
МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГОРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ



РЕДАКЦИОННЫЙ

С О В Е Т

Председатель

Л.А. ПУЧКОВ

Зам. председателя

Л.Х. ТИТИС

Члены редсовета

И.В. ДЕМЕНТЬЕВ

А.П. ДМИТРИЕВ

Б.А. КАРТОЗИЯ

М.В. КУРЛЕНЯ

В.И. ОСИПОВ

Э.М. СОКОЛОВ

К.Н. ТРУБЕЦКОЙ

В.В. ХРОНИН

В.А. ЧАНТУРИЯ

Е.И. ШЕМЯКИН

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

*ректор МГГУ,
чл.-корр. РАН*

*директор
Издательства МГГУ.*

академик РАЕН

академик РАЕН

академик РАЕН

академик РАН

академик РАН

академик МАН ВШ

академик РАН

профессор

академик РАН

академик РАН

В.С. КВАГИНИДЗЕ
В.Ф. ПЕТРОВ
В.Г. МЕРЗЛЯКОВ

РЕМОНТНАЯ
ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ
БУРОВЫХ СТАНКОВ

НА УГОЛЬНЫХ
РАЗРЕЗАХ
СЕВЕРА



МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА
2006

УДК 622.242:622.012.7

ББК 33.13

К 32

Книга соответствует

«Гигиеническим требованиям к изданиям книжным для взрослых. СанПиН 1.2.1253-03», утвержденным Главным государственным санитарным врачом России 30 марта 2003 г.

Квагинидзе В.С., Петров В.Ф., Мерзляков В.Г.

К 32 Ремонтная технологичность буровых станков на угольных разрезах Севера. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. — 262 с.: ил. ISBN 5-7418-0426-8 (в пер.)

Описаны проведенные исследования показателей использования буровых станков, дан анализ условий их эксплуатации на Севере. Обоснована необходимость научного подхода к решению проблемы повышения надежности и ремонтной технологичности буровых станков. Приведены техническое описание и инструкция по эксплуатации буровых станков. Изложена методика оценки ремонтной технологичности буровых станков и определены наиболее значимые показатели, влияющие на ремонтную технологичность. Рассмотрены особенности ремонта гидрооборудования буровых станков в условиях низких температур. Приведены рекомендации по организации ремонта буровых станков и по совершенствованию технологии ремонта гидрооборудования в условиях низких температур.

Для научных и инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, созданием и эксплуатацией буровых станков в условиях Севера.

УДК 622.242:622.012.7

ББК 33.13

ISBN 5-7418-0426-8

© В.С. Квагинидзе, В.Ф. Петров, В.Г. Мерзляков, 2006

© Издательство МГГУ, 2006

© Дизайн книги. Издательство МГГУ, 2006

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время добыча полезных ископаемых остается важнейшей необходимостью для жизнедеятельности цивилизации. Нефть, газ, уголь до сих пор являются первичными видами топлива на планете. Очевидно, что горно-добывающая промышленность еще очень долгое время будет оставаться необходимой частью государственного бюджета.

Природа расположила многие свои богатства в суровых климатических зонах. Большинство месторождений полезных ископаемых скрыты под мощными пластами горных образований, имеющих порой весьма сложное геологическое строение.

Процесс бурения скважин для размещения в них зарядов взрывчатых веществ является одним из наиболее трудоемких процессов из всех входящих в технологию добычи полезных ископаемых открытым способом.

Для снижения себестоимости разработок полезных ископаемых необходима не только новейшая высокопроизводительная техника, но и новый подход к вопросам ее эксплуатации и проведения ремонтов.

Постоянное усложнение конструкций машин, применение смешанных электрогидравлических приводов и прогрессивных конструкций намного опережают техническую подготовленность обслуживающего и ремонтного персонала, а также теоретическую подготовку инженерных работников и руководителей. Перед ремонтными службами появляется новая задача — обеспечить качественное восстановление работоспособности высокотехнологичной техники.

Эксплуатация горных машин в условиях Крайнего Севера выявила недостаточную подготовленность изготовителей как отечественных, так и зарубежных производителей к реальным условиям работы оборудования. Так, например, опыт фирмы «Ингерсол-Рэнд» по работе бурстанков на севере (штат Аляска) ограничивается тем, что после морозов ниже — 30°C они останавливают буровые работы и ждут потепления, после чего продолжают бурение. По контракту DTE-4129 фирма гарантирует работу бурового станка при понижении температуры окружающей среды до -50°C, при

этом вязкость масла по заводской документации гарантируется до — 40°C (в арктическом варианте), а по спецификациям температура эксплуатации резиновых уплотнений по штоку и по валу механизмов гидросистемы ограничивается нижним пределом до — 30°C.

Устранять последствия всех этих недоработок, недостатков, а также аварийных отказов гидравлического оборудования приходится ремонтной службе. Ремонт технологического оборудования на горных предприятиях занят до 30 % списочного состава рабочих.

Одним из направлений в решении этой проблемы является повышение ремонтной технологичности гидравлического оборудования бурстанков, улучшение их приспособленности к техническому обслуживанию и ремонту, а также совершенствование системы ремонта и обслуживания.

