

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**Институт горного дела и геологии**

**Академия строительства Украины**

**Совершенствование  
технологии строительства  
шахт и подземных сооружений**

Материалы международной научно-технической  
конференции молодых ученых, аспирантов и студентов,  
организованной кафедрой «Строительство шахт и  
подземных сооружений» ДонНТУ

Выпуск № 15

Норд-Пресс  
Донецк - 2009

## К ОБОСНОВАНИЮ СПОСОБА УСТОЙЧИВОСТИ КАПИТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ БОЛЬШИХ СМЕЩЕНИЙ ПОРОДНОГО КОНТУРА

*К.т.н., доц. Солодянкин А.В., асп. Халимендик А.В., НГУ, г.Днепропетровск, Украина*

Капитальные горные выработки являются основными транспортными и вентиляционными магистралями шахт, обеспечивающими их бесперебойную работу. В настоящее время для крепления капитальных выработок глубоких шахт применяют свыше пятидесяти различных конструкций крепи (монолитный бетон, железобетон, металлобетон и металлические крепи из спецпрофиля). Однако, с увеличением глубины разработки резко ухудшаются геомеханические условия, провоцирующие рост аварийности. По отчетам Министерства угольной промышленности Украины за 2006-2008 г.г. около 10 % капитальных выработок находятся в аварийном состоянии. В связи с этим, безремонтное поддержание капитальных выработок является актуальной задачей, требующей детальной проработки, что в итоге повысит финансовую устойчивость шахтного комплекса в целом.

Анализ опыта применения различных типов крепи позволяет сделать следующие выводы:

- в сложных горно-геологических условиях традиционные монолитные бетонные крепи малоэффективны – бетон, упрочняясь образует практически жесткую конструкцию в период интенсивных смещений контура выработки. Из-за невозможности противодействовать смещениям монолитная бетонная крепь разрушается о чем свидетельствует тот факт, что около 40 % выработок закрепленных в сложных условиях данной крепью в значительной мере деформированы.

Существенно лучше ведет себя жесткая крепь, установленная с отставанием от забоя, когда реализовалась часть пластических деформаций приконтурного массива. При этом, чем с большим отставанием возводилась крепь, тем меньше она деформировалась при дальнейшей эксплуатации (рис. 1).

- использование металлической крепи также не соответствует предъявляемым требованиям: малая механизация процесса возведения крепи; в

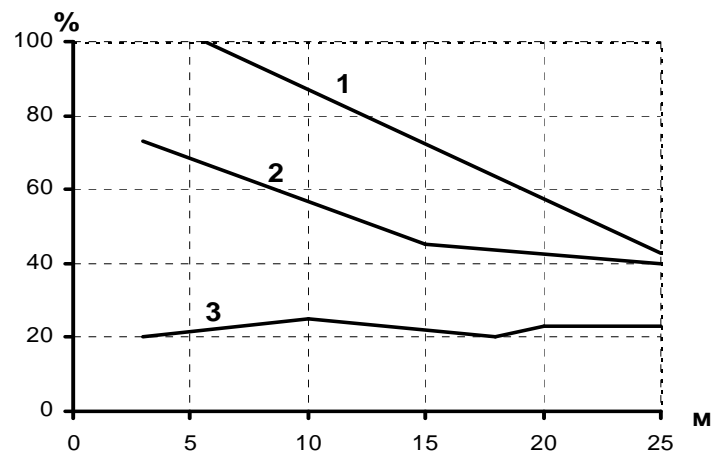


Рис. 1. Зависимость количества деформированной крепи от расстояния установки ее от забоя: 1 – металлические кольца в бетоне; 2 – металлические арки в бетоне; 3 – податливая крепь

сложных горно-геологических условиях металлическая арочная крепь не создаст контактного подпора по всему периметру породного обнажения, исчерпывает свои возможности, как несущая конструкция; оказывает большое аэродинамическое сопротивление; имеет относительно небольшой срок службы. Кроме того, для обеспечения устойчивости выработки в сложных условиях зачастую требуется увеличение плотности установки рам, что вызывает значительное увеличение стоимости выработки за счет значительной металлоемкости [1].

