

Г.В.ОВЧАРЕНКО, канд. техн. наук, доцент, *ovcharenko. q.v@yandex. ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

G.V.OVCHARENKO, PhD in eng. sc., associate professor, *ovcharenko. q.v@yandex. ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОХРАНЫ ПОВТОРНО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Рассмотрены проблемы поддержания повторно используемых подготовительных выработок с использованием материалов с активным усилием начального распора и быстрым нарастанием сопротивления (зарубежный опыт), и при применении тумб из деревянно-бетонных блоков БДБ для создания охранной полосы на шахтах Донбасса. Предложены рекомендации по совершенствованию технологических схем охраны подготовительных выработок с использованием пневматической крепи.

Ключевые слова: охрана, подготовительная выработка, начальный распор, тумба.

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL SCHEMES GOWOUNDS REUSABLE DEVELOPMENT WORKINGS

Problems of twice-used preparatory courses support abroad with using materials of active force of initial thrust and rapid growth of resistance and on mines of Russian Donets Basin with using pedestals of wooden-concrete blocks BDB for making support band are considered. Recommendations for enhancement preparatory courses support technological schemes with using pneumatic timbering are suggested.

Key words: security, preparatory to develop, the initial raspor, nightstand.

Одним из важнейших путей повышения показателей работы угольных шахт является совершенствование технологических схем охраны и крепления подготовительных выработок на больших глубинах. В зонах повышенного горного давления (ЗПГД), возникающих с увеличением глубины и уже на глубине 500-600 м распространяющихся до 120-150 м, в очистных забоях и подготовительных выработках резко ухудшается устойчивость кровли, увеличиваются смещения кровли и пучение почвы, а также нагрузки на крепь. В результате выработки приходят в нерабочее состояние, требуют неоднократного перекрепления, падает нагрузка на очистные забои, возникают завалы лав [1].

С повышением производительности длинных очистных забоев в угольных шахтах нашей страны, Великобритании, США, Германии возникает необходимость в исследовании и разработке новых способов и технологий по охране подготовительных выработок с использованием новых материалов для создания охранной полосы с активным усилием начального распора и быстрым нарастанием сопротивления. Так, для охраны подготовительных выработок в условиях пласта Гейтлинг 1 шахты «Нидерберг» испытана технология сооружения искусственных целиков и охранных полос с использованием тумб и подушек типа Булль-флекс [2]. Испытания проводились в конвейерном штреке (площадь поперечного сече-

ния 17 м²) лавы 476. Штрек был закреплен податливой крепью типа ТН17 с расстоянием между рамами крепи 0,75 м. Угол падения пласта 9-16°. Мощность пласта 1-1,2 м. Испытания проводились с распорными тумбами Буллфлекс и со штабелями из распорных подушек. Диаметр тумб Буллфлекс 950 мм, размеры подушек 1500 × 1000 мм. Тумбы Буллфлекс располагались в два ряда в шахматном порядке, а полосы из плоских подушек перпендикулярно к оси выработки. Затраты времени на установку одной тумбы около получаса. Устройство околоштрековой полосы из тумб Буллфлекс производилось со скоростью подвигания очистных работ. Больших затрат времени требовал демонтаж стоек, которые устанавливали как временную крепь или как дополнительное ограждение для околоштрековой полосы.

Испытания показали, что при вывалах из кровли, а также при неровной кровле на тумбу необходимо сверху укладывать дополнительную торцевую пластину, которая защищает соединение между рукавом и внутренней торцевой пластиной. При вывалах из кровли тумбы устанавливали на подставки из дерева.

Авторы статьи [2] отмечают, что при возведении околоштрековой полосы из тумб Буллфлекс обеспечивается активная поддержка кровли непосредственно в момент установки, так как усилие начального распора превышает 100 кН. Однако это усилие начального распора как отмечают сами авторы быстро падает до 60 кН и только через 3-4 ч начинает постепенно увеличиваться (рис.1), что обусловлено фильтрационными

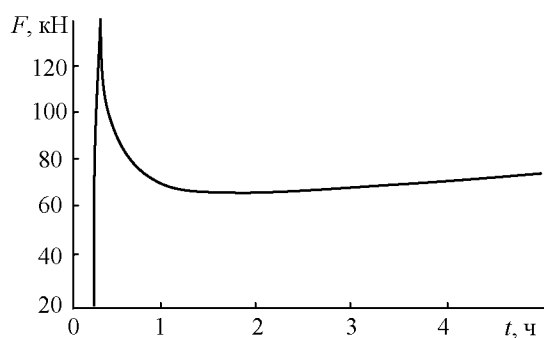


Рис.1. Изменение распорного усилия F тумбы Буллфлекс с течением времени

свойствами ткани Буллфлекс. При ее использовании пустоты у боков выработки заполняются без избыточного давления. Таким образом, такая полоса становится опорой для породного массива только после того, как кровля пласта опустится до некоторой предельной величины и будет разрыхлена трещинами.

