

**В.И. Чепурной**, зав. лабораторией,  
**С.И. Ляш**, старший научный сотрудник,  
**С.И. Корняшик**, младший научный сотрудник,  
*Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ЭКСПЕРТНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ  
ДРОБИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ  
КОМБИНАТОВ КРИВОРОЖСКОГО БАСЕЙНА**

*Приведены основные положения методического обеспечения экспертного обследования дробильного оборудования горно-обогажительных комбинатов Криворожского бассейна.*

*Ключевые слова: экспертное обследование, дробильное оборудование, горно-обогажительный комбинат, измерительные приборы, методика проведения измерений.*

*Приведені основні положення методичного забезпечення експертного обстеження дробарного обладнання гірничо-збагачувальних комбінатів Криворізького басейну.*

*Ключові слова: експертне обстеження, дробарне обладнання, гірничо-збагачувальний комбінат, вимірювальні прилади, методика проведення вимірювань.*

*Given the main provisions of methodical support of the expert survey of crushing equipment mining and processing plants of Kryvyi Rih basin.*

*Keywords: expert survey, crushing equipment, mining and processing plants, measuring instruments, methodic of measurement.*

**Актуальность работы.** Дробильное оборудование предназначено для дробления руд, нерудных полезных ископаемых и аналогичных им материалов (кроме пластичных). Дробящие пространства дробильного оборудования определены таким образом, что позволяют использовать дробилки в многостадийных технологических процессах. Вместе с тем, каждый тип дробилки может иметь самостоятельное значение в зависимости от требований, предъявляемых к конечному продукту дробления.

Опыт эксплуатации дробильного оборудования (дробилок типа ККД, КРД, КСД, КМД) обогажительных комбинатов Криворожского бассейна, за период более 40 лет свидетельствует о том, что длительная эксплуатация дробилок влечет за собой изменение уровня их технического состояния. Дробильное оборудование подвергается существенным изменениям с потерей проектных параметров и работоспособности, что в конечном итоге,

приводит к высокой вероятности возникновения аварийных ситуаций и длительных простоев.

Значения показателей надежности и нормативный срок службы дробильного оборудования при дроблении материала с временным сопротивлением сжатию в пределах 100-150 МПа приведены в таблице и составляют:

- для дробилок ККД и КРД – 15 лет или 105 тыс. часов;
- для дробилок КСД и КМД – 12,2 лет или 85 тыс. часов.

На трудно дробимых скальных материалах с временным сопротивлением сжатию более 150 МПа сроки службы дробильного оборудования сокращаются в 1,6-1,8 раза.

#### Показатели надежности дробилок

Наименование показателя надежности	Нормы по типам дробилок в годах, не менее	
	ККД и КРД	КСД и КМД
80%-ный срок службы дробилки до списания	15	12,2
80%-ный срок службы дробилки до замены:		
Траверзы	6	4
Антифрикционного слоя подшипников эксцентрика	1	1,25
Шестерни приводного вала	4	2,5
Зубчатого колеса эксцентрика	6	3,0
Конических и цилиндрических втулок эксцентрика	1,5	1,25
Корпуса и вала дробящего конуса	8	5,5

Технологический процесс работы дробильного оборудования характеризуется поточностью, непрерывностью и высокой производительностью. Стабильная работа дробильного оборудования зависит от технического состояния всех участков дробильного комплекса горно-обогатительного комбината.

Даже незначительная кратковременная остановка при поточности технологического процесса участков дробильного оборудования, сразу отображается на технологических и экономических показателях работы горно-обогатительного комбината.

Дробильное оборудование эксплуатируется при значительных нагрузках (удары, большие объемы перерабатываемой горной массы,

большая ее крупность, образованность и т.д.), при этом оборудование работает в агрессивной водной и атмосферной среде.

При существующих условиях эксплуатации изменения проектных параметров и работоспособности дробильного оборудования имеет сугубо индивидуальный характер.

Несвоевременное выявление и не устраненные дефекты дробильного оборудования приводят к высокой вероятности возникновения аварийных ситуаций и длительных простоев.

