

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ І
ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ІНСТИТУТ ГІРНИЧОЇ
ГЕОЛОГІЇ, ГЕОМЕХАНІКИ І МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ СПРАВИ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ**

UKRAINIAN STATE RESEARCH AND DESIGN
INSTITUTE OF MINING GEOLOGY, ROCK
MECHANICS AND MINE SURVEYING
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF UKRAINE

НАУКОВІ ПРАЦІ УкрНДМІ НАН УКРАЇНИ

**TRANSACTIONS OF UkrNDMI
NAN UKRAINE**

**Збірник
наукових
праць №10**

**Transactions
Vol. 10**

ISSN 1996-885X

**Донецьк
2012**

УДК 622.83

НАУКОВІ ПРАЦІ УКРНДМІ НАН УКРАЇНИ. Випуск 10 / Під заг. ред.
А. В. Анциферова. – Донецьк, УкрНДМІ НАН України, 2012. – 437 с.

ISSN 1996-885X

Редакційна колегія:

<i>д.т.н., проф.</i>	<i>А. В. Анциферов – головний редактор, УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк</i>
<i>д.т.н.</i>	<i>В. О. Дрибан – заст. гол. редактора, УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк</i>
<i>д.т.н., проф.</i>	<i>В. В. Назимко – заст. гол. редактора, УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк</i>
<i>д.г.-м.н., чл.-кор. НАНУ</i>	<i>М. Я. Азаров, УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк</i>
<i>д.т.н., чл.-кор. НАНУ</i>	<i>А. Д. Алексєєв, ІФГП НАНУ, м. Донецьк</i>
<i>д.т.н.</i>	<i>О. М. Балабишко, ІГС ім. О.О. Скочинського, м. Москва</i>
<i>д.т.н., акад. НАНУ</i>	<i>А. Ф. Булат, ІГТМ НАНУ, м. Дніпропетровськ</i>
<i>д.г.н., проф.</i>	<i>Т. П. Волкова, ДонНТУ, м. Донецьк</i>
<i>д.т.н., проф.</i>	<i>Ю. М. Гавриленко, УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк</i>
<i>д.т.н., проф.</i>	<i>Ю. Ф. Креніда, ДонНТУ, м. Донецьк</i>
<i>д.т.н., проф.</i>	<i>С. Б. Кулібаба, УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк</i>
<i>д.т.н., проф.</i>	<i>Г. Г. Литвинський, Донбаський ДТУ, м. Алчевськ</i>
<i>д.т.н., чл.-кор. РАН</i>	<i>В. М. Опарін, ІГС Сибірського відділення РАН, м. Новосибірськ</i>
<i>д.т.н.</i>	<i>Є. І. Піталенко, УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк</i>
<i>д.г.н., проф.</i>	<i>В. О. Привалов, УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк</i>
<i>д.т.н., чл.-кор. РАН</i>	<i>А. Д. Рубан, ІПКОН РАН, м. Москва</i>
<i>д.т.н., проф.</i>	<i>І. О. Садовенко, НГУ, м. Дніпропетровськ</i>
<i>д.т.н., чл.-кор. НАНУ</i>	<i>А. Г. Шапар, ІППЕ НАНУ, м. Дніпропетровськ</i>
<i>д.г.-м.н., проф.</i>	<i>Є. М. Шеремет, УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк</i>
<i>д.г.-м.н., акад. НАНУ</i>	<i>В. М. Шестопалов, НАНУ, м. Київ</i>
<i>д.т.н., проф.</i>	<i>В. Л. Шкуратник, МГГУ, м. Москва</i>
<i>проф.</i>	<i>Reinhard F. Sachsenhofer – Montanuniversitat, Австрія</i>

Технічна група:

<i>к.т.н.</i>	<i>А. М. Феофанов, УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк</i>
	<i>В. В. Трофимов, УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк</i>
	<i>О. Г. Ящєренко, УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк</i>

В збірнику представлені статті, що стосуються питань геомеханіки, підземної геофізики і екології промислових територій.

Друкується згідно з рішенням вченої ради УкрНДМІ, протокол № 5 від 27 березня 2012 року.

Всі надруковані в цьому збірнику статті прорецензовані і рекомендовані до публікації спеціалістами високого рівня

(All Papers Published in this Journal are Peer-Reviewed)

ISSN 1996-885X

Адреса редакційної колегії: 83004, Україна, м. Донецьк, вул. Челюскінців, 291, к. 301, т. (062) 348-16-74, ukrnimi@ukrnimi.donetsk.ua

©2012 УкрНДМІ

СОДЕРЖАНИЕ

Борисенко Д. И., Балабышко А. М. Перспективы внедрения акустического способа диагностики очагов пожаров в угольных пластах	8
Борисенко Д. И. Моделирование распространения акустических волн применительно к пеленгации очагов пожаров в угольных пластах в лабораторных условиях	16
Майборода А. А., Анциферов В. А., Иванов Л. А., Савченко А. В., Шпак В. Ю. Опыт количественной оценки газоносности угленосных толщ на базе формационного анализа.....	22
Антипов И. В., Савенко А. В., Нагорная Е. Д., Данча В. А., Пугач С. С., Жуковцов И. В., Бараненко И. А. Исследования ускорения конвергенции вмещающих пород в очистном забое шахты им. Челюскинцев	35
Исаев В. А., Власов П. А., Галемский П. В., Пащенко А. А. Структурно-тектонический и стратиграфический контроль изотопного состава углерода и кислорода в гидротермальных карбонатах Донбасса	46
Хохлов Б. В. Геомеханическая схема сдвижения горных пород над очистной выработкой, применительно к охране технических скважин	61

Киселев Н. Н., Коптиков В. П., Радченко А. Г., Радченко А. А. Роль надмолекулярной структуры углей в формировании выбросоопасности угольных пластов Донбасса	76
Войтюк Ю. Ю., Кураєва І. В., Філатов В. Ф., Кармазиненко С. П. Геоєкологічні дослідження територій зон впливу підприємств чорної металургії.....	83
Яковенко О. В., Кураєва І. В., Д'яченко Н. О. Геохімія кадмію у зоні педогенезу, що забруднена підприємствами кольорової металургії.....	96
Майборода А. А. Сейсмогеологическое моделирование нарушений угольных пластов верхнепалеозойских бассейнов стран СНГ	105
Трифонов А. С., Туманов В. В., Архипенко А. И., Ялпуга Е. А. Сейсмическая диагностика оползнеопасного массива.....	149
Трифонов А. С., Туманов В. В., Архипенко А. И., Киселев Н. Н., Шалованов О. Л. Диагностическая информативность спектров акустических сигналов в бетонных сваях	156
Дрибан В. А., Южанин И. А., Феофанов А. Н., Тодоров В. А. Опыт отработки барьерного целика под разведочную скважину в условиях ГП «Макеевуголь».....	162
Калашник А. А., Кузьмин А. В. Геолого-структурные особенности Дибровского TR-U-Th рудопроявления украинского щита	173

Артеменко П. Г., Педченко С. В., Шиптенко А. В., Дроздова Н. А. Особенности прогнозирования гидрогеологической безопасности ведения горных работ на глубоких горизонтах при затоплении выше расположенных горных выработок	186
Дьяченко Н. А., Шевченко Е. Н., Кучук В. Ф. Гидродинамика затопления угольных шахт в условиях деформационного режима сдвиговой зоны	192
Васютина В. В. Геомеханический анализ состояния горного массива в окрестности угольных целиков при затоплении выработанного пространства	219
Анциферов А. В., Киселев Н. Н., Коптиков В. П., Радченко А. Г., Радченко А. А. Анализ рабочих гипотез формирования и проявления выбросоопасности углей на глубинах 800 – 1600 м	236
Новиков А. О., Шестопапов И. Н. Проверка рекомендаций по расчету параметров комбинированной крепи	250
Стариков Г. П., Мамлеев Ш. В. Кинетика массопереноса метана при очистной выемке угольных пластов.....	271
Ходырев Е. Д. Меры борьбы с ГДЯ при бурошнековой частичной отработке угольных целиков.....	279
Ходырев Е. Д., Дрибан В. А., Анциферов А. В. Частичная отработка охранных угольных целиков с помощью бурошнековой установки	288

Касьян Н. Н., Сахно И. Г.

