

УДК 622.268.13:622.831.2:622.261.2:622.28.042:622.831.31:622.862.3:331.466

С.Г. НЕГРЕЙ (канд. техн. наук, доц.)

Т.А. НЕГРЕЙ (ст. преподаватель)

Д.Н. КУРДЮМОВ (аспирант)

Донецкий национальный технический университет, Донецк

ПОДДЕРЖАНИЕ ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТОК ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО И БЕЗАВАРИЙНОГО СОСТОЯНИЯ

Рассматриваются существующие мероприятия по обеспечению эксплуатационного и безаварийного состояния выемочных выработок. Проанализированы основные тенденции по их усовершенствованию при отработке угольных пластов в сложных горно-геологических условиях.

Ключевые слова: поддержание выемочных выработок, способы охраны, средства охраны, ремонт выработок, обрушение горных пород.

Постановка проблемы. Уголь является главным энергоносителем в Украине, гарантом её экономической и политической независимости, так как от стабильной работы предприятий угольной промышленности во многом зависит работа базовых отраслей экономики [1]. В свою очередь, работа угольных шахт требует интенсификации роста объемов добычи угля из очистных забоев, что сопряжено с необходимостью ведения горных работ на больших глубинах в усложняющихся горно-геологических условиях и бесперебойной работой комплексно-механизированных забоев. В таких условиях устойчивая работа очистных забоев во многом зависит от эксплуатационного и безаварийного состояния выемочных выработок. Поэтому высокие требования (технологические, экономические и трудоохранные) предъявляются к технологиям поддержания выемочных выработок. И, часто, возникает необходимость в разработке новых или усовершенствованию существующих технологий.

Цель статьи. Целью данной статьи является анализ мероприятий по поддержанию выемочных выработок в усложняющихся горно-геологических условиях отработки угольных пластов и определение направления дальнейших исследований по усовершенствованию и разработке эффективных ресурсосберегающих технологий для обеспечения эксплуатационного и безаварийного состояния выработок.

Основная часть. Учитывая тенденцию к увеличению доли систем разработки, предусматривающих поддержание подготовительных выработок позади лав и необходимостью их повторного использования, проблема поддержания таких выработок имеет первостепенное значение. Неудовлетворительное состояние выработок нарушает работу транспорта, затрудняет проветривание выемочного участка, увеличивает вероятность аварий от обрушений на концевых участках лавы и непосредственно в выработках при осуществлении рабочими технологических операций.

Накоплен достаточно большой опыт поддержания выемочных выработок позади очистных забоев в широком спектре горно-геологических и горнотехнических условий.

Поддержание горных выработок – это совокупность способов и средств крепления и охраны для обеспечения устойчивости горных выработок [2]. Поэтому для обеспечения устойчивости выработок большие требования предъявляются к способам и средствам крепления и охраны выемочных выработок, поддерживаемым позади лавы. Причем, учитывая современную концепцию безаварийного и эксплуатационного поддержания выработок [3], применяемые способы и средства

должны обеспечивать как безопасные условия ведения горных работ, так и быть достаточно эффективными, простыми в реализации и малозатратными.

Также известно, что поддержание горных выработок – это совокупность мероприятий по охране, креплению и ремонту выработок для обеспечения эксплуатационного состояния в течение срока службы [4].

Таким образом, к поддержанию подготовительных выработок относятся все мероприятия, которые осуществляются в выработке и её окрестности для обеспечения эксплуатационного состояния в течение всего срока службы. Стоит только добавить, что все эти мероприятия должны быть направлены на обеспечение безаварийного состояния выработок, так как простои очистных забоев и увеличение травматизма вследствие аварий, в том числе, связанных с устойчивостью выработок, существенно ухудшает технико-экономические показатели работы всего предприятия.

Поэтому к мероприятиям по поддержанию выработок относятся: выбор способа охраны выработки, ее формы и способа проведения, средств и способа крепления выработки, средств упрочнения (разупрочнения) вмещающих выработку пород, средств охраны выработки позади лавы и усиление крепи в процессе её эксплуатации, а также мероприятия по ликвидации последствий деформирования контура выработки и т.д.

Крепление – это комплекс работ по возведению горнотехнических конструкций для обеспечения устойчивости горной выработки и управления горным давлением, *способ охраны* – оптимальное по фактору горного давления расположение горных выработок в шахте относительно очистных работ, а, в свою очередь, *средства охраны* – искусственные сооружения со стороны очистных работ для уменьшения смещений пород [2].

