

массива в сфере взаимодействия с подземными сооружениями /Научный вестник НГУ, 2004. – №9.

4. Бахова Н.И. Явления электризации горных пород при механическом нагружении /Геофизический журнал. – 2006. – №4. – С. 121-126.

Рукопись поступила 12.09.2015

УДК 622.257.258.001.25

*Л.А. Штанько, кандидат технических наук, заместитель директора,
В.И. Чепурной, зав. лабораторией,
С.И. Ляш, старший научный сотрудник,
С.И. Корняшик, младший научный сотрудник,
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ КОМПЛЕКСОВ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КАРЬЕРОВ КРИВБАССА

Технические обследования с диагностированием технического состояния сооружений и оборудования комплексов циклично-поточной технологии карьеров Кривбасса позволяют получить объективную информацию о реальном техническом состоянии комплексов и возможностях их дальнейшей безопасной эксплуатации.

Ключевые слова: карьер, комплекс циклично-поточной технологии, оборудование, сооружение, крепление, техническое обследование, диагностирование.

Технічні обстеження з діагностуванням технічного стану споруд та обладнання комплексів циклічно-потокової технології кар'єрів Кривбасу дозволяють отримати об'єктивну інформацію щодо реального технічного стану комплексів та можливостей їх подальшої безпечної експлуатації.

Ключові слова: кар'єр, комплекс циклічно-потокової технології, обладнання, спорудження, кріплення, технічне обстеження, діагностування.

Technical survey diagnosing the technical condition of buildings and equipment complexes of cyclic-flow technology quarry Krivbass allows to obtain objective information about the actual technical state of complexes and opportunities for their safe operation.

Keywords: quarry, complex cyclic-flow technology, equipment, building, fixing, technical survey, diagnosis.

Актуальность работы. Комплексы циклично-поточной технологии (ЦПТ) являются важным звеном в структурной цепи разработки месторождений магнетитовых руд открытым способом. От надежного эксплуатационного состояния комплексов ЦПТ зависит устойчивая работа горнодобывающего предприятия. Обеспечение безаварийной эксплуатации комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса является важной горнотехнической проблемой сегодняшнего дня.

Комплексы ЦПТ являются дорогостоящими сооружениями, предназначенными для использования в течение всего срока эксплуатации карьера.

Параметры, представляющие эксплуатационное состояние комплексов ЦПТ (крепь, элементы армировки, узлы сопряжений, величины зазоров и т.д.) изменяются, происходит потеря проектных значений параметров, уменьшается жесткость армировки, что в конечном итоге может привести к возникновению аварийных ситуаций.

Оборудование ЦПТ эксплуатируется в условиях высокой обводненности. Основным поставщиком вод являются водоносные горизонты, содержащие межпластовые воды. Вследствие содержания сульфатов, аммония и щелочных элементов воды в сооружениях комплексов ЦПТ являются сильным электролитом, в котором коррозионные процессы идут активно и несут явно выраженный электролитический характер. Под влиянием вод и атмосферы металлоконструкции комплексов ЦПТ подвергаются интенсивной коррозии, что приводит к потере сечения несущих элементов. Считается, что при потере сечения несущих элементов металлоконструкций свыше 20% требуется выполнять проверочный расчет на прочность.

Горный массив, прилегающий к сооружениям комплексов ЦПТ, подвергается регулярным значительным геодинамическим нагрузкам техногенного характера, значительная часть которых вызвана массовыми взрывами при добыче горной массы. В сочетании с гидрогеологическими воздействиями (постоянного и сезонного характера), такие воздействия могут привести к изменениям текстуры горного массива (пльвуны, суффозии, пустоты и т.д.).

При антропогенных воздействиях на породный массив происходит нарушение структуры пород. К числу антропогенных воздействий относятся статические и динамические нагрузки, тепловые воздействия и др. Статические нагрузки – наиболее распространенный вид антропогенного воздействия на горные породы. Под действием статических нагрузок достигающих 2МПа и более образуется зона активных изменений горных пород, достигающих глубин 70-100м. Динамические нагрузки - вибрации, толчки, удары при работе механизмов.

Под воздействием антропогенных воздействий в породных массивах развиваются такие процессы, как оползни, просадка и др.