Решение этих задач требует научного подхода. Возникает необходимость анализа и обобщения информации об изменении уровня качества гидроаппаратуры при различных условиях эксплуатации. Стоит отметить, что исследования по определению уровня ремонтной технологичности гидравлического оборудования буровых станков, эксплуатируемых на горных предприятиях Севера, до настоящего времени не проводились. Также отсутствует методика сбора и обработки статистической информации и экспериментальной оценки ремонтной технологичности гидрооборудования буровых машин.

На разрезе «Нерюнгринский» эксплуатируются буровые станки нескольких моделей, среди которых — оборудование американской фирмы «Ингерсол-Рэнд», буровые станки модели «DM-H», которые в отличие от предыдущих моделей многих фирм имеют гидропривод всех основных операций бурения, включая гидравлический вращатель.

Все это делает целесообразным проведение исследований в данной области, поэтому оценка и разработка способов повышения ремонтной технологичности гидрооборудования буровых станков на горных предприятиях Севера являются актуальными научными задачами.

ГЛАВА 1

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
БУРОВЫХ СТАНКОВ
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

1.1

Условия эксплуатации
буровых станков
на разрезах
Южно-Якутского
угольного комплекса

1.2

Показатели использования
буровых станков

1.3

Анализ работ по ремонтной
технологичности машин

1.4

Требования к ремонтной
технологичности
бурстанков

1.1. Условия эксплуатации буровых станков на разрезах Южно-Якутского угольного комплекса

На разрезе «Нерюнгринский» разрабатывается месторождение, расположенное в центре Южно-Якутского каменноугольного бассейна. Оно представляет собой мульду длиной 6 км, шириной 4 км. Углы падения крыльев мульды изменяются от 20 до 25° по периферии до горизонтального залегания в замке. Вынимаемый открытым способом верхний пласт «Мощный» в северной части месторождения выдержан по мощности, которая в среднем составляет 20+25 м.

Вскрышные породы представлены песчаниками и алевролитами значительной крепости (табл. 1.1, $1 \text{ кгс/см}^2 = 10^5 \text{ Па}$). Мощность вскрышных пород в центре мульды достигает 320 м.

Таблица 1.1

Физико-механические свойства вскрышных пород

Литотип	Объемная масса, т/м ³	Влажность естественная, %	Прочность на сжатие, кг/см ²	Модуль упругости, кг/см ²	Коэффициент крепости (по шкале проф. Протодьяконова)
Гравелит	2,62	0,2+0,4	350+1200	—	6,3+6,7
Песчаник крупнозернистый	2,59+2,65	0,2+0,6	900+1500	2,9+5,1	6,7+6,9
Песчаник крупнозернистый с гидрослюдным цементом	2,54+2,62	0,6+0,8	500+800	2,9+3,2	—
Песчаник среднезернистый	2,52+2,66	0,5+1,2	1040+1300	2,5+2,9	6,5+6,7
Песчаник мелкозернистый	2,59+2,62	0,5+0,6	1000+1100	2,8+2,9	6,6+6,9
Алевролит	2,10+2,65	0,8+0,9	600+800	4,0+4,5	6,9+7,1

Отвалы расположены в непосредственной близости от западной и северо-восточной части разреза, а также начата отсыпка внутренних отвалов на нерабочих бортах. При резко увеличившемся спросе на угольный концентрат на мировом рынке в 1988—1990 гг. максимальный объем добычи доходил до 15 млн т. Среднегеологический коэффициент вскрыши превышает 6 м³/т.

В настоящее время основные горные работы сосредоточены на восточной части месторождения. Средняя длина фронта работ на вскрышных уступах составляет 3+3,5 км.

Интенсивная отработка горизонтов обусловила высокую концентрацию горных работ и как следствие — большое количество горного оборудования в рабочей зоне. Физико-механические свойства угля приведены в табл. 1.2.

Для обеспечения высокой производительности на разрезе «Нерюнгринский» используется отечественная и импортная техника. Выемка породы производится экскаваторами типа «прямая лопата». Применяется техника самая разнообразная: шесть экскаваторов «Марин-201» с вместимостью ковша 16 м³, два — «Марин-301» с ковшом 40 м³, шесть отечественных экскаваторов ЭКГ-20 с ковшом 20 м³, три ЭКГ-15 с вместимостью ковша 15 м³ и один ЭКГ-12,5 с ковшом 12,5 м³.

Таблица 1.2

Физико-механические свойства угля

Мощность пласта ($\frac{\text{от—до}}{\text{средняя}}$), м		Объемная масса, т/м ³		Природные прослойки			Расстояние по вертикали до нижележащего слоя, м	Угол падения пласта, град
общая, с прослойками	вынимаемая	угольных пачек	засоренного угля	преобладающий состав	мощность, м	коэффициент крепости		
1,5+66 26,5	24+25	1,31	1,35	Углистые аргиллиты, песчаники	0,05+0,5	4+6	100+200	2+20

На добыче используются драглаины ЭШ-13/50 и ЭШ-11/70, на краях пласта — для лучшей селективности углей экскаваторы ЭКГ-8И (шесть машин) и один ЭКГ-10. Отгружают уголь потребителям погрузчики «Дарт» и «Дрессер», имеющие ковш вместимостью 8 м³, и четыре экскаватора ЭКГ-5А.

