

Раздел 4. Технико-экономические проблемы горного производства

УДК 622.002.5.004.6.003.1

**НОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОТКАЗОВ ГОРНО-ШАХТНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

д.т.н. Антипов И.В. (ИФГП НАН Украины), инж. Сухаревский Э.Ю.
("Донспецресурс" г. Донецк)

Розроблено нову класифікацію відмов гірничо-шахтного встаткування що дозволяє обґрунтувати раціональні підходи до оцінки й розробки заходів щодо підвищення надійності технологій гірничих робіт.

NEW CLASSIFICATION OF MINING EQUIPMENT FAILURES

Antypov I.V., Suharevskii E.Yu.

A new classification of mining equipment failures is developed. It allows to ground rational approaches to estimation and development of measures on the increasing of mining technologies reliability.

Проблема обеспечения высокой надежности является наиболее важной в области создания и эксплуатации горно-шахтного оборудования. Роль надежности как важнейшего показателя качества изделий машиностроения особенно возросла в связи с созданием сложных высокопроизводительных систем забойного оборудования, к которым относятся выемочные комплексы. Простои горных машин и комплексов вследствие отказов связаны со значительными производственными потерями. Один час простоя современного очистного механизированного комплекса влечет за собой потерю 100-300 т угля, что может оказаться невозможным в течение смены и суток и нарушить ритмичность работы всей шахты.

Решение вопросов проектирования, производства и эксплуатации горного оборудования невозможно без использования основных положений теории надежности.

Надежность горно-шахтного оборудования характеризуется как свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения расчетных эксплуатационных показателей в установленных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

При решении задач повышения эксплуатационной надежности горных машин и механизмов определяющими являются факторы, влияющие на коэффициент готовности очистного забоя и режимы работы, а также факторы, влияющие на интенсивность отказов. Кроме того, необходимо учитывать влияние системы разработки на уровень надежности функционирования очистного забоя.

В настоящее время в системе "человек-машина-среда" наиболее изучена надежность техники. В работах [1-4] дается статистический анализ эксплуатационной надежности горно-шахтного оборудования. Различные

методы исследования и оценки надежности горно-шахтного оборудования, а также классификации отказов предлагаются авторами работ [5-8]. В частности, предлагается оценивать надежность очистных работ показателем "технологическая готовность", под которым подразумевается вероятность работоспособного состояния системы с заданной производительностью [9, 10]. При этом возникающие технологические перерывы учитываются также, как и отказы последовательного типа с определенной интенсивностью и временем восстановления. Влияние технологических перерывов на снижение производительности механизированного комплекса оценивается коэффициентом технологичности. В качестве основного критерия предлагается динамически изменяющаяся величину грузопотока из очистного забоя [11, 12]. Для решения задачи управления надежностью оборудования оптимальным планированием резервов запасных частей используются методы теории массового обслуживания [13].

Угледобывающий участок на современной шахте, являясь исходным и важнейшим звеном в технологической цепи угольного производства, насыщен многими разнообразными и сложными машинами и механизмами. От надежности их функционирования зависят все технико-экономические показатели как отдельного участка, так и шахты в целом.

В процессе эксплуатации оборудования под воздействием различных факторов происходит износ, повреждение и разрегулирование элементов машин и механизмов, в результате отказывают ее отдельные компоненты и снижается эффективность работы технологического звена. Иными словами, происходит постепенный переход их из состояния, характеризуемого номинальными значениями, в состояние с худшими качественными характеристиками. В результате этого снижается производительность очистного забоя, ухудшается качество выполнения машинами и механизмами своих функций, то есть нарушается нормальное состояние горно-шахтного оборудования.

Поэтому, возникает необходимость вернуть машины и механизмы в состояние номинальных характеристик путем подрегулирования, замены непригодных деталей и узлов, восстановления как отдельных элементов машин, так и всей системы комплекса оборудования. Это требует определенных материальных и трудовых затрат, которые обусловлены необходимостью проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту.

Надежность характеризуется проявлением всех показателей качества машин в процессе их эксплуатации. Если машина обладает низкой надежностью, часто выходит из строя и больше находится в ремонте, чем в работе, то, естественно, ее технические качества не могут быть практически эффективно использованы.