Изложение основного материала и результаты. Комплексы ЦПТ, будучи самыми долговременными инженерными сооружениями карьеров, подвергаются за десятки лет службы многочисленным изменчивым воздействиям.

В условиях действующего комплекса ЦПТ параметры, предопределяющие его эксплуатационные характеристики, могут принимать различные сочетания, объективный учет которых расчетным путем в настоящее время практически невозможен.

Опыт эксплуатации комплексов ЦПТ за длительный период свидетельствует о том, что крепь армировка и технологическое оборудование подвергается «старению» с потерей проектных параметров и работоспособности, что приводит к все более возрастающей опасности возникновения аварийных ситуаций с возможной угрозой безопасности перемещения людей и грузов.

Для определения реальной картины изменения эксплуатационных параметров комплексов ЦПТ необходимо периодически проводить их технический осмотр.

Технический осмотр сооружений и оборудования ЦПТ – комплекс работ по техническому диагностированию, целью которого является получение информации о реальном техническом состоянии ЦПТ и выдача заключения о возможности и условиях дальнейшей безопасной и безаварийной эксплуатации комплекса на определенный период.

Технический осмотр комплексов ЦПТ не заменяет проводимых в плановом порядке освидетельствований, наладок, технических обслуживаний.

Задачей технического осмотра комплексов ЦПТ является выявление отклонений от проектных решений, нормативных требований и повреждений, возникших в процессе эксплуатации.

При проведении технического осмотра комплексов ЦПТ необходимо решение нескольких условий:

1. комплексная оценка структурно-фазовых процессов самоорганизации породных массивов, прилегающих к выработкам ЦПТ и выявление механизмов их деформирования, оценка естественных и наведенных полей напряжений в сложно структурной неоднородной породной среде;
2. определение устойчивости крепи выработок;
3. технический осмотр (техническое диагностирование) оборудования, установленного в выработках ЦПТ;
4. определение коррозионного и механического износа элементов металлоконструкций;
5. определение прочности бетона крепи и фундаментов;
6. оценка вибрации при работе оборудования;
7. оценка влияния сейсмического воздействия массовых взрывов на крепь выработок.

Своевременное устранение обнаруженных недостатков комплексов ЦПТ позволяет безопасно эксплуатировать комплексы длительное время.

Научно-исследовательский горнорудный институт Государственного высшего учебного заведения «Криворожский национальный университет» (НИГРИ ГВУЗ «КНУ») обладает большим опытом, соответствующей аппаратурой, обученными кадрами для выполнения технических осмотров комплексов ЦПТ.

Особенностью работ при технических осмотрах, которые выполняет НИГРИ ГВУЗ «КНУ» является комплексный подход, при котором учитываются условия эксплуатации объекта, состояние систем: «крепь – прилегающий массив»; «крепь – армировка», «фундамент - прилегающий массив». Такой подход к обследованию объекта соответствует требованиям Постановления КМУ №687 от 26.03.2004 г. «Порядок проведения осмотра, оборудования и эксплуатационного обследования машин, механизмов, оборудования повышенной опасности», что позволяет надежно прогнозировать дальнейшую безопасную эксплуатацию объекта и определяет необходимый объем ремонтно-восстановительных работ [1-5].

Результаты исследований перед подачей их заказчику рассматривают на Ученом Совете НИГРИ ГВУЗ «КНУ». Передача результатов Заказчику осуществляется только при достаточной информативности результатов обследования и их обработки. Один экземпляр протокола технического осмотра передается в Криворожское территориальное управление Госгорпромнадзора.

При техническом осмотре оборудования комплексов ЦПТ следует исходить из следующих предложений:

- оборудование работает при значительных механических нагрузках (удары, большие объемы горной массы, большая ее крупность и т.д.);
- оборудование подвергается постоянному воздействию агрессивной водной и атмосферной среды;
- высокие эксплуатационные динамические нагрузки в соответствии с коррозионным и механическим износом приводит к уменьшению деформационно-прочностных характеристик несущих элементов конструкций оборудования.

Процедура технического обследования сооружений является весьма трудоемкой и, как правило, приводится в несколько этапов:

- анализ условий и режимов эксплуатации (в том числе техногенное изменение окружающей среды, инженерно-геологические условия площадки, агрессивность грунтовых вод);
- проведение визуального осмотра сооружения;
- проведение инструментального (неразрушающего) контроля;
- оценка технического состояния объекта;

- определение условий и сроков дальнейшей эксплуатации сооружения.