На шахтах российского Донбасса, где средняя глубина разработки 610 м, а максимальная 1200 м, более 70 % выемочных штреков работают в условиях пологих угольных пластов мощностью 0,85-2,0 м с вмещающими породами прочностью 50-130 МПа. Здесь наибольшее распространение получила технология анкерного крепления и бесцеликровой охраны выемочных штреков с сохранением их для повторного использования с помощью органной крепи и деревянно-бетонных блоков (блоков БДБ) [7].

Блоки БДБ предназначены для возведения охранных конструкций (тумб) при бесцеликровых способах охраны выемочных выработок, сохраняемых для повторного использования, на пластах мощностью 0,85-2,0 м с углами падения до 25° при наличии средне- и труднообрушаемой основной кровли и сопротивлении почвы вдавлению не менее 9,6 МПа [4].

Блок БДБ представляет собой пространственную конструкцию в виде цилиндра, состоящую из отрезков круглого леса длиной 150 мм, диаметром 80-200 мм, помещенных в металлическую обойму диаметром 630 мм из листовой стали толщиной 2 мм, с заполнением промежуточных пустот в ней твердеющим материалом: бетоном, раствором и т.п. (рис.2). Тумбы включены в паспорта поддержания и охраны выемочных выработок на шахтах «Обуховская», «Западная» и «Восточная» [7]. К недостаткам деревянно-бетонных тумб следует отнести отсутствие предварительного распора при ее установке, такого, как у тумбы Буллфлекс.

Таким образом, полоса из тумб БДБ служит опорой для породного массива только после того, как кровля пласта опустится до некоторой предельной величины и будет разрыхлена трещинами, что может привести к вывалообразованиям и необходимости до-

полнительных мероприятий по обеспечению устойчивости пород кровли. Поэтому в Санкт-Петербургском горном университете разработаны технологические схемы возведения искусственных опор для поддержания подготовительных выработок с использованием мягких оболочек (пневматических стоек и пневмокостров), используемых в сочетании с тумбами Буллфлекс, а также тумб БДБ*. Диаметр пневмостоек 950 мм, а размеры пневмокостров подушкообразной формы 1400 × 700 мм.

Пневматические костры нашли широкое применение в условиях тонких и весьма тонких крутых угольных пластов [6, 8], прошли апробацию в условиях пластов пологого падения: для поддержания штреков [3], в качестве специальной крепи для управления кровлей в очистных забоях. Кроме того, на базе пневматических костров создана и прошла апробацию в условиях тонких и весьма тонких крутых и пологих пластов механизированная пневматическая крепь [4, 5].

К достоинствам пневмокостров следует отнести значительный предварительный распор, незначительную массу, большую раздвижность, простоту конструкции, дистанционную разгрузку, приспособляемость к неровностям в кровле и почве пласта. Затраты времени на наполнение пневмокостра сжатым воздухом 39 с при давлении в сети 0,5 МПа, а время опорожнения 42 с.

Сравнительный анализ пневмокостров, деревянной костровой крепи, деревянных стоек, стоек трения, тумб ОКУ, гидростоек крепи КГУ показывает, что начальный распор пневмокостров выше, чем у тумб ОКУ при избыточном давлении в пневмокостре 0,4 МПа и чем у гидростоек крепи КГУ при избыточном давлении в пневмокостре 1,0 МПа (рис.3), что позволяет исключить расслоение пород, образование трещин, заколов и вывалообразования при использовании пневмокостров [8].

* Пат. 23339817 РФ. Способ охраны подготовительных выработок / Г.В.Овчаренко, Д.Г.Петраков. Оpubл. 27.11.2008. Бюл. № 33.

