

ПРОГНОЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ С АНКЕРНО-РАМНОЙ КРЕПЬЮ В ШАХТЕ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

¹**Волошин А.И.**, ¹**Рябцев О.В.**, ¹**Процак С.Ю.**, ²**Оника С.Г.**

¹Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, ²Беларусский национальный технический университет

ПРОГНОЗ МОЖЛИВОСТІ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПІДГОТОВЧОЇ ВИРОБКИ З АНКЕРНО-РАМНИМ КРІПЛЕННЯМ В ШАХТІ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

¹**Волошин О.І.**, ¹**Рябцев О.В.**, ¹**Процак С.Ю.**, ²**Оника С.Г.**

¹Институт геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, ²Білоруський національний технічний університет

THE FORECAST OF A POSSIBILITY TO RE-USE PREPARATORY ROADWAY WITH ANCHOR-FRAME SUPPORTS IN MINES OF WESTERN DONBASS

¹**Voloshyn O.I.**, ¹**Riabtsev O.V.**, ¹**Protsak S.Yu.**, ²**Onika S.H.**

¹Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of NAS of Ukraine, ²Belarusian National Technical University

Аннотация. В статье показано решение актуальной научно-прикладной задачи по прогнозированию возможности повторного использования подготовительной выработки – сборного штрека, который закреплен анкерно-рамной крепью, в условиях шахты Западного Донбасса. Цель исследований состоит в разработке комплекса практических рекомендаций, реализация которых позволит создать условия для повторного использования выработки в условиях шахт Западного Донбасса.

Решение данной задачи основано на анализе изменения геомеханического состояния вмещающих пород в окрестности выработки. Анализ результатов исследований изменения геомеханического состояния горных пород в окрестности сборного штрека в характерных условиях его эксплуатации: вне зоны влияния лавы, в опорной зоне движущегося забоя лавы и позади забоя лавы позволил спрогнозировать возможность повторного использования выработки при реализации штатных мероприятий по ее поддержанию и охране. Проведенная идентификация расчетных значений конвергенции кровли и почвы выработки показала хорошую сходимость с соответствующими фактическими замерными значениями, проведенными в условиях шахтных исследований.

В результате проведенных исследований предложен комплекс мероприятий, реализация которых позволит создать условия для повторного использования выработки. Предложено использовать сборную крепь усиления, которая позволит поддержать бровку выработки, изменить направление нагрузки на рамную крепь выработки в направлении реализации податливости, что помимо уменьшения величины опусканий пород кровли до 400 мм позволит сохранить геометрию выработки и предупредить деформирование элементов рамной крепи.

Использование предложенных рекомендаций позволит снизить эксплуатационных расходы на поддержание выработки, улучшит условия безопасности ее эксплуатации и повысит экономическую эффективность работы добычного участка шахты.

Ключевые слова: повторное использование выработки, конвергенция кровли и почвы выработки, сборная крепь усиления, безопасность эксплуатации.

Введение. Анкерная крепь получила признание во всех странах мира с развитой горнодобывающей промышленностью. Анкерная крепь, металлоемкость которой в 6-15 раз меньше, чем у крепей поддерживающего типа, дает возможность резко сократить затраты труда на ее доставку и обеспечить бесперебойное снабжение выработок крепежными материалами.

Широкому внедрению анкерной крепи в шахтах Украины предшествовало изучение закономерностей проявления горного давления, характера взаимодействия крепи с породами и получение исходных данных для разработки методов расчета основных конструкционных и эксплуатационных параметров анкерной крепи [1].

На этой основе установлена возможность применения анкерной крепи в подготовительных выработках, пройденных в породном и угольном массиве на пластах пологого, наклонного и крутого падения, в том числе в выработках, попадающих в зону влияния временного опорного горного давления впереди движущегося забоя лавы и остаточного горного давления позади забоя лавы, а также при бесцеликовых схемах подготовки и отработки выемочных полей [2, 3].

С внедрением анкерных крепей на угольных шахтах произошло кардинальное улучшение условий труда, а также экономических и производственных показателей работы шахт. Однако актуальными остаются вопросы повторного использования выработок, закрепленных анкерной крепью. Они требуют тщательного прогнозирования апробированными методами и программами, которые позволяют комплексно учесть влияние горно-геологических, горнотехнических условий ведения горных работ, а также фактор времени. Это позволит на основе анализа изменения параметров геомеханического состояния массива горных пород в окрестности выработки в характерных условиях ее эксплуатации сделать выводы о возможности ее повторного использования, а также при необходимости разработать комплекс практических рекомендаций, реализация которых позволит осуществить повторное использование выработки.

