

В.Я. Козариз, канд. техн. наук, с.н.с., заместитель директора,
В.И. Чепурной, зав. лабораторией, **С.И. Ляи**, старший научный сотрудник,
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОСМОТРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

Технические осмотры с диагностированием технического состояния элементов армировки и крепи вертикальных шахтных стволов позволяют получить объективную информацию о реальном техническом состоянии стволов и возможностях их дальнейшей безопасной эксплуатации.

Ключевые слова: вертикальные шахтные стволы, армировка, крепление, подъемный сосуд, технический осмотр, диагностирование.

Технічні огляди з діагностуванням технічного стану елементів армування та кріплення вертикальних шахтних стволів дозволяють отримати об'єктивну інформацію щодо реального технічного стану стволів та подальшої безпечної експлуатації.

Ключові слова: вертикальні шахтні стволи, армування, кріплення, підйомна посудина, технічний огляд, діагностування.

Inspection with technical condition diagnosing reinforcing elements and fixing of vertical shafts provide information about the actual technical state shafts and the possibility of their further safe operation.

Keywords: vertical shafts, reinforcing, fastening, lift vessel, inspection, diagnosis.

Актуальность работы. Вертикальные стволы шахт являются главными выработками, так как от их надежного эксплуатационного состояния зависит устойчивая работа горнодобывающего предприятия. Поэтому, обеспечение безаварийной эксплуатации вертикальных шахтных стволов является одной из важнейших горнотехнических проблем сегодняшнего дня.

Вертикальные стволы современных шахт являются дорогостоящими сооружениями, предназначенными для использования в течение всего срока эксплуатации шахты.

Параметры, предопределяющие эксплуатационное состояние ствола (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.

Клети, скипы и противовесы шахт эксплуатируются в вертикальных стволах с высокой обводненностью. Основным поставщиком шахтных вод являются водоносные горизонты, содержащие межпластовые воды. Вследствие содержания сульфатов, аммония и щелочных элементов шахтная

вода является сильным электролитом, в котором коррозионные процессы идут активно и носят явно выраженный электролитический характер. Под влиянием шахтных вод и атмосферы шахтного ствола металлоконструкции в стволе 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.

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

В условиях действующего вертикального шахтного ствола параметры, предопределяющие эксплуатационные характеристики его армировки (состояние крепи, узлов сопряжения, величина зазоров между контактирующими поверхностями проводников и направляющих башмаков и т.д.) для каждой системы «подъемный сосуд-армировка» могут принимать различные сочетания, объективный учет которых расчетным путем в настоящее время практически невозможен.

Опыт эксплуатации вертикальных шахтных стволов за длительный период свидетельствует о том, что в результате динамического воздействия подъемных сосудов, а также механического и коррозионного износа, армировка вертикальных шахтных стволов подвергается существенному «старению» с потерей проектных параметров и работоспособности, что, в конечном итоге, приводит к все более возрастающей опасности возникновения аварийных ситуаций с возможной угрозой безопасности перемещения людей и грузов.

Для определения реальной картины изменения эксплуатационных параметров необходимо периодически проводить технический осмотр вертикальных шахтных стволов.

Технический осмотр крепи и элементов армировки вертикальных шахтных стволов – комплекс работ по техническому диагностированию элементов армировки и крепи ствола с целью получения информации о его реальном техническом состоянии, выдачи заключения о возможности и условиях их дальнейшей безопасной и безаварийной эксплуатации на определенный период.

Технический осмотр крепи и элементов армировки вертикальных стволов не заменяет проводимых в плановом порядке освидетельствований, наладок, технических обслуживаний.

Задачей технического осмотра крепи и элементов армировки вертикальных шахтных стволов является выявление отклонений от проектных решений, нормативных требований и повреждений возникших в процессе эксплуатации.

Своевременное устранение недостатков в жесткой армировке и крепи стволов позволяет безопасно эксплуатировать стволы и шахтный подъем 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 вертикальных шахтных стволов.

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», «подъемный сосуд-армировка». Такой подход к обследованию объекта соответствует требованиям Постановления КМУ №687 от 26.03.2004 г. «Порядок проведения осмотра, опробования и эксплуатационного обследования машин, механизмов, оборудования повышенной опасности» и Руководства Минпромполитики «Организация контроля безопасного состояния оборудования вертикальных стволов и подъемных установок шахт» СОУ-Н МПП 73.100-079:2007, что позволяет надежно прогнозировать дальнейшую безопасную эксплуатацию объекта и определяет необходимый объем ремонтно-восстановительных работ.