С целью предупреждения аварийных ситуаций и длительных простоев, на горно-обогачительных комбинатах Криворожского бассейна предусмотрено проведение экспертного обследования дробильного оборудования.

Для эффективного обследования дробильного оборудования необходимо нормативно обоснованное методическое обеспечение, которое будет устанавливать порядок, методы и объемы работ во время проведения экспертного обследования.

**Изложение основного материала и результаты.** Эффективность эксплуатации дробильного оборудования (дробилок типа ККД, КРД, КСМ, КМД) во многом определяется:

1. Совершенствованием существующих методов технического обслуживания и ремонта;
2. Своевременным проведением экспертного обследования.

Традиционный планово-предупредительный метод обслуживания и ремонта дробильного оборудования обеспечивает поддержание оборудования в исправном состоянии в период эксплуатации.

Экспертное обследование дробильного оборудования после отработки нормативного срока службы, необходимо как ведущее звено в цепи дальнейшего поддержания дробильного оборудования в исправном и безопасном состоянии.

Экспертное обследование дробильного оборудования проводится в случае:

- истечения предельного срока эксплуатации;
- реконструкции (перестройки) или модернизации;
- аварии или повреждения, вызванного чрезвычайной ситуацией природного или техногенного характера, с целью определения возможности восстановления;
- выявление при проведении технического осмотра износа (механического или коррозионного), остаточной деформации, трещин, других повреждений составных частей, деталей или их элементов, превышающих допустимые значения.

В других случаях экспертное обследование дробильного оборудования проводится в соответствии с требованиями нормативно правовых актов по охране труда Украины или по инициативе работодателя.

Основные положения методического обеспечения экспертного обследования дробильного оборудования разработаны специалистами НИГРИ ГВУЗ «КНУ» в соответствии с требованиями существующих нормативно правовых актов по охране труда Украины [1-12].

Экспертное обследование дробильного оборудования проводится в несколько этапов:

- изучение эксплуатационных, конструкторских (проектных) и ремонтных документов;
- анализ условий и режимов эксплуатации;
- разработка и согласование программы работ;
- проведение осмотра;
- проведение неразрушающего контроля;
- определение механических характеристик, проведение металлографических исследований, испытаний на прочность и других видов испытаний, исследования в напряженно-деформированном состоянии и выбор критериев предельного технического состояния, если это предусмотрено эксплуатационными документами;
- осуществление расчетно-аналитических процедур оценки и прогнозирования технического состояния, включающие расчет режимов работы;

- определение остаточного ресурса дробильного оборудования.

Имея многолетний опыт экспертного обследования и инструментального контроля оборудования горно-металлургических предприятий Украины, специалистами НИГРИ ГВУЗ «КНУ» разработаны основные методы контроля дробильного оборудования, которые включают:

- визуально оптический контроль составных частей и дробильного оборудования в целом;
- неразрушающий контроль: ультразвуковой, магнитопорошковый, капиллярный, в случае выявления при визуально оптическом контроле дефектов, повреждений или их признаков;
- вибродиагностическое обследование на высокопроизводительных приводах с суммарной мощностью более 350 кВт.

**Рекомендуемый перечень приборов для проведения экспертного обследования дробильного оборудования:** набор для визуального контроля ВИК «ЛУЧ»; люксметр Ю-116; ультразвуковой дефектоскоп УД-4Т; ультразвуковой толщиномер УТ-507; магнитопорошковый дефектоскоп «МАГЭКС-1М»; капиллярный набор; виброанализатор; термометр с выносным датчиком; тепловизор; психрометр.

### **Методика проведения визуально-оптического контроля.**

Визуально оптический контроль составных частей дробильного оборудования проводится с целью выявления изменений их формы, поверхностных дефектов в материале и соединениях (в том числе сварных) деталей, наплавки, образовавшихся в процессе эксплуатации трещин, коррозионных и эрозионных повреждений, деформаций, ослаблений болтовых соединений и тому подобное.