Транспортировка грунта осуществляется автосамосвалами: «Коматцу HD-1200E» грузоподъемностью 120 т, «БелАЗ-75215» — 170 т, «БелАЗ-75213» — 160 т, «Дрессер-D830E» — 240 т. Уголь перевозят самосвалы «БелАЗ-75129» грузоподъемностью 110 т, имеющие кузов увеличенного объема.

Рабочие параметры экскаваторной техники позволяют осуществлять вскрытие одним уступом высотой до 18 м. Это определяет целесообразность бурения скважин глубиной порядка 19÷20 м.

Буровые работы ведутся станками вращательного бурения. На разрезе в разное время эксплуатировались бурстанки различных фирм: «Марион» — четыре машины «М4-SS», «Бисайрус-Эри» — восемь буровых станков «60-R», СБШ-400 (модернизация СБШ-320-В), два бурстанка СБШ-320-В, три машины СБШ-250-МН и пять буровых станков «DM-H» американской фирмы «Ингерсол-Рэнд». Состояние парка буровых машин за период 1997—2002 гг. видно на рис. 1.1, а их параметры указаны в табл. 1.3.

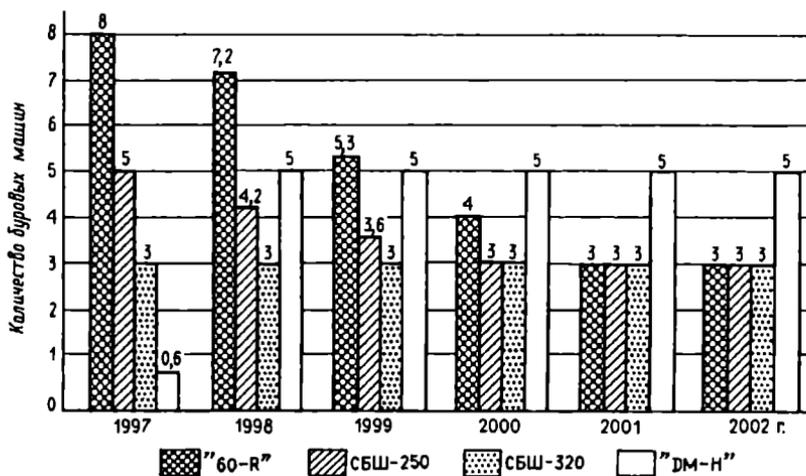


Рис. 1.1. Списочный парк буровых станков на разрезе «Нерюнгринский»

Технические характеристики буровых станков

Показатели	«60-R»	СБШ-250	СБШ-320	«DM-H»
Диаметр скважины, мм	311	245; 270	311; 320	311
Диаметр штанги, мм	273	—	273	180+273
Глубина бурения одной штангой, м	18,3	8	18,5	19,8
Осевое усилие на забой, кН	560	300	600	409
Частота вращения, об/мин	134	150	130	150
Скорость спускоподъемных операций, м/мин	30	37,8	13,2	38,4
Длина, м:				
с поднятой мачтой	13,5	8,6	17,4	12,8
с опущенной мачтой	27,8	—	24,8	28,3
Ширина, м	7,5	5,9	7,26	7,1
Высота, м:				
с поднятой мачтой	27,7	15,3	25,3	30,5
с опущенной мачтой	7,6	5,6	7,8	8
Скорость передвижения, км/ч	1,2	0,7	0,8	1,6
Масса, т	147,5	71,5	155	111,2

Отвальное хозяйство применяет тяжелые бульдозеры: «Коматцу D-355», «Коматцу D-455», отечественные машины Т-500 (ЧЗПТ).

Существенное влияние на производственные показатели работы оборудования буровых станков оказывают погодно-климатические условия, характерные для резко континентального климата. Минимальная температура воздуха на месторождении колеблется около -55°C . Амплитуда изменения температуры воздуха колеблется от -55°C до $+35^{\circ}\text{C}$ (по данным метеостанции п. Чульман). Менее значительные изменения касаются влажности воздуха — зимой 78 % и летом 64 %. Скорость ветра достигает 1,6 м/с в зимний период и 3,2 м/с весной.

В холодное время года во впадинах образуются ледяные туманы, что в свою очередь также оказывает неблагоприятное воздействие на работоспособность техники. Промерзание верхнего слоя вскрышных пород начинается во второй половине октября и достигает глубины порядка 1,5 м. Иногда глубокое промерзание вызыва-

ет образование мерзляков, которые порой представляют собой негабариты, не подлежащие транспортировке бульдозером. Оттаивание почвы начинает происходить в начале мая.

В летние месяцы преобладает сухая погода. Весной характерны значительные осадки в виде дождя и мокрого снега. Низкие температуры влияют на изменение конструктивных свойств эксплуатационных материалов, ухудшающих работоспособность и надежность машин.

В этих условиях резко снижается ресурс уплотнений по валам двигателей и по штокам цилиндров в гидравлических узлах и механизмах. Возрастает число отказов буровых станков, резко увеличиваются простои бурового оборудования.

От экипажей гидравлических бурстанков требуется большее время для разогрева рабочего оборудования и применение особых способов запуска силовых приводов по прошествию некоторого времени их бездействия при низких отрицательных температурах.

