

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КАНАТНЫХ АНКЕРОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ СЛАБЫХ БОКОВЫХ ПОРОД

Ю.М. Халимендик¹, А.В. Бруй¹, А.С. Барышников¹

¹ Государственное ВУЗ «НГУ», Днепрпетровск, Украина, as_ntmu@mail.ru

АННОТАЦИЯ. Одним из резервов снижения затрат на возобновление очистного фронта и повышения производительности угледобывающего предприятия является повторное использование выработок. Такая технология позволяет реализовать прямоточную схему проветривания, что дает возможность интенсификации нагрузки на очистной забой по газовому и тепловому факторам, и исключает затраты на проведение подготовительных выработок. Для эффективного поддержания штрека после прохода первого очистного забоя необходимо предотвратить потери сечения выработки на всех этапах её эксплуатации. На шахтах Украины усиление крепи впереди лавы выполняется стойками усиления, а механизированная крепь сопряжения обеспечивает безопасность работ на сопряжении «лава-штрек». Однако для обеспечения высоких скоростей подвигания очистного забоя (более 150 м/мес) такие меры являются малоэффективными из-за высокой трудоемкости работ, загромождения полезного сечения выработки. Мировой опыт показывает, что применение канатных анкеров для поддержания штрека на всех этапах его эксплуатации является эффективным решением, позволяющим исключить стойки усиления и механизированные крепи-сопряжения. Нормативная база, регламентирующая параметры установки канатных анкеров для шахт Украины, отсутствует. Поэтому применение канатных анкеров в условиях слабых боковых пород шахт Западного Донбасса требовало предварительного опробования. В статье приведены результаты эксперимента по усилению крепи штрека в зоне опорного давления впереди лавы и на сопряжении при помощи канатных анкеров в условиях шахты «Степная». Проведены натурные наблюдения за смещениями элементов системы «крепь-массив» в трех выработках с различными схемами усиления крепи. Показано преимущество канатных анкеров перед традиционными схемами усиления крепи, такими как стойки и механизированные крепи-сопряжения. Отказ от использования стоек усиления впереди лавы и механизированной крепи на сопряжении позволил снизить трудоемкость работ, уменьшить затраты времени на концевые операции, увеличить свободное пространство в штреке и на сопряжении с лавой, что обеспечило эффективную эксплуатацию стругового комплекса DBT с подвиганием очистного забоя со скоростью 200-220 м/мес, и позволило уменьшить накопление деформаций штрека.

Ключевые слова: канатный анкер, усиление крепи, конвергенция выработки, натурные наблюдения, слабые породы.

ЭФЕКТИВНОСТ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ВЪЖЕНИ АНКЕРИ ЗА ПОДДЪРЖАНЕ НА ПОДГОТВИТЕЛНИТЕ ИЗРАБОТКИ ПРИ СЛАБИ СКАЛНИ СТЕНИ

Ю. М. Халимендик, А. В. Бруй, А. С. Барышников

Държавен ВУЗ „НГУ“ Днепрпетровск, Украйна, as_ntmu@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Един от начините за понижаване на разходите при възобновяване на добивния фронт и повишаване производителността на въгледобивното предприятие е повторното използване на изработките. Тази технология прави възможно реализирането на директна схема на вентилация, което помага за интенсификацията на натоварването при добивния забой по газов и топлинен показатели и изключва загубите при извършването на подготовителните изработки. За ефективно поддържане на минната галерия след показването на първите добивни забои е необходимо предотвратяване на загубите на сечение на изработките при всички етапи на тяхната експлоатация. В рудниците на Украйна усиляването на крепежа преди забоя се извършва с подсилващи подпори, а механизирания крепеж осигурява безопасна работа на минната изработка. Въпреки това, за осигуряването на висока скорост на придвижване на добивния забой (повече от 150 м/мес) тези мерки са малко ефективни заради високата трудоемкост на работата, затлачването на полезното сечение на изработката. Световният опит показва, че използването на въжени анкери за поддържане на подготовителните изработки при всички етапи на експлоатация е ефективно решение, позволяващо изключването на подсилващите подпори и механичния крепеж. Нормативна база, на която би могло да се опре използването на въжени анкери в Украйна, не съществува. Ето защо, за да бъдат използвани въжени анкери при слабите странични стени в галериите на Западен Донбас, е било необходимо предварително опробване. В статията са посочени резултатите от проведения експеримент за укрепване на забоя в галерията в зоната на страничен натиск преди забоя и в условията на въжени анкери в специфичните условия на галерия „Степная“. Проведени са непосредствени наблюдения при деформация на елементите „крепеж-массив“ в три изработки с различни схеми за усиляване на крепежа. Показано е преимущество на въжените анкери пред традиционните схеми за усиляване на крепежа, такива като-стойки и механизирания крепеж. Отказът от използване на усиления стойки преди забоя и механизирания крепежни сглобки, понижава трудоемкостта на работата, загубата на време при заключителните работи, увеличава се свободното пространство в галерията и на свързката със забоя, което осигурява ефективна експлоатация на комбайновия комплекс DBT с придвижване на добивния забой до скорост 200 - 220 м/мес и намаляване на натрупването на деформации в галерията.