Цель исследований состоит в прогнозировании возможности повторного использования подготовительной выработки, которая закреплена анкерной крепью, и разработке комплекса практических рекомендаций, реализация которых позволит создать условия для повторного использования выработки в условиях шахты Западного Донбасса.

Методы. Прогноз изменения геомеханического состояния массива горных пород в окрестности подготовительной выработки осуществлялся при помощи программно-технологического комплекса «Технология стратегического планирования развития горных работ», основанного на закономерностях механизма сдвижения слоистого разномодульного горного массива. Технология комплексно учитывает влияние горно-геологических и горнотехнических условий ведения горных работ, а также фактор времени на геомеханическое состояние пород, окружающих горне выработки [4, 5].

Достоверность результатов подтверждается применением апробированного метода моделирования геомеханических процессов, который широко апробирован на практике [6]. Оценка достоверности представленных результатов подтверждается их сопоставлением с натурными измерениями.

Результаты и обсуждение. Подготовительная выработка – сборный штрек был пройден по угольному пласту с присечкой пород кровли и почвы, сводчатой

формы поперечного сечения и закреплен смешанной анкерно-рамной крепью. Рамная крепь типа КШПУ-М площадью поперечного сечения $11,1 \text{ м}^2$ установлена с шагом 1 м, анкерная крепь устанавливалась между рамной по 5 анкеров длиной 2.4 м. Выработка имела следующие горно-геологические факторы и условия, влияющие на проведение, охрану и поддержание горной выработки:

- глубина заложения выработки – 160 м, длина выработки – 1185 м;

- породы кровли представлены перемежающимися слоями аргиллита и алевролита различной мощности и маломощными слоями обводненного песчаника. Породы почвы представлены слоями аргиллита и алевролита, а также водонасыщенным песчаником. На контакте угольного пласта геологической мощности 0,78-0,8 м с породами кровли встречаются прослойки пирита, кроме того он встречается и в теле угольного пласта в виде линз и конкреций;

- неустойчивость пород непосредственной кровли пласта – аргиллита и алевролита, склонных к отслоению по напластованию и обрушению в бортах и кровле выработки;

- обводненность выработки связана с угольным пластом, содержащим статические запасы воды, которые выделяются в виде сочения и тонких струй. Ожидаемый водоприток в выработку составит $0,3-1,0 \text{ м}^3/\text{ч}$;

- наличие в почве выработки влагонасыщенного песчаника и выдавливание из него воды в почву выработки до $0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$;

- размокаемость пород почвы с последующей потерей несущей способности;

- наличие на контакте угольного пласта с породами кровли пирита в виде прослоев, линз и конкреций, имеющих предел прочности на одноосное сжатие 80 МПа;

- угольный пласт имеет гидравлическую связь с покровными отложениями в виде глауконитовых темно-серых песков, которые очень насыщены водой и имеют плавучие свойства и будут основным источником обводнения выработки при работе лавы.

Выполнить прогноз возможности повторного использования подготовительной выработки и разработать комплекс практических рекомендаций возможно на основании анализа изменения напряженно-деформированного состояния горных пород во всех характерных условиях охраны и поддержания выработки: в массиве вне зоны влияния лавы, в зоне влияния временного опорного горного давления впереди движущегося забоя лавы и в зоне остаточного горного давления позади забоя лавы.

Подготовительная выработка по горно-геологическим условиям ее эксплуатации по всей длине 1185 м была условно разделена на три участка на основании данных геологоразведочных скважин и горно-геологического прогноза. Дальнейшие расчеты параметров напряженно-деформированного состояния вмещающих пород велись для этих трех участков.

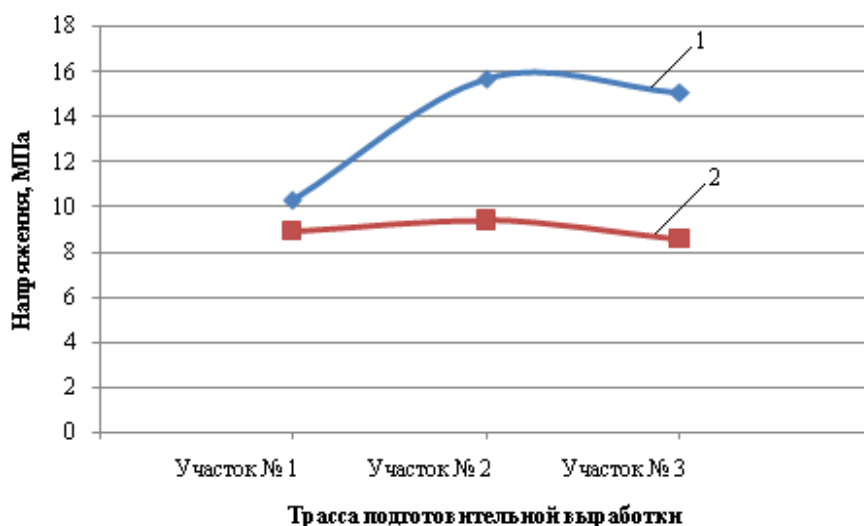
Вначале было установлено, что предел прочности пород кровли на одноосное сжатие $R_{сж}$ на рассмотренных участках выработки будет изменяться от 10,3 МПа до 15,7 МПа в зависимости от типа пород кровли, их мощности, трещиноватости и влажности.