Как видим, способы охраны определяют размещение выработок относительно очистного забоя. Наиболее распространенным в условиях высоконагруженных лав является способ с повторным использованием выработок от ранее отработанных очистных забоев при комбинированных системах разработки [5]. Проведение вприсечку к выработанному пространству рекомендуются к применению в сложных горно-геологических условиях, на больших глубинах) [6]. Проведение вслед за лавой на границе с массивом или с опережением очистного забоя, как правило, применяется для транспортных выработок при сплошных системах разработки и комбинированных на основе сплошных [7]. Проведение выработок по пустым породам целесообразно в условиях больших глубин и неустойчивых боковых пород [2].

Исследования по созданию устойчивых форм горных выработок интенсивно проводились в 60-70-е годы прошлого столетия, но до сих пор они не утратили свою актуальность. Так формы поперечного сечения горных выработок, которые относились к устойчивым для конкретных условий, с увеличением глубины ведения горных работ, уменьшением прочности вмещающих пород, степени трещиноватости и нарушенности массива могут быть отнесены к неустойчивым. Из существующих форм наиболее распространенными для подготовительных выработок являются: сводчатая, трапециевидная, прямоугольная и подковообразная. Наиболее устойчивые (кольцевая и эллиптические) не нашли широкого применения при подготовке выемочных участков из-за достаточно большой затратности и относительно малого срока службы подготовительных выработок. Тем не менее, в последнее время предпринимаются попытки по созданию новых устойчивых форм. В частности, стоит отметить ассиметричные формы с криволинейными контурами и расположением сегмента с наименьшим радиусом в направлении максимальных смеще-

ний со стороны вмещающих пород или подковообразные с прямолинейной частью в кровле выработки для исключения нарушения сплошности прочных пород кровли и др.

Для существующих форм выработок разработано большое количество конструкций крепей, но опять-таки, для условий подготовительных выработок, в силу своей дороговизны, не все конструкции целесообразны к применению. К широко применяемым стоит отнести прямоугольные и трапециевидные металлические и деревянные крепи, арочные и подковообразные металлические, а также комбинированные. Они обязательно должны быть податливые вследствие подверженности влиянию очистных работ и могут применяться как самостоятельно, так и совместно с дополнительными усиливающими элементами: крепями усиления, анкерной крепью, набрызгбетоном и др.

Большое внимание в данных конструкциях крепей уделяется типу применяемых профилей, узлов податливости и межрамных ограждений. Так, до недавнего времени, концепцией обеспечения эксплуатационного состояния горных выработок было увеличение несущей способности крепей за счет увеличения ее металлоемкости применением «тяжелых» профилей. Но, как показала практика, эта концепция не увенчалась успехом, так как экономический эффект от данных мероприятий не позволил покрыть затраты на их реализацию, да и сами мероприятия не обеспечили безремонтного состояния выработок. Было доказано, что увеличение несущей способности крепей не может существенно повлиять на геомеханическую ситуацию вокруг выработки и необходимо, при создании ресурсосберегающих технологий крепления, идти по пути максимального вовлечения в работу породного массива [8].

Именно данный подход послужил основой разработки технологий, предусматривающих применение анкерных крепей, способов разгрузки массива и упрочнения пород по контуру выработки, предварительного распора крепи, применения крепей усиления и усиливающих элементов совместно с основной крепью и т.д.

При всех этих способах охраны немаловажным остаётся вопрос правильного выбора средств охраны горных выработок позади лавы, так как от этого напрямую зависит не только устойчивость выработок, а и обеспечение безопасных условий труда рабочих на концевых участках лавы и непосредственно в выработках.

К традиционным средствам охраны относятся угольные целики и искусственные охранные сооружения: бутовые полосы, костры, бутокостры, кусты, литые полосы, тумбы из железобетонных блоков, органые ряды. Все эти сооружения ни один десяток лет применялись в условиях угольных шахт и достаточно хорошо зарекомендовали себя в различных условиях. Но, в силу того, что усложнились горно-геологические условия, ухудшилось финансовое состояние предприятий, изменились их потребности в объемах добычи, традиционные средства охраны в определенных условиях можно признать недостаточно эффективными с точки зрения обеспечения устойчивости выработок, трудоемкости работ или своей дороговизны.

