

УДК 622.258 + 622.831

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ СОПРЯЖЕНИЯ
ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ**

В.В. Глебко, С.В. Борщевский

Донецкий национальный технический университет

В качестве крепи сопряжения применяют монолитные железобетонные и металлобетонные крепи с различными металлическими элементами конструкции, позволяющих добиться различных показателей прочности и устойчивости крепи сопряжения.

Применение арматурного каркаса позволяет снизить отскок бетонной смеси и, соответственно, более плотное соединение крепи сопряжения с массивом пород, что позволяет увеличить срок службы сопряжения и уменьшить стоимость ремонтных работ.

Согласно исследованиям, более 75 % нарушений крепи вертикальных стволов в Донбассе приходится на районы сопряжений. Характерными видами повреждений является скалывание, отслоение, трещины крепи, вывалы крепи и пород, деформации арматурных элементов, изгибы расстрелов и проводников. При этом увеличивается время простоя шахтного ствола по причине ремонтных работ, что негативным образом сказывается на технико-экономических показателях работы горного предприятия.

Исходя из этого, в условиях современных рыночных отношений, необходимо увеличивать устойчивость сопряжения вертикальных стволов, для уменьшения затрат на его эксплуатацию. Это непосредственно связано с применением новых технологий при сооружении сопряжений.

Нарушения крепи вертикальных стволов в районе сопряжений приводят к ее вывалам, изменению геометрии контура ствола, отклонению от проектного положения ярусов армировки, смещению проводников, что в свою очередь нарушает ритмичность работы подъема, а в некоторых случаях приводят к полному выходу его из строя [1-4].

Исследователями сформирован ряд основных факторов, влияющих на распределение напряжений и деформаций в районе сопряжений:

- наличие слабых, неустойчивых пород и геологических нарушений в зоне сопряжения;
- ведение очистных работ у границ охранных целиков;

- наличие близкорасположенных приствольных выработок и других сопряжений;
- агрессивное воздействие среды;
- неудовлетворительное качество крепи, неправильное ведение буровзрывных работ.

При проектировании крепи сопряжений и прилегающей зоны ствола необходимо разрабатывать и принимать специальные меры, обеспечивающие их безремонтную эксплуатацию в сложных условиях. К таким мерам можно отнести:

- оставление предохранительных целиков достаточных размеров, исключающих влияние очистных работ;
- управление околоствольным массивом пород;
- применение рациональных видов крепи, конструктивных мер защиты крепи и армировки;
- выбор рациональных форм сопряжений стволов.

Проводилось моделирование железобетонной крепи с использованием двутавровых балок, имеющими следующие параметры: вес (кг/м) – 33,7, площадь (мм²) – 4296, высота секции (мм) – 140.

На рис. 1 представлена модель вертикального ствола шахты с применением железобетонной крепи с использованием двутавра (на рисунке показан синими кубиками).

На рис. 2 представлена модель вертикального ствола шахты с применением железобетонной крепи с использованием арматурного каркаса (на рисунке показан красными кубиками), имеющего следующие параметры: вес (кг/м) – 26,87, площадь (мм²) – 2828, высота секции (мм) – 240.