При выполнении комплекса расчетов определялись сжимающие, растягивающие, скалывающие и отрывные напряжения, высота разрушения пород кровли и почвы, нагрузка на крепь со стороны пород кровли, а также смещения пород по контуру выработки. Далее результаты исследований представлены на примере анализа значений сжимающих напряжений и их сопоставления с соответствующими значениями предела прочности пород на одноосное сжатие, что дает возможность оценить вероятность разрушения породных слоев.

Для условий охраны и поддержания выработки в массиве вне зоны влияния лавы было установлено, что сжимающие напряжения $\sigma_{сж}$ вдоль трассы выработки будут изменяться от 8,9 МПа на первом участке выработки, 9,4 МПа на втором участке и до 8,6 МПа на третьем участке.

Результаты проведенных расчетов показывают, что возникающие сжимающие напряжения не будут превосходить соответствующие значения прочности пород на одноосное сжатие и смещения пород кровли будут незначительными от 20 до 80 мм. Соответственно не будет наблюдаться разрушение пород непосредственной кровли и процесс начала образования свода обрушения.

Сопоставление значений предела прочности пород кровли на одноосное сжатие с соответствующими расчетными значениями сжимающих напряжений вдоль трассы подготовительной выработки при ее поддержании в массиве вне зоны влияния очистных работ в лаве представлено на рис. 1.



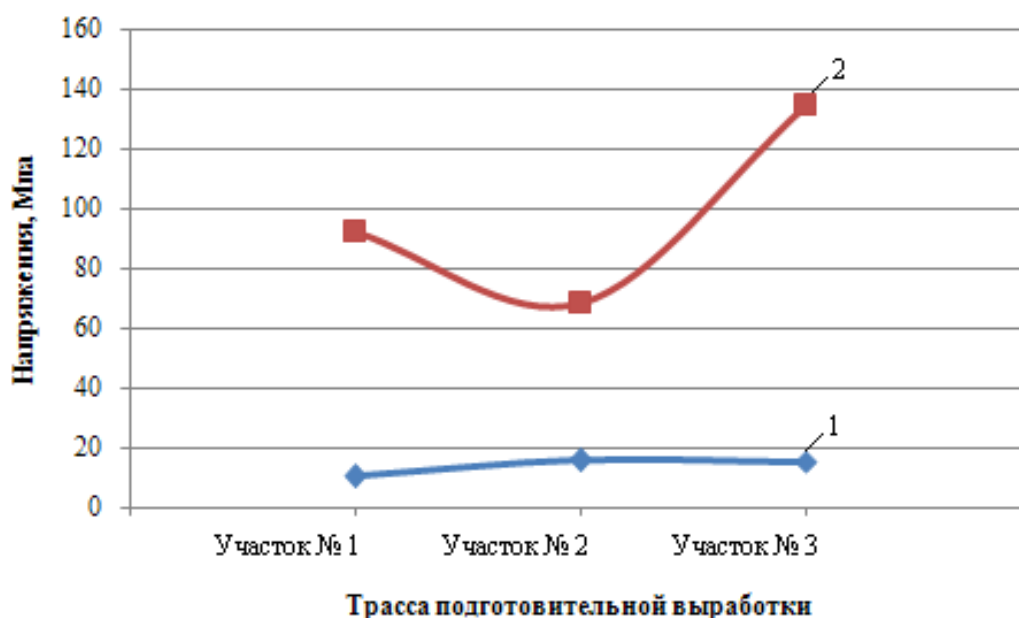
- 1 – закономерность изменения предела прочности пород на одноосное сжатие;
2 – закономерность изменения сжимающих напряжений

Рисунок 1 - Сопоставление предела прочности пород кровли на одноосное сжатие с расчетными значениями сжимающих напряжений при поддержании выработки в массиве вне зоны влияния лавы

Результаты расчетов напряженно-деформированного состояния пород кровли в окрестности выработки в зоне влияния временного опорного горного давления впереди движущегося забоя лавы показали, что напряжения на одноосное сжатие будут составлять 92,2 МПа на первом участке выработки, 68,5 МПа на втором участке выработки и 134,6 МПа на третьем участке выработки при значениях предела прочности пород на одноосное сжатие 10,2, 15,7 и 15,2 МПа соответственно.

