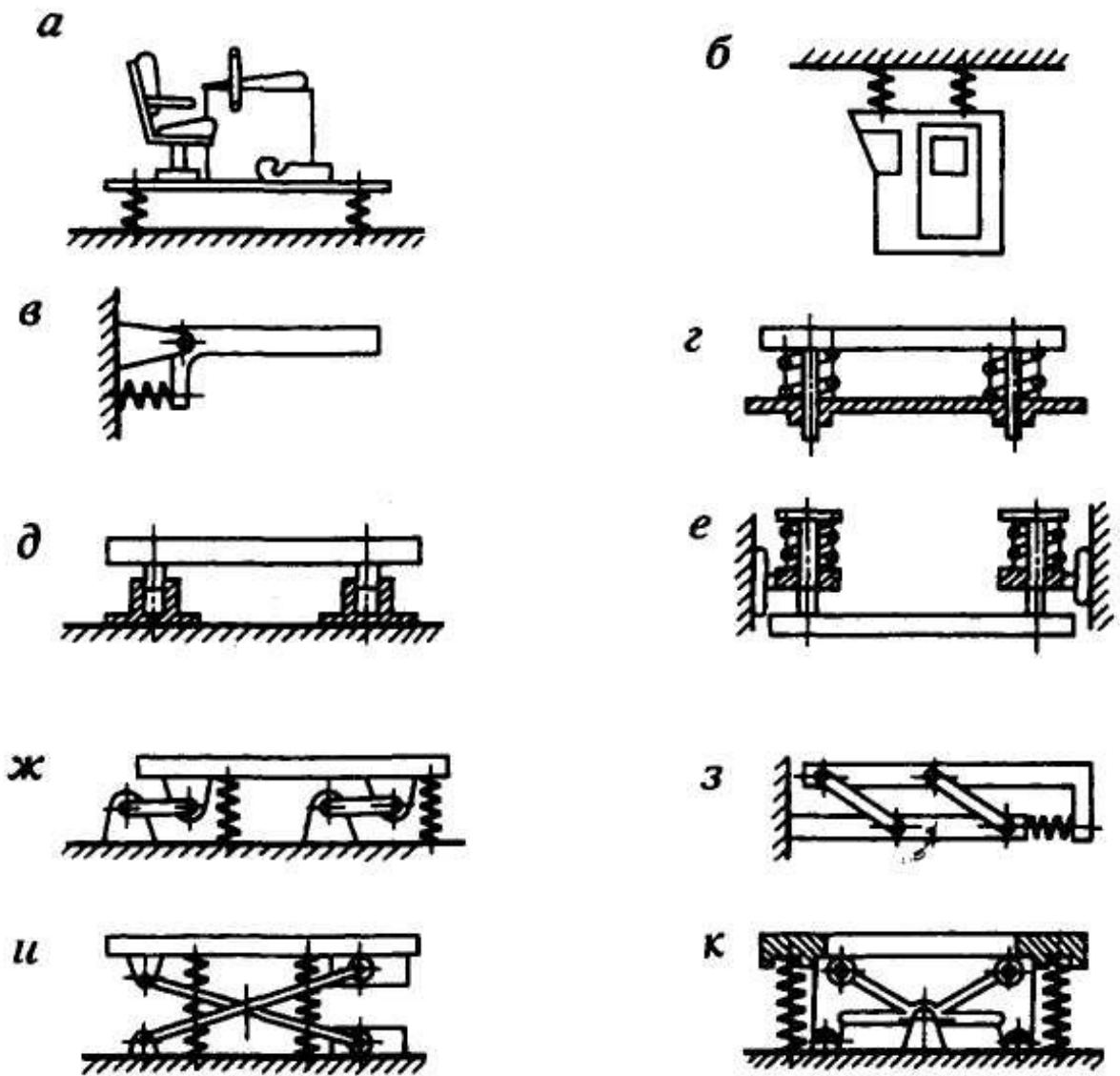
Таблица 18 - Вибрационные характеристики