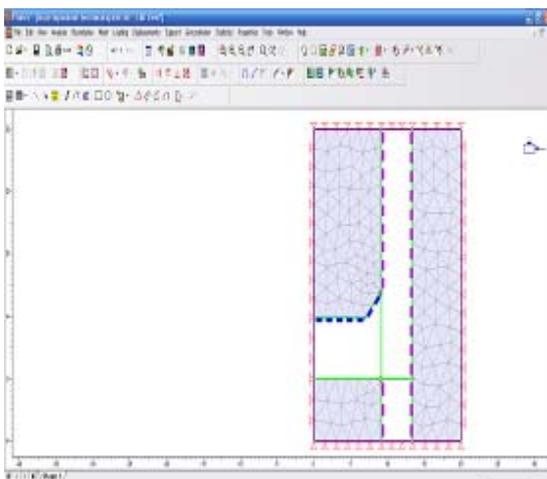


Рис. 1 – Модель железобетонной крепи сопряжения с применением двутавровых балок

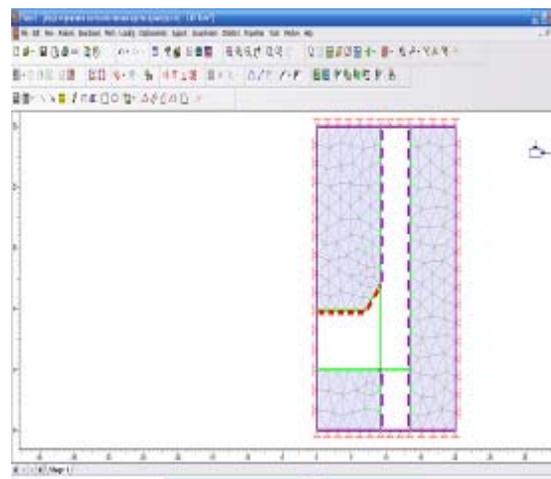


Рис.2 – Модель железобетонной крепи сопряжения с применением арматурного каркаса

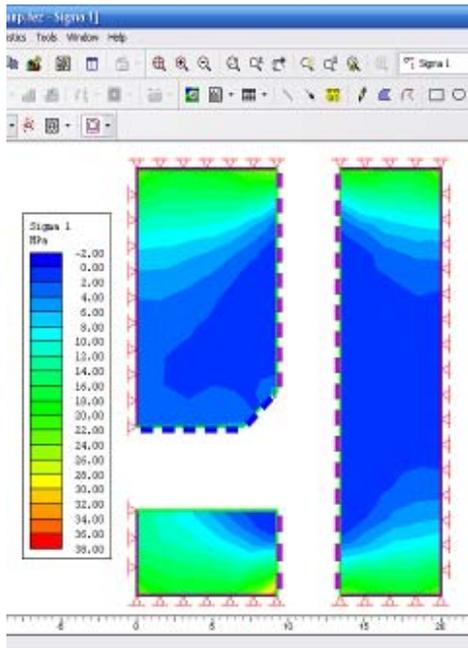


Рис.3 – Распределение напряжений крепи сопряжения с применением двутавровых балок

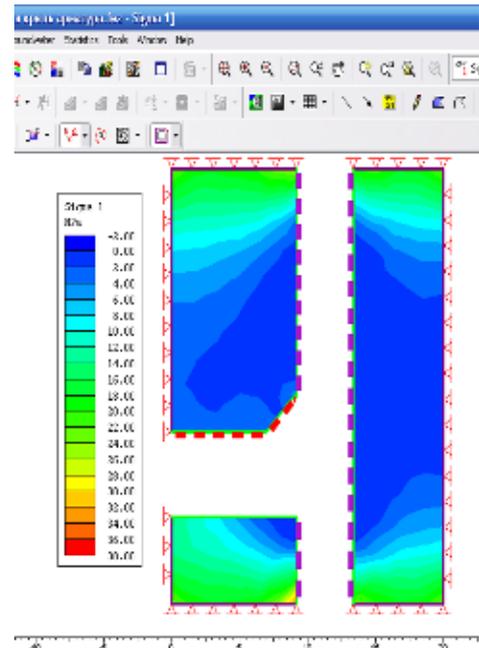


Рис.4 – Распределение напряжений крепи сопряжения с применением арматурного каркаса

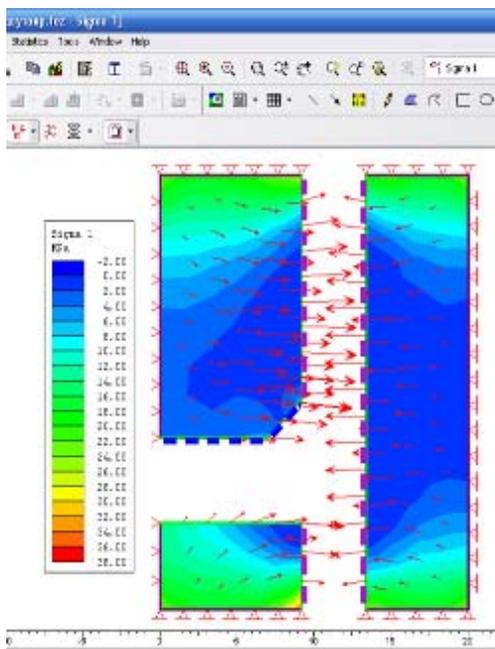


Рис. 5 – Направление осей деформации крепи сопряжения с применением двутавровых балок