Сопоставление значений предела прочности пород кровли на одноосное сжатие с соответствующими расчетными значениями сжимающих напряжений вдоль трассы подготовительной выработки при ее поддержании в зоне влияния временного опорного горного давления впереди движущегося забоя лавы представлено на рис. 2.

Из рис. 2 следует, что возникающие в породах кровли напряжения в зоне влияния лавы будут в 4-9 раз превышать соответствующие предельные значения. Результатом этого будет являться образование пластического шарнира в породах кровли приконтурной зоны в окрестности подготовительной выработки, следствием чего станет образование вертикальных трещин и образование свода обрушения пород кровли. Существенное увеличение напряжений в породах кровли вызовет увеличение их смещений – на первом участке опускания пород кровли составят 350 мм, на втором участке 280 мм и на третьем участке 340 мм. Нагрузка на крепь выработки возрастет от 99 кН на первом участке до 38 кН на втором участке и 78 кН на третьем участке, что может положить начало процессу деформации элементов рамной крепи.



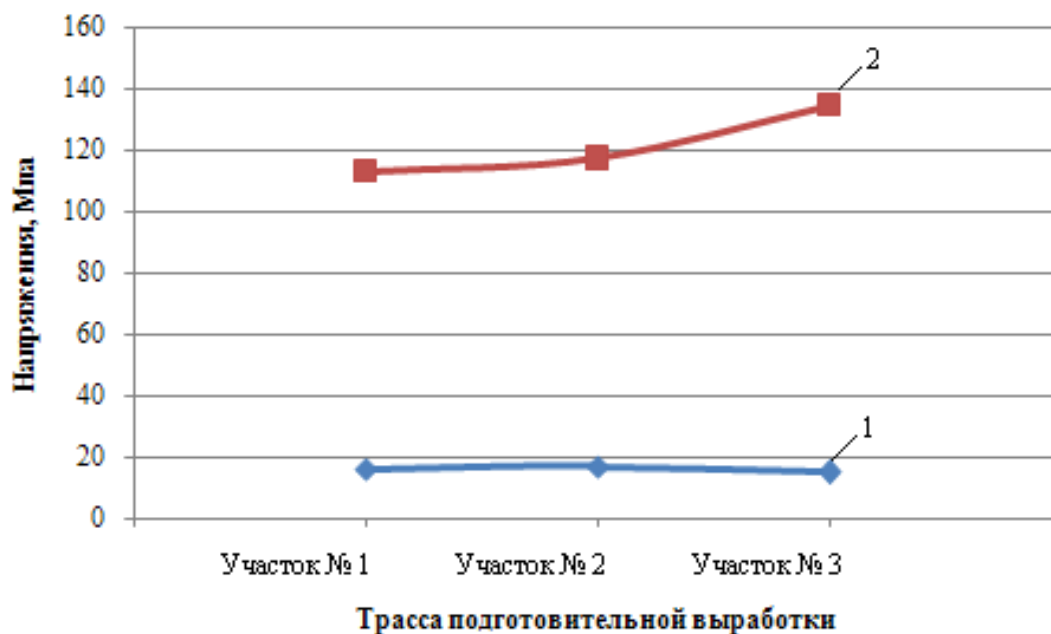
- 1 – закономерность изменения предела прочности пород на одноосное сжатие;
2 – закономерность изменения сжимающих напряжений

Рисунок 2 - Сопоставление предела прочности пород кровли на одноосное сжатие с расчетными значениями сжимающих напряжений при поддержании выработки в зоне влияния временного опорного горного давления впереди движущейся лавы

Далее был выполнен расчет напряженно-деформированного состояния пород почвы в окрестности выработки в зоне влияния временного опорного горного давления впереди движущегося забоя лавы. Расчет показал, что напряжения на одноосное сжатие будут составлять 113,4 МПа на первом участке выработки, 117,5 МПа на втором участке выработки и 134,7 МПа на третьем участке выработки при значениях предела прочности пород на одноосное сжатие 15,9, 17,1 и 14,8 МПа соответственно.