Ключови думи: въжен анкер, усиляване на крепежа, конвергентност на изработките, непосредствени наблюдения, слаби скални стени

Введение

Мировой опыт показывает, что интенсификация добычи угля более всего обеспечивает повышение эффективности угледобывающего предприятия. Это направление является необходимым условием развития угольной

промышленности Украины. Для увеличения темпов подвигания очистных забоев требуется использование схем прямоточного проветривания, что подразумевает сохранение выемочных штреков как до, так и после прохода лавы, а также эксплуатацию высокопроизводительных комплексов.

Увеличение сопротивления основной и вспомогательной крепи приводит к уменьшению конвергенции (Черняк и др., 1976). Наличие в кровле прочных пород и применение усиливающей крепи способствует сохранению штрека после прохода лавы. Согласно (СОУ... 2007), в слабых боковых породах ($\sigma_{сж} < 25-30$ МПа), что характерно для шахт Западного Донбасса, поддержание выработок за очистным забоем не рекомендуется. Тем не менее, для указанных условий было выполнено большое количество исследований и разработана инструкция (Инструкция по поддержанию... 1994) по поддержанию выработок в зоне влияния лавы при скорости подвигания до 100 м/мес. Согласно (СОУ... 2007), усиление выработки впереди очистного забоя рекомендуется проводить стойками усиления, либо установкой промежуточных рам крепи. Считается, что использование специальной крепи сопряжения полностью механизмирует процесс крепления сопряжения, способствует повышению безопасности и производительности работ (Широков и др., 1987.). При высоких скоростях подвигания очистного забоя (более 150 м/мес) такие меры являются малозффективными из-за высокой трудоемкости работ, загромождения полезного сечения выработки.

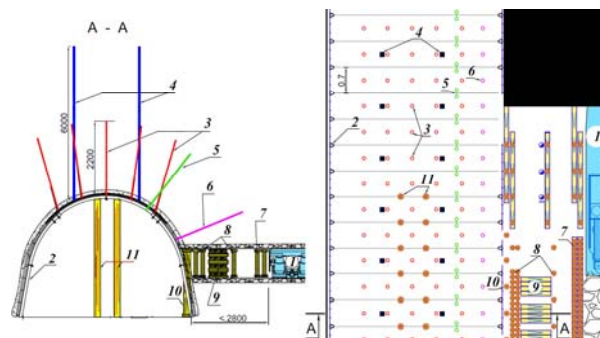
Перспективным решением указанных проблем является исключение применения стоек усиления впереди лавы и механизированных крепей сопряжения посредством установки канатных анкеров. Канатные анкера широко используются при сохранении штреков для повторного использования на зарубежных шахтах (Prusek et al., 2011; Tadolini et al., 2010; Разумов и др., 2012). Использование канатных анкеров в условиях шахт Западного Донбасса с прочностью боковых пород до 25-30 МПа требовало предварительного опробования и геомеханического обоснования (Халимендик 2007).

Статья посвящена опытно-промышленной эксплуатации способа усиления 165-го сборного штрека ПСП «Шахта «Степная» впереди очистного забоя 165-й лавы, который предусматривал замену штрековых механизированных крепей сопряжения и стоек усиления на канатные сталеполимерные анкера АК01.