- сборная бетонная и ж/б крепь при всех своих преимуществах, не может обеспечить сохранность выработки в сложных условиях из-за невозможности работы при больших смещениях породного контура; имея хорошую деформируемость за счет шарниров, крепь требует осуществления весьма качественной забутовки закрепного пространства, а из-за технологических особенностей это трудно обеспечить; рекомендуемый для сборных крепей тампонаж, по существу является дополнительной бетонной оболочкой, для которой сама крепь служит опалубкой, и ее преимущества как деформативной, приспособляющейся к неравномерностям горного давления конструкции почти исчезает, в следствии чего стоимость значительно повышается; для каждого сечения выработки необходим свой типоразмер сборного элемента, что усложняет технологию изготовления и механизацию возведения сборной крепи [1].

- анкерная крепь на данном этапе ее развития для крепления капитальных горных выработок в сложных условиях и длительным сроком службы может применяться только в комбинации, уменьшая смещения породного контура; такая крепь, как элемент конструкции, позволяет удешевить и облегчить конструкцию основной крепи, повысить ее надежность; в условиях применения двухслойной крепи может выступать как временная крепь для повышения устойчивости обнажений до возведения несущей оболочки, кроме того, возможно уменьшение толщины податливого слоя при использовании анкерования контура выработки.

Поскольку существующие виды крепи не отвечают требованиям применительно к сложным горно-геологическим условиям шахтах Украины, в частности шахт Донецкого бассейна, остаётся актуальным вопрос о разработке эффективных конструкций крепи капитальных выработок.

Одним из решений данного вопроса может стать жесткая монолитная крепь с податливым слоем для условий ожидаемых больших смещений породного контура. Идея использования двухслойной податливой крепи известна и описана в работах [1, 2]. Однако данные разработки не нашли широкого применения на шахтах из-за сложной технологии возведения, которая ограничивает область ее применения пластичными и монолитными породами. При проведении выработки в сильно нарушенных, обводненных породах, склонным к интенсивным вывалам данные крепи неприменимы. Материалы податливого слоя обладают некоторой токсичностью; значительным сроком набора прочности, что лишает возможности его применения как временной крепи; при возведении податливого слоя существует необходимость повышенного обмена воздуха в выработке на время равное до часа. Кроме того, возведение крепи требует тех-

нологической увязки процессов создания двух разнородных оболочек с проходческими работами. Следует отметить, что выполнение этих операций проводится в призабойной части выработки в период активной стадии проявления горного давления [1].

Не смотря на некоторые недостатки, при правильном подходе к вопросу применение двухслойной податливой монолитной крепи более чем оправдано. В первую очередь обеспечивается полная механизация возведения крепи; применение бетона, как одного из конструктивов, значительно удешевляет весь комплекс проведения выработок, улучшаются аэродинамические показатели, обеспечивается изоляция приконтурного массива пород от влияния рудничной атмосферы и влажности и т.д.

Важным вопросом в решении этой научно-технической задачи является обоснование оптимальных значений прочности и толщины податливого слоя крепи. В рассмотренных работах данные параметры детальному анализу не подвергались ввиду сложности и трудоемкости стендовых и шахтных исследований.

Строгий расчет крепи с учетом отпора пород, осложненный непостоянством нагрузки, также весьма трудоемок.

Для практических расчетов такой сложной конструкции, как двухслойная крепь, может быть применен численный метод, основанный на разработанной численной модели крепи, расположенной в породном массиве, НДС которого определяется параметрами крепи. Варьированием прочностных характеристик крепи, прочностью и толщиной податливого слоя, а также временем установки двухслойной крепи, могут быть определены оптимальные параметры для конкретных горно-геологических условий.

### **Библиографический список**

1. **Заславский Ю.З.** Новые виды крепи горных выработок: производственное (практическое) издание / Ю.З. Заславский, Е.Б. Дружко – М.: Недра, 1989. – 256 с.: с. 32-85.
2. Бетонная крепь, технология и механизация ее возведения / Ю.З. Заславский, В.П. Киндур, Е.А. Лопухин и др. – Донецк: Донбасс, 1973. – 184 с.
3. Временная инструкция по применению двухслойной монолитной крепи конструкции ДонУГИ / ДонУГИ, Донецк, 1974.