Результаты выполненных исследований показали, что напряжения, возникающие в породах почвы в зоне влияния временного опорного горного давления впереди движущегося забоя лавы будут многократно превышать соответствующие предельные напряжения, что вызовет расслоение пород почвы по напластованию, разрушение вертикальными трещинами и их поднятием в выработку на величину 240, 250 и 280 мм для первого, второго и третьего участка выработки соответственно.

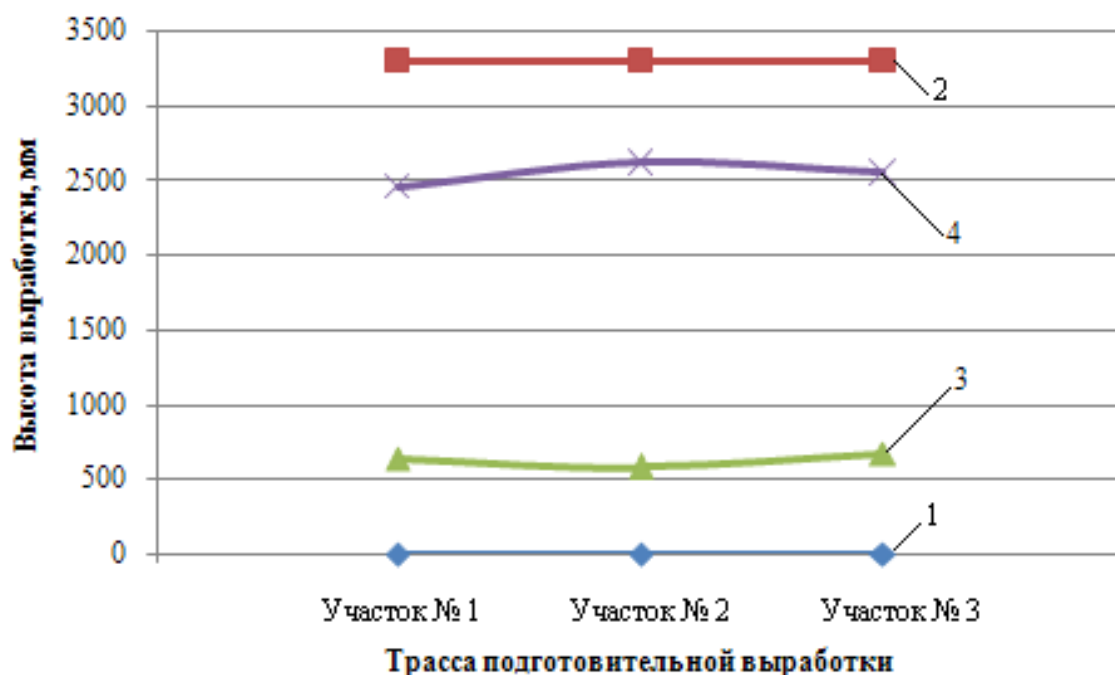
Сопоставление значений предела прочности пород почвы подготовительной выработки на одноосное сжатие с соответствующими расчетными значениями сжимающих напряжений вдоль ее трассы при поддержании выработки в зоне влияния остаточного опорного горного давления впереди движущегося забоя лавы представлено на рис. 3.



- 1 – закономерность изменения предела прочности пород на одноосное сжатие;
2 – закономерность изменения сжимающих напряжений

Рисунок 3 - Сопоставление предела прочности пород почвы на одноосное сжатие с расчетными значениями сжимающих напряжений при поддержании выработки в зоне влияния остаточного опорного горного давления впереди движущейся лавы

На основании комплекса выполненных исследований на рис. 4 представлен прогнозный остаточный контур подготовительной выработки в зоне остаточного горного давления позади забоя лавы.



1 – проектный контур почвы выработки; 2 – проектный контур кровли выработки;
3 – расчетный контур почвы выработки позади забоя лавы; 4 – расчетный контур кровли выработки позади забоя лавы

Рисунок 4 - Прогнозный расчетный контур подготовительной выработки в зоне остаточного горного давления позади забоя лавы:

Для идентификации расчетных значений смещений пород кровли и почвы был проведен комплекс исследовательских работ, который заключался в визуальном контроле состояния выработки, инструментальному контролю и сопоставлению расчетных и фактических значений смещений пород кровли и почвы с помощью контурных реперов и комплексной обработки результатов исследований.

Для измерений величины конвергенции пород кровли и почвы, а также боков выработки были заложены пять замерных станций, расположенных через 200-250 м друг от друга вдоль трассы подготовительной выработки. Замерные станции включали по три контурных репера, установленных в кровле по оси выработки и боках на 400 мм выше угольного пласта, каждая.

Сопоставление расчетных и фактических значений конвергенции пород кровли и почвы подготовительной выработки представлены на рис. 5.

