

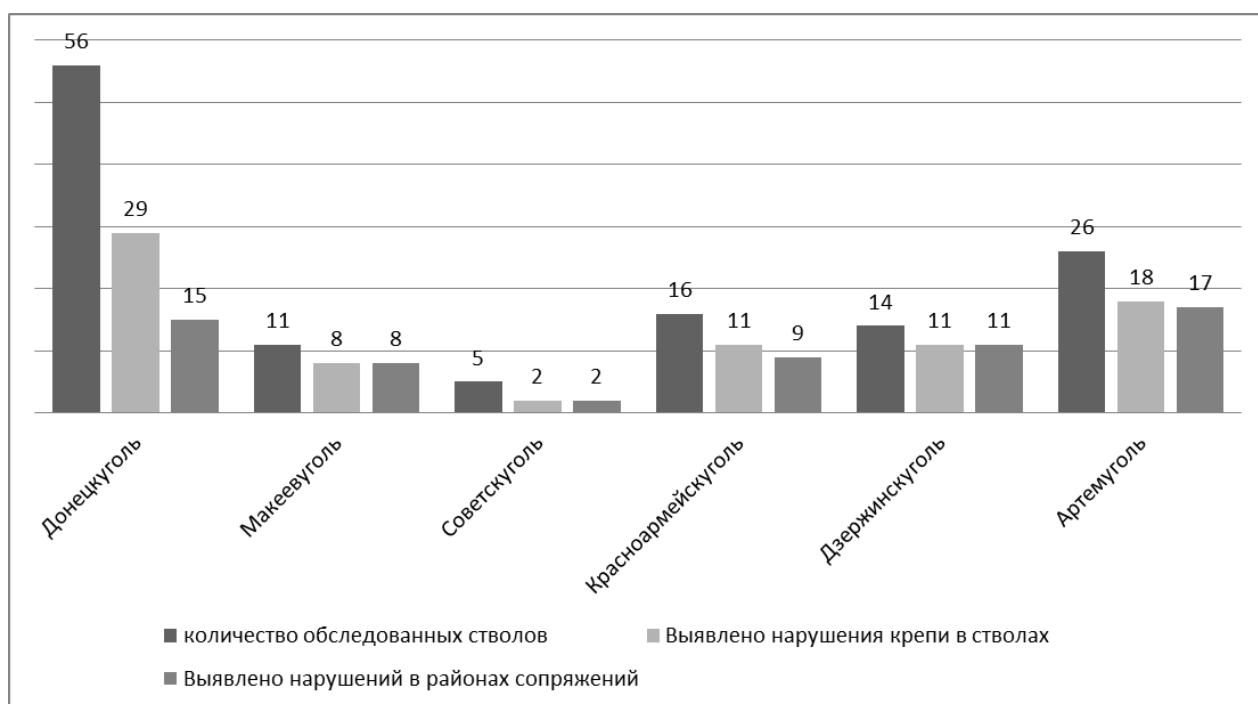
## К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЁЖНОГО ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ГЛУБОКИХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ПУТЁМ УВЕЛИЧЕНИЯ КАЧЕСТВА КРЕПИ

*Асс. Головнёва Е. Е., асс. Глебо 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.

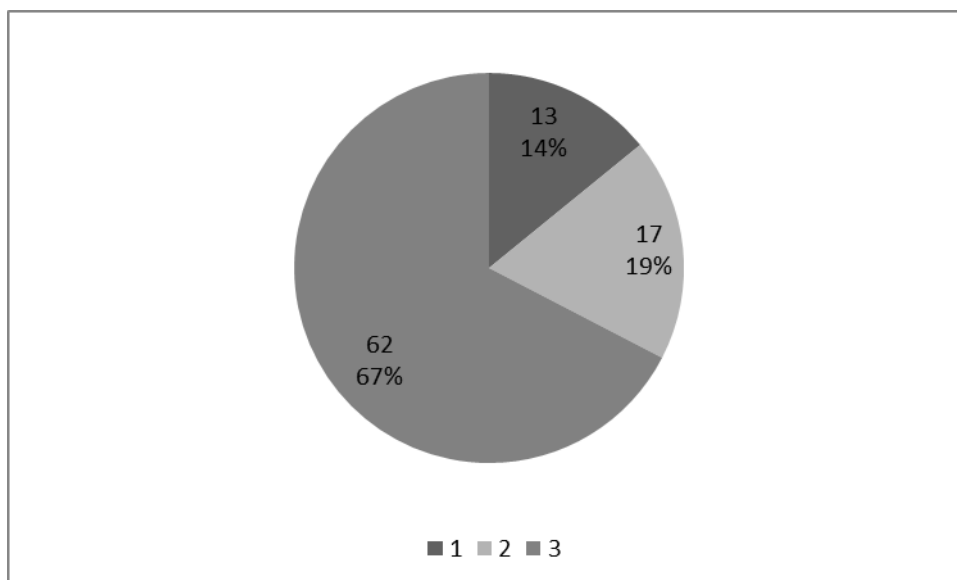
Как показывают результаты мониторинга сопряжений, ремонт этих сложных и объёмных объектов ведёт к существенным материальным и денежным затратам. Затраты средств и труда при ремонтах сопряжений всех шахтных выработок обычно составляют более 60 % начальных затрат на их сооружение [1], при перекреплении 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 бетон, а также ускоряет сам процесс твердения. На рисунке 3 представлен график твердения бетона с использованием различной воды для приготовления бетонного раствора.