Особенности сдвижений породного массива в зоне ведения ремонта горных выработок296

Анциферов А. В., Глухов А. А., Трофимов В. В., Педченко М. А.

Оценка возможности описания тектонических нарушений угольных пластов сейсмическим методом309

Колдунов И. А.

Анализ развития способов охраны и поддержания шахтных стволов и их сопряжений327

Довбніч М. М., Стівас Г. М. Канін В. О.

Спостереження ПЕМПЗ і вертикального градієнту магнітного поля Землі на полі шахти ім. О. Ф. Засядька342

Стівас Г. М., Канін В. О.

Структурно-тектонічні особливості Донецько-Макіївського району Донбасу348

Мокриенко В. Н., Касьяненко А. Л.

Новый подход к методике выбора способов охраны выработок глубоких шахт362

Галемский П. В.

Контроль эффективности защитного действия опережающей отработки пластов десорбметрическим методом387

Алексеев А. Д., Василенко Т. А., Кириллов А. К.,

Молчанов А. Н., Троицкий Г. А., Пичка Т. В.

Распределение метана по фазовым состояниям в угле в зависимости от давления401

**Туманов В. В., Савченко А. В., Богак М. Ю.,
Юфа Я. М., Костюченко О. Л., Федін М. М.**
Комплексні геофізичні дослідження зсувонебезпечної
ділянки на території МДЦ "Артек" (АР Крим)413

УДК 622.272

НОВЫЙ ПОДХОД К МЕТОДИКЕ ВЫБОРА СПОСОБОВ ОХРАНЫ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

Мокриенко В. Н., Касьяненко А. Л.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

У даній роботі розроблений загальний підхід до методики вибору, удосконалення існуючих або розробці нових способів і засобів охорони гірничих виробок. Запропоновано блок-схему алгоритму дій спрямованих на досягнення конкретної мети.

The paper describes a general approach to a choice method, improvement of existing or developing of the new protection methods and means of mine workings. A block diagram of algorithm of actions directed on specific aim achievements is proposed.

Актуальность. В любом направлении науки, в том числе и в горном деле, основой понимания специалистов является единство терминологии. Терминология – одна из главных составляющих научной речи, воплощающая такое качество научного стиля, как точность. За последние 20 лет в горном деле, в том числе в вопросах охраны выработки, сделано большое количество исследований, направленных на усовершенствование существующих и разработку новых технических решений, однако оставлен без внимания вопрос развития и обобщения терминов. Поэтому **первой целью** данной работы является анализ и обобщение трактовки терминологических понятий связанных с охраной выработки.

Второй проблемой, возникшей в связи с большим количеством исследований, является сложность выбора необходимых технических решений по обеспечению устойчивости выработки.

Поэтому **второй целью** данной работы является разработка обобщенного алгоритма выбора способов охраны и средств их реализации с учетом уточненной терминологии.

Основная часть. В 1972 году в «Указания по терминологии горного давления» ВНИМИ [1] было указано следующее определение: охрана выработки – «совокупность технических мероприятий, направленных на повышение устойчивости выработки».

В том же 1972 году в ИГД им. А.А. Скочинского была разработана «Методика выбора способов охраны...» [2], где в качестве основного понятия использовалось «безремонтное содержание выработки», а мероприятия, обеспечивающие это содержание, являлись определением термина «охрана выработки».

В монографии под редакцией проф. А.А. Борисова [3], изданной также в 1972 году, поддержание горных выработок рассматривалось, как «сохранение размеров их поперечного сечения и целостности крепи», а способы охраны – как меры для уменьшения вредного влияния очистных работ при поддержании выработок в зоне опорного давления.

Аналогичная трактовка охраны горных выработок, как комплекса мероприятий для защиты выработок от вредного влияния очистных работ, встречается во многих монографиях и нормативных документах, изданных в разное время.

Проф. К.В. Кошелев [4] под термином «охрана горной выработки» понимает «дополнительные мероприятия, направленные на улучшение геомеханического состояния породного массива, вмещающего выработку или их систему». Эти мероприятия могут выполняться до, в процессе или после проведения горной выработки.

В «Инструкции...» [5] для крутых пластов охрана и поддержание выемочных выработок рассматриваются совместно как «комплекс горнотехнических и технологических мероприятий, обеспечивающих сохранность выработок в соответствии с требованиями Правил безопасности, и выполняемых на различных этапах развития горных работ».

По мнению В.А. Канина [6], охрана горной выработки – система технических мероприятий для поддержания выработки в зоне влияния очистных работ.

Согласно терминологии горной энциклопедии [7], охрана горных выработок – комплекс технических мероприятий, направленный на сохранность выработок в эксплуатационном состоянии.

Эксплуатационное состояние выработки, согласно трактовке проф. К.В. Кошелева [4], это рабочее состояние, обеспечивающее выполнение выработкой своих функций (назначения) при соблюдении «Правил безопасности...» [8] в течение срока службы.

В соответствии с терминологией, принятой в Горном Законе Украины [9], охрана горных выработок – мероприятия, которые применяются для предотвращения деформаций горных выработок.

В нормативном документе [10], даны следующие определения:

Охрана выработок – технология проведения и мероприятия по обеспечению устойчивости горных выработок.

Способ охраны – оптимальное расположение горных выработок по фактору горного давления и относительно очистных работ.

Средство охраны – искусственное сооружение со стороны очистных работ для снижения смещений пород.

Однако во всех вышеперечисленных источниках [1-9], а также в следующих источниках [11-19] не уточнено значение термина «Способ охраны выработки». Терминологические понятия, приведенные в источнике [13], по нашему мнению, содержат не достаточно точные определения.

Согласно толковому словарю [20], способ – это действие или система действий, применяемые при исполнении какой-нибудь работы, при осуществлении чего-нибудь. А средство – орудие (предмет, совокупность приспособлений) для осуществления какой-нибудь деятельности.

Таким образом, под *способом охраны выработки* следует понимать систему дополнительных действий, которые применяются для предотвращения деформаций горных выработок.

А под *средством охраны* – совокупность приспособлений или предметов (таких как БЖБТ, литые полосы анкера и т.д.) ко-

торые используются для осуществления способа охраны горной выработки.

Уточненная терминология позволяет перейти к реализации второй цели поставленной в данной работе.

В настоящее время в Украине действуют нормативные документы [9-14], согласно которым выбираются способы и средства охраны, однако не существуют общего алгоритма выбора способа и средств охраны горных выработок. В связи этим авторами предлагается обобщить существующие методики выбора способов охраны выработок и средств их реализации в виде алгоритма, графическое изображение которого представлено на рис. 1.

Описание предлагаемой методики. По нашему мнению, выбор способов и средств охраны нужно производить по конкретным горнотехническим и горно-геологическим условиям с целью выбора наиболее рационального способа. В начале в блоке «Анализ ГТУ» производится сбор этих данных, а также горно-статистический анализ, в том числе опыт охраны подобных выработок на предприятии или в отрасли. После того, как были собраны необходимые данные, производится выбор способа охраны. Методика алгоритма выбора способов охраны производится в три этапа: на первом этапе – выбор места расположения выработки; на втором этапе – выбор/разработка способов охраны; третий этап - выбор/разработка средства осуществления способа.

Этап 1. На первом этапе выбирается место расположения относительно пласта и границ выработанного пространства. В общем случае могут встретиться три варианта.

Вариант I. Способы охраны выработки полевым расположением – это такие способы охраны, при которых выработки пройдены по пустым породам.

Область применения способов охраны выработки полевым расположением описана в источнике [21].

