

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

ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КАРЬЕРОВ КРИВБАССА

Приведены основные методические положения технического диагностирования комплексов циклично-поточной технологии карьеров Кривбасса.

Ключевые слова: техническое диагностирование, породный массив, бетонное крепление, измерительное оборудование, методика проведения измерений.

Приведені основні методичні положення технічного діагностування комплексів циклічно-потокової технології кар'єрів Кривбасу.

Ключові слова: технічне діагностування, породний масив, бетонне кріплення, вимірювальне обладнання, методика проведення вимірювань.

Shown the main methodological provisions for technical diagnostics of complex cyclic-flow technology of Krivbass quarries.

Keywords: technical diagnostics, rock mass, concrete mounting, instrumentation, method of measurements.

Актуальность работы. Опыт эксплуатации комплексов циклично-поточной технологии (ЦПТ) карьеров Кривбасса за длительный период (более 40 лет) свидетельствует о том, что крепление, армировка и технологическое оборудование комплексов 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.

Нормативный срок службы комплексов ЦПТ согласно исследованиям специалистов компании Sandvik составляет 150 тыс. часов или 20 лет, хотя в некоторых случаях затраты могут окупиться и раньше. В связи с этим, используемое оборудование в системе ЦПТ должно иметь нормативный срок службы не менее 10 лет.

Технологический процесс комплексов ЦПТ характеризуется поточностью, непрерывностью и высокой производительностью. Устойчивая работа комплексов ЦПТ зависит от эксплуатационного состояния всех участков переработки горных пород.

При непрерывности технологического процесса даже кратковременная остановка одного участка комплекса ЦПТ приводит к

остановке остальных, что отражается на технологических и экономических показателях работы горнодобывающего предприятия.

Оборудование комплексов ЦПТ работает при значительных нагрузках (удары, большие объемы перерабатываемой и транспортируемой горной массы, большая ее крупность и т.д.), при этом оборудование работает в агрессивной водной и атмосферной среде.

В условиях действующих комплексов ЦПТ изменение эксплуатационных параметров крепления, армировки и оборудования имеет сугубо индивидуальный характер.

Несвоевременно выявленные и не устраненные дефекты нередко перерастают в серьезные нарушения. Их последствия могут привести к значительным материальным затратам. Поэтому важно правильно и своевременно оценить состояние крепи армировки и оборудования комплексов ЦПТ, выполнять прогноз о возможности развития дефектов и разрабатывать мероприятия по их стабилизации или устранению.

Для предупреждения аварийных ситуаций на комплексах ЦПТ карьеров Кривбасса предусмотрено проведение технического диагностирования геотехнических сооружений и оборудования комплексов.

При техническом диагностировании комплексов ЦПТ необходимы нормативно обоснованные основные методические положения выполнения данного вида работ.

Изложение основного материала и результаты. Основные методические положения технического диагностирования комплексов ЦПТ разработаны в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. НАОП 1.2.90-1.02.-71 «Единые правила при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом»;
2. НПОП 0.00-1.24-10 «Правила охраны труда во время разработки месторождения открытым способом»;
3. НПАОП 0.00-1.32-97 «Правила безопасности при проектировании и эксплуатации объектов циклично-поточной технологии открытых горных работ»;
4. НПАОП 0.00-1.61-12 «Правила охраны труда во время дробления и сортировки, обогащения полезных ископаемых и окомкования руд и концентратов»;
5. ДСТУ 2676-94 «Конвейеры ленточные стационарные. Общие технические условия»;
6. ГОСТ 28323-89 Питатели пластинчатые. Типы, основные параметры и технические требования;
7. ГОСТ 6937-91 Конусные дробилки. Общие технические требования;

8. ГОСТ ИСО 10816-1-97 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Часть 1. Общие требования;

9. СНиП И-23-81 Стальные конструкции. Нормы проектирования;

10. СНиП 2.03.01-84 Бетонные и железобетонные конструкции;

11. СНиП 2.0614-85 Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод;

12. СНиП 2.02.05-87 Фундамент машин с динамическими нагрузками. Часть 3.