1.2. Показатели использования буровых станков

Нерюнгринское месторождение характеризуется довольно большим объемом буровых работ, что обуславливает наличие значительного парка оборудования в рабочей зоне. Парк буровых станков имеет значительные показатели по объему работ, это видно из графика, приведенного на рис. 1.2.

Анализ показал, что парк буровых станков имеет существенное время простоев. В среднем коэффициент их использования имеет значения от 0,38 до 0,42. Основная часть нерабочего времени (66 %) приходится на общие простои, из них плановые ремонты и техобслуживание занимают около 36 % времени. Из аварийных простоев 25 % отказов приходится на выход из строя гидравлической части оборудования.

Анализ надежности гидравлических элементов буровых станков показал, что наряду с выходом из строя быстро изнашивающегося перечня деталей, таких как: резиновые уплотнения штоков и валов, постоянно находящихся в движении, имеет место выход из строя самих гидравлических узлов и механизмов, а также элементов гидроавтоматики.

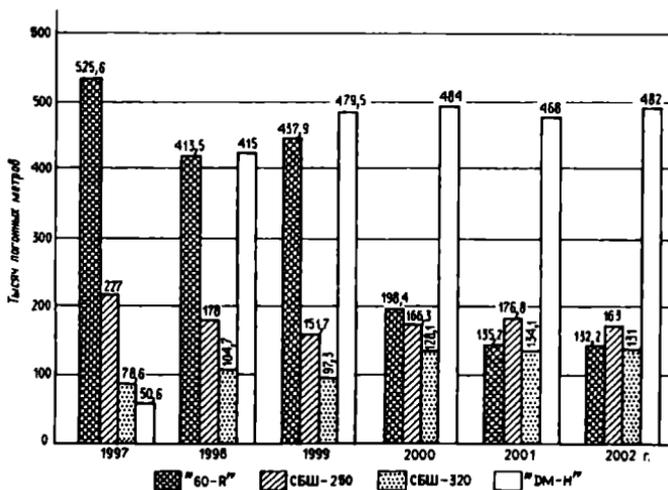


Рис. 1.2. Производительность буровых станков на разрезе «Нерюнгринский»

Такие отказы требуют значительных временных затрат, которые выражаются простоями в несколько смен. Общеизвестно, что с увеличением срока эксплуатации горной техники наблюдается увеличение времени простоев, связанных с аварийными отказами, а также продлением сроков ремонтов на 10÷12 %. В табл. 1.4 приведен анализ простоев буровых станков, затраты времени указаны по моделям машин.

Увеличение времени простоев на ремонтах объясняется несовершенством системы ППР, нестабильным материально-техническим снабжением, недостаточной эксплуатационной и ремонтной технологичностью. Также на длительность ремонтных работ влияют: несвоевременная остановка машин на ремонт, запоздавая замена смазок на соответствующие сезону типы консистенций, порой недостаточная квалификация обслуживающего персонала.

В настоящее время при проведении ремонтов руководствуются «Положением о планово-предупредительных ремонтах оборудования открытых горных работ на предприятиях угольной промышленности СССР», выпущенным в 1990 г. В нем приводятся нормативы периодичности техобслуживания и ремонта карьерного оборудования. В соответствии с требованиями единой системы технического обслуживания и ремонта техники (ГОСТ 2.602—68; ГОСТ 20831—75; ГОСТ 19504—74) показатели отремонтированного гидрооборудования оцениваются проведением приемочных (контрольных) испытаний.

Распределение затрат времени парка буровых станков

Показатели	Затраты времени, ч			
	«60-R»	СБШ-250	СБШ-320	«DM-H»
Количество машин	3	3	3	5
Годовой фонд времени	26352	26352	26352	43920
<i>Плановые</i>				
ППР и ремонты	5996	4395	4974	6681
Выходные и праздничные дни	2351	2244	648	2484
Взрывные работы	914	887	1279	2136
Перегоны	2235	3394	3293	6323
Технологические простои	574	857	508	2980
<i>Неплановые</i>				
Организационные простои	331	1528	534	1151
Общетехнические простои	262	453	287	530
Горно-эксплуатационные	6406	1541	6084	1574
Аварии по механической части	1318	411	732	1246
Аварии по электрическим системам	462	331	758	623
Аварии пневмо- и гидросистем	310	291	712	670

Ремонт гидравлических приводов буровых станков в условиях Крайнего Севера, особенно при очень низких температурах, имеет свою специфику, которую необходимо учитывать при организации ремонтных работ.

Причины снижения эффективности использования буровых станков на разрезе «Нерюнгринский» по климатическим условиям можно разделить на три группы:

1. Климатического характера, приводящие к активированным простоям во время воздействия отрицательных критических температур.
2. Технического характера, связанные с простоем на аварийных ремонтах, вызванных недостаточной хладостойкостью резиновых уплотнений, шлангов, а также повышением хрупкости металла ведущих механизмов.

3. Организационного характера, проявляющиеся в нарушении ритмичности работы под влиянием неблагоприятного воздействия климатических факторов на обслуживающий персонал.