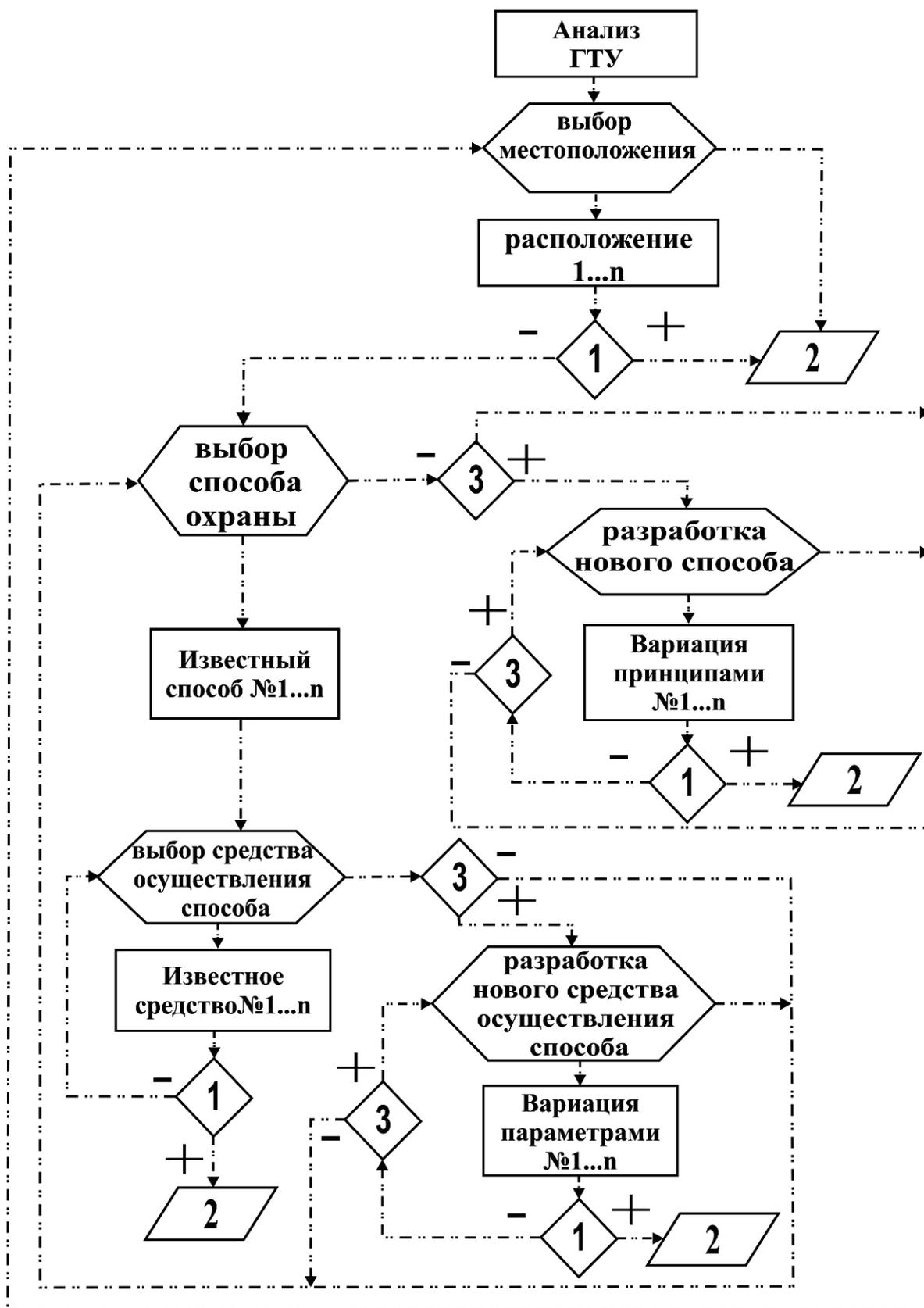


Рис. 1. Блок-схема к выбору способа охраны выработки

Применяются полевые выработки в основном в условиях, когда пластовое расположение выработок невозможно, из-за потери эксплуатационного сечения задолго до окончания срока службы выработки. Ограничивается область применения полевых выработок в основном экономическими и технологическими факторами. И потому полевое расположение нашло более широкое распространение при охране подготавливаемых выработок по сравнению с подготовительными.

Достоинствами способов охраны полевым расположением выработок является его технологическая простота, обеспечение требуемого срока службы при минимальном количестве ремонтов.

Основным недостатком способа охраны полевым расположением выработок является большая потеря угля в охранных целиках при реализации этого способа охраны и более высокая стоимость проведения по сравнению с пластовым расположением, при прочих равных условиях. Поэтому он не может считаться перспективным, особенно в связи с переходом работ на глубокие горизонты.

Вариант II. Способ охраны выработок проведением их в зонах пониженных напряжений – это такой способ охраны, который предусматривает проведение выработок в заранее разгруженном от напряжений массиве.

Область применения способа охраны выработок проведением их в зонах пониженных напряжений ограничивается технологическими факторами в конкретных горно-геологических условиях.

Это способ делат в зависимости от проведения выработок: по обрушенным и уплотненным породам кровли, вприсечку к выработанному пространству, в подработанной или надработанной толще.

Достоинством способов охраны выработок проведением их в зонах пониженных напряжений является использование природных закономерностей позволяющих увеличить срок безремонтной эксплуатации выработки, без значительных материальных затрат.

Основным недостатком способов охраны выработок проведением их в зонах пониженных напряжений является ограниченная факторами технологии ведения работ область применения таких способов охраны.

Вариант III. Способ охраны выработок проведением по пласту угля – это такой способ охраны, который предусматривает охрану выработок оставлением целиков.

Область применения способа охраны выработок по пласту угля ограничивается небольшой глубиной разработки (до 600 м).

Достоинством способов охраны выработок проведением по пласту угля является простота реализации способа, отсутствие каких-либо дополнительных мероприятий.

Основным недостатком способов охраны выработок проведением по пласту угля является потеря угля в целиках, а также малая эффективность с возрастанием глубины.

Эти варианты способов охраны (I-III) следует расположить в порядке снижения экономической эффективности, от более дешевого до более дорогого в данных ГТУ. При этом стоит вести расчет на весь срок службы выработки, согласно существующим методикам оценки технико-экономической целесообразности.

После выбора наиболее дешевого варианта расположения выработки, в блоке «1» (см. рис. 1) производится контроль эксплуатационного состояния выработки. В качестве видов контроля, рассматриваются две группы:

- теоретический контроль (к которому относится экономическое, численное, математическое, лабораторное моделирование и т.д.);
- натурный контроль (т.е. проверка способа в шахтных условиях).

На наш взгляд, необходимо применять для контроля, как первую, так и вторую группы.

Если данные о контроле говорят, что эксплуатационное состояние обеспечивается, то переходим к блоку «2» - способ охраны выбран верно - конец алгоритма.

Этап 2. Если же одного расположения выработки недостаточно, то переходим к циклу «выбор способов охраны», которые можно разделить по принципу воздействия на массив вмещаю-

щих пород. Как и в предыдущем случае, необходимо выполнить технико-экономическое сравнение известных способов № 1...n, т.е. расположить согласно зависимости:

$$\mathcal{E}_1 < \mathcal{E}_2 \dots < \mathcal{E}_n,$$

где: \mathcal{E} – экономические затраты способа, грн.

n – известные технические решения на данном этапе развития науки и техники;

После чего выбирается наиболее дешевый вариант. Способы охраны приведены на рисунке 2.

Этап 3. Далее переходим к циклу «выбор средства осуществления способа», так как каждому способу могут соответствовать несколько средств. Средства выбираются по аналогии со способами. После чего осуществляется контроль в блоке «1», если получен положительный ответ то переходим к блоку «2» - способ охраны выбран верно - конец алгоритма. Если отрицательный, то цикл повторяется до тех пор, пока не будут перебраны все известные до настоящего времени средства. В случае завершения цикла с отрицательным результатом осуществляется выход к блоку «3». Блок «3» это блок проверка возможности разработки нового или усовершенствования существующего средства на данном этапе развития горной науки, и технико-экономическая целесообразность таких действий.