Объем работ и программа визуальных обследований и проведения инструментального контроля определяется на основе анализа условий и режимов эксплуатации оборудования и сооружения.

В результате многолетних наблюдений установлено, что порталы штолен комплексов ЦПТ повреждаются при массовых взрывах на карьере.

Следует отметить, что тектонические нарушения в прилегающем к комплексам ЦПТ породном массиве при многократном сейсмическом воздействии массовых взрывов способствуют нарушениям крепи (отслоениям, вывалам и т.д.).

Действующие подземные горные выработки комплексов ЦПТ кроме дисбаланса горного давления в связи с наличием выработки в массиве горных пород, испытывают две существенные дополнительные нагрузки:

- постоянную гидратацию горных пород потоками водоносных горизонтов с увеличивающимся сверху вниз дебитом этих гидротоков и с добавочной сезонной фильтрацией поверхностных осадков;

- периодические сейсмические воздействия промышленных взрывов на горные выработки, зависящие от мощности взрывов, схем взрывания, реального пути сейсмических волн от центров взрывания до объектов комплексов ЦПТ.

Что касается первого фактора, то он частично нейтрализуется надлежащей системой водоотводов, но при этом, постоянная гидратация горного массива в условиях насыпного укрепления отрицательно сказывается на сейсмических параметрах промышленных взрывов, так как в условиях постоянной гидратации вымывается мелкодисперсная и дисперсная масса насыпного материала и при периодических сейсмических воздействиях превышающих допустимые нормы обязательно происходит проседание забутовки с возможным образованием пустот.

Воздействие сейсмических колебаний на сооружения комплексов ЦПТ не одинаково по их длине. Значительное уменьшение компонент колебаний в продольном направлении должно быть отнесено за счет влияния протяженности и жесткости сооружения. Не вызывает сомнения пространственный характер работы сооружения во время сейсмического воздействия.

Слабым местом в пространственном характере работы сооружения являются узлы сопряжений. При большой длине сооружения может проявиться опасность асинхронных колебаний элементов конструкций.

Для прилегающего к подземным выработкам комплекса ЦПТ массива горных пород, воздействие сейсмических колебаний необходимо рассматривать с точки зрения деформируемого твердого тела. Следует

помнить, что оно должно рассматриваться как открытая, равновесная в локальных зонах концентраторов напряжений система, в которой в ходе нагружения протекают неравновесные локальные структурные превращения. Последние развиваются на различных масштабных уровнях и различаются по характеру, энергии, протяженности и объему, скорости протекания. Их самоорганизация в заданных граничных условиях нагружения обуславливает формирование диссипативных структур, эволюция которых определяет характер пластического течения и разрушения материала. Расчетным путем, оценка влияния сейсмических колебаний на массив горных пород без исходных данных об имеющихся структурных преобразованиях не возможна.

При инструментальных изменениях максимальное зарегистрированное ускорение у основания сооружения не должно превышать 100 см/с^2 (7 баллов).

Подземные воды в выработках комплексов ЦПТ обычно являются агрессивными к обычному бетону. Значительный объем подземных и технологических вод скапливается во вспомогательных штольнях, хвостовой части ленточных конвейеров, где расположены фундаменты натяжных станций. Выщелачивание бетона приводит к ослаблению конструкций.

Прочность бетона определяется по экспериментально установленным градуировочным зависимостям «скорость распространения ультразвука – прочность бетона».

Измерения производятся с помощью ультразвуковых приборов, предназначенных для изменения времени распространения ультразвука в горной породе и аттестованных в установленном порядке по профилю с шагом равным величине яруса. Измерения проводят методом поверхностного прозвучивания. Прочность бетона определяется на участках, не имеющих видимых повреждений. Между бетоном и рабочими поверхностями ультразвуковых преобразователей должен быть обеспечен надежный акустический контакт.

Динамика сооружений является важной составной частью строительной механики. Как теоретическая наука, она разрабатывает методы расчета сооружений на динамические воздействия, а как прикладная наука – занимается решением различных типов задач.