Patent 23339817 RF. Way of development workings / G.V.Ovcharenko, D.G.Petrakov. Opubl.27 November 2008. Bul. N 33.

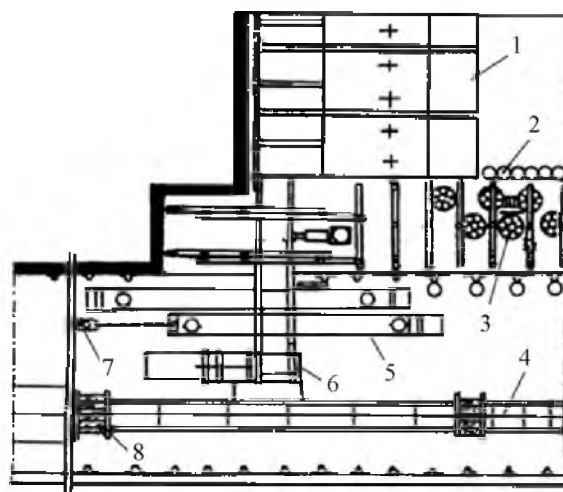


Рис.2. Схема сопряжения лавы с подготовительной выработкой с использованием блоков БДБ, применяемая на шахте «Садкинская»

1 – механизированная крепь; 2 – органная крепь; 3 – блоки БДБ; 4 – скребковый конвейер; 5 – крепь сопряжения; 6 – приводная головка скребкового конвейера; 7 – лебедка; 8 – переходной мостик

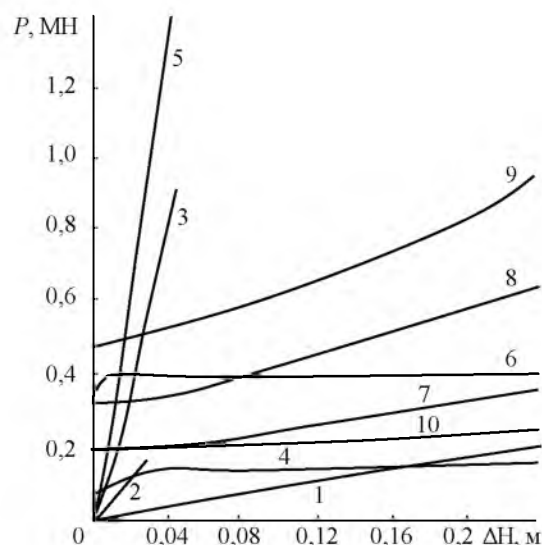


Рис.3. Зависимость распора P от просадки ΔH

1 – деревянная костровая крепь; 2 – деревянная стойка; 3 – органная крепь; 4 – стойка трения; 5 – тумба ОКУ; 6 – гидравлическая стойка механизированной крепи КГУ; 7, 8 и 9 – трехполостной силовой элемент при избыточных давлениях соответственно 0,4; 0,7 и 1,0 МПа; 10 – трехполостной силовой элемент при наличии пневмоклапана

Одним из основных преимуществ мягких оболочек по сравнению с тумбами Буллфлекс, деревянной или металлической крепью можно считать характер их взаимодействия с боковыми породами. Усилие

Техническая характеристика пневматических костров

Показатель	ПК-2	ПК-3	ПМ-2	ПМ-3	ПМ-4
Мощность пласта, м	0,4-0,55	0,5-0,75	0,4-0,7	0,6-0,95	0,8-1,2
Раздвижность при давлении воздуха (МПа), кН:					
0,3	110-70	120-90	167-70	157-88	157-88
0,4	140-100	160-120	216-98	206-118	206-118
0,5	180-120	200-150	275-118	225-118	225-118
Габаритные размеры, м:					
длина	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4
ширина	0,74	0,7	0,74	0,7	0,7
высота	0,23	0,32	0,2	0,3	0,4
Масса, кг	60	90	55	70	90

начального распора мягкой оболочки может составлять 200 и даже 400 кН в зависимости от начального давления воздуха в оболочке, причем усилие начального распора с течением времени после ее установки не падает, как у тумбы Буллфлекс, а под воздействием горного давления растет (рис.3), при этом рабочая характеристика приближается к зависимостям с крутонарастающим сопротивлением. При наличии пневмоклапана мягкая оболочка имеет рабочую характеристику практически с постоянным сопротивлением (рис.3, кривая 10).

