

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЁЖНОГО ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ГЛУБОКИХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ПУТЁМ УВЕЛИЧЕНИЯ КАЧЕСТВА КРЕПИ

Асс. Головнёва Е. Е., асс. Глебоко В.В., асс. Михеева А.С., ДонНТУ, Донецк

При эксплуатации горных предприятий важно обеспечить безопасные условия труда и бесперебойную работу по добыче полезного ископаемого. Для достижения этих целей необходим мониторинг основных капитальных транспортных выработок – околоствольных дворов, квершлагов и стволов. В сети вышеназванных выработок особое место занимают участки сопряжений горизонтальных выработок и вертикальных стволов.

Как показывают результаты мониторинга сопряжений, ремонт этих сложных и объёмных объектов ведёт к существенным материальным и денежным затратам. Затраты средств и труда при ремонтах сопряжений всех шахтных выработок обычно составляют более 60 % начальных затрат на их сооружение [1], при перекреплении сопряжений стволов эти затраты превышают начальные.

Совместно с УкрНИМИ проводились долговременные наблюдения и массовые обследования состояния более 128 глубоких вертикальных стволов Донбасса. Было выявлено, что более половины из них имеют или имели нарушения крепи или армировки различной степени тяжести. На рисунке 1 представлена диаграмма по данным результатам обследования состояния глубоких вертикальных стволов по характерным объединениям Донбасса.

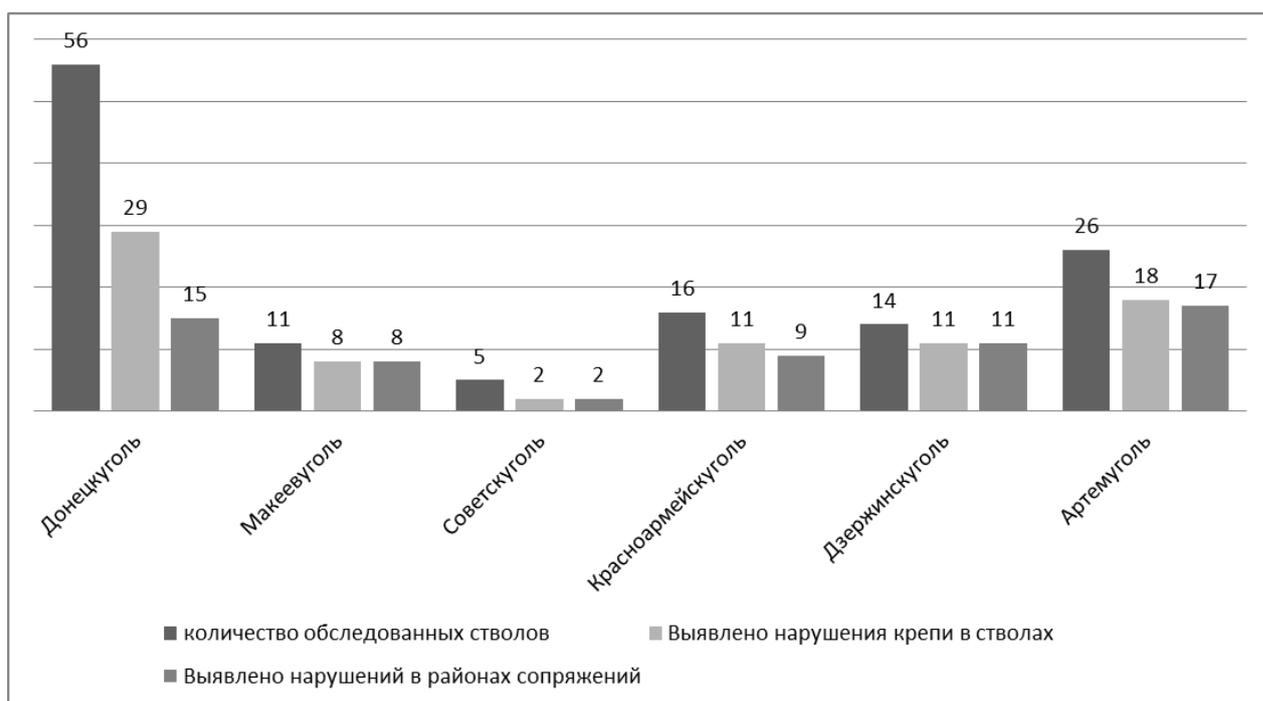


Рис.1 – Статистика наблюдения и обследования глубоких стволов и их сопряжений

При этом 67% повреждений приходится на наиболее чувствительные участки – районы сопряжений стволов с примыкающими к ним выработками, рис.2