В помощь им или на смену пришли новые средства охраны, которые, опять-таки, были достаточно эффективны, но для конкретных горно-геологических и горнотехнических условий. К таким «нетрадиционным» средствам охраны можно отнести целики треугольной [9] и трапециевидной форм (рис. 1), породные блоки [10], породные стойки [11], бутовые полосы с армирующими элементами [12], деревянные стойки СКУ (рис. 2), ленточные полосы из породноцементных полублоков (рис. 3), тумбы из деревянно-бетонных блоков БДБ [13], газобетонные опоры [3] и многие другие. Причем достаточно большое количество средств охраны основываются на использовании закономерностей формирования грузонесущих

конструкцій в системі «средство охраны - боковые породы» и, как показывает практика, это дает положительные результаты. К таким стоит отнести способ охраны выработки прямоугольными жесткими охранными элементами, располагаемыми перпендикулярно оси выработки, с оставлением между ними компенсационных полостей [14], способ охраны с использованием полос переменной жесткости для создания свода равновесия [15] и др.

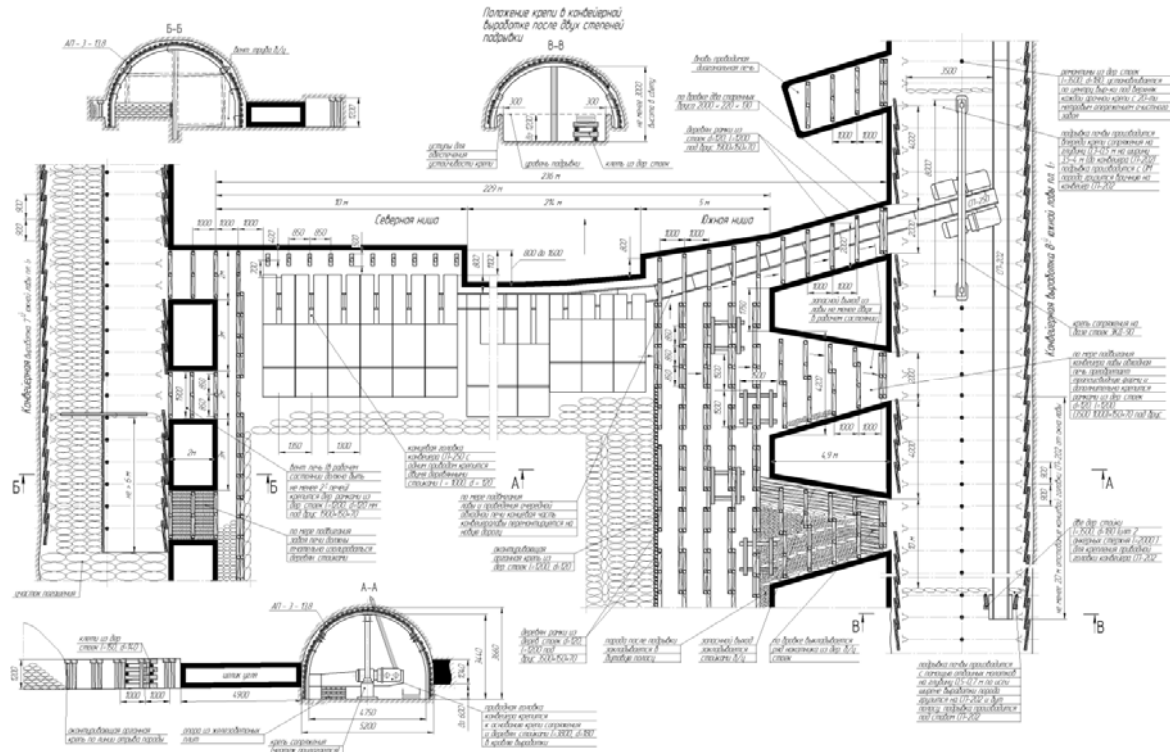


Рис. 1. Паспорт крепления и управления кровлей 8 западной лавы пласта 1₇ шахты «Комсомолец Донбасса» с охраной выемочных выработок прямоугольными и трапециевидными целиками угля

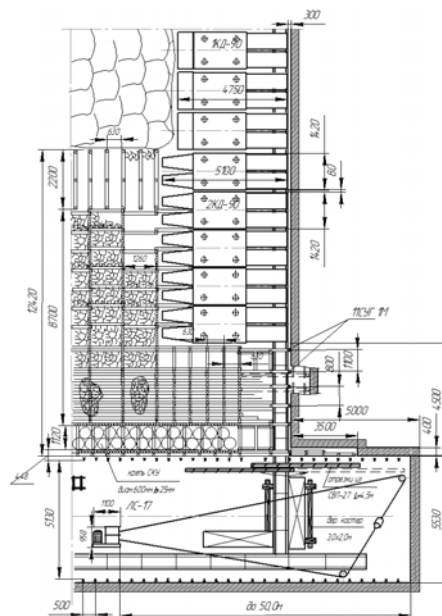


Рис. 2. Паспорт крепления концевой участка 8 западной лавы пласта m₃ шахты им. Е.Т.Абакумова с охраной конвейерного штрека стойками СКУ и бутовой полосой