Следовательно, надежность является наиболее общим, комплексным свойством, характеризующим качество любого технического изделия, машины, аппарата, технологического процесса.

Поскольку комплексно-механизированные очистные забои оборудованы различными по выполняемым функциям машинами и механизмами,

их эксплуатационную надежность, техническое обслуживание и ремонт необходимо рассматривать индивидуально для комбайнов, гидрофицированной крепи, забойных конвейеров, масло станций, электрооборудования и других механизмов в соответствии с особенностями их работы, решая целевую задачу обеспечения надежности эксплуатируемого оборудования комплексно.

Оборудование, входящее в состав очистного механизированного комплекса, может быть восстанавливаемым и невосстанавливаемым, если проведение восстановления работоспособного состояния предусмотрено или не предусмотрено в нормативно-технической и документации.

Объекты, для которых проведение ремонтов предусмотрено или не предусмотрено в нормативно-технической документации называются соответственно ремонтируемыми и неремонтируемыми.

Например, очистные комбайны, забойные конвейеры и механизированные крепи относятся к восстанавливаемым и ремонтируемым объектам, а насос или гидромотор подающей части комбайна, электродвигатели комбайнов и конвейеров, гидростойки крепей - к невосстанавливаемым, так как их работоспособность непосредственно на месте работы (в условиях очистного забоя) не восстанавливается. В то же время они являются ремонтируемыми объектами, так как восстановление их работоспособного состояния производится на ремонтных предприятиях.

Предельным называется состояние оборудования, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо (например, по условиям выполнения требований безопасности работ) или нецелесообразно (выход заданных параметров за установленные пределы) либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Термин "отказ" является одним из основных понятий теории надежности. Отказ - это событие, заключающееся в полной или частичной утрате машиной или ее элементами работоспособности. В отличие от отказа повреждение - это событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении его работоспособного состояния.

Отказы очистных механизированных комплексов - это события, заключающиеся в прекращении или резком ухудшении выполнения ими своей основной функции выемки полезного ископаемого, а также в появлении опасной ситуации для рабочих.

Комплексы горно-шахтного оборудования в целях исследования и анализа их надежности разделяются на элементы и системы. Под элементом понимается объект, надежность которого изучается как единое целое, независимо от его структуры и устройства составных элементов. Надежность объекта как системы определяется в зависимости от структуры системы и надежности входящих в ее состав элементов.

Если отказы функциональных машин и других элементов механизированного комплекса и их связей вызывают нарушение работоспособности, то они являются одновременно и отказами всего комплекса.

Отказы очистных механизированных комплексов, их элементов и другого горно-шахтного оборудования могут быть классифицированы, по следующим признакам:

- причина, характер и условия возникновения;
- влияние на работу и характер утраты работоспособности оборудования;
- взаимосвязь между собой и возможность осуществления контроля;
- влияние на безопасность работ;
- наличие внешних проявлений;
- способ, сложность и характер устранения;
- последствия и возможность последующего использования оборудования.

Все эти классификационные признаки разбиваются на классификационные группы, которые представлены в таблице.

Таблица 1. Классификационные группы и признаки отказов оборудования

Классификационные группы	Классификационные признаки
А	Возникновение отказа
А1	причины
А2	условия
А3	характер
А4	взаимосвязь
Б	Влияние отказа
Б1	контролируемость
Б2	внешние проявления
Б3	безопасность работ
Б4	последствия (состояние)
В	Устранение отказа
В1	характер
В2	способ
В3	совместимость
В4	сложность
Г	Последствия отказа

В соответствии с классификационными признаками отказы можно разделить на группы, в которые войдут функциональные и параметрические, безопасные и опасные, простые и сложные, внезапные и постепенные, зависимые и независимые, контролируемые и неконтролируемые, допустимые и недопустимые, явные и скрытые, полные и частичные, конструкционные, технологические, эксплуатационные, ошибочные и др.

Исходя из этого, разработана классификация отказов оборудования комплексно-механизированных очистных забоев, представленная на рис. 1.