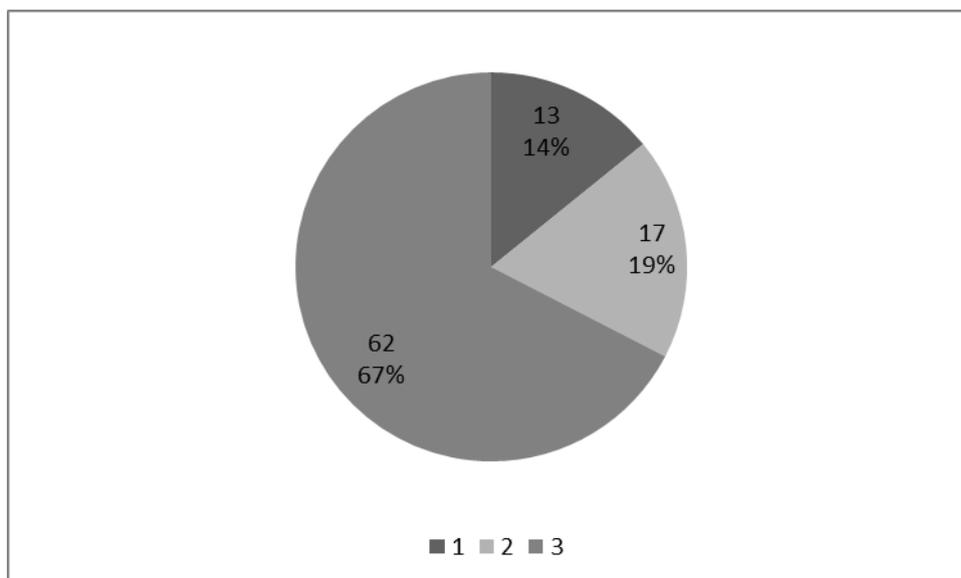


Рис.2 – Итоговые показатели результатов мониторинга глубоких стволов и их сопряжений:
 1- нарушения крепи отсутствуют, 2- нарушения крепи в стволе, 3- нарушения крепи в районе сопряжения ствола.

Таким образом, для обеспечения безремонтной сохранности глубоких стволов, в первую очередь, необходимо решение вопроса эксплуатационного состояния их сопряжений.

Для современных условий ведения горных работ на шахтах Донбасса характерно увеличение глубины разработки запасов до 1000 и более метров. Как следствие изменяются условия взаимодействия крепи с массивом горных пород, способы охраны сопряжений от влияния очистных работ, параметры взаимовлияния приствольных выработок на глубоких горизонтах при их проведении и эксплуатации.

Поэтому вопросы надёжности эксплуатации сопряжений стволов требуют проведения дополнительных исследований для установления закономерностей деформирования массива горных пород на глубоких горизонтах и обеспечения устойчивости сопряжений стволов, путём увеличения качества их крепи.

Результаты обследования сопряжений стволов стали исходными данными для выявления причин нарушений крепи, выбора, оценки и группирования факторов, влияющих на состояние сопряжений.

При анализе факторов[3], влияющих на эксплуатационное состояние сопряжений стволов, были сформированы четыре группы факторов, связанных с:

1. геологической и гидрогеологической картиной вокруг сопряжений;
2. развитием горных работ и мероприятий по охране сопряжений;
3. технологией проведения сопряжений;
4. сооружением и последующей эксплуатацией сопряжений.

К первой группе факторов относятся глубина заложения сопряжений, прочность вмещающих пород, степень изрезанности горного массива, воздействие шахтных вод, их гидродинамическое давление. Вторая группа факторов учитывает дополнительные напряжения и их перераспределение от влияния очистных работ и наличия и параметров охранных целиков. Третья группа факторов включает в себя параметры технологии проведения стволов в районе сопряжений и рассечки сопряжений, формы сопряжения, его пространственной ориентации. Четвертая группа учитывает качество и параметры крепи сопряжений.

Исследовав четвертую группу факторов, можно сделать вывод, что с увеличением глубины ведения горных работ приобретают ключевое значение такие параметры крепи как высокопрочность, гидравлическая стойкость, материалоемкость крепи. Создание качественной металлобетонной крепи сопряжений вертикального ствола, связано с рядом «узких мест», а именно:

- недостаточная стойкость на стыках старого и вновь укладываемого бетона в так называемых геоактивных зонах, где крепь сопряжений испытывает нагрузки от статического и динамического напора подземных вод;

- увеличение фильтрации шахтных вод через бетон по всей крепи;

- коррозия металлического двутаврового каркаса крепи в местах между породным массивом и двутавром из-за некачественного заполнения бетонной смесью этого пространства.