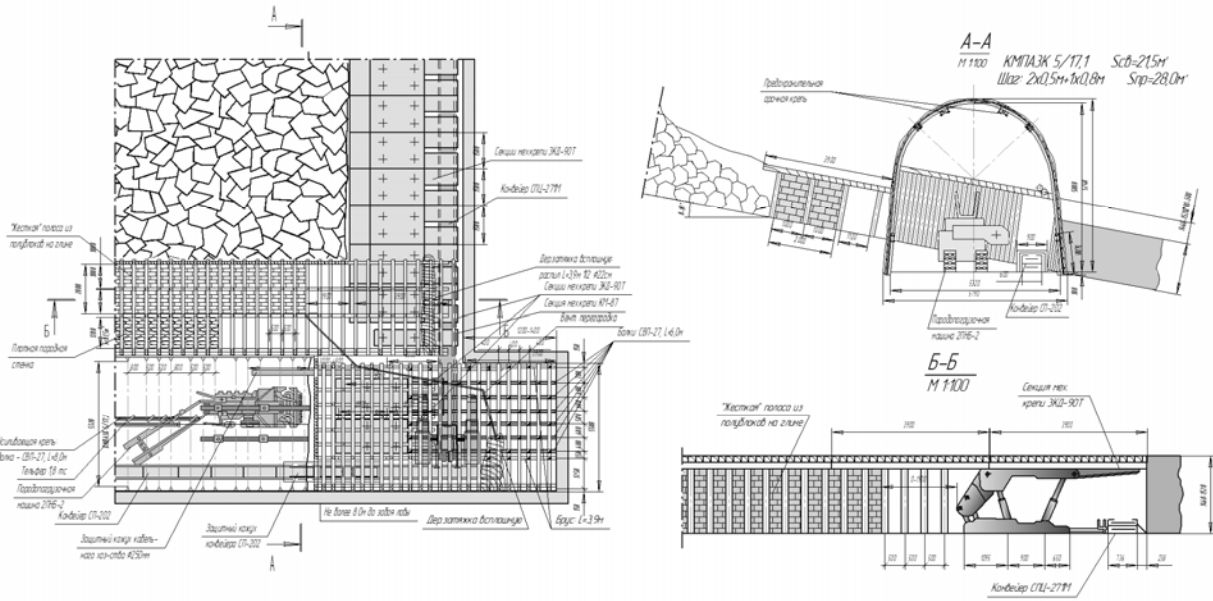


Рис. 3. Паспорт крепления концевой участка 3 западной лавы пласта m_3 шахты «Щегловская-Глубокая» с охраной конвейерного штрека полосой из породноцементных полублоков

При всем многообразии мероприятий по поддержанию подготовительных выработок ни на одном предприятии не обходятся без комплекса мер по ремонту выработок. Практически повсеместно производится перекрепление выработок, подрывки пород почвы для обеспечения их эксплуатационного состояния. Все эти операции нельзя назвать эффективными, так как любое вмешательство в малую геомеханическую систему «крепь - вмещающий массив» обязательно ведет к нарушению установившегося равновесного состояния, интенсификации смещений на контуре выработки и необходимости проведения повторного ремонта. Кроме того, эти операции достаточно трудоемки, так как выполняются преимущественно ручную, места же проведения перекреплений выработок травмоопасны. Поэтому в современных условиях совершенствуются технологии по перекреплению горных выработок, в том числе технологии, основывающиеся на использовании грузонесущей способности вмещающих пород [16].