Причины климатического характера вызывают простои буровых станков в периоды низких отрицательных температур, оговариваемых инструкциями заводов-изготовителей, разработанными применительно к конкретным условиям, и активирующими вынужденные простои оборудования. По инструкциям заводов-изготовителей предельные значения отрицательных температур для эксплуатации гидравлического оборудования буровых станков имеют следующие значения: СБШ-250 –30°C (инструкция по эксплуатации); СБШ-320 –45°C (техпаспорт 105000000170); «Бисайрус-Эри» –45°C (инструкция по эксплуатации); «Ингерсол-Рэнд» –50°C (контракт DTE-4129).

Эти пределы температур связаны прежде всего с ограниченной хладостойкостью металлических конструкций, а также низкой надежностью резинотехнических уплотнений. Вместе с тем на многих предприятиях вообще не применяется возможность «сбережения» оборудования активированными простоями. А при значительном снижении температур далеко не всегда выдерживается критический режим работы машин, заложенный в паспортных данных.

Отрицательным фактором при эксплуатации горной техники в условиях Крайнего Севера являются жесткие требования к выполнению плановых заданий. Потребности производства недальновидно ставятся превыше допусков технических возможностей оборудования. Таким образом, все температурные ограничения, лимитируемые изготовителями, зачастую не соблюдаются, что впоследствии приводит к несоизмеримым потерям рабочего времени и трудозатрат на восстановление хрупких разрушений металлических конструкций машин или замену гидравлических узлов, вышедших из строя из-за нарушения температурного режима работы оборудования.

Такие восстановительные ремонты являются настоящим бедствием для ремонтных служб, так как входят в разряд неподвижных простоев. Нужно решительно отказаться от практикуемой еще в ряде случаев «системы ремонтов по потребности», когда ремонт бурового оборудования производится вне всякого плана —

после внезапной поломки узлов или отдельных деталей. Именно такая дезорганизация ремонтов в 2—3 раза увеличивает продолжительность последующего ремонта и трудозатраты эксплуатационных расходов.

Исходя из сказанного, можно предложить варианты положительного решения выявленного вопроса, такие как: планирование простоев машин в период действия отрицательных низких температур, а также своевременного проведения планово-предупредительных ремонтов (ППР). Существующая система ППР не обеспечивает постоянного содержания парка буровых станков в исправном состоянии.

1.3. Анализ работ по ремонтной технологичности машин

Постоянное развитие промышленных технологий и совершенствование горной техники приводят к неуклонному повышению сложности эксплуатируемых механизмов, а также к увеличению материальных затрат и трудоемкости ремонтов. Решение этой проблемы ведется в нескольких направлениях, одним из них является исследование и повышение ремонтной технологичности горных машин. Вопросы технологичности освещены в довольно большом количестве работ, на основе которых создана теоретическая и методологическая основа оценки и разработан ряд государственных и отраслевых стандартов.

Особого внимания в этой области заслуживают труды П.И. Волкова, С.И. Гонкина, Г.А. Кучерова, В.А. Семенова, Н.Н. Смирнова, М.А. Халфина, В.М. Шатуновского, Г.А. Яновского и др.

ГОСТ 14.205—83 дает следующее определение технологичности: *технологичность конструкции изделия* — совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Производственная технологичность — технологичность конструкции изделия при технологической подготовке производства, изготовления, а также при монтаже вне территории предприятия-изготовителя.

Эксплуатационная технологичность — технологичность конструкции изделия при подготовке его к использованию по назначению, при техническом обслуживании, при текущем ремонте и утилизации.

Ремонтная технологичность — технологичность конструкции изделия при всех видах ремонтов, кроме текущего.

Вопросы исследования, оценки и повышения уровня технологичности горного оборудования рассматриваются в работах И.Д. Богомолова, П.Н. Волкова, В.Н. Гетопанова, И.Н. Горбунова, В.А. Голубева, В.Н. Ефимова, В.С. Квагинидзе, П.И. Коха, Д.Е. Махно, В.И. Морозова, В.И. Нестерова, Г.И. Солода, Р.Ю. Подерни, К.В. Попандопуло, Я.М. Радкевича, В.И. Русихина, А.М. Самарина, А.Е. Тропа, А.И. Шадрина и др.

Ремонтная технологичность гидравлического оборудования буровых станков зависит от ряда факторов, которые необходимо учитывать при разработке горного оборудования с учетом условий их эксплуатации. В общем случае на уровень ремонтной технологичности буровых станков оказывают влияние две группы взаимосвязанных факторов:

1. Конструктивно-технологические: взаимозаменяемость, легкосъемность, возможность проверки параметров, наличие регулировки контрольных уставок, легкий доступ к механизмам и деталям привода, унификация крепежных соединений.
2. Эксплуатационные: грамотная организация выполнения ремонтов, необходимая численность и соответствующая квалификация обслуживающего персонала, служба обеспечения запасными частями и материалами, горно-геологические и погодно-климатические условия эксплуатации, полнота и качество эксплуатационно-ремонтной документации, технически верные переводы иностранной литературы, должное оснащение работ (при ремонтах и техобслуживании), соблюдение правил эксплуатации и режимов использования машин, содержание системы ППР.