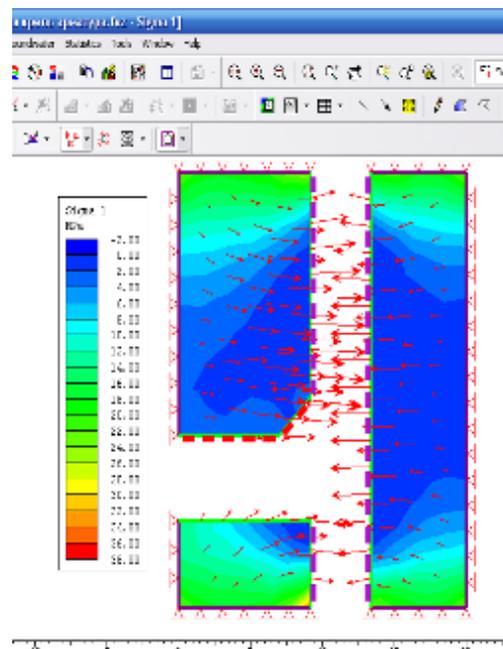


Рис. 6 – Направление осей деформации крепи сопряжения с применением арматурного каркаса

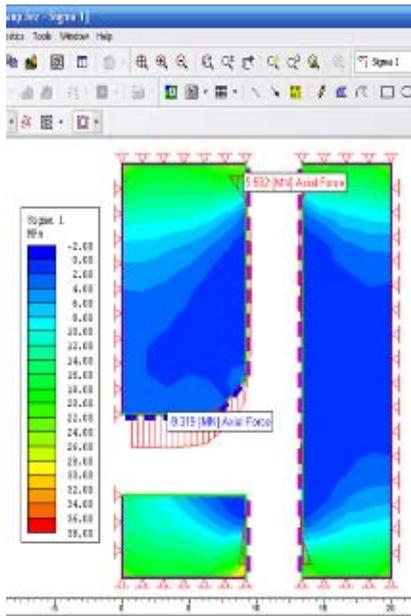


Рис. 7 – Эпюры осевых усилий крепи сопряжения с применением двутавровых балок

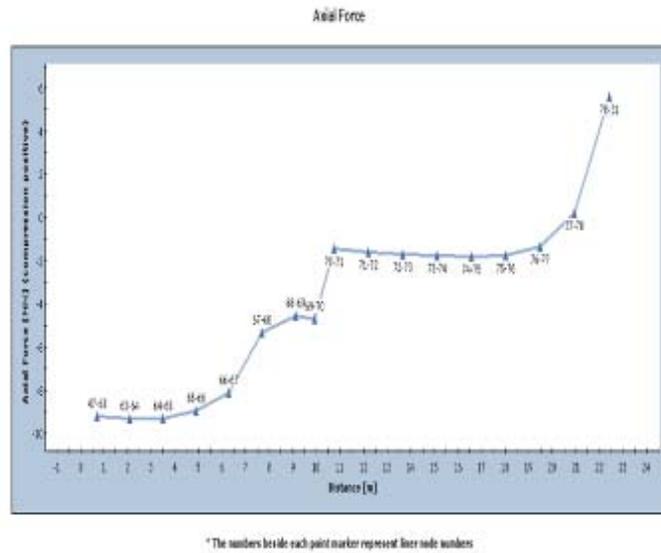


Рис. 8 – Осевое усилие крепи сопряжения с применением двутавровых балок