Условия проведения исследований

165-й сборный штрек пройден с Восточного магистрального откаточного штрека гор. 300 м по падению угольного пласта С₆ на гор. 490 м, средний уклон 4°. Угольный пласт С₆ - простого строения, трещиноватый, сцепление с породами отсутствует, вынимаемая мощность – 1,04 м. Боковые породы представлены переслаивающимися алевритами и аргиллитами с прочностью на одноосное сжатие до 25 МПа и со слабым сцеплением. Выработка была закреплена рамно-анкерной крепью КШПУ-17,7, шаг установки – 0,7 м. Кровля выработки усилена сталеполимерными анкерами с глубиной анкерования 2,2 м (5 шт. в ряду) под металлический подхват. На расстоянии более 60-70 м впереди лавы производилась подрывка почвы, поднятие которой произошло еще на стадии проведения штрека. Поддержание 165-го сборного штрека в зоне опорного давления впереди лавы и на сопряжении производилось

за счет двух рядов канатных анкеров АК01 длиной 6,0 м с несущей способностью 210 кН (см. рис. 1). После прохода очистного забоя под раму устанавливались две деревянные ремонтинны.



1 – сечение механизированной крепи; 2 – крепь КШПУ; 3 – штанговый анкер; 4 – канатные анкера; 5 – анкер для поддержания вернего элемента крепи; 6 – анкер для усиления бровки лавы; 7 – обрезной ряд; 8 – органичные ряды; 9 – кoster; 10 – боковая стойка между кровлей пласта и почвой выработки; 11 – стойки усиления.

Рис. 1. Схема крепления и усиления 165-го сборного штрека

Результаты эксперимента

Для установления смещений контура 165-го сборного штрека на экспериментальном участке с плотностью установки канатных анкеров 1,4 шт/м.п. были оборудованы 6 наблюдательных станций.

На момент первого наблюдения наблюдательные станции находились на расстоянии 247 м от движущегося очистного забоя (средняя скорость подвигания около 7 м/сут). Всего выполнено 18 серий наблюдений со средней периодичностью в 3 дня.

Реакция системы «крепь-массив» на опорное давление впереди лавы началась на расстоянии 60 м (рис. 2).

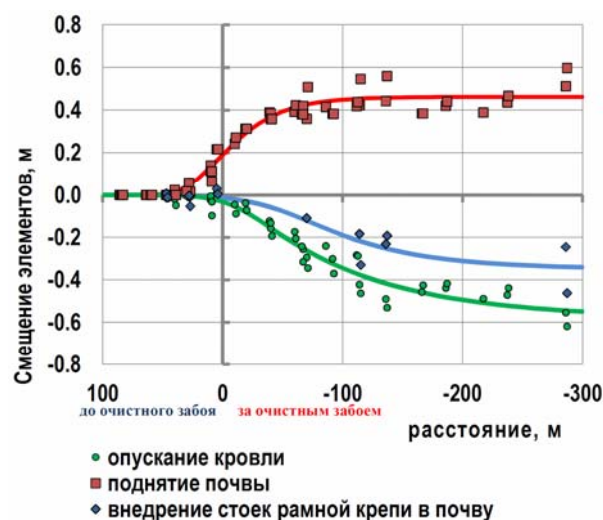
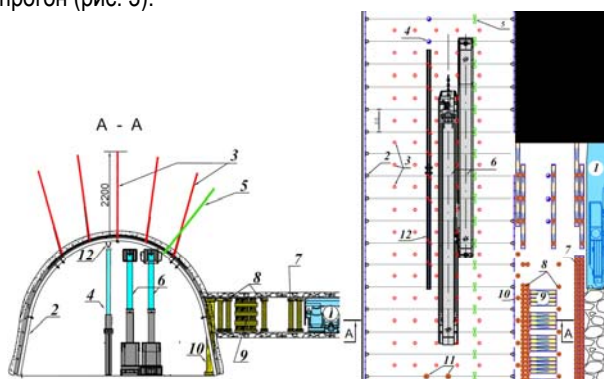


Рис. 2. Смещение элементов системы «крепь-массив» 165-го штрека

Из графиков видно, что суммарная вертикальная конвергенция штрека до подхода лавы и на сопряжении не превышает 0,2 м.

Ранее проводились исследования процесса конвергенции подготовительных выработок при отработке смежных 157 и 161 лав шахты «Степная». Максимальная скорость подвигания очистных забоев составляла до 4 м/сут. В 157 лаве выемка угля производилась комбайном MB-410E, а в 161-й – струговой установкой DBT. Выработки были закреплены рамно-анкерной крепью. Поддержание 159 и 163 сборного штреков в зоне опорного давления производилось установкой инвентарных гидравлических стоек, сопряжение штреков с лавой производилось при помощи двухрядной крепи-сопряжения УКС и рядом стоек, устанавливаемых под металлический прогон (рис. 3).