Марка машины	Уровни звуковой мощности, дБ, в октавных полосах частот, Гц									
	2	4	8	16	32	64	125	250	500	1000
Горношахтное оборудование Комбайны проходческие										
ГПКС, 4ПУ - рабочее место - рукоятки управления	95	94	92	97	100	99	-	-	-	-
	-	-	-	106	106	104	98	100	97	94
Урал-20КСА	103	103	103	103	94	99	-	-	-	-
Погрузочные машины										
ЩИ2.2У2Б,	-	-	-	109	105	107	102	99	-	-
2ПНБ-2У	-	-	106	107	104	98	94	95	90	89
1ППН-5Э	131	126	128	128	116	127	-	-	-	-
Шахтные локомотивы										
К-10: - сидение	124	123	115	105	104	104	-	-	-	-
- подножка сидения	107	106	101	92	90	85	-	-	-	-
- рукоятка управления	-	-	98	95	97	84	83	74	73	70
7КР ТУ: - пол	100	101	97	93	86	87	-	-	-	-
- сидение	113	110	101	94	96	95	-	-	-	-
- рукоятка управления	-	-	104	100	92	91	87	76	75	70
Молотки отбойные пневматические										
МО-5ПМ, МО-6ПМ, МО-7ПМ	-	-	120	120	117	114	111	108	105	102
Перфораторы										
ПП36, ПП50, ПП54, ПП63	-	-	120	120	119	114	112	107	1107	111
Сверла ручные горные										
СЭР-19М	-	-	-	127	124	123	115	116	115	106
ЭР18Д-2М	-	-	-	127	118	115	107	100	103	95

CP3-1M	-	-	-	116	111	110	95	98	107	114
CP36-1M	-	-	-	127	119	116	111	108	110	115

3.4 Средства защиты

Широкое использование в технологии добычи полезных ископаемых самоходных горных машин ставит проблему защиты оператора от общей вибрации. К данной категории относятся машины проходческие, для бурения шпуров и скважин, для транспортировки людей и грузов, грузоподъемные, для продольного перемещения насыпного груза и др. Выбор средств изоляции оператора от вибрирующего основания обусловлен особенностями рабочего места. При работе оператора в положении "сидя" применяют виброзащитные сиденья; в положении "стоя" - упругоподвешенные площадки или подножки. Если позволяют конструкция машины и условия среды, используется виброизоляция кабины. В этом случае можно обеспечить защиту и от шума. Сиденье не обеспечивает защиту ног оператора, площадки и подножки чувствительны к положению центра масс, применение кабин сдерживается стесненностью рабочего места и ограниченностью обзора, поэтому целесообразно применять комбинированные системы или устранять указанные недостатки. Используемые в настоящее время упругие подвесы показаны на рисунки 35 и 36. Опорный вариант получил большее распространение, чем подвесной. Наиболее простая подвеска с направляющей типа "ось-втулка" применяется в конструкциях погрузочных и бурильных машин и обеспечивает гашение только вертикальной вибрации. Подвески с направляющими типа "шток-втулка" тоже гасят вибрацию в одном направлении. Еще одной разновидностью однонаправленных направляющих механизмов являются "параллелограмм", ножничные и рычажно-роликовые системы. Применяются также подвески, в которых параллельность опорной плиты и основания достигается за счет гибкой связи, пропущенной через направляющие ролики.



а – опорная; б – подвесная; в - с направляющей типа "ось-втулка";
 г, е - с направляющей типа "шток-втулка"; ж,з, - с направляющими типа
 параллелограмма; и, к- рычажно-роликовые

Рисунок 35 - Схемы систем виброзащитных площадок

Для защиты от вибраций в нескольких направлениях применяют комбинации рассмотренных направляющих устройств, располагая их в ортогональных плоскостях; при этом возрастает сложность и стоимость подвески. Каждой степени свободы соответствует свое направляющее устройство.

Особенностью погрузочно-доставочных машин на самоходных шасси является стесненность рабочего пространства в кабине оператора, что требует создания малогабаритных сидений с шириной, глубиной, высотой соответственно 340, 320 и 400 мм.

Виброзащитное сиденье (рисунок 35) имеет основание, двухкаскадный канатный виброизолятор, собственно сиденье и спинку. Основание выполнено в виде стойки по принципу "винт-гайка", что обеспечивает его регулировку по высоте. Для машины ПД-2Б основание опоры выполнено наклонным, так как пол кабины имеет уклон.