Если же получен положительный ответ, то переходим к циклу «разработка нового средства осуществления способа». Как правило, каждому средству присуще несколько недостатков. Общими из которых является ограниченная область применения, несоответствия определенного параметра средства горнотехническим условиям его применения и др. В этом цикле решается задача нахождения параметров средства, при которых обеспечится необходимый технический результат. После каждой вариации производится проверка в блоке «1» если ответ положительный, то задача считается решенной и происходит выход из алгоритма.



Рис. 2. Блок-схема деления способов охраны, различного действия на массив

Если же ответ отрицательный, то переходим к блоку «3». Здесь происходит проверка возможности последующей вариации параметром средства, и технико-экономическая целесообразность таких действий. В случае положительного ответа цикл повторяется, в случае отрицательного возвращаемся к циклу «выбор способа охраны» и выбираем следующий способ охраны. Так может происходить до тех пор, пока все существующие до этого момента способы будут перебраны. После чего, в случае отрицательного ответа в блоке «1», осуществляется выход из блока вправо к блоку «3». Здесь производится проверка возможности разработки нового или усовершенствования существующего способа охраны выработки на данном этапе развития горной науки, и технико-экономическая целесообразность таких действий. В случае положительного ответа переходим к циклу «разработка нового способа охраны».

В этом цикле решается задача нахождения принципов воздействия на массив, при которых обеспечится необходимый технический результат. Задача решается путем комбинаторики известных способов, разработки нового вида воздействия на массив и т.д.

После каждой вариации производится проверка в блоке «1» если ответ положительный, то задача считается решенной и происходит выход из алгоритма. Если же ответ отрицательный, то переходим к блоку «3». Здесь происходит проверка возможности последующей вариации принципом способа охраны, и технико-экономическая целесообразность таких действий. В случае положительного ответа цикл повторяется, в случае отрицательного возвращаемся к циклу «выбор месторасположения» и принимаем следующий вариант расположения выработки. После чего действия повторяются по тому же алгоритму.

Таким образом, разработанный алгоритм выбора способов охраны выработки и средств их реализации, в виде блок-схемы, позволяет выбрать способ охраны выработки на любом этапе ее существования: проектирования – при этом начинается работа с цикла «выбор местоположения», проведения – тогда начинается работа с блок-схемой с цикла «выбор способа охраны» и на этапе

експлуатации – тогда начинается работа с блок-схемой с цикла «выбор средства охраны».

Данная блок-схема позволяет определить последовательность поиска новых технических решений.

Так, например, на этапе эксплуатации выработки в случае, когда ее рабочее состояние не обеспечено, решение проблемы начинается с цикла «разработка средства охраны» в котором изменяются параметры (вид анкера был стальной, с клиновой фиксацией на дне шпура, заменили на винтовой, с фиксацией по всей длине шпура и т.д.). По нашему мнению, подобные действия относятся к первому уровню сложности.

Если же данные мероприятия не обеспечивают необходимого технического результата, то дальше осуществляется переход к циклу «разработка способа охраны» в котором изменяются принципы воздействия на массив (воздействие на массив было сшивкой, применили схему анкерования, при которой порода и анкера образовали армопородную конструкцию и т.д.).

По нашему мнению, подобные действия относятся ко второму уровню сложности.

Если же и подобные действия не дали результата, то необходимо менять местоположение выработки относительно пласта и границ выработанного пространства.

По нашему мнению, подобные действия относятся к третьему уровню сложности.

При этом перед каждым последующим действием происходит проверка в блоке «З», которая позволяет пропустить некоторые уровни, в зависимости от условий решаемой задачи.

Пример. Проверка методики выбора способов и средств охраны выработки, согласно разработанному алгоритму, осуществлялась при обосновании рационального технического решения обеспечения устойчивости штреков шахты «Щегловская–Глубокая» проводимых вслед за лавой по пласту m_3 .

В блоке «Анализ ГТУ» были собраны следующие данные: мощность пласта в пределах участка изменялась от 1,46 до 1,56 м, угол падения колебался от 8 до 17°, прочность угля на одноосное сжатие составляла 15 МПа, объёмный вес - 1,32 т/м³. Над пластом располагалась ложная кровля, представленная глини-

стым сланцем с нарушенной текстурой или переслоенным прожилками угля, мощностью от 0,1 до 0,5 м.

Непосредственная кровля была представлена глинистым сланцем мощностью от 3,5 до 4,0 м. По устойчивости породы относятся к категории Б₃, в зонах опорного давления – Б₂.

Основная кровля была представлена верхней частью слоя глинистого сланца, песчаным сланцем и песчаником общей мощностью от 26,0 м до 42,0 м. Глинистый сланец с прочностью на одноосное сжатие 40 МПа в верхней части слоя переходил в мелкозернистый песчаник мощностью 3,7 м с прочностью на одноосное сжатие от 75 до 95 МПа. Породы основной кровли по обрушаемости относятся к категории А₂.

Непосредственная почва была представлена песчаным сланцем мощностью 0,80 м, с прочностью на одноосное сжатие от 20 до 30 МПа. Основная почва – песчаный сланец, с прочностью на одноосное сжатие от 61 до 75 МПа.

Почва относится к категории П₂-П₃. Выработки проводились в режиме сотрясательного взрывания с подрывкой прод почвы и кровли, вслед за лавой, крепились металлоарочной крепью АП-5/15,5 из СВП-33 с $L_{п.} = 1,4$ м, $S_{св.} = 20,9$ м² $S_{пр.} = 28,6$ м². Затяжка кровли - железобетонная, боков - металлическая сетка. Плотность крепи - 3 рамы на 1 п.м.

Далее проанализируем действия инженерно-технических работников шахты. Из условий технологических ограничений и финансовых возможностей шахты выработки проводились по пласту, однако одного расположения выработки было недостаточно для сохранения ее эксплуатационного состояния. Инженерно-техническими работниками шахты, на первом этапе существования подобных выработок, принимается решение возводить бутовую полосу для их охраны. Что соответствует циклу «Выбор способа охраны» и циклу «выбор средства охраны». После чего происходила оценка эффективности путем натурных наблюдений, которая показала, что способ охраны выработки бутовой полосой не обеспечивает эксплуатационного состояния выработки.

Следующее решение заключалось в разработке нового средства, которое обладало бы меньшей податливостью, за счет чего планировалось снизить смещения кровли.

Следуя блок-схеме, они вышли из цикла «выбор средства осуществления способа», но ими была не выполнена оценка целесообразности разработки нового средства в блоке «3», из-за этого ими было принято решение разрабатывать «средство» а не «способ». С увеличением глубины разработки на данной шахте устойчивость боковых пород снижается, и по нашему мнению, необходимо было перейти сразу к разработке способа, который бы изменил воздействие на массив.

Средство представляло собой полублоки из рядовой породы. При этом ширина полосы из полублоков устанавливалась экспериментально в шахтных условиях. И охрана выработок на протяжении нескольких лет осуществлялась «жесткой» полосой из полублоков.

После начала сотрудничества шахты и ДонНТУ по вопросу повышения устойчивости выработки была проведена серия шахтных исследований [22, 23], по результатам которых стало ясно, что эксплуатационное состояние выработки не обеспечивается. Что соответствует блоку «1» в цикле «разработка нового средства».

Затем осуществляем переход к циклу «разработка способа охраны выработки», где было установлено, что жесткие охранные сооружения играют роль «штампа» при традиционной схеме расположения, выдавливая подстилающие их породы в полость выработки. При этом механизм, наиболее точно объясняющий это явление, изложен в трудах Лыткина В.А [24], который был принят в качестве рабочей гипотезы и положен в основу ряда исследований процессов происходящих в почве горной выработки [25], а так же непосредственно под охранным сооружением [26, 27]. В результате исследований были получены закономерности, которые позволили разработать новый способ охраны выработки [28]. Основная идея, которого, состоит в использовании уплотненного ядра, которое формируется под охранным сооружением в процессе его внедрения в почву, как средства управления вытеснением пород в нужном направлении.