Индивидуальная крепь создает местные концентрации напряжений на небольших площадках или отдельных точках поверхности их взаимодействия с породами кровли и почвы.

Для распределения напряжений при взаимодействии, например, костровой деревянной крепи с породами кровли характерна концентрация их в местах соприкосновения элементов конструкции с массивом, поэтому в зонах контакта жестких опорных элементов концентрируются высокие касательные напряжения, что создает предпосылки к возникновению трещин в массиве и вывалобразованиям. Распределение напряжений над мягкой оболочкой носит более равномерный характер, контакт с породами кровли плотный, что вызывает значительно меньшие концентрации местных напряжений. Прочность материала оболочек позволяет доводить давление в пневмокострах до 2,5 МПа, а их реакцию до 2,5 МН. Шахтные исследования [3-5] подтвердили высокую приспособляемость пневмокрепи к боковым породам. Неровности кровли и почвы пла-

ста, носящие, как правило, беспорядочный характер, не позволяют добиться плотного прилегания к боковым породам жестких деревянных или металлических конструктивных элементов, а частичное соприкосновение их поверхностей вызывает концентрацию контактных напряжений, в свою очередь приводящих к разрушению кровли.

За время работы пневмокостров и пневмокрепи случаев обрушения, завалов и заколов пород кровли не наблюдалось [3-5]. Наблюдения за состоянием крепи конвейерного штрека показали, что контрольный участок, закрепленный деревянными кострами, значительно деформировался, а на участке с пневматическими кострами видимых деформаций крепи штрека обнаружено не было [3]. Все это указывает на целесообразность использования пневматических конструкций (пневмостоек и пневматических костров) для поддержания подготовительных выработок (см. таблицу).

Анализ шахтных исследований [3-5] показывает, что абсолютные значения средних сближений боковых пород при применении пневмокостров меньше, при деревянной костровой крепи. Из этого следует, что пневмокостер, имея высокую несущую способность, препятствует расслоению боковых пород в рабочем пространстве.

Сущность разработанной в Горном университете технологической схемы заключается в следующем (рис.4). Вслед за механизированной крепью, расположенной в лаве, устанавливают пневмостойки, располагая их вплотную к органной крепи на сопряжении лавы с конвейерным штреком (рис.4, а). Штрек закреплен рамной крепью.