Как показывают данные, представленные на рис. 5, расчетные значения конвергенции кровли и почвы выработки имеют хорошую сходимость с соответствующими фактическими замерными значениями, что дает основание на разработку и использование практических рекомендаций для обеспечения условий для повторного использования подготовительной выработки, которая закреплена анкерно-рамной крепью.

Было установлено (рис. 4), что суммарная конвергенция пород кровли почвы выработки составит 1260-1500 мм, т.е. она потеряет до 60 % своего

проектного сечения, что ставит под сомнение сам факт повторного использования без проведения большого объема ремонтно-восстановительных работ. Поэтому для уменьшения смещений пород по контуру выработки необходимо применение технических мероприятий по усилению крепи в зоне влияния лавы и охране выработки позади забоя лавы.

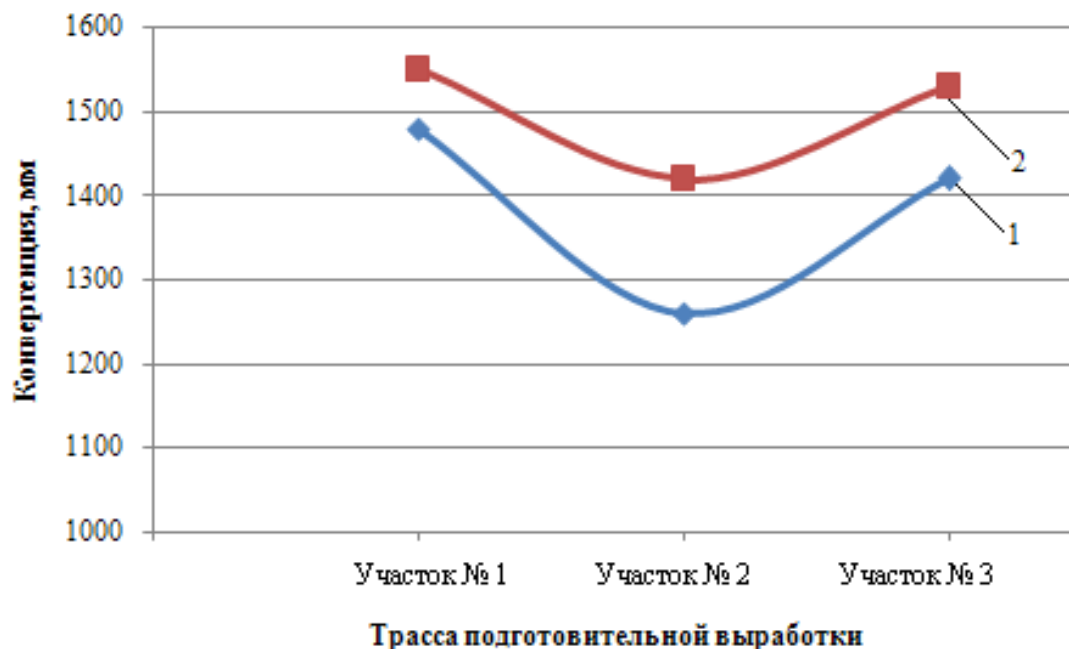


Рисунок 5 - Сопоставление расчетных (2) и фактических (1) значений конвергенции пород кровли и почвы подготовительной выработки

Для усиления рамной крепи в зоне влияния лавы необходимо ее верхняки усилить рядом гидростоек, установленных под металлическую балку, которые позади забоя лавы заменяются деревянными рудничными стойками диаметром не менее 200 мм.

Использование для поддержания бровки выработки и для ее охраны позади забоя лавы органной крепи из деревянных рудничных стоек в условиях большой обводненности пород кровли и почвы, которые к тому же склонны к размоканию, неэффективно. Поэтому для охраны выработки и поддержания бровки гораздо эффективнее использовать жесткие охранные сооружения большой несущей способности, которые имеют достаточную площадь для предотвращения их «обтекания» размокшими и потерявшими несущую способность породами. Таким охранным сооружением будет сборная крепь усиления (СКУ) [6], которая в комплексе с органной крепью эффективно используется для этих целей на ряде шахт Донбасса. Использование СКУ позволит поддержать бровку выработки, изменить направление нагрузки на рамную крепь выработки в направлении реализации податливости, что помимо уменьшения величины опусканий пород кровли до 400 мм позволит сохранить геометрию выработки и предупредить деформирование элементов рамной крепи.