После чего были проведены приемочные испытания способа, что соответствует блоку «1» в цикле «разработка нового способа охраны».

Приемочные испытания способа охраны выработки жесткими сооружениями с компенсационными полостями проводились при охране 5 западного конвейерного штрека (рис. 3) пласта m_3 шахты «Щегловская-Глубокая», условия проведения эксперимента аналогичны условиям, изложенным выше.

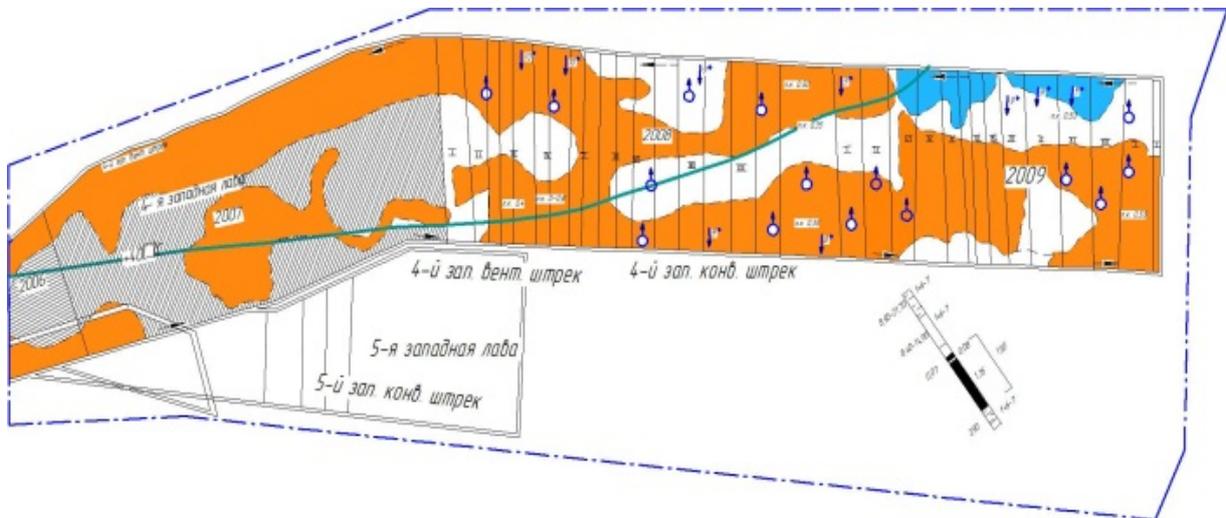


Рис. 3. Выкопировка из плана горных выработок пласта m_3 шахты «Щегловская-Глубокая»

Охрана выработки при шахтной технологии осуществлялась жесткой сплошной полосой из полублоков. Паспорт сопряжения приведен на рисунке 4.

На экспериментальном участке технология отличалась только схемой расположения полублоков (рис. 5) При этом их количество осталось неизменным для охраны одного погонного метра выработки. Верхняя часть полосы шириной 0,5 м выкладывалась сплошную по всей длине, а нижняя часть выкладывалась шириной 1,0 м с оставлением полостей, т.е. по длине 1,5 м – пустота, следующие 1,5 м – выкладывается полоса на глине. Паспорт крепления сопряжений был разработан на основе исследований [25-27, 22-23]. Замеры производились по способу [29], методика реализации которого изложена [30] на контрольном (рис. 6а) и экспериментальным (рис. 6б) участках, с периодичностью 1 раз в два дня, что соответствует методическим указаниям по исследованию проявления горного давления в угольных и сланцевых шахтах [31].

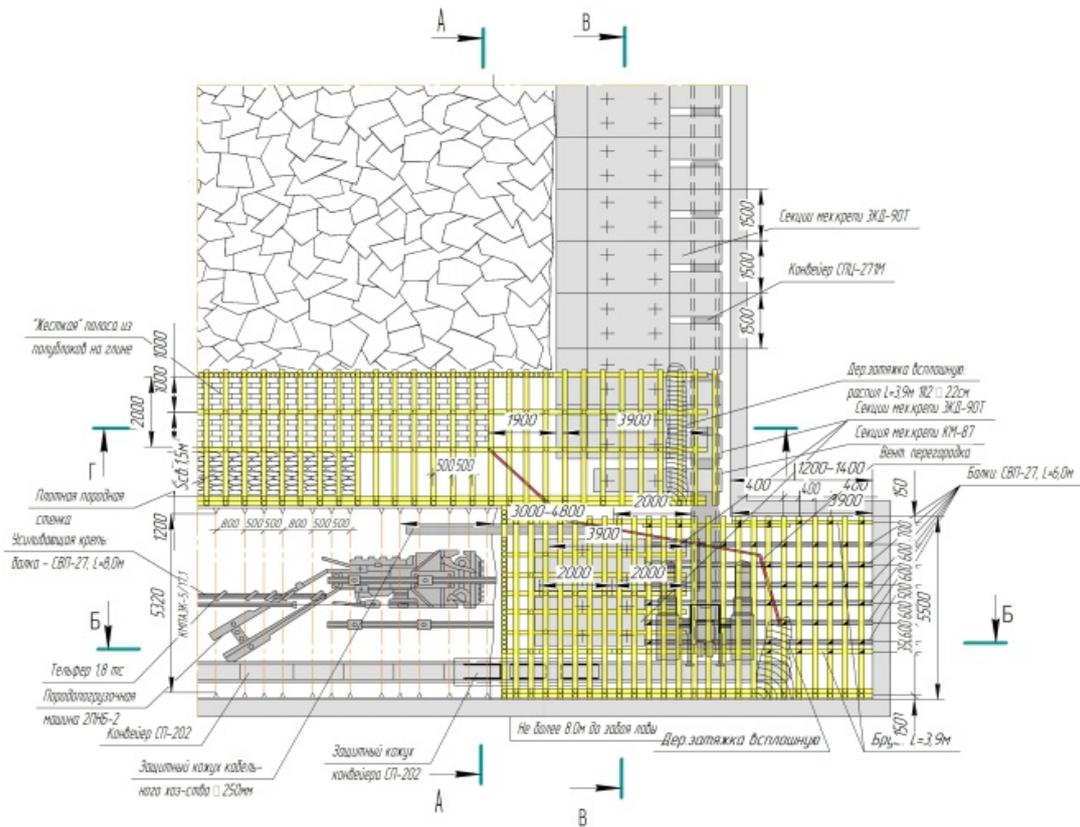


Рис. 4. Технология охраны конвейерного штрэка на контрольном участке (общий вид)

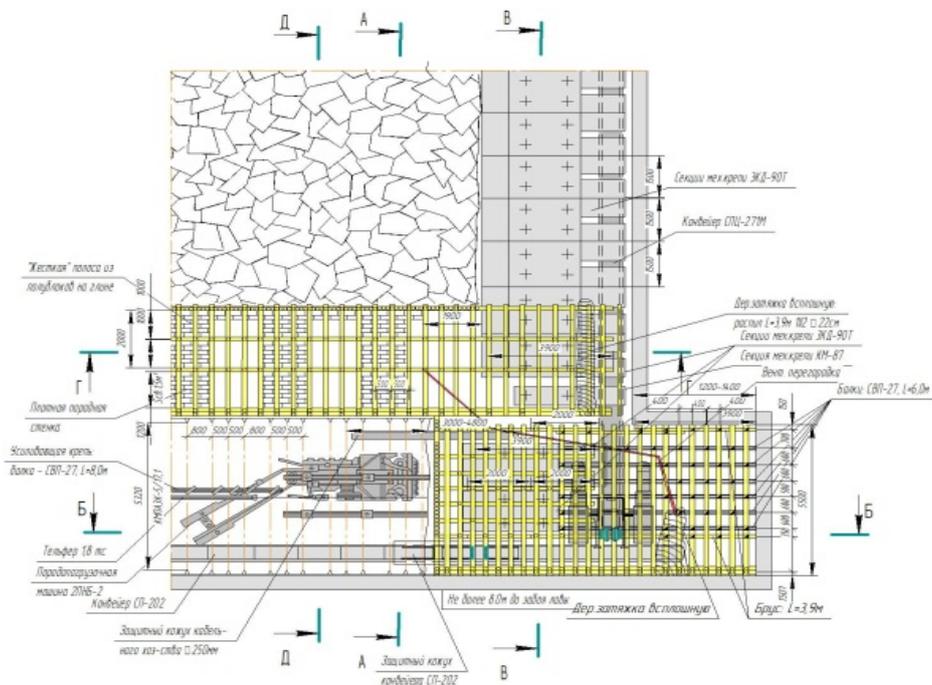


Рис. 5. Технология охраны конвейерного штрэка на экспериментальном участке (общий вид)

В результате чего были получены следующие зависимости (рис. 7). Проанализируем их.