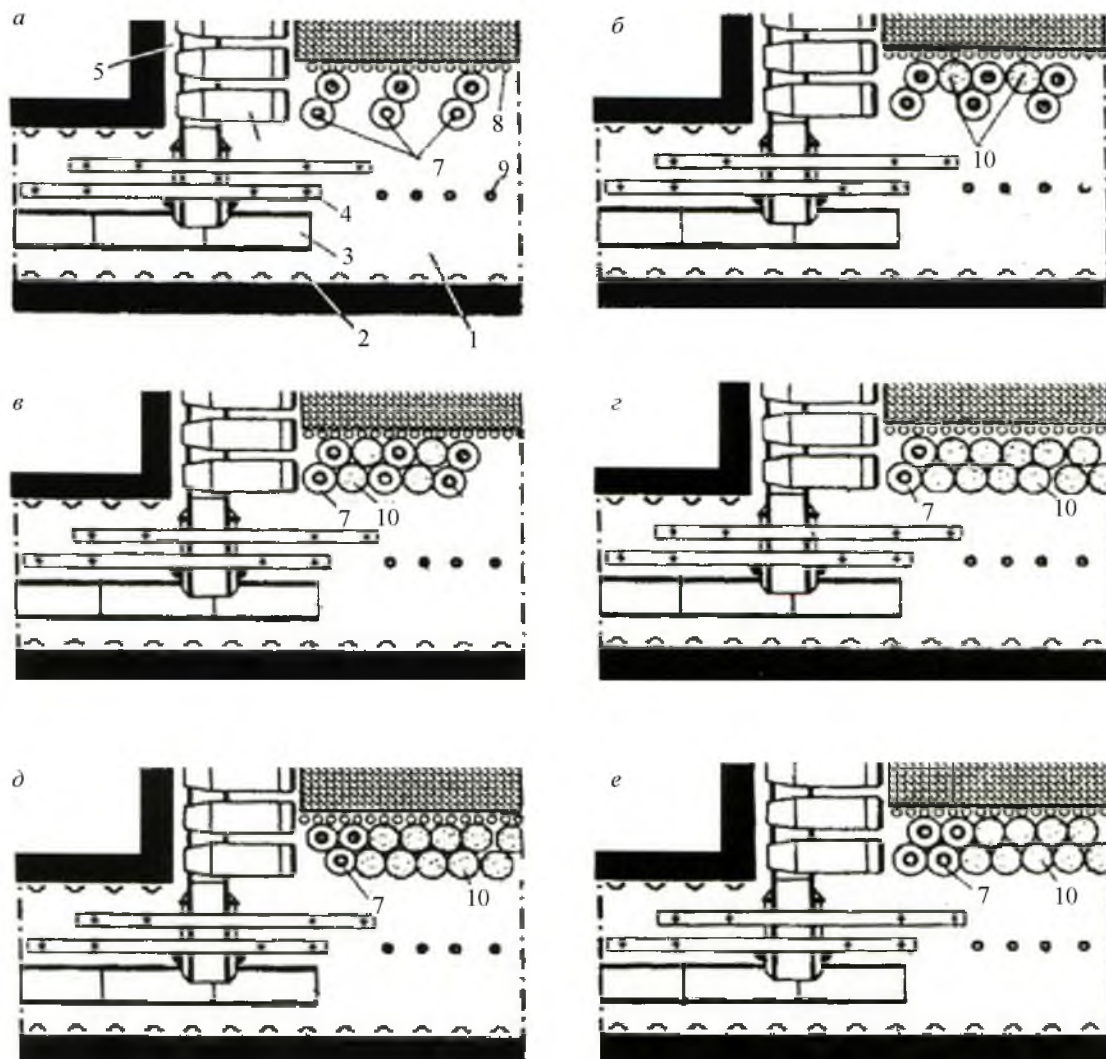


Рис.4. Последовательность установки пневмостоек и тумб Буллфлекс на сопряжении лавы с повторно используемой подготовительной выработкой: *а* – установка пневмостоек (исходное положение); *б* – установка первого и второго рядов тумб Буллфлекс между пневмостойками; *в* и *г* – установка тумб Буллфлекс между пневмостойками и со стороны выработанного пространства вместо извлеченных пневмостоек; *д* – установка пневмостоек между тумбами Буллфлекс и механизированной крепью вслед за подвиганием очистного забоя; *е* – установка пневмостоек между тумбами Буллфлекс и механизированной крепью вслед за подвиганием очистного забоя после выемки очередной заходки

1 – конвейерный штрек; 2 – арочная крепь штрека; 3 – скребковый конвейер; 4 – крепь сопряжения; 5 – лава; 6 – секция механизированной крепи; 7 – пневмостойки; 8 – органная крепь; 9 – крепь усиления; 10 – тумбы Буллфлекс

Пневмостойки устанавливают в два ряда по длине лавы, с расстоянием в ряду, равным диаметру тумб Буллфлекс. Затем в промежутках пневмостоек второго ряда в направлении от подготовительной выработки (конвейерного штрека) устанавливают тумбы Буллфлекс (рис.4, *б*), после чего тумбы Буллфлекс устанавливают между пневмостойками первого ряда, ближнего к оси штрека (рис.4, *в*). После выхода тумб Буллфлекс на рабочее сопротивление пневмостойки, рас-

положенные между тумбами первого и второго рядов, разгружают и извлекают в подготовительную выработку, а на их место устанавливают тумбы Буллфлекс, вначале в дальнем ряду, от подготовительной выработки, а затем в ближнем (рис.4, *г*). После подвигания лавы к пневмостойкам второго, а затем первого ряда устанавливают следующие пневмостойки, подают сжатый воздух и распирают между кровлей и почвой пласта, (рис.4, *д, е*).

После подвигания лавы на шаг заходки пневмостойки, примыкающие к тумбам Буллфлекс, разгружают вначале в первом, а затем во втором рядах и извлекают в подготовительную выработку, а на их место устанавливают тумбы Буллфлекс, вначале во втором (дальнем ряду), а затем в первом (ближнем) к подготовительной выработке. После подвигания лавы повторяют операции по установке пневмостоек вначале во втором ряду, затем в первом ряду, по разгрузке пневмостоек, примыкающих к тумбам Буллфлекс (с заважной стороны) вначале в первом, а затем во втором ряду, по извлечению их в подготовительную выработку и установке на их место тумб Буллфлекс.