Выдержанная геология вдоль трассы подготовительной выработки и наличие в кровле алевролита мощностью 7-10 м дают основание для использования канатных анкеров глубокого заложения, длиной 8 м. Использование таких анкеров, установленных с шагом 4 м вместо центрального анкера в соответствующих рядах анкеров, позволит снизить смещения пород кровли до 250-300 мм. Это создаст благоприятные условия для охраны подготовительной выработки и ее последующего повторного использования за счет уменьшения конвергенции пород кровли и почвы с 1260-1500 мм до 500-700 мм.

Выводы. Проведенный комплекс теоретических исследований позволил получить прогнозные значения изменения параметров напряженно-деформированного состояния вмещающих пород в окрестности подготовительной выработки закрепленной анкерно-рамной крепью в характерных условиях ее эксплуатации и поддержания: в массиве вне зоны влияния лавы, в зоне влияния временного опорного горного давления впереди движущегося забоя лавы и в зоне остаточного горного давления позади забоя лавы. Проведенная идентификация расчетных значений конвергенции кровли и почвы выработки показала хорошую сходимость с соответствующими фактическими замерными значениями, проведенными в условиях шахтных исследований. На основании теоретических и шахтных исследований был разработан и принят к использованию комплекс практических рекомендаций, направленных на существенное уменьшение конвергенции пород кровли и почвы подготовительной выработки закрепленной анкерно-рамной крепью для обеспечения условий для ее повторного использования.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Булат А.Ф., Виноградов В.В. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт. Институт геотехнической механики НАН Украины. Днепропетровск, 2002. 372 с.
2. СОУ 10.1.05411357.012:2014. Інструкція з проектування комбінованого рамно-анкерного кріплення гірничих виробок. Стандарт Міненерговугілля України. Введ. 2015-01-01. К.: Міненерговугілля України, 2014. 42 с.
3. СОУ 10.1.05411357.010:2014. Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Загальні технічні вимоги. Стандарт Міненерговугілля України. Введ. 2014-12-01. К.: Міненерговугілля України, 2014. 84 с.
4. Методология определения рациональных технологических параметров ведения горных работ / Волошин А.И., Булат А.Ф., Рябцев О.В., Коваль А.И. / Уголь Украины. 2010. № 10. С. 15 – 18.
5. Технология стратегического планирования развития горных работ / Волошин А.И., Булат А.Ф., Рябцев О.В., Савостьянов А.В. / Уголь. 2011. № 2. С. 22 – 25.
6. Волошин А. И. Технология стратегического планирования развития горных работ / Матеріали науково-практичного семінару «Стратегічне планування розвитку гірничих робіт», м. Донецьк, 29.01.2013 р. / ДУ «ННДІПБОП» Інформаційний бюлетень з охорони праці. 2013. № 1. С. 52 – 69.

REFERENCES

1. Bulat, A.F. and Vinogradov, V.V. (2002), *Oporno-ankernoe krepnenie gornyykh vyrabotok ugolnykh shakht* [Support and anchor fastening of mine workings of coal mines], Institute of Geotechnical Mechanics NAS of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine.
2. Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine (2014), *10.1.05411357.012:2014: Instruksiiia z proiektuvannya kombinovanoho ramno-ankernoho kripennya hirmychykh vyrobok* [10.1.05411357.012:2014: Instructions for designing a combined frame-anchor fastening of mine workings], Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
3. Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine (2014), *10.1.05411357.010:2014: Systema zabezpechennya nadiynoho ta bezpechnoho funktsionuvannya hirmychykh vyrobok z ankernym kripennym*. *Zahalni tekhnichni vymohy* [10.1.05411357.010:2014: System for ensuring reliable and safe operation of mine workings with anchoring. General technical requirements], Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
4. Voloshyn, A.I., Bulat, A.F., Ryabtsev, O.V. and Koval, A.I. (2010), "Methodology for determining rational technological

parameters of mining operations”, *Ugol Ukrainy*, no.10, pp.15 – 18.

5. Voloshyn, A.I., Bulat, A.F., Ryabtsev, O.V. and Savostiyanov, A.V. (2011), “Technology of strategic planning of mining development”, *Ugol*, no.2, 22 – 256.

6. Voloshyn A. I. (2013), “Technology of strategic planning of mining development”, *Materialy naukovo-praktychnoho seminaru «Stratehichne planuvannya rozvytku hirnychykh robot»*, Donetsk, 29.01.2013, DU «NNDIPBOP» *Informatsiynyy byuleten z okhorony pratsi*, Vol.1, pp. 52 – 69.