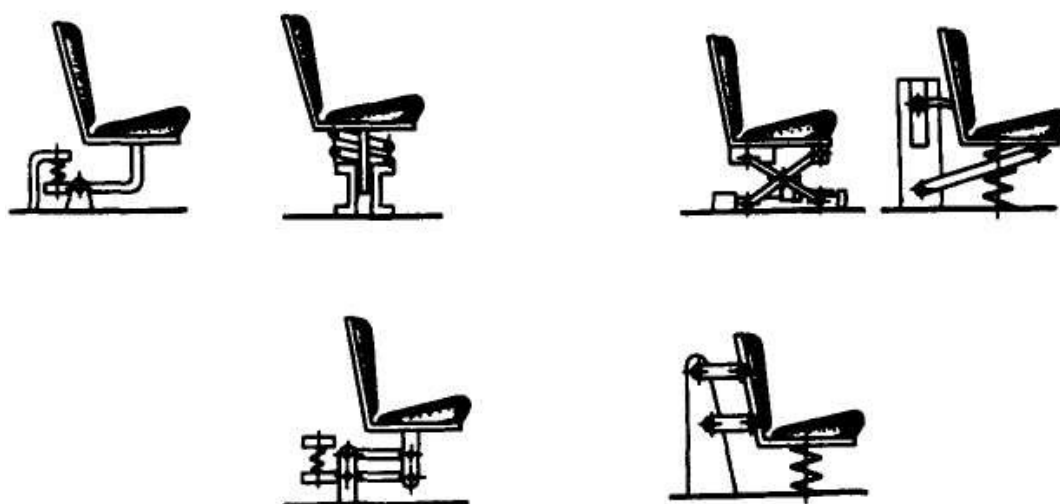
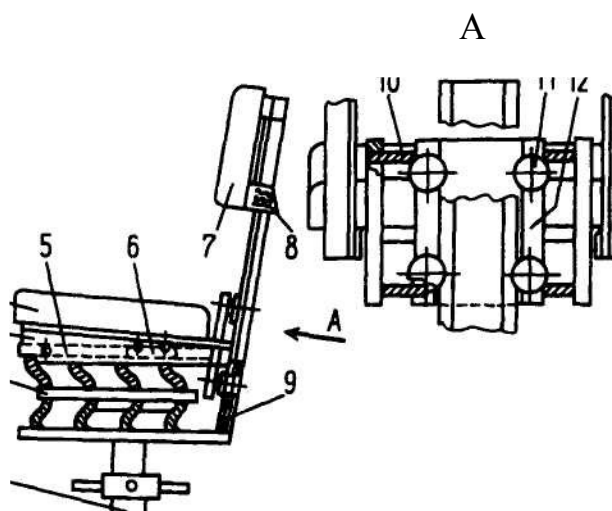


Рисунок 36 - Схемы систем виброзащиты сидений

Двухкаскадный канатный виброизолятор состоит из верхней, промежуточной и нижней опорной плит, которые соединены между собой упругими элементами, установленными по краям плит в два ряда параллельно продольной оси виброизолятора.



1 - основание, 2 - двухкаскадный канатный виброизолятор, 3 - пластины соединения сиденья со спинкой, 4 - сиденье, 5, 6, 8 - регулировочные пазы, 9 - направляющая, 10 - виброизоляторы (отрезки канатов), 11 - ролики, 12 - каретка

Рисунок 37 - Выбросзащитное сиденье

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гетопанов В.Н., Рачек В.М. Проектирование и надежность средств комплексной механизации. - М.: Недра, 1986.
- 2 Справочник механика угольной шахты. Пархоменко А.И., Остапенко К.И., Митько И.М. и др. - М.: Недра, 1985.
- 3 Гимельштейн Л.Я. Техническое обслуживание и ремонт подземного оборудования. - М.: Недра, 1984.
- 4 Шуплик М.Н. Строительство подземных сооружений. Справочник. - М.: Недра, 1990.
- 5 Храпов В.Г. Тоннели и метрополитены. - М.: Транспорт, 1989.
- 6 Кантович Л.И., Гетопанов В.Н. Горные машины. М.: Недра, 1989.
- 7 Машины и оборудование для шахт и рудников: Справочник. - М.: МГГУ, 1994.
- 8 Остапенко В.И. и др. Капитальный ремонт горношахтного оборудования. -М.: Недра, 1986.
- 9 Технические средства диагностирования: Справочник.- М.: Машиностроение, 1989.
- 10 Справочник механика-шахтостроителя / Ред. Малиованов Д.И - М.: Недра, 1986.
- 11 Флавицкий Ю.В. и др. Защита от шума и вибрации на предприятиях угольной промышленности. - М.: Недра, 1990.
- 12 Пархоменко А.И. Безопасная эксплуатация забойного оборудования. - М.: Недра, 1989.
- 13 Намакштанский В.Я., Котлов Э.С. Безопасность труда в комплексно-механизированных очистных забоях. - М.: Недра, 1979.