Элемент может потерять работоспособность как в результате разрушения, заклинивания, то есть прекращения функционирования, так и

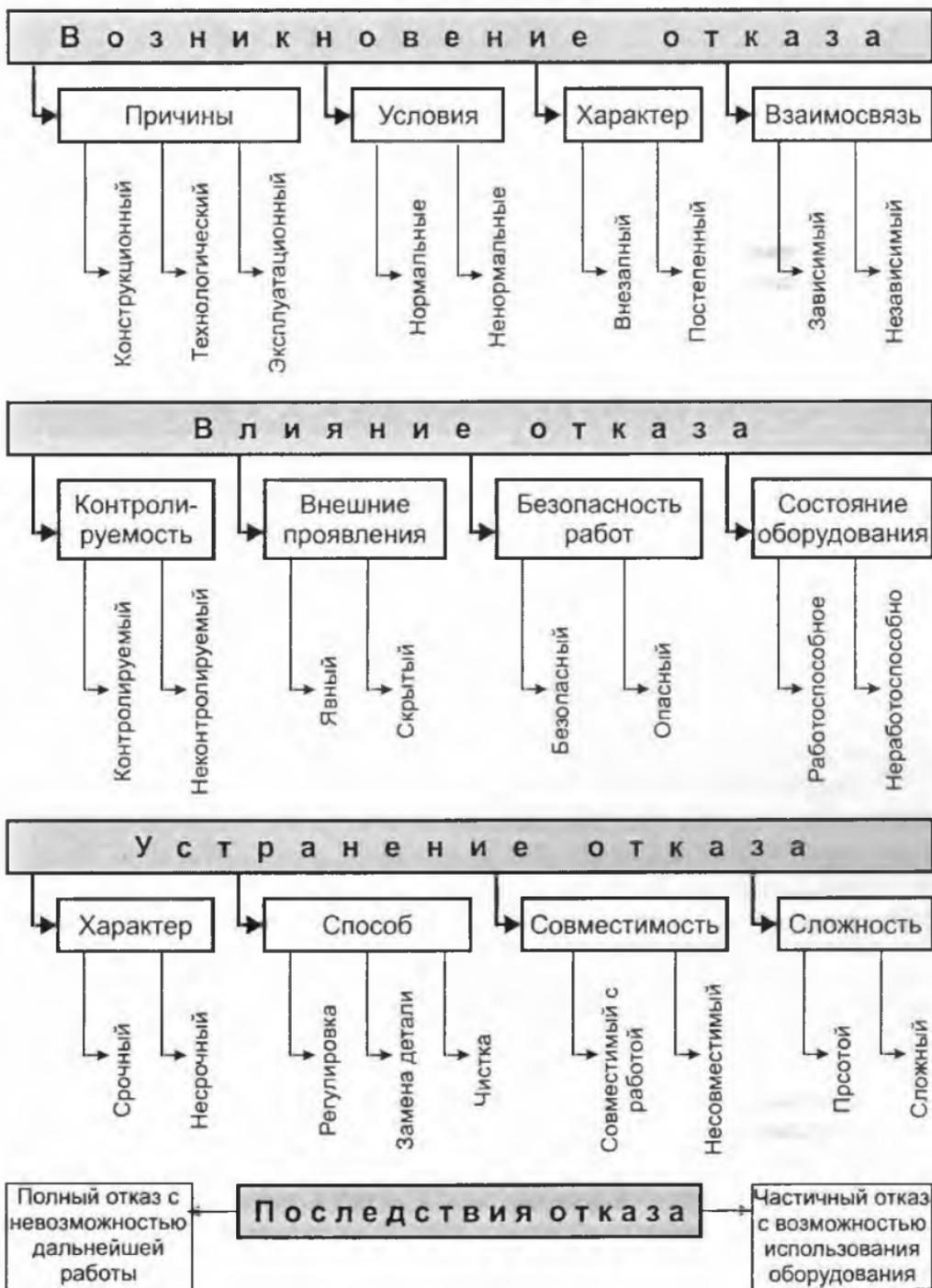


Рис. 1. Классификация отказов горно-шахтного оборудования.

вследствие выхода какого-либо параметра за пределы допускаемой величины. Например: снижение сопротивления изоляции обмотки статора электродвигателя комбайна ниже допускаемого уровня. В этой связи все отказы можно разделить на функциональные и параметрические.

Отказы элементов, при которых не возникает опасной ситуации и имеется возможность осуществлять выемку полезного ископаемого, относятся к повреждениям, вызывающим неисправности механизированного комплекса.