Вопросы особенностей работы гидравлических приводов и компонентов исследованы в работах таких авторов, как Е.В. Герц, М.К. Усков, К.И. Фокин, Ю.В. Точилин, А.Ф. Герасимов, В.П. Дюбко, В.П. Константинов, Э.И. Чаплыгин, Е.Е. Баржанский, В.В. Москвитин, В.А. Овчинников, А.Г. Гимадиев, А.Е. Жуковский, В.Я. Свербилов, В.П. Дробков, В.И. Голубев и др.

С ростом сложности оборудования усложняется процесс поиска и устранения неисправностей, возрастает объем ремонтных и профилактических работ, требующих привлечения более высококвалифицированного персонала; большее разнообразие приборов, инструментов, съемников, приспособлений и запасных частей.

При проведении ремонтов прецизионной аппаратуры, не имеющей отечественных аналогов, и при отсутствии специальной подготовки ремонтного персонала повышается вероятность появления непредвиденных отказов, связанных с проведением ревизии узлов и деталей гидрооборудования. Все это обуславливает важность проблемы качественных ремонтов гидравлических приводов горных машин и обеспечения высокого уровня их технологичности.

Вопросы ремонтной технологичности и сложности, с которыми приходится сталкиваться при ремонте механизмов с гидравлическим приводом, обозначаются и исследуются в трудах С.П. Епифанова, В.И. Полякова, В.Г. Гейера, В.С. Дулина, А.Н. Зари, В.Я. Скрицкого, В.А. Рокшевского и др.

Необходимость проведения исследований влияния эксплуатационных факторов на состояние гидропривода доказана в работах у В.Н. Лозовского, Р.Е. Есенберлина, Е.Г. Гологорского, А.Н. Кравцова, В.Д. Маслова, В.И. Савкина, Л.А. Фейгина и др. Авторы приводят свои методики исследований причин отказов гидроприводов, а также своеобразные методы диагностики агрегатов гидросистем.

Опыт отечественных предприятий и зарубежных фирм свидетельствует о том, что для успешной эксплуатации машин необходима совместная проработка задач безотказности, ремонтпригодности и ремонтной технологичности.

Для выполнения исследований ремонтной технологичности гидравлического оборудования буровых станков и разработки рекомендаций по ее повышению необходим анализ работ, выполненных в этом направлении.

В работе М.С. Сафохина и Б.А. Катанова достаточно объективно определена роль буровзрывных работ в общем технологическом процессе добычи полезных ископаемых открытым способом. Целый раздел посвящен основным требованиям по ремонту бурового оборудования. Также авторы касаются общих тем по эксплуатации гидравлических систем и приводят примеры ремонтов некоторых типов насосов и клапанов.

Рассматривая ремонтную часть работ, авторы приходят к выводу, что износ отдельных деталей каждого механизма станка происходит неравномерно ввиду различных нагрузок на них и неодинаковых скоростей движения: малая шестерня зубчатой передачи изнашивается быстрее большой. На любом механизме можно видеть, что нормальному износу подвергается не одна деталь, а целая сборочная единица, причем нормальный износ растет и углубляется вместе с увеличением времени работы этого механизма. До определенного предела рост износа не будет вызывать заметного ухудшения рабочих качеств станка; до этого предела износ считается нормальным. Переходя за этот предел, износ уже перерастает из нормального в ускоренный, а затем в аварийный, влекущий за собой, как правило, форсированное разрушение деталей и даже всего механизма.

Если при эксплуатации бурового станка нарушается срок предупредительного ремонта, то начинает быстро расти объем ремонтных работ, потребных для восстановления.

Анализ причин ускоренного износа буровых станков и аварий показывает, что подавляющее большинство их может быть устранено при надлежащем уходе за оборудованием. Задача предупредительного профилактического ремонта и сводится к тому, чтобы не допустить технику до аварийного износа.

При ремонте станков применяется три метода: индивидуальный, сменно-узловой, поточный (при большом количестве техники — до 100 и более единиц в год). Авторы книги утверждают, что при правильной организации сменно-узлового метода ремонтов возможно двух-, трехкратное сокращение продолжительности ремонта по сравнению с индивидуальным, с одновременным повышением качества и снижением себестоимости.

В работе В.Я. Скрицкого и В.А. Рокшевского рассмотрены «некоторые вопросы ремонта гидрооборудования», а также «эксплуатация гидрооборудования в условиях холодного климата». Согласно их исследованиям, наибольшее число неисправностей приходится на износ прецизионных гидравлических пар. Далее предлагается методика определения сложности износа плунжерных пар и определяются признаки, позволяющие разделять их на типы по условиям нагруженности.

Интерес представляет раздел, посвященный рассмотрению путей улучшения качества и снижения стоимости ремонта путем многократного восстановления форм деталей металлопокрытиями

и обеспечения их взаимозаменяемости. Стоимость восстановленных деталей составляет 25+40 % от стоимости новых. При этом обеспечивается экономия металла, трудовых затрат и производственных мощностей. К наиболее распространенным в ремонтной практике способам восстановления деталей металлопокрытиями относятся: электродуговая наплавка, наплавка под слоем флюса, вибродуговая наплавка в струе охлаждающей жидкости, электродуговая металлизация, получаемая газоплазменным и электродуговым напылением, хромирование и ряд других.