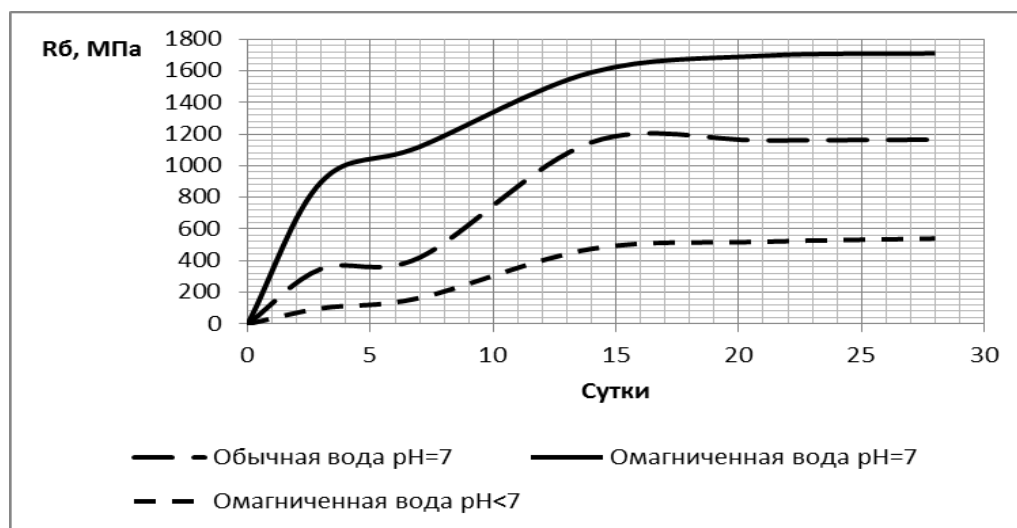
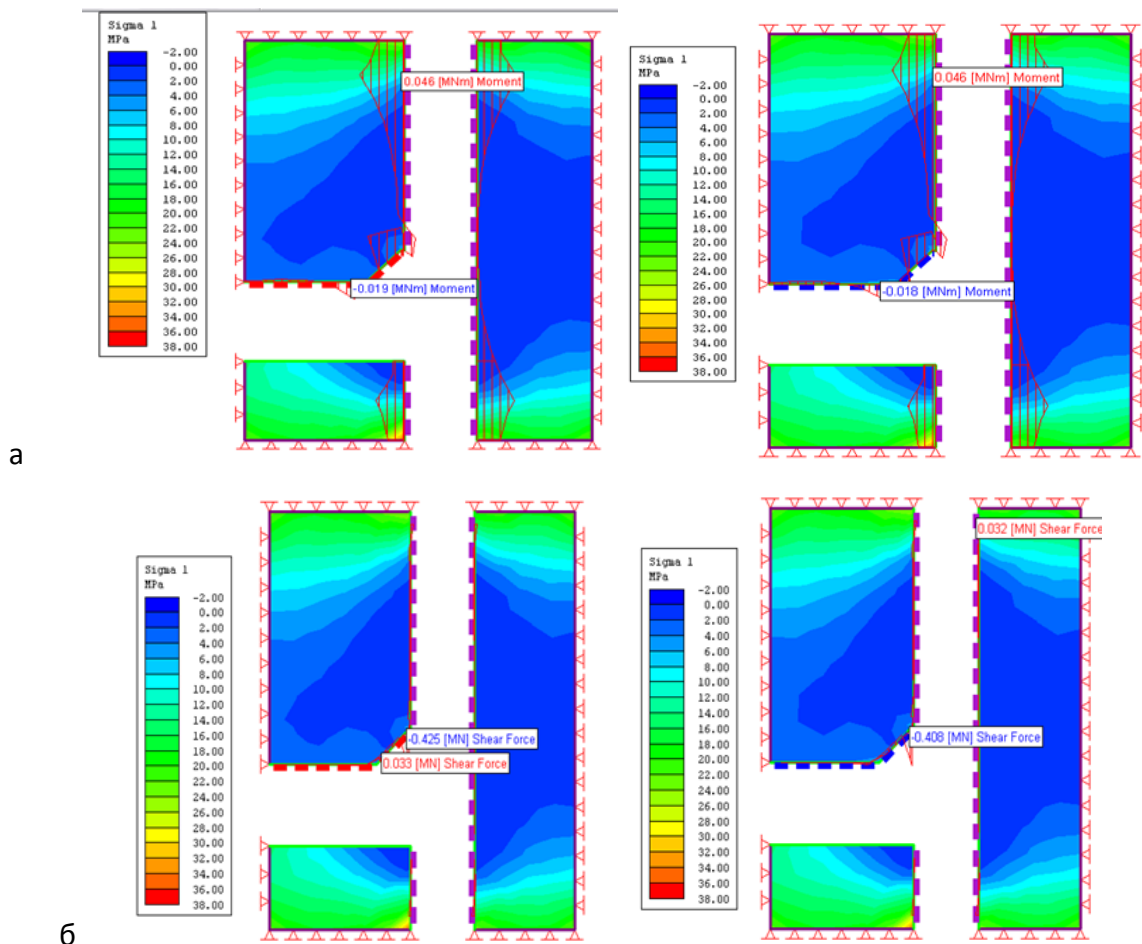


Рис 3.- Показатели твердения бетона.

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.