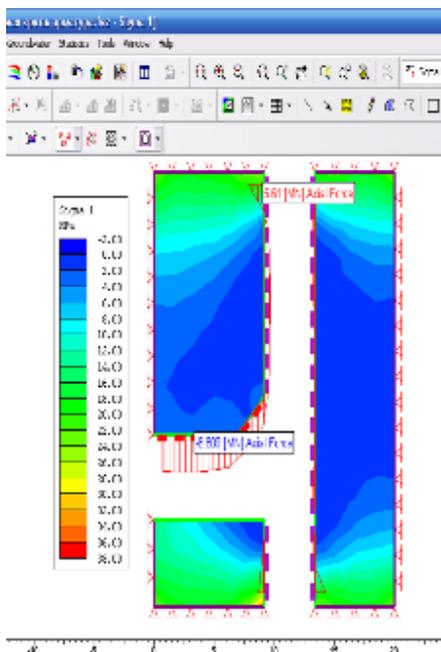


Рис. 9 – Эпюры осевых усилий крепи сопряжения с применением арматурного каркаса

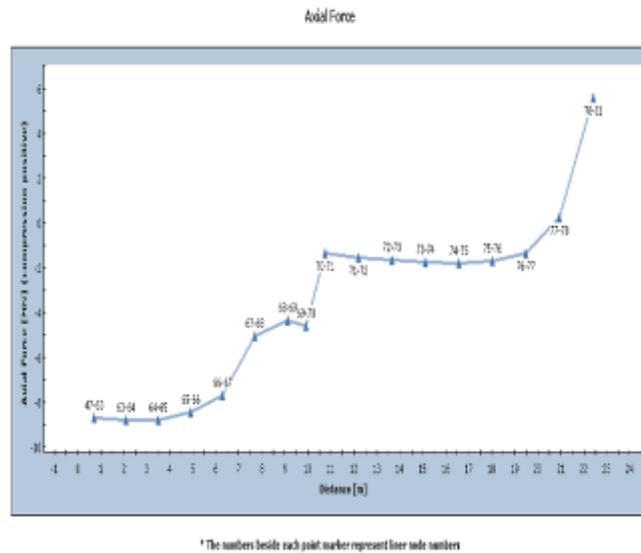


Рис. 10 – Осевое усилие крепи сопряжения с применением арматурного каркаса

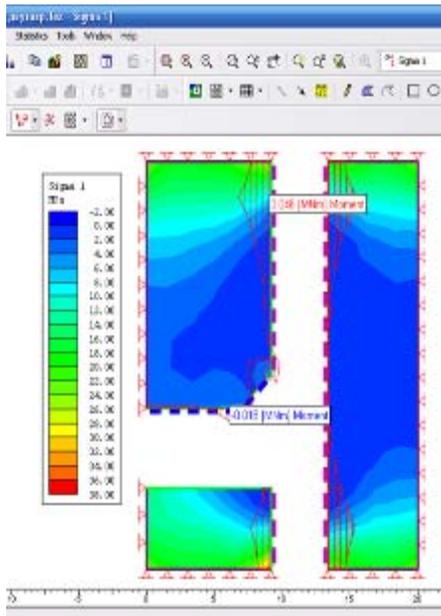


Рис. 11 – Эпюры изгибающих моментов крепи сопряжения с применением двутавровых балок

