

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОДДЕРЖАНИЮ НАДЕЖНОСТИ ГОРНЫХ МАШИН

В данной статье речь пойдет, в основном, об использовании современных методов виртуального моделирования применительно к очистным комбайнам.

Для поддержания необходимого уровня постоянной готовности техники к использованию по назначению по фактору надёжности должен выполняться комплекс требований и мероприятий, главными из которых являются соблюдение инструкций по эксплуатации и организации рациональной системы, технического обслуживания и ремонта горношахтного оборудования.

Основным результатом соблюдения инструкций по эксплуатации должно быть отсутствие неправильных действий операторов, которые могут привести к возникновению отказов, называемых "ошибочными", а также выбор и соблюдение режимов работы горных машин, исключающих возможность появления значительных по величине или длительных по времени перегрузок элементов машин.

Техническое и ремонтное обслуживание горных машин представляет собой систему мероприятий по техническому уходу, поддержанию и восстановлению работоспособности горных машин.

Правильно организованные техническое обслуживание и ремонт горно-шахтного оборудования позволяют: повысить надёжность работы различных по функциональному назначению горных машин и предупредить быстрый износ элементов; своевременно подготовиться к ремонтным работам и качественно провести их в установленный срок; обеспечить производительную и безопасную работу техники; уменьшить эксплуатационные расходы за счёт снижения числа аварийных отказов и убытков из-за их возникновения.

В положении о ППР установлены виды, регламенты и принципы организации технического обслуживания и плановых ремонтов; номенклатура основной нормативно-технической документации для планирования ремонтных нормативов; принципы организации смазочно-эмульсионного хозяйства; принципы организации учёта и движения оборудования; методы учёта и контроля за соблюдением действующих правил и норм по техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации оборудования.

Сущность ППР состоит в планируемом выполнении в соответствии со структурой ремонтного цикла установленных видов ТО и плановых ремонтов, объёмы которых определяются фактическим техническим состоянием сборочных единиц и оборудования в целом.

Для очистного оборудования и оборудования для подготовительных работ положением о ППР предусматриваются следующие виды технического обслуживания: ежедневное (ТО-1), ежесуточное (ТО-2), и еженедельное (ТО-3).

ТО-1 выполняется дежурными электрослесарями, машинистами оборудования и рабочими производственных процессов; ТО-2 - ремонтными электрослесарями, постоянно обслуживающими данный вид оборудования; ТО-3 - теми же силами и электрослесарями электромеханической службы шахты. В двух последних случаях привлекаются машинисты оборудования и рабочие производственных процессов.

К плановым текущим ремонтам относятся: ежемесячное ремонтное обслуживание (РО), выполняемое ремонтными электрослесарями энергомеханической службы шахты, машинистами оборудования, рабочими производственных процессов,

специализированными бригадами ремонтных электрослесарей; первый и второй текущие ремонты T_1, T_2 с периодичностью 3 и 6 месяцев соответственно выполняются теми же силами, что и РО, а также специализированными ремонтными наладочными, монтажными предприятиями производственных объединений и местных подразделений технического обслуживания заводов изготовителей техники.

Ремонты T_1 и T_2 являются основными видами текущих ремонтов. Если в горных машинах имеются элементы со сроками службы, превышающими 6 мес., но меньшими периодичности капитального ремонта, завод-изготовитель техники может назначить дополнительные виды текущих ремонтов (T_3, T_4, \dots) с периодичностью, равной 9, 12, ... мес. Выполнение дополнительных видов текущих ремонтов осуществляются теми же силами, что и основных видов ремонтов. Для сложного оборудования (очистные и проходческие комплексы и агрегаты, подъемные и компрессорные установки главного проветривания) назначаются плановые текущие ремонты, совмещенные с проведением ревизий, наладок и регулировок составных частей и сборочных единиц оборудования; квартальные (НРК), полугодовые (НРП), годовые (НРГ) и двухгодичные (НРД). Плановые текущие ремонты должны проводиться силами специализированных наладочных и монтажных управлений.

Плановый капитальный ремонт (к) выполняется специализированными ремонтными предприятиями с периодичностью, установленной нормативно-технической документацией.

Продолжительность всех видов планового технического обслуживания и ремонта устанавливается отраслевыми ремонтными нормативами. Объемы технического обслуживания и ремонта для конкретных условий эксплуатации систем очистного и проходческого оборудования разрабатываются энергомеханической службой объединений и шахт на основании инструкций по ТО, руководства по наладке оборудования и др. нормативных документов, в которых приводится состав необходимых работ и технология их выполнения.

Заводские инструкции при назначении периодичности технического обслуживания и ремонтов оперируют средними данными о стойкости узлов и деталей и не могут учесть условий и режимов эксплуатации горной техники в каждом конкретном случае.

Поэтому на практике еще пока достаточно широко распространена «базовая» замена элементов, т.е. замена элементов после их отказов. Новый элемент, заменивший отказавший, опять работает до тех пор, пока не откажет.

Если первый элемент имел наработку до отказа t_1 , второй - t_2 , а последний - t_n ,

то суммарная $\sum t_p = \sum_{i=1}^n t_i$.

Суммарные затраты на внеплановые ремонты

$$c(t_p) = nc_0,$$

где n - число отказов за наработку t_p , c_0 - средняя стоимость замены элемента после отказа, включая убытки из-за простоев оборудования, р.

Удельные затраты $c_{y.d.o}$ на внеплановые ремонты

$$c_{y.d.o} = nc_0 / t_p = nc_0 / \sum_{i=1}^n t_i = c_0 T_1,$$

где T_1 - средняя наработка элемента до отказа, ч.