При проведении и перекреплениях выработок актуальным остается вопрос заполнения закрепного пространства для обеспечения равномерного распределения нагрузки на крепь, исключения динамического воздействия пород на крепь и решения проблем: интенсивного роста зоны разрушения пород, деформаций элементов крепи выработки, обрушения горных пород и предотвращения травматизма в местах вывалов пород (рис. 4). Согласно техническим требованиям, пустоты должны заполняться деревом, кусками породы или специальными смесями (быстротвердеющими пенами, пенобетонами и другими инертными заполнителями), крепь в узлах податливости должна расклиниваться с породным контуром. В большинстве случаев паспорта крепления и перекрепления выработок предусмотрены выкладка в «куполах» деревянных костров и рядовой породы, поэтому не всегда обеспечивается качественная закладка закрепного пространства из-за большой трудоемкости работ по забутовке и необходимости пребывания рабочих в раскрепленной зоне. Поэтому перспективным направлением считается заполнение закрепных пустот с использованием механизированных способов приготовления и транспортировки забутовочного материала к месту закладки [17].



Рис. 4. Общий вид «купола» вывала пород над верхняком крепи конвейерного штрека 8 западной лавы пл. т₃ шахты им. Е.Т. Абакумова

При рассмотрении мероприятий по повышению устойчивости горных выработок, так или иначе, на первом месте при их разработке и внедрении должно быть условие обеспечения безаварийного состояния выработок, потому что, как показывают результаты исследований ряда ученых в области охраны труда, основным травмирующим фактором на протяжении последних лет были и остаются обвалы и обрушения горных пород, травматизм от которых составляет 21 % [18]. Причем удельный вес травматизма от обвалов и обрушений в очистных и подготовительных забоях составляет 79,4%, а 62,3% происходит на их сопряжениях. Хотя и наиболее часто повторяющейся причиной аварий и несчастных случаев от обвалов и обрушений горных пород является нарушение проектов паспортов крепления (около 62%), нельзя не брать во внимание, что 8 % аварий и несчастных случаев являются следствием несоответствия паспортов крепления горно-геологическим условиям (25% из них относятся к крупным авариям с групповыми несчастными случаями) и 23% – отсутствия или неисправности крепи [19].

Основными местами, где зафиксирован наибольший травматизм от обрушений пород и завалов горных выработок явились: сопряжения очистных забоев с подготовительными при передвижке конвейерных станций (головок), выкладке буттовых полос, выемке ниш (62,3%); раскрепленное пространство за комбайном при зачистке его перед задвижкой конвейера (13%); места передвижки вручную специальной крепи (8%); призабойное пространство подготовительных выработок в период уборки породы, оформления и крепления забоя (18%); места перекрепления горных выработок в момент извлечения крепи (6%) [19].

Выводы. В результате анализа мероприятий по поддержанию подготовительных выработок можно сделать вывод о том, что при всем их многообразии горная наука не стоит на месте и предпринимает попытки по созданию новых технологий, причем множество из них основывается на вовлечении в совместную работу породного массива со средствами крепления и охраны горных выработок, создании грузонесущих породных конструкций на контуре выработки при перекрепле-

ниях. Данная тенденция, по нашему мнению, достаточно оправдана в силу того, что результатом этого является разработка и применение эффективных ресурсосберегающих технологий поддержания горных выработок в усложняющихся горно-геологических условиях.

Разрабатываемые технологии должны, в первую очередь, обеспечивать безаварийное состояние выработок, при применении которых вероятность возникновения травматизма и несчастных случаев от обрушений пород и завалов горных выработок будет минимальной.