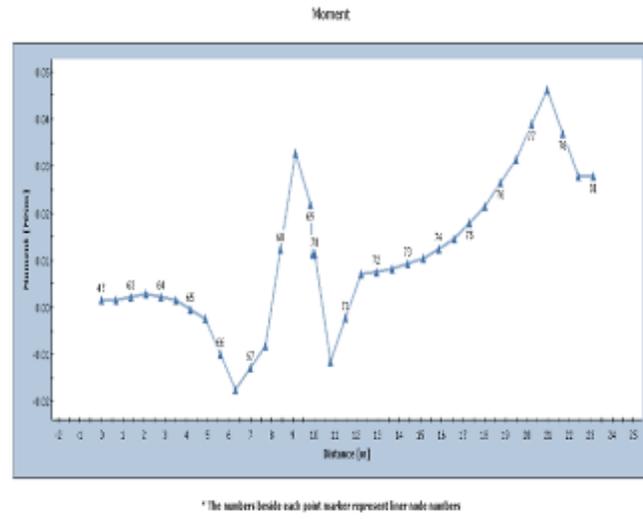


Рис. 12 – Изгибающий момент крепи сопряжения с применением двутавровых балок

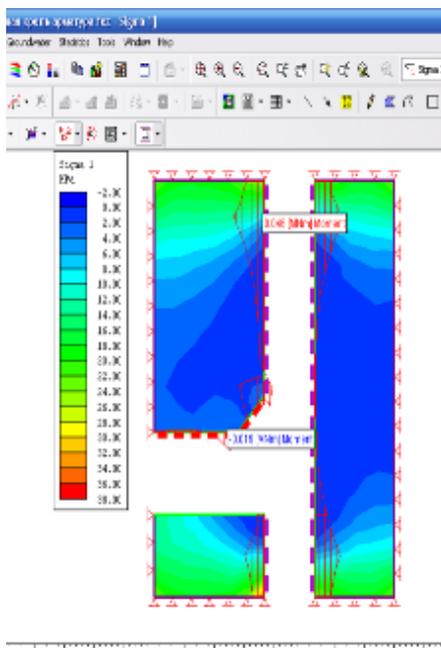


Рис. 13 – Эпюры изгибающих моментов крепи сопряжения с применением арматурного каркаса

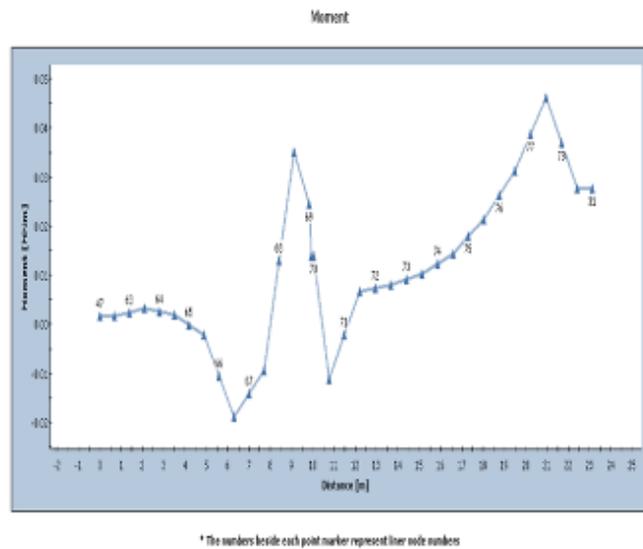


Рис. 14 – Изгибающий момент крепи сопряжения с применением арматурного каркаса

При использовании двутавровых балок в железобетонной крепи возникает такая ситуация, при которой не обеспечивается достаточная сцепка бетоном крепи и массива пород (рис. 16-18).

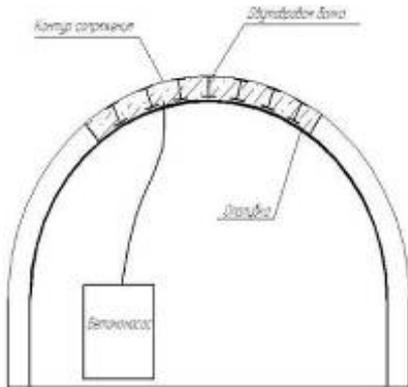


Рис. 15 – Схематическое изображение расположения двутавровых балок в крепи сопряжения

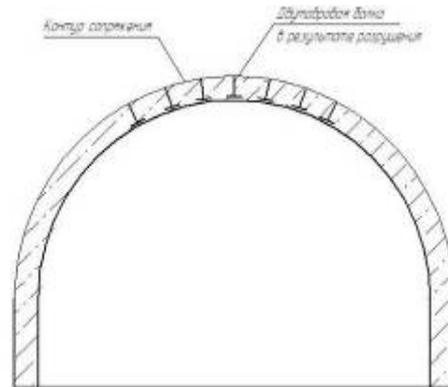


Рис. 16 – Схематическое изображение расположения двутавровых балок в крепи сопряжения, после воздействия агрессивной среды (двутавр превращается в тавр)

В этом случае, под воздействием большого водопритока в стволе происходит коррозия двутавровых балок, что со временем приводит к тому, что двутавр превращается в тавр. После этого невозможно предсказать, как будет вести себя крепь на данном участке, так как из-за нарушения конструкции крепь перестанет соответствовать расчетным проектным и фактическим нагрузкам на нее.