Разработанные НИГРИ ГВУЗ «КНУ» основные методические положения технического диагностирования комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса состоят из отдельных методик каждого из видов технического диагностирования геотехнических объектов и оборудования комплексов ЦПТ и включают:

1. Анализ эксплуатационной, конструкторской и ремонтной документации диагностируемых комплексов;

2. Исследования методом естественного импульсного электромагнитного поля Земли породного массива прилегающего к диагностируемым комплексам;

3. Исследование породного массива прилегающего к диагностируемым комплексам ультразвуковым методом;

4. Проведение обследования крепления горных выработок диагностируемых комплексов;

5. Проведение обследования ленточных конвейеров в выработках диагностируемых комплексов;

6. Вибродиагностика оборудования диагностируемых комплексов;

7. Проверка состояния металлических конструкций;

8. Проверка состояния электрооборудования;

9. Проверка состояния систем автоматизации, предупредительной сигнализации, защит, блокировок, приборов и устройств безопасности;

10. Проверка состояния фундаментов;

11. Проведение обследования колодцев крупного дробления (дробильно-перегрузочных узлов);

12. Изучение условий взаимодействия рельсового пути и вагонов наклонных подъемников;

13. Оценка состояния рельсового пути наклонных подъемников (фуникулеров);

14. Исследование плавности движения вагона наклонного подъемника. НИГРИ ГВУЗ «КНУ» для технического диагностирования комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса разработал и впервые начал применять структурно-геодинамическое картирование состояния породного массива,

прилегающего к диагностируемым комплексам, с помощью метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ).

Учитывая новизну применения метода ЕИЭМПЗ для технического диагностирования комплексов ЦПТ более детально рассмотрим физическую сущность и методологические основы применения метода ЕИЭМПЗ к вышеназванным условиям.

Метод основан на определении азимутальной неоднородности электромагнитных свойств поверхностного слоя в связи с образованием геодинамических зон. Покровные отложения в силу своих реологических особенностей являются своего рода резонаторами напряжений, даже незначительные деформации горного массива вызывают заметные изменения ЕИЭМПЗ. Структура горной породы определяется пространственным соотношением компонентов горной породы, обладающих различными электромагнитными свойствами, и таким образом влияющих на электромагнитные свойства породы в целом. В том случае, когда структурные компоненты горной породы, имеющие определенные электромагнитные свойства ориентированы в пространстве, то и электромагнитные свойства породы в целом будут иметь такую же ориентацию.

По экспериментальным данным наибольшей анизотропией обладают влажные породы. На контакте влажной и сухой фаз горной породы, вследствие адсорбции ионов какого-либо знака, образуется двойной электрический слой. При отсутствии внешнего воздействия двойной слой практически нейтрален. При наложении воздействия на двойной слой электрическое равновесие нарушается, т.е. двойной слой является источником электромагнитного поля.

Метод ЕИЭМПЗ позволяет изучать локальные электрические поля, создаваемые природными проводниками, фильтрационными, диффузионно-сорбционными и другими происходящими в породном массиве процессами. Метод используется при инженерно-геологических исследованиях.

Физико-математические предпосылки применения метода ЕИЭМПЗ вытекают из анализа полей различных процессов в присутствии однородного проводящего полупространства, двухслойной среды и различных типов горизонтально-неоднородных сред.

Эффект ЕИЭМПЗ от напряженного породного массива имеет механоэлектрическую природу, поскольку вызывается процессами изменения напряжения и деформирования в массиве горных пород.

Метод по физической сущности близок к методу акустической эмиссии, однако использование определенного частотного и динамического диапазонов позволяет применять метод регистрации микроразрушений в

структуре породного массива, которые возникают в результате измерения напряженного состояния массива.