В условиях фильтрации воды через крепь приводит к растворению и выносу из состава бетона цементного молочка. Омывая бетон, вода растворяет гидрат окиси кальция, который выделяется при твердении цемента, и выносит его из бетона, снижая его прочность. Одновременно увеличивается пористость и водопроницаемость бетонной крепи, что в сочетании с увеличенными геомеханическими нагрузками на сопряжения приводит к большим объёмам нарушений крепи.

Для устранения выше перечисленных «узких мест», были проведены компьютерные и лабораторные исследования параметров металлобетонной крепи сопряжений.

Выборным направлением решения проблемы стойкости стыков бетонной крепи является применение бетонной смеси на основе расширяющихся в процессе гидратации цементов[4].

Для удовлетворения выдвинутых требований к качеству бетонной крепи предлагается использование высокопрочного бетона, который обладает высокими показателями прочности, устойчивости к коррозионным процессам, а также позволяет создавать более тонкостенные конструкции. Такой бетон может быть получен путём использования омагниченной воды.

Магнитная обработка воды значительно увеличивает конечную твёрдость бетона, а также ускоряет сам процесс твердения. На рисунке 3 представлен график твердения бетона с использованием различной воды для приготовления бетонного раствора.

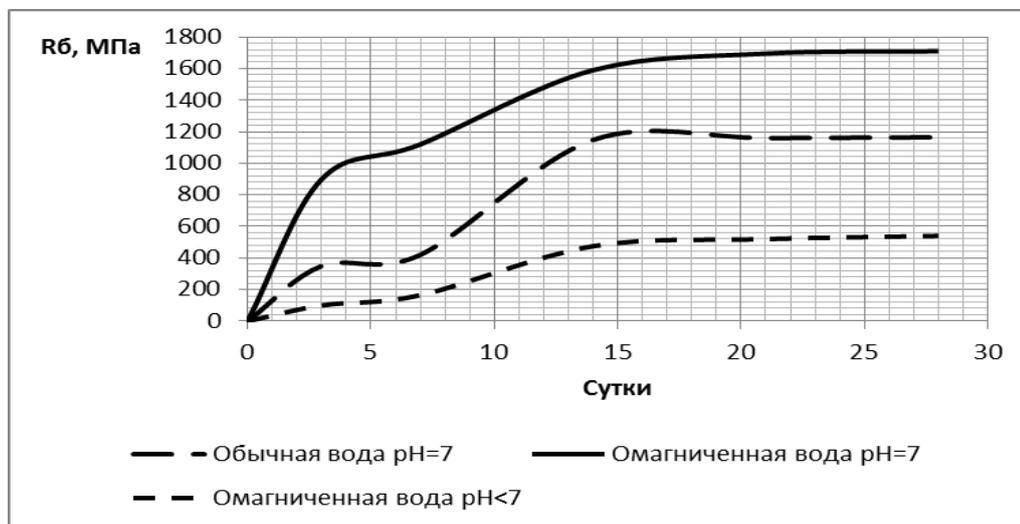


Рис 3.- Показатели твердения бетона.

После проведённого компьютерного моделирования [3], можно прийти к выводу, что применение различных типов железобетонных крепей (с применением двутавровых балок или арматурного каркаса как в данном случае) позволяет добиться практически одинаковых показателей прочности и устойчивости крепи. Это наглядно показывается на рисунке 4, из которых видно, что отсутствуют существенные изменения значений осевых усилий, изгибающих моментов и сдвигающей силы.