На расстоянии от 0 до 50 м за проходом лавы на контрольном участке наблюдалось пучение почвы на 0,68 м на экспериментальном участке пучение было меньше на 39 % и составило 0,41 м. Смещения кровли на контрольном участке составили 0,38 м на экспериментальном - 0,37 м. Разность высот выработки составила 10 %. Скорости смещения составили: кровли - 7,6 мм/м (13,57 мм/сутки при среднем подвигании лавы на 1,8 м/сутки) и 7,4 мм/м (13,21 мм/сутки), почвы – 13,6 мм/м (24,28 мм/сутки) и 8,2 мм/м (14,64 мм/сутки) на контрольном и экспериментальном участках соответственно.

На расстоянии от 50 до 100 м за проходом лавы периодичность замеров составляла 1 замер в 2-3 суток.

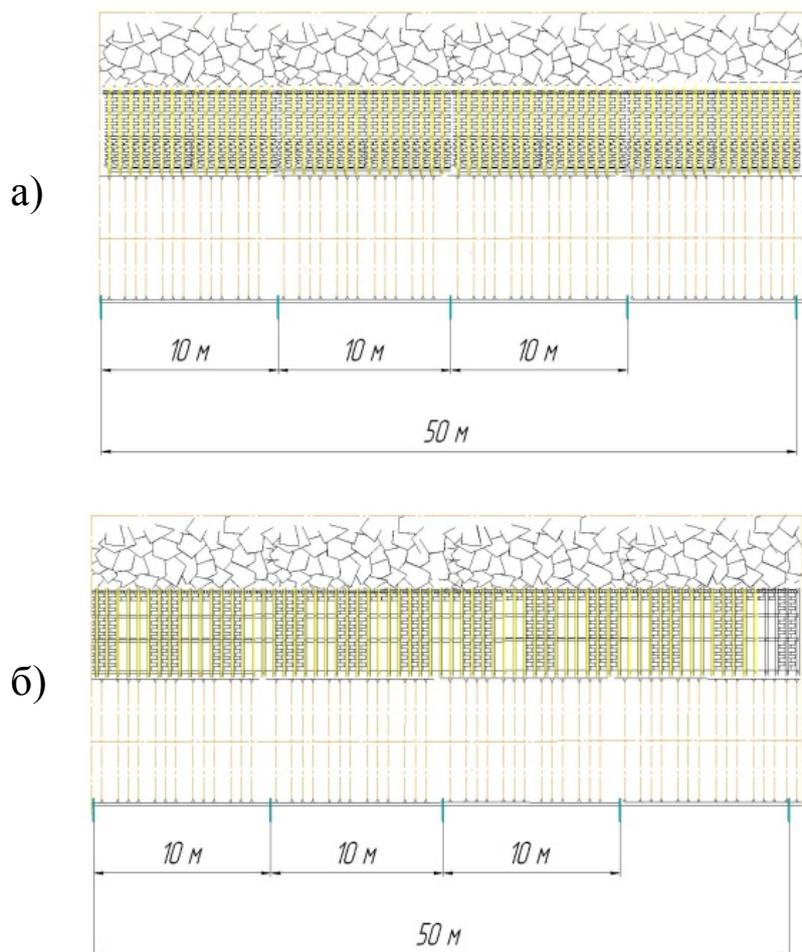


Рис. 6. Схема расположения замерных станций на контрольном (а) и экспериментальном (б) участках

На контрольном участке наблюдалось пучение почвы на 0,98 м, на экспериментальном участке пучение было меньше на 44 % и составило 0,57 м. Смещения кровли на контрольном участке составили 0,51 м, на экспериментальном – 0,54. Разность высот выработки составила 7 %. Скорости смещения составили: кровли - 2,6 мм/м (4,6 мм/сутки при среднем подвигании лавы на 1,8 м/сутки) и 3,4 мм/м (6,07 мм/сутки), почвы – 6 мм/м (10,71 мм/сутки) и 3,2 мм/м (5,71 мм/сутки) на контрольном и экспериментальном участках соответственно.

На расстоянии от 100 до 150 м за проходом лавы на контрольном участке наблюдалось пучение почвы на 1,05 м, на экспериментальном участке пучение было меньше на 38 % и составило 0,65 м. Смещения кровли на контрольном участке составили 0,79 м на экспериментальном – 0,84. Разность высот выработки составила 8 %. Скорости смещения составили: кровли - 5,6 мм/м (1 мм/сутки при среднем подвигании лавы на 1,8 м/сутки) и 6 мм/м (1,07 мм/сутки), почвы – 1,4 мм/м (2,5 мм/сутки) и 1,6 мм/м (2,8 мм/сутки) на контрольном и экспериментальном участках соответственно.

На контрольном и экспериментальном участках можно выделить две зоны, которые отличаются по скоростям смещений контура выработки. Первая зона – зона активного проявления горного давления, заканчивается за лавой на расстоянии 30-60 м. Скорости смещения кровли в этой зоне, практически одинаковы и составляют 13-14 мм/сутки, а скорость смещения почвы на контрольном участке в 1,65 раза выше, чем на экспериментальном, что говорит о том, что породы подстилающие выработку при шахтной технологии испытывают большие деформации, и, следовательно, разрушаются за меньшее количество времени, чем на экспериментальном участке. Вторая зона – зона затухающих деформационных процессов, характеризуется постепенным снижением скоростей смещений кровли в 9-10 раз, по сравнению с первой зоной, после чего они стабилизируются и происходят со скоростью 1-2 мм/сутки.

Скорости смещения почвы во второй зоне 5-6 раз меньше по сравнению с первой зоной, после чего они стабилизируются и

происходят со скоростью 2-3 мм/сутки. Общая конвергенция составляет 3-5 мм/сутки.