Хорошо описаны общие положения эксплуатации гидравлики зимой. Гидрооборудование, предназначенное для эксплуатации в макроклиматическом районе с холодным климатом, изготавливается в климатическом исполнении ХЛ (ГОСТ 15150—69). Нижнее значение температуры воздуха при эксплуатации гидрооборудования в исполнении ХЛ составляет -60°C .

Эксплуатационная надежность гидропривода и гидравлического оборудования климатического исполнения ХЛ обеспечивается комплексом дополнительных мероприятий.

В зависимости от места размещения гидравлического оборудования, предназначенного для эксплуатации в условиях холодного климата, оно может изготавливаться по различным категориям размещения изделий. Категория 1 — предусматривает эксплуатацию гидравлического оборудования на открытом воздухе; категория 2 — эксплуатацию гидравлического оборудования под навесом или в помещениях, где колебания температуры несущественно отличаются от колебаний температуры на открытом воздухе; категория 3 — эксплуатацию гидравлики в закрытых помещениях без искусственного регулирования температуры, но где колебания температуры существенно меньше, чем на открытом воздухе. В заключение авторы предлагают опираться на опыт, накопленный во ВНИИ гидропривода.

Коллектив под руководством проф. А.В. Каракулева в своем учебнике написал главу о ремонте элементов гидросистем строительных путевых машин, где весьма подробно объясняет последовательность выбраковки и восстановления дефектных узлов и деталей. Согласно их доводам у шестеренных насосов обычно дефектуются: корпус, втулки, шестерни, крышка насоса, сальник, манжета.

При ремонте лопастных (пластинчатых) насосов приходится встречаться с износами лопастей (пластин), пазов ротора, рабочих

поверхностей статора, а также подшипников вала насоса. Статор пластинчатого насоса изнашивается по поверхности, контактирующей с пластинами. Здесь дефектные детали обычно заменяют новыми.

Изнашивающимися деталями аксиально-поршневых насосов являются детали подвижных пар: блок цилиндров, плунжеры, торцовый распределитель, шлицы вала. Восстановление изношенных сопрягающих поверхностей распределителя, поршней и цилиндров блока не производится, так как это требует точного технологического оборудования. Элементы гидравлической системы — насосы, моторы, гидроусилители, гидроаккумуляторы, распределители, клапаны — после ремонта подвергаются испытаниям и регулировке.

В главе «Технико-экономическая сущность ремонта» авторы объективно разделили рассмотрение ремонта машин на две части: техническую и экономическую. С технической точки зрения машина представляет собой определенное устройство, характеризующееся потребительской стоимостью и имеющее в течение всего срока службы некоторый «выходной поток», то есть потерю качественных свойств во времени. С экономической точки зрения машина выступает как итог мыслительной и физической деятельности человека, как экономический объект, характеризующийся определенной величиной овеществленного труда.

Ремонт можно представить в виде универсального скользящего резервного элемента множества машин, способного заменить «любую отказавшую деталь», сборочную единицу в машине любого вида. Такой резервный элемент может включаться периодически либо до появления отказа (плановый ремонт), либо после отказа (неплановый ремонт). С помощью ремонта резерв создается не в «теле» машины, не за счет запаса прочности, утяжеления и усложнения конструкции машины, к чему ведет резервирование в обычном понимании, а остается в стороне от машины в виде ремонтных мастерских и заводов, способных восстановить и заменить неработоспособные элементы машин.

При эксплуатации машины происходит одновременное снашивание стоимости и изменение потребительской стоимости. Оба вида снашивания показаны гипотетическими графиками на рис. 1.3.

При $t = 0$ машина характеризуется экономической стоимостью C_0 и выраженной эксплуатационным параметром g_0 потребительской стоимостью.

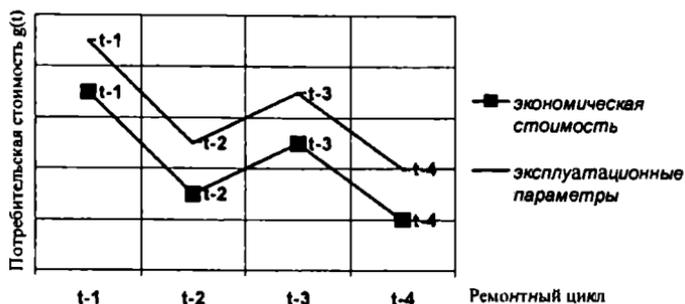


Рис. 1.3. Графики изменения рабочих параметров машин

В процессе работы, в соответствии с показателями графиков, машина приходит в предельное состояние и становится непригодной для эксплуатации, хотя ее экономическая стоимость остается большой. Если в момент $t-1$ остановить машину и произвести технологические операции по восстановлению работоспособности всех ее элементов, то потребительская стоимость машины будет восстановлена на величину Δg , для достижения этого необходимы дополнительные экономические ресурсы в количестве ΔC , которые идут на ремонт машины.

Таким образом, ремонт является средством частичного или полного восстановления функциональных свойств машины — в этом и заключается его экономическая сущность.

