

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

Л.А. Штанько, В.И. Чепурной, С.И. Ляш, С.И. Корняшек, Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «Криворожский национальный университет», Украина

Проведены основные положения методического обеспечения комплексного обследования технического состояния вертикальных шахтных стволов.

Актуальность работы. Длительный опыт эксплуатации вертикальных шахтных стволов показывает, что техническое состояние вертикальных шахтных стволов подвергается существенным изменениям с потерей проектных параметров и работоспособности, что в конечном итоге, приводит к все более возрастающей опасности возникновения аварийных ситуаций.

Изменение технического состояния эксплуатационных параметров вертикальных шахтных стволов имеет сугубо индивидуальный характер, поэтому точный учет технического состояния и эксплуатационных параметров расчетным путем не возможен. Для объективного определения характера изменения технического состояния вертикальных шахтных стволов необходимо проводить комплексное обследование технического состояния данных стволов.

При комплексном обследовании технического состояния вертикальных шахтных стволов необходимо нормативно обоснованное методическое обеспечение выполнения данного вида работ.

Изложение основного материала и результаты. Методическое обеспечение комплексного обследования технического состояния вертикальных шахтных стволов разработано в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

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 0.00-1.34 «Єдині правила при розробці рудних, нерудних і розсипних родовищ підземним способом».

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

4. ДСТУ EN 583-1-2201 «Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Частина 1. Загальні вимоги».

5. СОУ МПП 73.100-079:2007 «Настанова міністерства промислової політики України. Організація контролю безпечного стану устаткування вертикальних стволів та підйомних установок».

6. Оценка эксплуатационных показателей жесткой армировки действующих шахтных стволов (Методическое руководство. НИГРИ. Кривой Рог, 1981).

Разработанные НИГРИ ГВУЗ «КНУ» основные методические положения комплексного обследования технического состояния вертикальных шахтных стволов включают:

1. Методику проведения органолептического осмотра;
2. Методику определения коррозионного износа элементов армировки.

1 Методика проведения органолептического осмотра

Органолептический осмотр - обследование с помощью органов зрения и ощущений человека в видимом спектре. Дефекты материалов и конструкций достаточно крупные для невооруженного глаза, с использованием визуальных оптических приборов и инструментов (линзы, лупы, микроскопы, радиусные шаблоны, измерительные щупы, угломеры, глубиномеры), с использованием приборов для контроля объектов, удаленных от рабочего места (телескопические трубы, бинокли, зрительные трубы).

Осмотр крепи и армировки вертикальных стволов производится с крыши подъемного

сосуда, из сопрягающих выработок и т.д.

Объектами осмотра являются крепь и элементы армировки (расстрелы, проводники и узлы крепления). Задачей осмотра крепи и армировки стволов - является выявление отклонений от проектных решений, нормативных требований и повреждений в процессе эксплуатации.

К дефектам крепи и армировки относятся:

- микротрещины и трещины в крепи;
- заколы и вывалы крепи;
- коркообразование, вздутие, натеки, наплывы;
- проемы и отверстия в крепи, выгибы, выпучивание арматуры;
- ослабление в заделках расстрелов;
- износ проводников и лежек;
- коррозионный износ расстрелов;
- ослабление болтовых соединений;
- дефекты в результате механических повреждений.

При органолептическом осмотре проводится:

- внешний осмотр крепи выработок, выявление нарушений крепи, трещин крепи в заделках и т.д.;
- внешний осмотр элементов конструкций;
- проверку качества крепления элементов конструкций;
- первичную оценку степени коррозии элементов;
- выявление расслоения основного металла;
- проверку отсутствия (наличия) механических повреждений поверхности;
- проверку отсутствия (наличия) зазоров;
- контроль болтовых, клепаных, микротрещины сварных соединений;
- проверку отсутствия (наличия) изменений форм элементов конструкций (деформированные участки, искривления, провисания и другие изменения от начального расположения);
- проверка отсутствия (наличия) трещин в металле, сварных швах и т.д.

При выявлении трещин в металле или в сварном шве, подозрительные места поддаются дополнительной проверке методами неразрушающего контроля.

2 Методика определения коррозионного износа элементов армировки

В процессе эксплуатации при действии различных внешних факторов - трения, коррозии, давления, толщина стенок элементов конструкции может выйти за пределы допустимых значений. Такие дефекты, как правило, являются самой распространенной причиной выхода из строя армировки. Во избежание негативных последствий применяется неразрушающий контроль толщин элементов конструкций.

Измерительное оборудование

Основное измерительное оборудование для точного измерения толщины - это ультразвуковой толщиномер, широко применяемый при мониторинге промышленных систем и оборудования.

Самые передовые модели толщиномеров способны осуществлять мониторинг изделий из различных материалов - металла, пластмассы, пластика, керамики, стекла, включая сложные композитивные сплавы.

Современный ультразвуковой толщиномер предлагает следующие технологические характеристики:

- компактность и небольшой вес;
- герметичность и прочность корпуса;
- широкий диапазон рабочих температур;
- минимальные погрешности измерений;
- оперативный вывод информации.

Принцип работы толщиномеров основан на ультразвуковом импульсном эхо - методе

измерения, который использует свойства ультразвуковых колебаний отражаться от границы, раздела сред с различными акустическими сопротивлениями.