Список использованной литературы

1. Тулуб С.Б. Состояние и перспективы развития угольной промышленности Украины (Выступление перед слушателями «Школы Министра») / С.Б. Тулуб. – К.: УкрНИИпроект, 2007. – 70 с.
2. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони (СОУ 10.1.00185790.011:2007) / Мінвуглепром України. – К., 2007. – 113 с.
3. Канін В.О. Фізико-технічні основи охорони виймальних виробок в умовах нестійких порід: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.15.02 / В.О. Канін; НАН України, Ін-т геотехн. механіки ім. М.С. Полякова. – Д., 2011. – 34 с.
4. Кошелев К.В. Охрана и ремонт горных выработок / К.В. Кошелев, Ю.А. Петренко, А.О. Новиков. – М.: Недра, 1990. – 218 с.
5. Фомин Е.В. Исследования проявлений горного давления при сохранении выработки для повторного использования / Е.В. Фомин, В.И. Шапошников, Б.В. Цыплаков // Уголь. – №11. – 1993. – С. 19-22.
6. Указания по рациональному расположению, охране поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 222 с.
7. Тупиков Б.Т. Оценка технологии поддержания участковых выработок, проводимых за очистным забоем / Б.Т. Тупиков, В.М. Андриенко // Уголь Украины. – №12. – 1997.
8. Заславский Ю.З. Новые виды крепи горных выработок / Ю.З. Заславский, Е.Б. Дружко – М.: Недра, 1989. – 256 с.
9. Курченко И.П. Надежность работы комплексно-механизированного забоя в сложных горно-геологических условиях / И.П. Курченко // Уголь Украины. – №4. – 1980. – С. 18-19.
10. Лурий В.Г. Новый способ охраны и поддержания выработок при бесцеликовой технологии / В.Г. Лурий, Ю.Г. Романов, К.Д. Лукин // Уголь. – №10. – 1989. – С. 20-21.
11. Касьян М.М. Спосіб охорони підготовчих виробок / М.М. Касьян, Е.П. Фельдман, І.В.Хазіпов, С.Г. Негрій, В.М. Мокрієнко // Пат. № 54012, МПК(2010) E21D 15/00, опубл. 25.10.2010; 25.10.2010, бюл. №20/2010.
12. Негрей С.Г. О возможности увеличения несущей способности бутовых полос / С.Г. Негрей // Вісті Донецького гірничого інституту. – Донецьк, 2011 – №1. – С. 179-184.
13. Беликов В.В. Эффективность охраны выемочных выработок на тонких и средней мощности угольных пластах тумбами из блоков / В.В. Беликов // Уголь. – №3. – 2009. – С. 40-42.
14. Касьян М.М. Спосіб охорони гірничих виробок / М.М. Касьян, С.Г. Негрій, В.М. Мокрієнко, І.В. Хазіпов // Пат. № 94327, МПК(2011.01) E21D 11/00 (2006.01), E21C 41/18 (2006.01), опубл. 26.04.2011; 26.04.2010, бюл. № 8– бс.
15. Медяник В.Ю. Формування склепіння рівноваги над підготовчою виробкою за допомогою смуг змінної жорсткості – як спосіб її охорони і підтримки / В.Ю. Медяник // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки, ім. М.С. Полякова НАН України: VII конференція молодих учених «Геотехнологічні проблеми розробки родовищ, 19.11.2009р.» – Д., 2009. – Вип. 81. – С. 173-183.
16. Касьян М.М. Обґрунтування параметрів нової технології перекріплення виробок за допомогою методу скінчених елементів / М.М. Касьян, М.А. Овчаренко, І.Г. Сахно, Ю.А. Петренко, С.Г. Негрій // Вісті Донецького гірничого інституту. – Донецьк, 2008. – №2. – С. 104-109.
17. Литвинський Г.Г. Сталеve рамне кріплення гірничих виробок / Г.Г. Литвинський, Г.І. Гайко, М.І. Кулдирикаєв. – К.: Техніка, 1999. – 216с.
18. Кашуба О.И. Анализ причин травматизма на шахтах Украины / О.И. Кашуба, Н.Б. Левкин, Е.А. Спиридонов, М.С. Ковчужный // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво», 2008. – № 17.– С. 172-177.

19. Левкин Н.Б. Разработка научно-организационных методов предотвращения аварий и травматизма на основе установления закономерностей их проявления в угольных шахтах Украины: Дисс... докт. техн. наук: 05.26.01 / Н.Б. Левкин; Макеевка: МакНИИ, 2003. – 357 с.

Надійшла до редакції 26.03.2013

С.Г.Негрій, Т.О. Негрій, Д.М. Курдюмов
Донецький національний технічний університет, Донецьк

ПІДТРИМАННЯ ВИЙМКОВИХ ВИРОБОК ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО І БЕЗАВАРІЙНОГО СТАНУ

Розглядаються існуючі заходи щодо забезпечення експлуатаційного та безаварійного стану виймкових виробок. Проаналізовано основні тенденції щодо їх удосконалення при відпрацьовуванні вугільних пластів в складних гірничо-геологічних умовах.

Ключові слова: підтримання виймкових виробок, способи охорони, засоби охорони, ремонт виробок, обрушення гірських порід

Negrey S., Negrey T., Kurdiumow D.
Donetsk National Technical University, Donetsk

MAINTENANCE OF EXTRACTION WORKINGS FOR SUPPLYING OF THEIR OPERATIONAL AND ACCIDENT-FREE CONDITIONS

Existing events on supplying of operational and accident-free conditions of extraction workings are considered. The main tendencies on their improvement are analyzed at optimization of coal layers in difficult mountain geological conditions.

Keywords: maintenance of the extraction workings, the ways of protection, the facilities of protection, repair of workings, caving of rocks.