Результаты исследований перед подачей их заказчику рассматривают на научно-техническом 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.

Для комплексной оценки технического состояния и безопасности эксплуатации вертикальных шахтных стволов необходимо выполнить следующий объем работ:

- анализ условий эксплуатации, изучение технической, геологической, маркшейдерской, проектной и ремонтной документации;
- оценка правильности эксплуатации обследуемого объекта в соответствии с ТУ и нормативной документацией;
- изучение результатов предыдущих исследований и степени выполнения рекомендаций предыдущих осмотров, а также объемов ремонта крепи;
- разработка программы и методики комплексных исследований по оценке технического состояния и безопасности эксплуатации обследуемого объекта;
- исследование органолептическим и инструментальными методами состояния крепи, армировки исследуемого объекта;

- исследование коррозионного механического износа элементов крепи и оснастки обследуемого объекта.

Для повышения безопасности эксплуатации системы «армировка-подъемный сосуд» в условиях действующих современных глубоких шахт, оборудованных высокопроизводительными подъемами, НИГРИ ГВУЗ «КНУ» разработаны новые нетрадиционные методы аппаратурного исследования динамического состояния системы «армировка-подъемный сосуд» вертикальных шахтных стволов.

В результате многолетних наблюдений установлено, что при движении в период равномерного хода в системе «подъемный сосуд-армировка» горизонтальные нагрузки могут возникать: во-первых, вследствие регулярного многократного раскачивания движущегося сосуда и деформаций проводников; во-вторых, из-за строительно-монтажных несовершенств конструкций сосуда и армировки, заключающихся в криволинейности и наклоне рабочих профилей проводников, наличия увеличенных зазоров в стыках и изломах профилей в этих местах, люфтов в элементах конструкции армировки, внецентренной подвески сосуда, несоблюдения проектной геометрии конструкции сосуда и др. Горизонтальные нагрузки можно уменьшить за счет соблюдения требуемых норм, улучшения технологии строительно-монтажных работ.

Характер и величина горизонтальных нагрузок на проводники от движущегося подъемного сосуда зависят от инерционных характеристик подъемного сосуда, параметров шахтной подъемной установки и закона изменения поперечной жесткости проводников по их длине. В зависимости от интенсивности работы подъемной установки, определяемой параметром mv^2 , (где m - масса подъемного сосуда, v - скорость движения его), возможны следующие характерные случаи:

- при малых значениях mv^2 горизонтальные силы взаимодействия в рассматриваемой системе определяются не прямолинейностью рабочих профилей проводников, резкими изломами и другими несовершенствами, при этом силы незначительны и прогибов проводников нет;

- при больших значениях mv^2 реализуются стационарные колебательные процессы, обусловленные динамическими свойствами упругой системы;

- при значительных величинах mv^2 в системе развиваются нагрузки, приводящие к деформациям проводников и возможному их частичному, а в отдельных случаях и полному разрушению.

Таким образом, при определенной интенсивности mv^2 упругая деформация проводников от внецентренной подвески сосуда и отклонения профиля проводников от вертикали являются только причиной первоначального возмущения горизонтального раскачивания вертикально

движущегося сосуда, а динамические нагрузки являются следствием сложного взаимодействия массы сосуда с неоднородной жесткой армировкой.

При неблагоприятных сочетаниях параметров системы «подъемный сосуд-армировка» и режимов движения сосуда, встречающего регулярное от яруса к ярусу периодическое изменение поперечной жесткости проводников, движение может быть неустойчивым со значительным возрастанием амплитуд колебаний сосудов в системе «подъемный сосуд-армировка».

Основным фактором, предопределяющим этот опасный режим, является конструктивная особенность проводников, которые опираются с одинаковым шагом на горизонтальные расстрельные балки. Строго детерминированный период изменения функции поперечной жесткости обуславливает возникновение в динамической системе «подъемный сосуд-армировка» параметрических колебаний и в зависимости от параметров системы возможность реализации параметрического резонанса. Об этом свидетельствует анализ многочисленных опытных данных, полученных в результате обследования стволов на протяжении длительного промежутка времени их эксплуатации.

Для того чтобы исключить возникновение неустойчивых режимов, то есть отстроить систему от резонансных явлений, необходимо соответствующим образом определить ее технические параметры.

В настоящее время не существует достаточно простой и в то же время учитывающей большое количество факторов методики расчетов уменьшения резонансных явлений в системе.