Электронный блок толщиномера вырабатывает электрический импульс, подаваемый на передающую пластину пьезоэлектрического преобразователя отдельно - совмещенного типа, которая изучает импульс ультразвуковых колебаний в изделии до внутренней поверхности, отражается от нее, распространяется в направлении наружной поверхности, и, пройдя линию задержки, принимается приемной пластиной.

Для измерений толщин в стволе применялись толщиномеры следующих моделей: «Взлет-УТ», «УТ-98 Скат» и «УТ-31».

Технические характеристики этих моделей:

- диапазон контролируемых толщин (для стали) - 0,6 - 200,0 мм;
- абсолютная погрешность измерения $\pm(0,05+0,005T)$ мм,

где T - измеренная толщина в мм.

Методика проведения измерений

При проведении измерений этими моделями ультразвуковых толщиномеров необходимо провести предварительную подготовку поверхности в местах контроля. Для этого выполняются следующие операции:

- место контроля очищается с помощью металлической щетки от окалины;
- при корродированной поверхности контроля место установки преобразователя дополнительно очищается с помощью шлифовальной шкурки;
- перед установкой преобразователя на место контроля наносится слой контактной смазки.

После предварительной подготовки поверхности преобразователь толщиномера устанавливается на место контроля и добиваются надежного акустического контакта, проводя измерения согласно «Руководства по эксплуатации толщиномера». В каждой точке контроля проводится не менее 3-х измерений и по результатам измерений в данной точке контроля определяется среднее значение.

Обработка результатов при определении износа элементов конструкций

Значение износа элементов армировки и оборудования определяется путем сравнения результатов инструментальных измерений со стандартными (проектными) параметрами элементов. Определение значений износа производится по формуле

$$\Delta = T_n - T_{изм}$$

где T_n и $T_{изм}$ - соответственно значения толщин измеряемого элемента конструкции стандартно (проектное) и фактическое. Относительная величина износа определяется по формуле

$$\eta = 100\Delta / T$$

где η - относительная величина износа, в %.

Фактические нагрузки, действующие на элемент конструкции, и свойства материалов, из которых они изготовлены, могут значительно отличаться от тех, которые принимались для расчета. При этом факторы, снижающие прочность элементов" конструкции, носят, чаще всего, случайный характер и предварительно не могут быть учтены. Так как элементы конструкций и сооружение в целом Должны безопасно работать и при неблагоприятных условиях, то принимаются определенные меры предосторожности. С этой целью напряжения, обеспечивающие безотказную работу элементов конструкций, должны быть ниже тех предельных напряжений, при которых может произойти разрушение. Таким образом, принимают

$$[\sigma] = \sigma / n$$

где $[\sigma]$ - допустимое напряжение в элементах конструкций; σ - расчетное напряжение, n - коэффициент запаса прочности.

Вопрос о значении коэффициента запаса прочности решается с учетом имеющегося опыта

эксплуатации сооружений и конструкций. Для малопластичных материалов (стали при низком отпуске) величину коэффициента запаса прочности принимают 2-3, для хрупких материалов 3-4. Допустимое напряжение в элементах конструкций определяется как

$$\sigma = \frac{P}{F}$$

где P – действующее усилие, F – площадь сечения элементов конструкций.

Отсюда, допустимая величина относительного износа для элементов металлоконструкций может быть равна 50-30%.

НИГРИ ГВУЗ «КНУ» применяет предложенное методическое обеспечение комплексного обследования технического состояния вертикальных шахтных стволов при выполнении научно-исследовательских и научно-технических работ на шахтах, которые эксплуатируются ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ПАО «Ингулецкий ГОК», ПАО «Центральный ГОК», ПАО «Криворожский железорудный комбинат», ОАО «Марганецкий ГОК», ОАО «Полтавский ГОК»,

Выводы:

1. Длительный опыт эксплуатации вертикальных шахтных стволов показывает, что техническое состояние вертикальных шахтных стволов 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 вертикальных шахтных стволов имеет сугубо индивидуальный характер, поэтому точный учет изменения технического состояния и эксплуатационных параметров расчетным путем не возможен. Для объективного определения характера изменения технического состояния вертикальных шахтных стволов необходимо проводить комплексное обследование технического состояния вертикальных шахтных стволов.

3. При комплексном обследовании технического состояния вертикальных шахтных стволов необходимо нормативно обоснованное методическое обеспечение выполнения данного вида работ.

4. Разработанное НИГРИ ГВУЗ «КНУ» методическое обеспечение комплексного обследования технического состояния вертикальных шахтных стволов включает:

- методику проведения органолептического осмотра;
- методику определения коррозионного износа элементов армировки.

5. НИГРИ ГВУЗ «КНУ» применяет предложенное методическое обеспечение комплексного обследования технического состояния вертикальных шахтных стволов при выполнении научно-исследовательских и научно-технических работ на рудных шахтах, которые эксплуатируются в различных регионах Украины.

Список литературы

1. СОУ МПП 73.100-079:2007 «Настанова міністерства промислові політики України. Організація контролю безпечного стану устаткування вертикальних стволів та підйомних установок».