Об авторах

Волошин Олексій Іванович, доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, заступник директора інституту з наукової роботи, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпро, Україна, OIVoloshyn@nas.gov.ua

Рябцев Олег Вікторович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу вібропневмотранспортних систем і комплексів, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпро, Україна, OVRiabtsev@nas.gov.ua

Процак Сергій Юрійович, магістр, молодший науковий співробітник відділу вібропневмотранспортних систем і комплексів, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпро, Україна, SYuProtsak@nas.gov.ua

Онїка Сергій Георгійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри гірничих робіт, Білоруський національний технічний університет (БНТУ), Мінськ, Республіка Білорусь.

About the authors

Voloshyn Oleksii Ivanovych, Doctor of Technical Sciences (D.Sc.), Professor, Deputy Director for Research, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NAS of Ukraine), Dnipro, Ukraine, OIVoloshyn@nas.gov.ua

Riabtsev Oleh Viktorovich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of Vibratory Transporting Systems and Complexes, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NAS of Ukraine), Dnipro, Ukraine, OVRiabtsev@nas.gov.ua

Protsak Serhii Yuriyovich, Master of Science, Junior Researcher in Department of Vibratory Transporting Systems and Complexes, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NAS of Ukraine), Dnipro, Ukraine, SYuProtsak@nas.gov.ua

Onika Serhii Heorhiyovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Mining Department, Belarusian National Technical University (BNTU), Minsk, Republic of Belarus

Анотація. В статті показано вирішення актуальної науково-прикладної задачі з прогнозування можливості повторного використання підготовчої виробки – збірної штреку, який закріплений анкерно-рамним кріпленням, в умовах шахти Західного Донбасу. Мета досліджень полягає в розробці комплексу практичних рекомендацій, реалізація яких дозволить створити умови для повторного використання виробки в умовах шахт Західного Донбасу.

Рішення даного завдання базується на аналізі зміни геомеханічного стану вміщуючих порід навколо виробки. Аналіз результатів досліджень зміни геомеханічного стану гірських порід навколо збірної штреку в характерних умовах його експлуатації: поза зоною впливу лави, в опорній зоні вибою лави, що рухається і позаду вибою лави дозволив спрогнозувати можливість повторного використання виробки при реалізації штатних заходів з її підтримання і охорони. Проведена ідентифікація розрахункових значень конвергенції покрівлі та ґрунту виробки показала хорошу схожість з відповідними фактичними замірними значеннями, проведеними в умовах шахтних досліджень.

В результаті проведених досліджень запропоновано комплекс заходів, реалізація яких дозволить створити умови для повторного використання виробки. Запропоновано використовувати збірне кріплення посилення, яке дозволить підтримати бровку виробки, змінити напрямок навантаження на рамне кріплення виробки в напрямку реалізації податливості, що крім зменшення величини опускань порід покрівлі до 400 мм дозволить зберегти геометрію виробки і попередити деформування елементів рамного кріплення.

Використання запропонованих рекомендацій дозволить знизити експлуатаційні витрати на підтримку виробки, поліпшить умови безпеки її експлуатації та підвищить економічну ефективність роботи видобувних ділянок шахти.

Ключові слова: повторне використання виробки, конвергенція покрівлі і підшви виробки, збірне кріплення посилення, безпека експлуатації.

Abstract. The authors present a solution for an live scientific applied problem on predicting a possibility to re-use a preparatory roadway - a mother entry, which is reinforced with the anchor-frame supports - in the conditions of the mines in Western Donbass. The purpose of the research is to develop a complex of practical recommendations,

implementation of which will create the conditions for re-use of the roadway in the conditions of the Western Donbass mines.

The solution of this problem is based on the analysis of changes in geomechanical state of the enclosing rocks in the vicinity of the roadway. The obtained analytical data on changes of the rock geomechanical state in the vicinity of the mother entry under typical operating conditions outside zone of longwall influence, in the bearing zone of advancing face of the longwall and behind the face of the longwall show that it is possible to predict a possibility for re-using a roadway during the implementation of routine measures on its maintenance and protection. Identification of the calculated values of the convergence of the roadway roof and soil showed good convergence with the corresponding factual values measured during the mine research.

As a result of the research, a set of measures is proposed, implementation of which will create conditions for the roadway reuse. It is also proposed to use a combined timbering of strengthening which will allow to support the roadway edge and to change direction of load on the roadway frame support for providing more yielding and, besides, to reduce roof rock lowering up to 400 mm, preserve geometry of the roadway and prevent deformation of the frame support elements.

The proposed recommendations will reduce operating costs of the roadway maintenance, improve safety of its operation and increase economic efficiency of mining district.

Keywords: reuse of production, convergence of roofing and soil working, prefab stripping, operational safety.

Стаття надійшла до редакції 14.01.2021.