Основным регистрируемым параметром является усредненная за интервал времени напряженность одного из компонент ЕИЭМПЗ, которая является суммарным результатом общих электромагнитных явлений в породном массиве, техногенных процессов, локальных излучений породного массива в зонах хрупкого разрушения, а также трибоэлектрических эффектов.

Для получения достоверных данных в одной точке рекомендуют выполнять не менее 3 измерений и результат усреднить.

Базовым методом контроля в горизонтальных и наклонных выработках комплексов ЦПТ является профилирование вдоль оси выработки с шагом 5м.

При использовании метода ЕИЭМПЗ выделяют зоны геологических нарушений в породном массиве.

При исследованиях приходится учитывать наложение на чисто электродинамические явления эффектов вызванной поляризации, имеющих более общее физико-химическое происхождение и связанных с прохождением тока в гетерогенных средах, которыми являются горные породы. Накопленный опыт изучения этих эффектов допускает их феноменологическое описание в рамках электродинамической модели среды с комплексной электропроводностью.

Первичным полевым документом при проведении работ с использованием метода ЕИЭМПЗ является запись в аппаратурной памяти.

Интерпретация результатов исследований методом ЕИЭМПЗ носит различный характер для общих и детальных работ. Геологическая интерпретация материалов, полученных в результате исследований, проводится с целью выделения зон и участков с аномальным поведением поля и для предварительной геологической оценки аномалий.

Аномальные зоны выделяются в результате анализа карт графиков измеренных компонент поля. Реальной считается аномалия, интенсивность которой больше трехкратной величины средней квадратичной погрешности съемки (для амплитуд и количества импульсов).

Аномальные зоны и участки меньшей интенсивности заслуживают внимания лишь в том случае, когда они подтверждаются повторными съемками.

Оценка возможности возникновения опасных условий в породном массиве, который прилегает к диагностируемым комплексам ЦПТ по материалам исследований методом ЕИЭМПЗ проводится в соответствии с требованиями СНиП П-94-80, ДСТ 9.602-89.

НИГРИ ГВУЗ «КНУ» применяет предложенные основные методические положения технического диагностирования комплексов ЦПТ при выполнении научно-исследовательских и научно-технических работ на карьерах, которые эксплуатируются ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» и ПАО «Ингулецкий ГОК».

Выводы

1. Длительный опыт эксплуатации комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса показывает, что техническое состояние комплексов подвергается существенным изменениям с потерей проектных параметров и работоспособности, что в конечном итоге приводит к все более возрастающей опасности возникновения аварийных ситуаций.

2. Изменение технического состояния и эксплуатационных параметров комплексов ЦПТ имеет сугубо индивидуальный характер, поэтому точный учет изменения технического состояния и эксплуатационных параметров расчетным путем не возможен. Для объективного определения характера изменения технического состояния комплексов ЦПТ необходимо проводить техническое диагностирование состояния данных комплексов.

3. При техническом диагностировании состояния комплексов ЦПТ необходимы нормативно обоснованные основные методические положения выполнения данного вида работ.

4. Разработанные НИГРИ ГВУЗ «КНУ» основные методические положения технического диагностирования комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса включают отдельные методики каждого из видов технического диагностирования геотехнических объектов и оборудования комплексов ЦПТ.

5. НИГРИ ГВУЗ «КНУ» применяет предложенные основные методические положения технического диагностирования комплексов ЦПТ при выполнении научно-исследовательских и научно-технических работ на карьерах, которые эксплуатируются в Кривбассе.

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. Frid V., Rabinovitch A. and Bahat D. Fracture induced electromagnetic radiation /Journal of Physics D: Applied Physics J. Phys. D: Appl. Phys 36(2003)? 1620-1628.

3. Белых И.С., Довбнич М.М., Кузина Г.Л. и др. Результаты применения метода наблюдения естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) для анализа состояния грунтового

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.