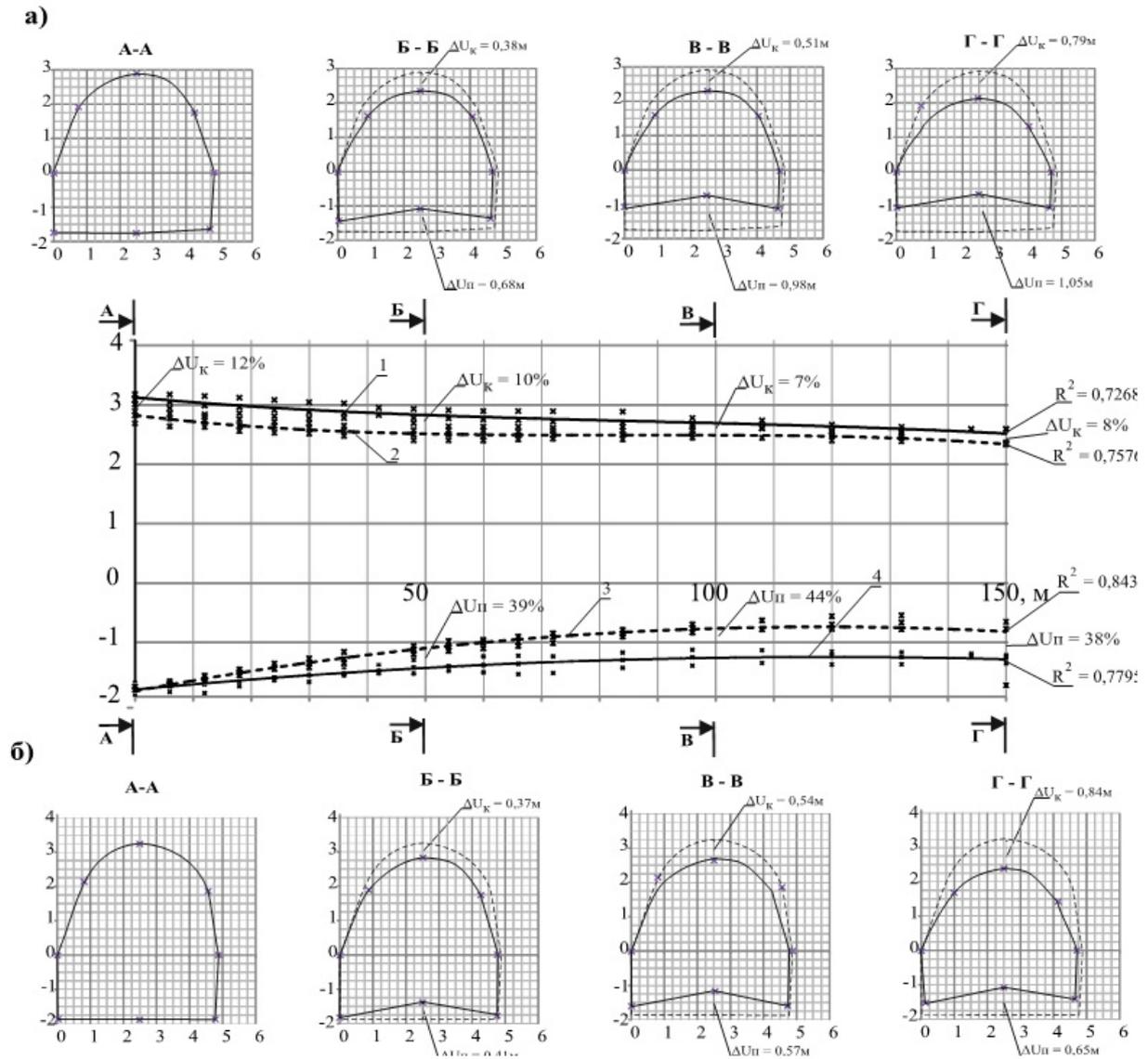


Рис. 7. Графики смещения пород кровли (1,2) и почвы (3,4) на контрольном (1,3) и экспериментальном (2,4) участках, где ΔU_p – разность смещений на контрольном и экспериментальном участках, %

В процессе испытаний были выявлены недостатки технологии. Первый недостаток заключается в том, что были отмечены разрушение стоек (рис. 8,б) и верхняков в кровле в компенсационных полостях и напротив их по запасному выходу (рис. 8,а).

Второй заключается в том, что происходило частичное «расползание» жесткой полосы, и частичное ее разрушение (рис. 9).

Для выяснения причин возникновения вышеперечисленных недостатков был проведен следующий этап исследования.

а)

б)



Рис. 8. Деформации стоек



Рис. 9. Частичное разрушение полублоков в жесткой полосе

На сопряжении лавы с конвейерным штреком в косовичнике по линии эквидистантной продольной оси штрека по ряду стоек, оконтуривающих охранную полосу на участке от забоя лавы до места погашения запасного выхода, были установлены комплексные измерительные станции, передвигаемые по мере продвижения забоя лавы, оборудованные динамометрами 45Д-135.



Рис. 10. Измерение нагрузки действующей на охранное сооружение

Динамометры устанавливались под деревянные и гидростойки (рис. 10), что позволяло фиксировать динамику роста давления на стойки и охранное сооружение во времени и в зависимости от производственных процессов в лаве.

Исследования показали, что средний прирост давления на стойку за сутки составляет 7,2 т. Интенсивный прирост давления на стойки наблюдается в течение 1 часа после выемки угля и передвижки секций механизированной крепи. Влияние производственных процессов на рост величины давления на стойки наблюдается на участке от забоя лавы до места возведения охранной полосы и имеет затухающий характер. Среднее давление по ряду стоек оконтуривающих охранную полосу на расстоянии 6 м от забоя составляет 4,6-4,8 МПа, на расстоянии 10 м от

забоя – 8-8,4 Па. Давление на охрannую полосу через 12 часов после ее возведения 0,5-0,53 МПа, через 3 суток – 4,8-5,2 МПа.

На следующем этапе была отобрана серия из 15 полублоков, для анализа прочностных свойств. Согласно методике [32] были изготовлены и испытаны образцы на одноосное сжатие и растяжение. После чего был построен паспорт прочности материала полублоков (рис. 11).

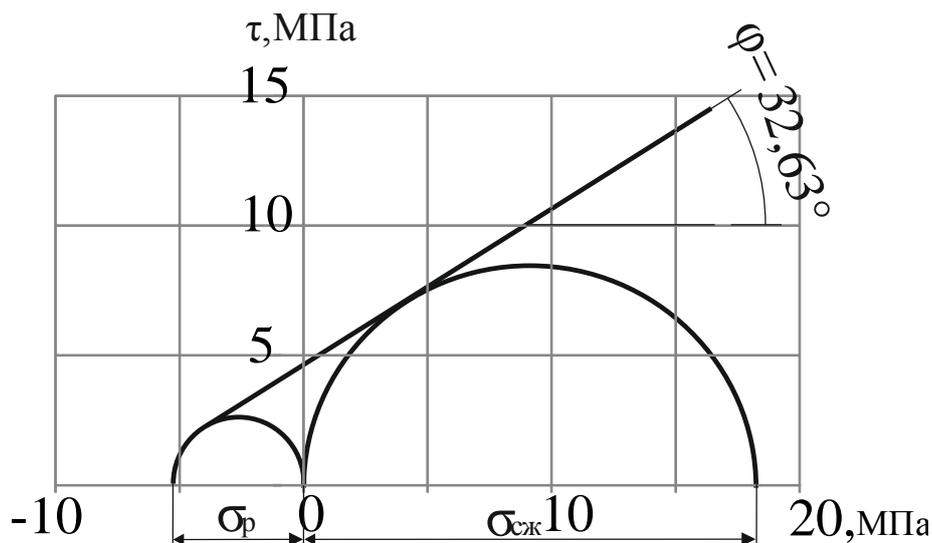


Рис. 11. Паспорт прочности материала, из которого изготовлен полублок

Сопоставление результатов измерения нагрузки, действующей на охрannое сооружение, и результатов испытания образцов позволяет сделать следующие выводы: давление на охрannое сооружение на расстоянии 10 м. от забоя составляет 80 % от максимально возможной несущей способности, следовательно, в местах концентрации напряжений в охрannой полосе, а так же в местах ослабления материала будет превышен этот предел, что приводит к разрушению полублоков.

Промышленные испытания разработанного способа охраны показали его эффективность с точки зрения устойчивости почвы, однако состояние кровли было незначительно хуже, что объясняется наличием полостей и частичным разрушением полублоков, используемых для возведения охранных сооружений. Разрушение

полублоков объясняется низкими прочностными характеристиками материала.

Для получения большего снижения смещения пород почвы, а также снижения величины смещения кровли, необходимо применять полублоки с более высоким пределом прочности материала на одноосное сжатие.

Выводы. В данной работе было уточнено понятие *способ* охраны выработки и *средство* его реализации.

Новизна разработанного алгоритма выбора способов охраны выработки и средств их реализации состоит в систематизации существующих методик. Представление алгоритма в виде блок-схемы позволяет более рационально пользоваться ими. Приведен пример работы алгоритма для условий шахты «Щегловская-глубокая».