При использовании тумб БДБ операции по их возведению можно производить в сочетании с пневмостойками аналогично показанному на рис.4.

Выводы

1. Пневмостойки и пневмокостры удобны в эксплуатации, легко передвигаются и создают предварительный распор в 1,5-2 раза больше, чем тумбы Буллфлекс.

2. Пневмостойки и пневмокостры, имеющие высокую несущую способность, препятствуют расслоению боковых пород и могут успешно использоваться в сочетании с различными искусственными ограждениями для поддержания подготовительных выработок.

3. Дистанционная разгрузка и извлечение пневмостоек и пневмокозлов повышает безопасность труда рабочих, уменьшает трудоемкость по возведению охранной полосы для поддержания подготовительных выработок и их повторного использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бесцеликовая отработка пластов / Ю.Л.Худин, М.И.Устинов, А.В.Брайцев, К.А.Ардасhev, Н.П.Бажин,

Е.Т.Проявкин, П.М.Трухин, М.М.Мукушев, Ю.И.Калимов, В.Н.Левчук, М.И.Середенко. М., 1983. 280 с.

2. *Клинггреф Г.* Устройство околоштрековой охранной полосы с активным усилением начального распора и быстрым нарастанием сопротивления / Г.Клинггреф, К.Конечны // Глюкауф. 1989. № 15/16. С.19-25.

3. *Некрасовский Я.Э.* Применение пневмобаллонных козлов на пологих пластах / Я.Э.Некрасовский, В.С.Рахутин, Г.Г.Козаров, А.М.Кузьменко, Ю.В.Месиков // Технология добычи угля подземным способом. 1976. № 12. С.19-22.

4. *Овчаренко Г.В.* Шахтные испытания технологии выемки тонких крутых пластов с помощью пневмокрепи «Нева» / Г.В.Овчаренко, С.В.Васильев, Э.О.Чолак // Уголь. 1989. № 9. С.31-32.

5. *Овчаренко Г.В.* Новая технология выемки тонких и весьма тонких крутых пластов // Уголь. 1994. № 2. С.18-20.

6. *Рахутин В.С.* Пневматические конструкции в горном деле. Киев-Донецк. 1983. 152 с.

7. *Рутков К.И.* Охрана повторно используемых подготовительных выработок тумбами из деревянно-бетонных блоков / К.И.Рутков, В.В.Беликов, Н.В.Беликова // Уголь. 2000. № 10. С.59-61.

8. *Степанович Г.Я.* Шахтные пневматические крепи. Киев, 1981. 157 с.

REFERENCES

1. Pillar less working out seams. J.L.Hudin, M.I.Ustinov, A.V.Braitsev, K.A.Ardashev, N.P.Bazhin, E.T.Proyavkin, P.M.Trukhin, M.M.Mukushev, Y.I.Kalimov, V.N.Levchuk, M.I.Seredenko // Moscow, Nedra, 1983. 280 p.

2. *Klinggref G.* Drift device security band with amplified the initial thrust and the rapid increase in resistance / G.Klinggref, K.Konecny / Glyukauf. 1989. N 15/16. P.19-25

3. *Nekrasovskij Y.E.* Application pnevmoballonnyh fires on flat beds / Y.E.Nekrasovski, V.S.Rahutin. G.G.Kozar, A.M.Kuzmenko, U.V.Mesilov // Technology of coal mining underground coal. 1976. N 12, P.19-22.

4. *Ovcharenko G.V.* Mine test excavation technology of thin layers with steep pnevmokrepi «Neva» / G.V.Ovcharenko, S.V.Vassiliev, E.O.Colak // Coal. 1989. N 9. P.31-32.

5. *Ovcharenko G.V.* New technology seizure thin and very thin steep seams // Coal. 1994. N 2. P.18-20

6. *Rahutin V.S.* Pneumatic design in mining. Kiev-Donetsk. 1983. 152 p.

7. *Rut'kov K.I.* Protection reusable development workings pedestals of wood and concrete blocks / K.I.Rut'kov, V.V.Belikov, N.V.Belikova / Coal. 2000. N 10. P.59-61.

8. *Stepanovich G.Y.* Shaft Pneumatic lining. Kiev, 1981. 157 p.