Группа авторов: В.Г. Кардыш, Б.В. Мурзаков, А.С. Окмянский и Б.В. Захарьев выдвигают технологические требования к основным узлам буровых станков. Они опираются на многолетний опыт эксплуатации буровых станков в различных геологических условиях, а также результаты отечественных и зарубежных исследований, благодаря которым сформировались определенные требования к их конструкции.

Применение новых методов и режимов бурения обуславливает дополнительные требования, которые необходимо учитывать при конструировании оборудования. В разделе «Типы приводов бурового оборудования» ученые, анализируя зарубежный опыт, цитируют, что очень широко в буровом оборудовании используется гидростатический привод основных рабочих и вспомогательных механизмов. Давление жидкости в современных объемных гидропередачах достигает пределов 210—350 атм, и ведутся работы по

созданию гидропередаточных устройств на давления до 500 атм. Это позволяет при данных пределах давлений уменьшать габариты и массу всех элементов гидропривода. Применение в главных приводах реверсивных насосов объемного регулирования осуществляет возможность бесступенчатого плавного изменения скорости вращения снаряда практически от нуля до максимума, а также мгновенный реверс направления вращения бурового става, что необходимо при разборе и наращивании рабочего инструмента и при устранении непредвиденных ситуаций аварийного характера.

Л.В. Зайцев и М.Д. Полосин в своем издании в некоторых разделах освещают работу гидравлических приводов на автомобильных кранах. Из особенностей работы автомобильных кранов с гидравлическим приводом мы узнаем, что гидросхема всех кранов содержит элементы, позволяющие привести машину в транспортное положение при выходе из строя приводного двигателя. Эта операция включает в себя аварийное опускание груза, поворот платформы, приведение выдвигаемых опор в транспортное положение. Для таких действий гидросхема снабжена дополнительным насосом с ручным приводом, запорными клапанами и вентилями, соединяющими напорные и сливные магистрали гидродвигателей привода.

В данной книге авторы делятся тонкостями работы кранов в зимнее время, гидроаппаратура которых рассчитана на температуру ниже -40°C (ГОСТ 15150—69). Гидрооборудование кранов зимой заполняют рабочими жидкостями (МГ-30, АМГ-10, ВМГЗ). Перед пуском в работу гидросистему прогревают. Для этого пуск насосов начинают на минимальных оборотах двигателя, затем их постепенно увеличивают до номинальных. После 5—10 мин работы насосов на холостом ходу выполняют рабочие операции без груза в течение 10—15 мин, последовательно включая гидромоторы рабочих механизмов. Только после этого приступают к выполнению рабочих операций под нагрузкой.

О.Н. Дубровский, Б.А. Руфин, М.Н. Артамонов делают анализ гидравлических конструкций и предполагают общие направления развития. Они приводят примеры из эксплуатации гидромашин судовых механизмов. Опыт эксплуатации радиально-поршневых насосов на судах отечественного морского флота в рулевых машинах фирм «Хастис», «Атлас-Верке», «Гидростер», «Клемент», «Готвальд» и др. показал, что насосы этого типа могут работать без капитально-

го ремонта по 15—25 лет, нарабатывая 65—85 тыс. часов и более. Насосы работают надежно и требуют незначительного ремонта в судовых условиях. Однако в последнее время их применение на судах сокращено, что обусловлено рядом их недостатков, от которых избавлены конструкции новейших насосов. Среди них: сравнительно низкие пределы максимальных рабочих давлений — насосы данного типа не настраивают более чем на 200—220 атм; низкий КПД, неустойчивый к изменению вязкости и давлению, так в некоторых случаях общий КПД насоса при давлении 100 атм может быть ниже 0,5; большой вес и размеры, которые в 3—5 раз больше, чем у аксиально-поршневых насосов равной мощности; очень ограниченная быстроходность, что требует применения в приводе более тяжелых электродвигателей; большие усилия для сервопривода регулирования.

Рассматривают они и конструкции аксиально-плунжерных насосов, которые легко управляются и реверсируются. Моторесурс лучших современных конструкций с наклонным блоком цилиндров доведен до 10—20 тыс. часов при высоких параметрах, при сниженных параметрах он может быть доведен до 40—50 тыс. рабочих часов.

Удельная масса гидромашин, выпускаемых фирмой «Викерс», составляет 2—3 кг/кВт, общий КПД — в пределах 0,9 и максимальные давления 280—350 атм. До совершенства доработаны гидромашины с наклонной управляющей шайбой. Фирмы «Викерс», «Дэнисон», «Товлер», «Лукас», «Доути», «Дэмаг» и др. создают серию подобных машин по программе развития судовых гидроприводов в США. Общий моторесурс доведен до 20 тыс. часов работы. Моторесурс работы без эксплуатационного ремонта доведен до 5 тыс. часов. Удельная масса таких машин составляет 0,3—0,35 кг/кВт. Приведены таблицы зависимостей моторесурса от давления, числа оборотов и относительной производительности.

В.Н. Лозовский в своей книге «Гидропривод и топливные системы авиации» в параграфе 17 поднимает тему повышения работоспособности деталей гидравлических и топливных агрегатов.

Вначале проводятся подробные исследования причин отказов прецизионных пар трения и далее — на основе полученных результатов разрабатываются и реализуются эффективные конструктивно-технологические мероприятия. Для современной разработки