Базовая замена элементов может быть оправдана только лишь при отказах внезапного типа и большой величине депрессии наработок элементов до отказа.

Регламентированная замена состоит в обязательной замене всех элементов данного типа через интервалы времени, которые недавно были поставлены взамен отказавших.

Данный способ удобен для осуществления замен элементов, отказы которых носят постепенный характер, а также когда обслуживающему персоналу затруднительно вести учет наработок до отказа каждого элемента из многих элементов, имеющих в оборудовании (гидростойки, гидрораспределители и др. элементы). Основная задача заключается в нахождении такого периода групповой замены однотипных элементов, для которого убытки из-за необходимости ликвидации аварийных отказов элементов с фактическими ресурсами или сроком службы $t_{cp} < t_3$, а также из-за недоиспользования ресурса элементов, для которых $t_{cp} > t_3$, будут минимальными.

Суммарные затраты на возможные замены элементов после возникновения отказов и на регламентированные замены при наработке, равной t_3 , определяются из выражения

$$c(t_3) = m(t_3) c_0 N + c_p N,$$

где c_0 , c_p - средние стоимости соответственно внеплановой и регламентированной замен одного элемента; $m(t_3)$ - математическое ожидание числа отказов элемента, установленного на одном и том же месте (функция восстановления); N - число однотипных элементов. Удельные затраты на единицу наработки

$$c_{y\partial} = \frac{m(t_3)}{t_3} c_0 N + \frac{c_p}{t_3} N.$$

Чтобы найти по этой формуле интервал замены по наработке или времени, необходимо установить значение стоимостных параметров c_p и c_0 , и величину математического ожидания числа отказов $m(t_3)$ в течение различных возможных интервалов t_3 , принимают то значение t_3 , при котором $c_{y\partial} = \min$.

Оптимальная величина t_3 должна быть меньше средней наработки элемента до отказа. В этом случае для инженерных расчетов можно принять, что математическое ожидание числа отказов $m(t_3)$ за период $(0; t_3)$ численно равна вероятности отказа элемента $q(t_3)$ за этот же период.

Затраты при плановой (регламентированной) замене элемента

$$c_p = \frac{S_{H.E} + n_B S_B}{n_B + 1} + c_{зам.р} + c_{тр.м} + c_{н.р},$$

где S_{HE} - стоимость нового элемента; n_B - среднее число возможных восстановлений элемента при проведении регламентированных замен с периодом t_3 ; S_B - средняя стоимость восстановления элементов; $c_{зам.р}$ - средняя стоимость работ по замене элемента по плану, включая стоимость доставки в пределах шахты; $c_{тр.м}$ - средняя стоимость транспортных расходов по доставке на рудоремонтный завод и обратно; $c_{н.р}$ - величина убытков от недоиспользования основных фондов за время регламентированной замены, транспортирования, ремонта элемента и прочие расходы.

При замене элемента после отказа затраты (гривн.) составляют

$$c_0 = \frac{(1 + \kappa_{бр}) S_{HE} + \kappa_{в.н.и} S_B}{2} + c_{зам.о} + c_{тр.о} + c_{н.о} + c_{с.м.е} + c_{ув}$$

где $\kappa_{бр}$ - коэффициент замены бракованных элементов новыми; $\kappa_{в.н.и}$ - коэффициент восстановления и повторного использования элементов; $c_{зам.о}$ - средняя стоимость работ по замене элемента после его отказа, включая стоимость транспортных расходов при

отказе элемента; $c_{но}$ - убытки от недоиспользования основных фондов в период замены, транспортирования и восстановления элемента после отказа; $c_{см.э}$ - стоимость возможных поломок смежных элементов из-за отказа рассматриваемого объекта; $c_{уб}$ - стоимость убытков из-за простоя участка во время ликвидации отказа.

Индивидуальная замена заключается в том, что элемент не может меняться, если его наработка меньше t_3 , и он является исправным. Но в тоже время, если произошел отказ элемента при наработке $t_i < t_3$, то новый период плановой замены t_3 назначается после ликвидации отказа. Приданном способе замены необходимо вести учет "возраста" каждого элемента.

Индивидуальная замена предпочтительна при замене дорогостоящих элементов машин.

При агрегатном способе ремонта отдельные составные части или сборочные единицы оборудования, содержащие изношенные детали, заменяются новыми или заранее отремонтированными.

Составные части и сборочные единицы, содержащие изношенные детали, заменяются новыми или заранее отремонтированными.

Демонтированные составные части и сборочные единицы, содержащие изношенные детали, подлежат восстановлению, осуществляемому, как правило, силами ремонтных предприятий. Этот способ обеспечивает высокое качество ремонта.

Затраты при индивидуальной замене

$$c = q(t_3)c_0 + p(t_3)c_p,$$

где c_0 , c_p - средние стоимости соответственно внеплановой (при отказе) и плановой замены элемента; $q(t_3)$, $p(t_3)$, соответственно вероятность отказа и безотказной работы элемента.

Удельные затраты

$$c_{уд} = \frac{q(t_3)c_0 + p(t_3)c_p}{t_{cp}},$$

где $t_{cp} = \int_0^{t_3} p(t)dt$ - среднее значение наработки элемента до выдачи в плановый ремонт.

В заключении, можно отметить, что выбранный на стадии проектирования и обеспеченный при изготовлении техники уровень её надёжности должен систематически поддерживаться при эксплуатации на горных предприятиях.