Наиболее рациональным подходом к решению этой проблемы в настоящее время является создание контрольно-измерительной аппаратуры для исследований и контроля колебательных процессов в системе «подъемный сосуд-армировка».

В НИГРИ ГВУЗ «КНУ» разработана и опробована на действующих вертикальных шахтных стволах экспериментальная компактная и мобильная контрольно-измерительная аппаратура для определения динамических параметров систем «подъемный сосуд-армировка». В состав аппаратуры входят датчики для определения эксплуатационных нагрузок, датчики ярусов и микропроцессорный регистратор.

Аппаратура позволяет измерять абсолютное значение горизонтальных нагрузок, колебательный процесс в системе «подъемный сосуд-армировка» (резонансная частота, спектр частот). При этом измерение проводится по всей глубине ствола.

При выполнении измерений аппаратура закрепляется на подъемном сосуде. Измерение проводится на рабочей скорости. Для оценки результатов измерений применяется метод предварительной градуировки, т.е. на первом

этапе проводится градуировка аппаратуры, а на втором - собственно измерение. В аппаратуре предусмотрено два режима работы: точечное и непрерывное измерение.

При точечном измерении включение на точке измерения аппаратуры возможно двумя методами: либо управляющим импульсом от датчика ярусов, тогда измерения проводятся только на ярусах, либо по временной программе. При этом одновременно фиксируется место и время прохождения сосудом каждого яруса.

При непрерывном варианте измерения проводятся в течение определенного отрезка времени.

Обработка результатов измерений производится с помощью программы «Геоимпульс», которая позволяет анализировать полученные результаты по следующим параметрам:- количество ударов, средняя амплитуда ударов, средняя энергия удара, спектр частот колебаний, средняя частота колебаний в точках измерения.

Работы по измерению динамических параметров в системе «подъемный сосуд-армировка», с помощью разработанной НИГРИ ГВУЗ «КНУ» аппаратуры, позволяют установить основные функциональные зависимости между статическими и динамическими параметрами системами ее работы.

На основании этих функциональных зависимостей получают достоверные параметры для конкретной системы «подъемный сосуд-армировка» и разрабатываются рекомендации по установлению оптимально допустимого режима работы шахтного подъема.

НИГРИ ГВУЗ «КНУ» системно проводит работы по техническому осмотру вертикальных шахтных стволов эксплуатируемых ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ПАО «Ингулецкий ГОК», ПАО «Центральный ГОК», ПАО «Криворожский железорудный комбинат», ОАО «Марганецкий ГОК», ОАО «Полтавский ГОК».

Выполненные технические осмотры с диагностированием технического состояния элементов армировки и крепи вертикальных шахтных стволов позволяют получить объективную информацию о их реальном техническом состоянии, определить объемы необходимых текущих ремонтных работ, а также возможности дальнейшей безопасной эксплуатации обследуемых объектов.

Выводы

1. Опыт эксплуатации вертикальных шахтных стволов свидетельствует о том, что в результате динамического воздействия подъемных сосудов, а также механического и коррозионного износа, армировка вертикальных шахтных стволов подвергается существенному «старению» с потерей проектных параметров и работоспособности, что, в

конечном итоге, приводит к все более возрастающей опасности возникновения аварийных ситуаций с возможной угрозой безопасности перемещения людей и грузов.

2. Изменение эксплуатационных параметров вертикальных шахтных стволов имеет сугубо индивидуальный характер, поэтому объективный учет изменения параметров расчетным путем не возможен. Для определения реальной картины изменения эксплуатационных параметров необходимо периодически проводить технический осмотр вертикальных шахтных стволов.

3. Технический осмотр крепи и элементов армировки вертикальных шахтных стволов – комплекс работ по техническому диагностированию элементов армировки и крепи ствола с целью получения объективной информации о его реальном техническом состоянии, выдачи заключения о возможности и условиях их дальнейшей безопасной и безаварийной эксплуатации.

4. Задачей технического осмотра крепи и элементов армировки вертикальных шахтных стволов является выявление отклонений от проектных решений, нормативных требований и повреждений возникших в процессе эксплуатации.

5. Своевременное устранение недостатков в жесткой армировке и крепи вертикальных шахтных стволов позволяет безопасно эксплуатировать стволы и шахтный подъем 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 технических осмотров вертикальных шахтных стволов.

Список использованных источников

1. «Порядок проведения огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки» утврдженого Постановленням Кабінету міністрів України от 26 мая 2004 года №687.

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

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

Рукопись поступила 19.09.2013 г.