Обычно рассматривается решение следующих четырех задач динамики, решаемых при действии вибрационной нагрузки:

- определение частот и форм собственных колебаний;
- проверка на резонанс;
- проверка динамической прочности;
- проверка динамической жесткости;

Характер взаимодействия рельсового пути и вагонов наклонных подъемников комплексов ЦПТ зависит от частоты собственных колебаний

вагона, а инструментальные измерения колебаний наклонных подъемников проводится с помощью трехкомпонентных датчиков.

При обследовании соответствия оборудования ленточных конвейеров комплексов ЦПТ действующим правилам безопасности устанавливается наличие предупредительных табличек и надписей, устройств заземления всех нетоковедущих частей, средств пожаротушения, ограждений вращающихся частей, защитных кожухов, прямолинейность в плане состояния приводных барабанов, наличие пломб на съемных узлах аппаратуры.

Дефекты, выявленные в ходе обследования оборудования ленточных конвейеров, оцениваются как максимально-допустимые.

НИГРИ ГВУЗ «КНУ» системно проводит работы по техническому обследованию комплексов ЦПТ эксплуатируемых ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ПАО «ИнГОК» и других горнодобывающих предприятий.

Выполненные технические обследования с диагностированием технического состояния сооружений и оборудования комплексов ЦПТ позволяют получить объективную информацию об их реальном техническом состоянии, определить объемы необходимых текущих ремонтных работ, а также возможности дальнейшей безопасной эксплуатации обследуемых объектов.

Выводы

1. Опыт эксплуатации комплексов ЦПТ за длительный период свидетельствует о том, что крепь, армировка и технологическое оборудование подвергается «старению» с потерей проектных параметров и работоспособности, что приводит к все более возрастающей опасности возникновения аварийных ситуаций с возможной угрозой безопасности перемещения людей и грузов.

2. Для определения реальной картины изменения эксплуатационных параметров комплексов ЦПТ необходимо периодически проводить их технический осмотр.

3. Технический осмотр сооружений и оборудования ЦПТ – комплекс работ по их техническому диагностированию с целью получения информации о реальном техническом состоянии ЦПТ, выдачи заключения и возможности и условиях дальнейшей безопасной и безаварийной эксплуатации комплекса на определенный период.

4. Задачей технического обследования комплексов ЦПТ является выявление отклонений от проектных решений, нормативных требований и повреждений возникших в процессе эксплуатации.

5. Своевременное устранение недостатков сооружений и оборудования комплексов ЦПТ позволяет эксплуатировать комплексы длительное время.

6. Научно-исследовательский горнорудный институт Государственного высшего учебного заведения «Криворожский национальный университет» (НИГРИ ГВУЗ «КНУ») обладает большим опытом, соответствующей аппаратурой, обученными кадрами для выполнения обследований комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса.

Список использованных источников

1. «Порядок проведения огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки» утвержденного Постановлением Кабинета министров Украины от 26 мая 2004 года №687.

2. НПАОП 0.00-.034 «Єдині правила при розробці рідних, нерудних і розсіпних родовищ підземним способом».

3. ДСТУ 18017637:2003 «Неруйнівний контроль зварювальних швів. Візуальний контроль з'єднань, виконання зварюванням плавленням».

4. НПОП 0.00-1.24-10 «Правила охраны труда во время разработки месторождения открытым способом».

5. НПАОП 0.00-1.32-97 «Правила безопасности при проектировании и эксплуатации объектов циклично-поточной технологии открытых горных работ».

Рукопись поступила 10.03.2015

УДК 622.257.001.25

*Л.А.Штанько, канд.техн.наук, с.н.с., заместитель директора,
В.И.Чепурной, зав. лаборатории, С.И.Ляш, старший научный сотрудник,
З.С.Добровольская, научный сотрудник,
С.И.Корниязиш, младший научный сотрудник,
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА КРЕПОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОРОДНОГО МАССИВА УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ

Установлена зависимость скорости распределения продольных ультразвуковых волн от предела прочности горных пород на сжатие.

Ключевые слова: коэффициент крепости горных пород, ультразвуковые измерения, предел прочности горных пород на сжатие, скорость ультразвука.

Установлена залежність швидкості розповсюдження поперечних ультразвукових хвиль від межі міцності гірських порід на стиск.

Ключові слова: коефіцієнт міцності гірських порід, ультразвукові вимірювання, межа міцності гірських порід на стиск, швидкість ультразвуку.