1 – секция механизированной крепи; 2 – крепь КШПУ; 3 – штанговый анкер; 4 – гидравлические стойки; 5 – анкер для поддержания верхнего элемента крепи; 6 – двухрядная крепь сопряжения; 7 – обрезной ряд; 8 – органические ряды; 9 – костер; 10 – боковая стойка между кровлей пласта и почвой выработки; 11 – стойки усиления; 12 – балка усиления из СВП.

Рис. 3. Схема крепления и усиления 159-го сборного штрека

Проявление опорного давления начиналось в 125 м впереди лав. Несмотря на выполняемые меры по поддержанию, зафиксированы значительные потери сечения, которые еще до подхода очистного забоя составили 0,4-0,7 м, а на сопряжении – до 1 м (рис. 4). После прохода лавы вертикальная конвергенция составляла 1,5-1,8 м, т. е. потери сечения составили около 60%.

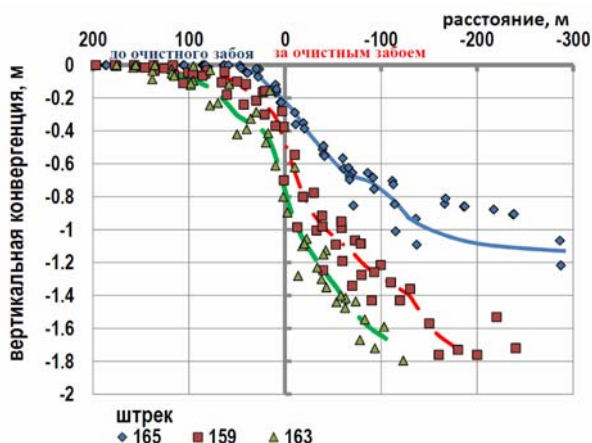


Рис. 4. Сравнительный график вертикальной конвергенции в штреках

Преимущество использования канатных анкеров заключалось в исключении стоек усиления и крепей сопряжения, что привело к сокращению затрат времени на

выполнение концевых операций, увеличению свободного пространства в выработке и позволило обеспечить эффективную эксплуатацию стругового комплекса и оборудования на сопряжении «лава-штрек». В таких условиях удалось достигнуть увеличения скорости подвигания очистного забоя с 90-120 до 200-220 м/мес. Помимо увеличения производительности лавы, это улучшило состояние выработки впереди очистного забоя и на сопряжении, что привело к уменьшению общих деформаций за очистным забоем.

Выводы

Впервые в условиях слабых боковых пород Западного Донбасса произведено усиление выемочного штрека впереди очистного забоя канатными анкерами. Отказ от использования стоек усиления впереди лавы и механизированной крепи на сопряжении позволил снизить трудоемкость работ, уменьшить затраты времени на концевые операции, увеличить свободное пространство в штреке и на сопряжении с лавой. Это обеспечило эффективную эксплуатацию стругового комплекса DBT с подвиганием очистного забоя со скоростью 200-220 м/мес, что также позволило уменьшить накопление деформаций штрека.

Список литературы

- Prusek, S., Lubosik, Z., Dvorsky, P., Horak, P. 2011. Gateroad support in the Czech and Polish coal mining industry – present state and future developments. Proceedings of the 30th International Conference on Ground Control in Mining, Morgantown, WV. http://icgcm.conferenceacademy.com/papers/detail.aspx?s_ubdomain=ICGCM&iid=920
- Tadolini, S., McDonnell, J. 2010. Cable bolts – an effective primary support system. Proceedings of the 29th International Conference on Ground Control in Mining, Morgantown, WV. http://icgcm.conferenceacademy.com/papers/detail.aspx?s_ubdomain=icgcm&iid=314
- Инструкция по поддержанию горных выработок Западного Донбасса. – СПб – Павлоград, 1994. – 95 с.
- Разумов Е. А., Гречишкин П. В., Самок А. В., Позолотин А. С. Опыт применения канатных анкеров для сохранения и повторного использования штреков угольных шахт // Уголь. – 2012. – № 6.
- СОУ 10.1.00185790.011:2007. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони. Мінвуглепром України. – К., 2007. – 113 с.
- Халимендик Ю. М. Обеспечение повторного использования участковых выработок // Уголь Украины. – 2011. – № 4.
- Черняк И. Л., Петренко С. А. О повторном использовании подготовительных выработок. // Уголь Украины. – 1976. – №3.
- Широков А. П., Лидер В. А., Петров А. И. Крепление сопряжений лав. М. Недра – 1987 г. – 192 с.

Статията е препоръчана за публикуване от Редакционен съвет.