Опасными являются отказы, которые при возникновении, в процессе их ликвидации или в последующем создают опасную ситуацию для рабочих. К опасным отказам относятся - разрывы тяговых цепей комбайнов и стругов, поломки перекрытий секций крепи и др. Внезапные отказы возникают при резком, скачкообразном изменении одного или нескольких основных параметров элемента в результате различных случайных воздействий обычно физического характера.

Постепенные отказы характеризуются плавным изменением параметров элемента, например, в результате изнашивания, старения. Независимые отказы, в отличие от зависимых, не связаны с предшествующими отказами других элементов. Примером зависимого отказа может служить сход комбайна с направляющих в результате поломки соединений рештачного става конвейера.

Контролируемые отказы выявляются средствами технической диагностики или обслуживающим персоналом при проведении проверок и осмотров, а неконтролируемые не могут быть выявлены без частичной или полной разборки оборудования.

Допустимые отказы возникают в результате естественного повреждения элементов при эксплуатации машин, недопустимые - в результате недостаточной прочности или интенсивного износа элементов. Недопустимые отказы требуют повышенного внимания и полной их ликвидации.

Полный отказ приводит к нарушению всех функций, которые должна выполнять система. Он исключает всякую возможность возобновления работы до его устранения. Устранение отказа требует восстановительных работ, связанных с существенным расходом времени, материалов и средств.

Частичные отказы позволяют пользоваться оборудованием по назначению с определенными ограничениями. Устранение неисправности не требует замены детали, и эта неисправность может быть устранена обслуживающим персоналом. Например, изгиб скребка конвейера, удлинение тяговой цепи, вызывающее набегание звеньев на ведущую звездочку, срабатывание турбомуфты конвейера, поломка режущего зубка и др.

Установление причины и периода возникновения отказа с помощью разработанной классификации позволяет обоснованно подходить к разработке мероприятий по повышению надежности горно-шахтного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беда Ф.П. Оценка эксплуатационной надежности горношахтного оборудования // Уголь Украины.- 1982.- № 4.- С. 27 - 28.
2. Нарижный В.А. Повышение надежности систем забойного оборудования//Уголь Украины.-1984.-№ 12.-С.22-23.
3. Хорин В.Н., Рахутин Г.С. Основные положения методики определения надежности комплексов оборудования с механизированными крепями и их элементов.- М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1964.- 28 с.
4. Гуляев В.Г., Оленица А.Г., Тарабаев А.В. Эффективные методы повышения надежности горношахтного оборудования и технологических звеньев угольной шахты // Известия вузов. Горный журнал.- 1988.- № 4.- С. 64 - 69.
5. Антипов И.В., Корнеев М.В. Моделирование надежности технологических процессов методом группового учета аргументов // "Теория и практика проектирования, строительства и эксплуатации высокопроизводительных подземных рудников".- М., 1990.- С. 202 - 203.
6. Палант Д.Я., Орехов Б.М., Богомолова И.П. Требования по надежности оборудования механизированных комплексов // Вопросы надежности в горном деле.- Донецк: Донуги, 1969.- С. 10 - 20.
7. Воробьев Б.М., Бурчаков А.С., Шibaев Е.В. Надежность технологических схем и процессов угольных шахт.- М.: недра, 1975.- 237 с.
8. Гетопанов В.Н., Рачек В.М. Проектирование и надежность средств комплексной механизации.- М.: Недра, 1986.- 208 с.
9. Бородин А.П. Оценка надежности очистных работ показателем технологической готовности // Создание технологии и техники добычи угля без постоянного присутствия людей в забое шахт: Сб. науч. тр.- М.: МГИ, 1984.- С. 74 - 75.
10. Солод В.И., Гетопанов В.Н., Шпильберг И.Л. Надежность горных машин и комплексов.- М.: МГИ, 1972.- 198 с.
11. Топчиев А.В., Гетопанов В.Н., Солод В.И., Шпильберг И.Л. Надежность горных машин и комплексов.- М.: Недра, 1968.- 88 с.
12. Кариман С.А., Шрамко В.М. Надежность производственных процессов при подземной добыче угля.- М.: Наука, 1975.- 159 с.
13. Сапицкий К.Ф., Мирошников С.И., Чекавский В.И. Надежность технологических процессов эксплуатационного участка шахты.- М.: Недра, 1978.- 182 с.