**При визуально-оптическом контроле проверяется:** нижняя часть корпуса, верхняя часть корпуса, эксцентрик, подвижный конус, вал привода, центральный стакан, баббитовая заливка, большая коническая шестерня, детали пылеуплотнения, футеровка подвижного конуса, траверса, футеровка траверсы, подвижная втулка, колпак, гайка регулирования разгрузочной щели, неподвижная втулка, опорный подшипник, шкив привода, футеровка привода, патрубков пылеуплотнения, упор эксцентрика, главный вал, малая коническая шестерня, муфта, защитная втулка, обойма. Проверку проводят на наличие механических повреждений поверхностей, формоизменения элементов конструкций (деформированные участки, искажения, провисания и другие отклонения от первоначального расположения), трещин и других поверхностных дефектов, которые образовались в процессе эксплуатации.

В случае выявления при визуально-оптическом контроле дефектов, повреждений или их признаков применяют ультразвуковой, магнитопорошковый, капиллярный контроль.

**При ультразвуковом контроле проверяют** наличие дефектов в материале путем излучения и принятия ультразвуковых колебаний, отраженных от внутренних несплошностей (дефектов) и дальнейшего анализа их амплитуды, времени прихода, формы и других характеристик с помощью специального оборудования ультразвукового дефектоскопа.

**При магнитопорошковом контроле проверяют** наличие поверхностных и подповерхностных микродефектов в сварных швах, деталях и конструкциях из ферромагнитных материалов. С этой целью изделие намагничивают и покрывают магнитным порошком, который оседает на неоднородностях магнитного поля в зоне дефектов, формируя видимые «следы» дефектов.

Этот метод позволяет обнаруживать тонкие, невидимые глазом поверхностные дефекты, материалы типа трещин (закалочных, сварочных, шлифовочных, усталостных, штамповочных, литейных), волосовин, флокенов, закатов, заколов, надрывов, рихтовочных трещин, некоторых видов расслоений.

**При капиллярном контроле проверяют** наличие дефектов, выходящих на поверхность контролируемых объектов трещин, пор, раковин,

непроваров, с возможностью проведения 100% контроля поверхности без ее разрушения.

### **Вибродиагностика дробильного оборудования.**

Вибрационная диагностика дробильного оборудования занимает особое место ввиду возможности обнаружения изменений состояния оборудования задолго до наступления аварийной ситуации. В состав системы вибрационной диагностики входят средства измерения и анализа сигнала вибрации.

Дефекты узлов дробильного оборудования, представляющие опасность и ограничивающие сроки эксплуатации (их ресурс) могут возникать на этапах их изготовления, сборки и монтажа, а также в процессе эксплуатации оборудования. Все дефекты, возникающие при работе дробильного оборудования, обнаруживаются задолго до появления аварийной ситуации, а многие на этапе зарождения.

В дробильном оборудовании диагностируются узлы, являющиеся постоянным источником вибрации: подшипники качения и скольжения, валы, механические передачи зубчатые, ременные, редукторы, электродвигатели. Во всех узлах на ранних стадиях обнаруживаются самые опасные дефекты, что позволяет прогнозировать их развитие, давая долгосрочный и достоверный прогноз технического состояния дробильного оборудования.

Динамические силы, возникающие в механических передачах при наличии дефектов, передаются на корпус в основном через подшипники ведущего и ведомого валов. Поэтому подшипники являются узлами механических передач, вибрация которых изменяется при дефектах валов, соединительных муфт, шкивов, шестерен, ремней и собственно подшипников. Следовательно, точки измерения вибрации должны выбираться на корпусе подшипниковых узлов по одной на каждом узле. Датчик вибрации должен устанавливаться в той части подшипникового узла, которая ближе к точке максимальной нагрузки на поверхности трения подшипника. Если вибродатчик невозможно установить непосредственно на корпусе подшипника, то необходимо подобрать точки контроля вибрации на корпусе дробилки так, чтобы уровень вибрации, распространяющийся на корпус, был достаточным для измерения спектра вибрации в широком диапазоне частот. Измерение вибрации желательно производить в трех направлениях ортогональной системы координат, направление должно быть радиальным к осям вращения валов и в плоскости, проходящей через эти оси и аксиальным, совпадающим по направлению с осью вала.