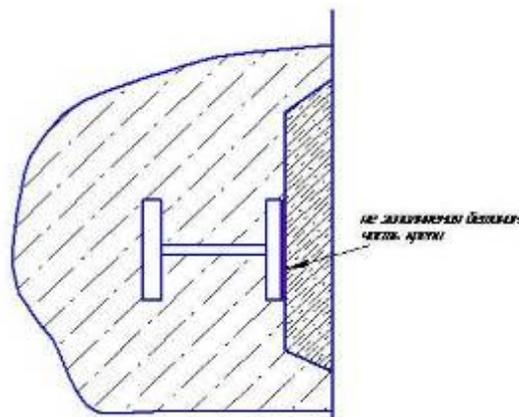


Рис. 17 – Вид не заполняемой бетоном части крепи при использовании двутавровых балок

Выводы

После проведенного моделирования, можно прийти к выводу, что применение различных типов железобетонных крепей (с применением двутавровых балок или арматурного каркаса как в данном моделировании) позволяет добиться практически одинаковых показателей прочности и устойчивости крепи. Это наглядно показывается соответствующими рисунками, из которых видно, что отсутствуют существенные изменения значений осевых усилий и изгибающих моментов.

В связи с этим, основным показателем, влияющим на выбор металлического материала железобетонной крепи, является её долговечность и способность сопротивляться агрессивному воздействию окружающей среды. Применение арматурного каркаса позволяет увеличить срок службы крепи, так как при заполнении бетонной смесью позволяет обеспечить плотный контакт бетона с породными стенками. В тоже время, при использовании двутавровых балок в 30...70 % случаев бетонная смесь не покрывает полностью металлические элементы крепи, что приводит к их постепенной коррозии. Соответственно крепь перестает выполнять свои функции в надлежащем объёме, что увеличивает вероятность нарушений крепи в районе сопряжения ствола.

Библиографический список

1. Борщевский С.В. Оценка современной технологии сооружения сопряжений вертикальных стволов с околоствольными дворами. / С.В. Борщевский, А.А. Бородуля, А.Ж. Сирачев // Сборник трудов кафедры СШ и ПС, ДонНТУ 2004. – 256 с.
2. Н.С. Булычёв, Х.И. Абрамсон. Крепь вертикальных стволов шахт. // Изд-во «Недра». Москва – 1978. – С. 13–22.
3. Картозия Б.Л. Шахтное и подземное строительство / Б.Л. Картозия, Б.И. Федунец, М.Н. Шуплик, Ю.Н. Малышев, В.И. Смирнов, В.Г. Лернер, Ю.П. Рахманинов, А.В. Корчак, Б.А. Филимонов, В.И. Резуненко, А.М. Левицкий // Учебник для вузов — Москва, 2001 — 610 с.
4. Плешко М.С. Влияние технологии проходки на напряженно-деформированное состояние примыкающей к выработке крепи ствола. / М.С. Плешко, Е.Е. Головнева. // Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений. Сб. научн. трудов. Вып 17, – Донецк: Норд – Пресс, 2011. – 285 с.
5. Дрибан В.А. Общие закономерности формирования напряженно-деформированного состояния массива / В.А. Дрибан // Проблеми гірського тиску. – 2009. - №10. – С. 198 – 210.
6. Плешко М.С. Анализ факторов, влияющих на напряженно-деформированное состояние вмещающих пород и крепи сопряжений вертикальных стволов. / М.С. Плешко, В. Крошнев // Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений. Сб. научн. трудов. Вып. 17, – Донецк: Норд – Пресс, 2011. – 285 с.
7. Колдунов И.А. Анализ развития способов охраны и поддержания шахтных стволов и их сопряжений / И.А Колдунов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України, № 10, 2012 – С. 327 – 341

8. Крупенников Г.А. О причинах нарушений крепи вертикальных стволов шахт Донбасса / Г. А.Крупенников, И. Л. Давыдович // Уголь. – 1957. – № 3. – С. 18 – 25.

9. Прокопова М.В. Факторы, влияющие на напряженно-деформированное состояние крепи вертикальных стволов / М.В. Прокопова, Р.В. Харитонов / Научно-технические проблемы разработки угольных месторождений, шахтного и подземного строительства: Сб. науч. тр. Шахтинский институт ЮРГТУ (НПИ). – Новочеркасск: УПЦ «Набола» ЮРГТУ (НПИ), 2005. – С. 116–118.