Направление дальнейших исследований заключается в разработке соответствующих предложенному алгоритму видов контроля эксплуатационного состояния выработки, а также адекватной технико-экономической модели для оценки предлагаемых технических решений.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Указания по терминологии горного давления [Текст] – Л. : ВНИМИ, 1972. – 38 с.
2. Методика выбора способов охраны подготовительных выработок от горного давления в условиях глубоких шахт. [Текст] – М. : ИГД им. А.А. Скочинского, 1972. – 28 с.
3. Технология подземной разработки пластовых месторождений [Текст] / под ред. А.А. Борисова. – М. : Недра, 1972. – 536 с.
4. Кошелев К. В. Охрана и ремонт горных выработок [Текст] / К. В. Кошелев, Ю. А. Петренко, А. О. Новиков. – М. : Недра, 1990. – 218 с.
5. Инструкция по управлению горным давлением в очистных и подготовительных выработках при разработке угольных пластов с углами падения свыше 35° [Текст] – Донецк : Облполиграфиздат, 1988. – 287 с.

6. Канин В. А. Поддержание и охрана горных выработок. Термины и определения [Текст] / Проблемы гірського тиску. Випуск 11 / під заг. ред. О.А. Мінаєва. – Донецьк, ДонНТУ, 2004 – С. 67 – 72.
7. Горная энциклопедия [Текст] / г.л. ред. Е.А. Козловский ; ред. колл.: М.И. Агошков, Н.К. Байбаков, А.С. Болдырев и др. – М.: Сов. энциклопедия. Ортин – Социосфера, 1989. – Т. 4. – 629 с.
8. Правила безпеки у вугільних шахтах [Текст]: НПАОП 10.0-1.01-10: затв. Держкомітетом України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010. – Київ, 2010. – 432 с.
9. Гірничий закон України / Відомості Верховної Ради. – 1999. – № 50. – С. 453 – 468.
10. СОУ 10.1.00185790.011:2007. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони [Текст] / Мінпаливенерго України. – Київ, 2007. – 113 с.
11. СНиП II-94-80. Подземные горные выработки [Текст] / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1982. – 31 с.
12. КД 12.06.204-99. Геологічні роботи на вуглевидобувних підприємствах України [Текст] / Мінпаливенерго України. – [Чинний від 2007-01-01]. – Донецьк: ТОВ «АЛАН», 2001. – 384 с.
13. СОУ 10.1-00185790-002-2005. Правила технічної експлуатації вугільних шахт [Текст]. – [Чинний від 2007-01-01]. – Київ: Мінвуглепром України, 2006. – 353 с. – (Стандарт Мінвуглепрому України).
14. КД 12.01.01.201-98. Расположение, охрана и поддержание горных выработок при отработке угольных пластов на шахтах. Методические указания. – К.: УкрНИМИ, 1998. – 149 с.
15. Терминология горного дела Часть 2. Бюллетень Комитета технической терминологии [Текст] / под ред. акад. С.А. Чаплыгина, Д.К. Лоте. Вып. – М. : Изд-во АН СССР, 1941. – 24 с.
16. Терминология горного дела. Горные работы и горные выработки. Бюллетень Комитета технической терминологии

- [Текст] / под ред. акад. А.М. Терпигорева. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 28 с.
17. Научно-техническая терминология. Сборник стандартизованных и рекомендуемых терминов в 10 томах [Текст] / под ред. Л.Ю. Белахова, И.Н. Попова–Черкасова. – М. : Изд-во стандартов, 1969. – Т. 3. – 448 с.
 18. Плотников, А. М. О советской горной терминологии [Текст] // Уголь Украины. – 1951. – № 9. – С. 33 – 34.
 19. Горное дело. Энциклопедический справочник [Текст] / под общей ред. А.М. Терпигорева. Том 5. Разработка угольных месторождений подземным способом. – М. : Углетехиздат, 1958. – 448 с.
 20. Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка [Текст]. / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. – М. : ИТИ Технологии, 2006. – 944 с.
 21. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР [Текст]. – Изд. 4-е, дополненное. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 122 с.
 22. Сахно, И.Г О дифференциации вертикальной конвергенции в подготовительной выработке, проведенной вслед за лавой [Текст] / И.Г. Сахно, В.Н. Мокриенко, В.Е. Нефедов // Материалы международного форума конкурса молодых ученых «Проблемы недропользования» / Санкт–Петербург – 2011. – 20–22 апреля – Т. 1. – С. 154 – 156.
 23. Касьян Н.Н. Исследование проявлений горного давления в условиях выемочных выработок пласта m_3 шахты «Щегловская-Глубокая» [Текст] / С.Г. Негрей, В.Н. Мокриенко // Проблеми гірничої технології: матеріали регіональної науково–практичної конференції КІІ ДонНТУ / Донецьк: Цифрова топографія – 2010. – С. 34 – 38
 24. Лыткин, В.А. Механизм пучения пород в горных выработках [Текст] / В.А Лыткин – М. – 1965 – 131 с.
 25. Мокриенко В.Н. Параметрирование нового способа охраны выемочной выработки с использованием метода эквивалентных материалов [Текст] / В.Н. Мокриенко // Сборник научных работ/ НГУ – 2010 – № 34 Т.1. – С. 166 – 173.

26. Мокриенко В.Н. Особенности смещений пород, подстилающих охранное сооружение, при охране выработки жесткими сооружения с компенсационными полостями [Текст] / В.Н. Мокриенко // Сб. научн. трудов. «Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений» / Донецк: «Норд-Пресс» – 2010. – № 17. – С. 126 – 127.
27. Мокриенко В.Н. Изучение влияние схемы расположения охранных сооружений вдоль подготовительной выработки, на ее устойчивость [Текст] / В.Н. Мокриенко // Сборник материалов международной научно–практической конференции «Опыт прошлого, взгляд в будущее» / ТулГУ – 2011. – С. 113 – 117.
28. Способ охраны горных выработок [Текст] : Пат. 94327 Украина, МПК⁹ Е 21 D 11/00, Е 21 С 41/18 / Касьян Н.Н., Хазипов И.В., Негрей С.Г., Мокриенко В.М.; заявитель и патентообладатель Донецкий Национальный Технический Университет. – № а200911242; заявл. 05.11.2009; опубл. 26.04.2011, Бюл. № 8, 2011 г.
29. Способ контроля состояния горной выработки [Текст] : Пат. 62401 Украина, МПК⁹ Е 21 С 39/00 /Касьян Н.Н., Сахно И.Г., Мокриенко В.М.; заявитель и патентообладатель Донецкий Национальный Технический Университет. – № u 201101706; заявл. 14.02.2011; опубл. 25.08.2011, Бюл. № 16, 2011 г.
30. Касьян, Н.Н. Обоснование параметров способа контроля состояния горной выработки и методика его реализации [Текст] / Н.Н. Касьян, И.Г. Сахно, В.Н. Мокриенко // Научные труды УкрНИМИ НАН Украины / Донецк –2011. – Вып. 9 часть 1 – С. 57 – 79.
31. Методические указания по исследованию проявлений горного давления в угольных и сланцевых шахтах. – Л.: М–во угольной промышленности СССР. ВНИМИ, 1973. – 85 с.
32. ГОСТ 21153.2-84. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии [Текст]. – Введ. 1986-01-07– М. : Изд-во стандартов.

НАУКОВІ ПРАЦІ УкрНДМІ

(Transactions of UkrNDMI NAN Ukraine)

Збірник наукових праць
(*випуск 10*)

Засновник – Український державний науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут гірничої геології, геомеханіки і маркшейдерської справи (УкрНДМІ)

Видавець – Український державний науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут гірничої геології, геомеханіки і маркшейдерської справи (УкрНДМІ)

Редакційна колегія: А. В. Анциферов та інші

*Під загальною редакцією
заслуженого діяча науки та техніки України
докт. техн. наук, проф. А. В. Анциферова*

Видавництво УкрНДМІ, 83004, м. Донецьк – 004, вул. Челюскінців, 291
тел. (062) 348-16-48.

Підп. до друку 29.05.12
Друк лазерний.
Тираж 300 прим.

Формат 60x84¹/₁₆.
Умов.друк.арк. 11,7
Замовлення № 10

Папір «Хероx».
Обл.-вид.арк. 13,6
Ціна за договором