Основными диагностическими признаками появления дефектов являются:

- рост амплитуды отдельных составляющих в спектре вибрации;

- рост составляющих спектра вибрации в выбранной полосе частот;
- появление модуляции отдельных гармонических составляющих вибрации;
- изменение формы периодических колебаний объекта, сопровождающиеся изменением соотношения амплитуд колебаний в гармоническом ряду.

НИГРИ ГВУЗ «КНУ» применяет предложенное методическое обеспечение при экспертном обследовании дробильного оборудования, которое эксплуатируется на горно-обогачительных комбинатах Кривбасса.

### **Выводы**

1. Длительный опыт эксплуатации дробильного оборудования на горно-обогачительных комбинатах Кривбасса показывает, что техническое состояние оборудования подвергается существенным изменениям с потерей проектных параметров и работоспособности, что в конечном итоге приводит к возрастающей опасности возникновения аварийных ситуаций.

2. Изменение технического состояния и эксплуатационных параметров дробильного оборудования имеет сугубо индивидуальный характер, поэтому точный учет изменения технического состояния и эксплуатационных параметров оборудования расчетным путем не возможен. Для объективного определения характера изменения технического состояния дробильного оборудования необходимо проводить экспертные обследования данного оборудования.

3. При экспертном обследовании дробильного оборудования необходимо нормативно обоснованное методическое обеспечение выполнения данного вида работ.

4. Разработанное НИГРИ ГВУЗ «КНУ» методическое обеспечение экспертного обследования дробильного оборудования горно-обогачительных комбинатов Кривбасса включает отдельные методики каждого из этапов экспертного обследования.

5. НИГРИ ГВУЗ «КНУ» применяет предложенное методическое обеспечение при экспертном обследовании дробильного оборудования, которое эксплуатируется на горно-обогачительных комбинатах Кривбасса.

### *Список использованных источников*

1. «Порядок проведения осмотра, испытания и экспертного обследования машин, механизмов, оборудования повышенной опасности», утвержденный постановлением КМУ от 26.05. №687.
2. Закон Украины «Об охране труда».
3. НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охраны труда при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом».

4. НПАОП 0.00-1.61-12 «Правила охраны труда во время дробления и сортировки, обогащения полезных ископаемых и окомкования руд концентратов».

5. ГОСТ 6937-91 «Дробилки конусные. Общие технические требования».

6. НПАОП 0.00-1.08-07 «Порядок аттестации специалистов, имеющих право проводить экспертное обследование оборудования повышенной опасности».

7. НПАОП 0.00-6.14-97 «Порядок сертификации персонала по неразрушающему контролю».

8. ДСТУ EN «Неразрушающий контроль. Ультразвуковой контроль. Часть 1. Общие требования».

9. ДСТУ 2860-94 «Надежность техники. Термины и определения».

10. ГОСТ 24346-80 «Вибрация. Термины и определения».

11. ГОСТ ISO 10816-3 «Механическая вибрация – определение вибрации машин путем изменений на не вращающихся деталях. Часть 3. Промышленные машины с номинальной мощностью свыше 15 кВт и номинальными скоростями вращения в пределах 120 об/мин – 15000 об/мин при измерениях на месте установки».

12. «Положение о техническом обслуживании оборудования предприятий горно-металлургического комплекса», утвержденные приказом Министерства промышленной политики Украины №285 от 15.06.2004 г.».

Рукопись поступила 12.10.2015

УДК 550.83.002.56

***В.И. Чепурной**, зав. лабораторией,  
**С.И. Ляш**, старший научный сотрудник,  
**С.И. Корнишик**, младший научный сотрудник,  
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

## **АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГАММА-ГАММА МЕТОДА В ЦЕПИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРОДУКЦИИ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ ФАБРИК ШАХТ КРИВБАССА**

*Применение гамма-гамма метода дает возможность получить экспресс-информацию о качестве железорудной продукции дробильно-сортировочных фабрик шахт Кривбасса в течение короткого промежутка времени (1-2 минуты), что позволяет создать информативно-регулирующие локальные системы для всего технологического процесса переработки добытого железорудного сырья.*

*Ключевые слова: качество железорудной продукции, гамма-гамма метод, железорудное сырье, технологический контроль.*