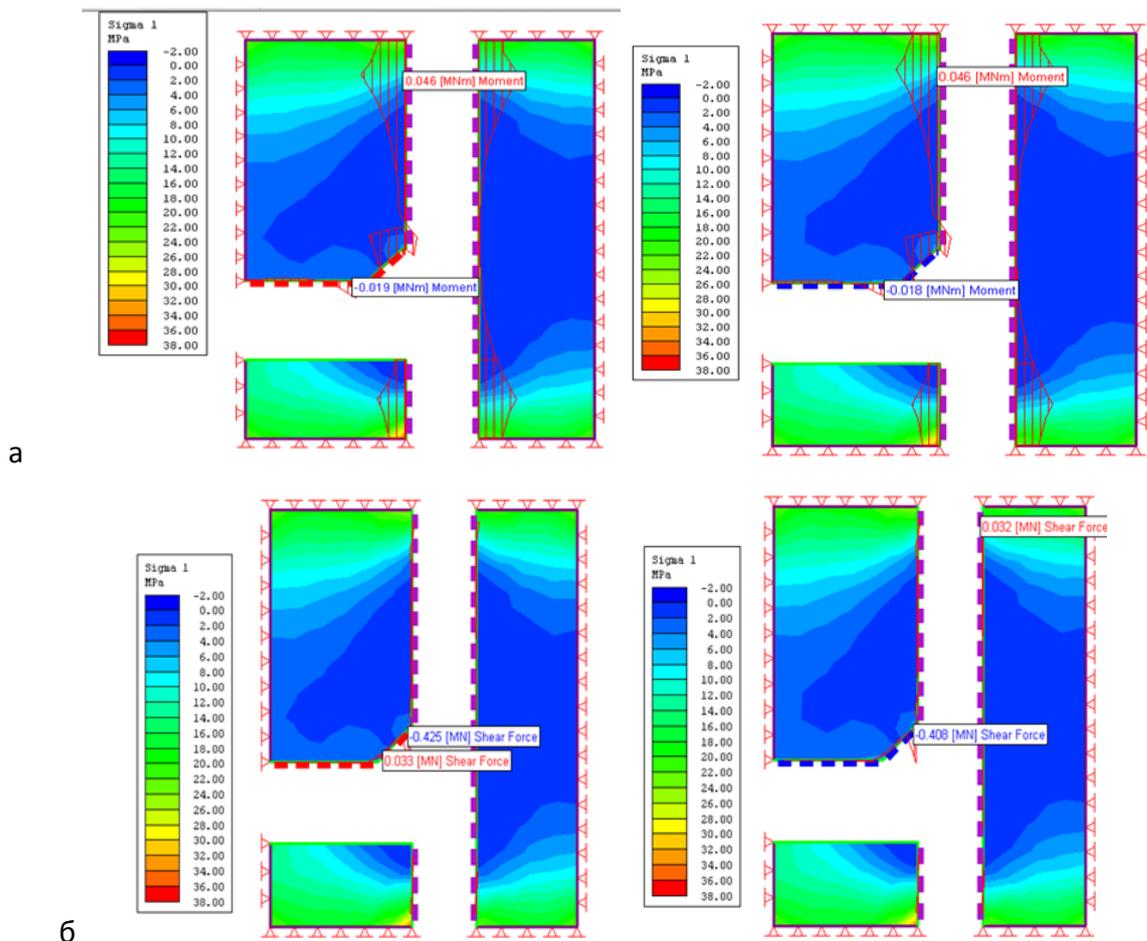


Рис. 4 – Направления эпюры изгибающих моментов (а), эпюры сдвигающей силы (б), возникающие в крепи сопряжения с арматурным каркасом (слева красные блоки) и каркасом из двутаврового профиля (справа синие блоки)

Отказ от применения двутавровых профилей и профилей СВП в крепи сопряжений в пользу сварных каркасов из арматуры позволяет решить проблему коррозии металлического каркаса крепи. При применении сварного каркаса из арматуры заполнение бетонной смесью пространства в опалубке происходит без полостей и сцепление с арматурой получается более надёжное, чем с двутавровой конструкцией.

Таким образом, комплексный подход к обеспечению качества крепи сопряжений стволов позволит выполнить проектные и технические требования к крепям сопряжений, при этом максимально увеличиваются сроки безремонтной эксплуатации сопряжений стволов и минимизируются нарушения крепи сопряжений.

Библиографический список

1. Кошелев К. В. Поддержание сопряжений горных выработок / К. В. Кошелев, Н. В. Игнатович, В. И. Полтавец. - К. : Техника, 1991. - 176 с.
2. Дослідження напружено-деформованого стану масивів гірських порід при відпрацьовуванні пластових родовищ корисних копалин: Звіт про НДР (пром.)/ УкрНДМІ; Керівник Дрібан В. О. – 6/03; № ДР 0102U007320. – Донецьк, 2007. – 217 с
3. Борщевский С.В., Глебо В.В, Торубалко Д.Т. К вопросу обоснования параметров монолитной бетонной крепи вертикальных стволов шахт в геоактивных зонах. /Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений. /Сб. научн. трудов. Вып 19, – Донецк: «Норд – Пресс», 2013. – 356 с.
4. Головнева Е. Е., Михеева А.С., Мощный В. А. Влияние омагниченной воды на бетонную крепь сопряжений вертикальных стволов./ Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений. /Сб. научн. трудов. Вып 20, – Донецк: «Норд – Пресс», 2014. – 346 с.