

УДК 622.268(831)

Выговский Д.Д., Выговская Д.Д., Выговский А.Д. (ДонНТУ)

## **Мероприятия по уменьшению величин смещения пород в подготовительных выработках**

### **Activity to reduce offset values of rocks in mine workings**

В статье приведены возможные мероприятия по снижению величин смещения пород в подготовительных выработках, которые позволяют повысить устойчивость этих выработок на основании установки крепи усиления, анкерования пород выработки, распора основной крепи и забутовки закрепного пространства.

В статті приведені можливі заходи по зниженню величин зміщення порід в підготовчих виробках, які дозволяють підвищити стійкість цих виробок на основі встановлення усиленого кріплення, анкерования порід виробки, розпору основного кріплення та забутовки закріпного простору.

This article describes possible activity to reduce the offset values in the mine workings rocks that will improve the sustainability of these workings on the basis of the installation lining gain anchoring rock generation, the main thrust of backing lining and fixing space.

**Ключевые слова:** подготовительные выработки, смещение пород, горный массив, крепь усиления, анкерование выработок, рамно-анкерная крепь

**Ключові слова:** підготовчі виробки, зміщення порід, гірничий масив, кріплення посилення, анкерування виробок, рамно-анкерне кріплення.

Keywords: mine workings, the displacement of rocks, rock mass ,mining support strengthening,anchoring workings, arch and roof support.

Как показывает обзор возможных мероприятий по активному управлению состоянием горного массива и опыт работы шахт по уменьшению величин смещения горных пород наиболее приемлемыми являются следующие мероприятия:

### **1. Установка крепи усиления в участковых выработках.**

Крепь усиления представляет собой металлические податливые стойки трения или гидравлические. Устанавливаются по центру выработки или относятся к одному из боков выработки под раму крепи с

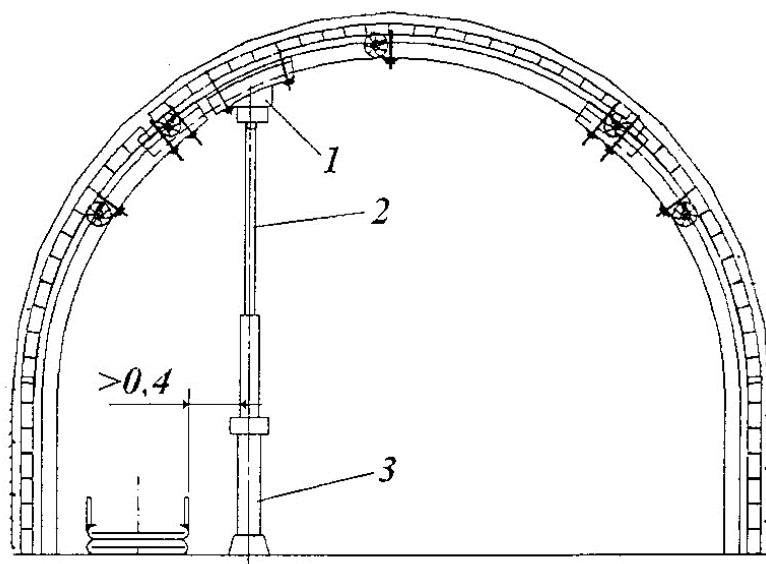


Рисунок 1 – Установка крепи усиления в участковой выработке: 1 – спецверхняк с опорой; 2 – удлиненная насадка УГД-3; 3 – гидростойка

использованием специальной насадки или под деревянный или металлический прогон (рис.1).

Место установки стоек определяется технологией ведения работ, но обязательно соблюдение зазоров, определенных ПБ.

По длине выработки крепь усиления устанавливается на участках  $l_1$  – впереди первого очистного забоя,  $l_2$  – позади первого очистного забоя и  $l_3$  – впереди второго очистного забоя. Величины  $l_1$ ,  $l_2$  и  $l_3$  определяются главным образом глубиной расположения выработки и характеристикой кровли по обрушаемости [1,2].

## 2. Анкерование кровли и боков выработки (рис. 2).

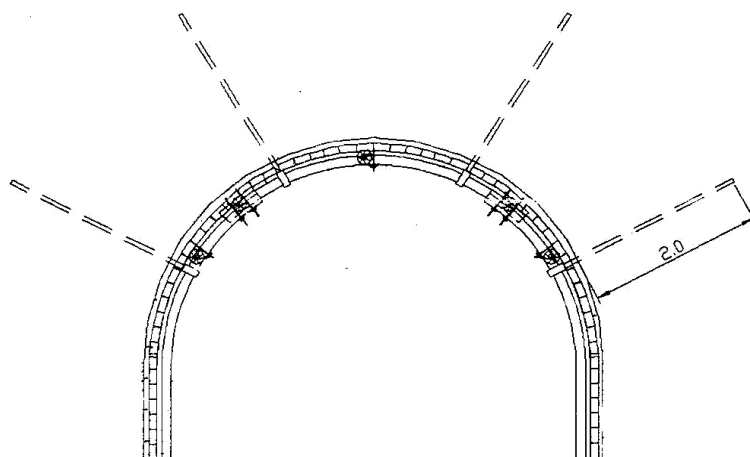


Рисунок 2 – Анкерование кровли и боков выработки

Наиболее эффективны металлические анкеры длиной 2,0м, закрепленные по всей длине быстротвердеющим химическим составом. Схема расположения анкеров должна быть увязана с шагом установки основной крепи. Анкерование производится при проведении выработки на расстоянии нескольких десятков метров от ее забоя.

### 3. Применение рамно-анкерной крепи (рис. 3).

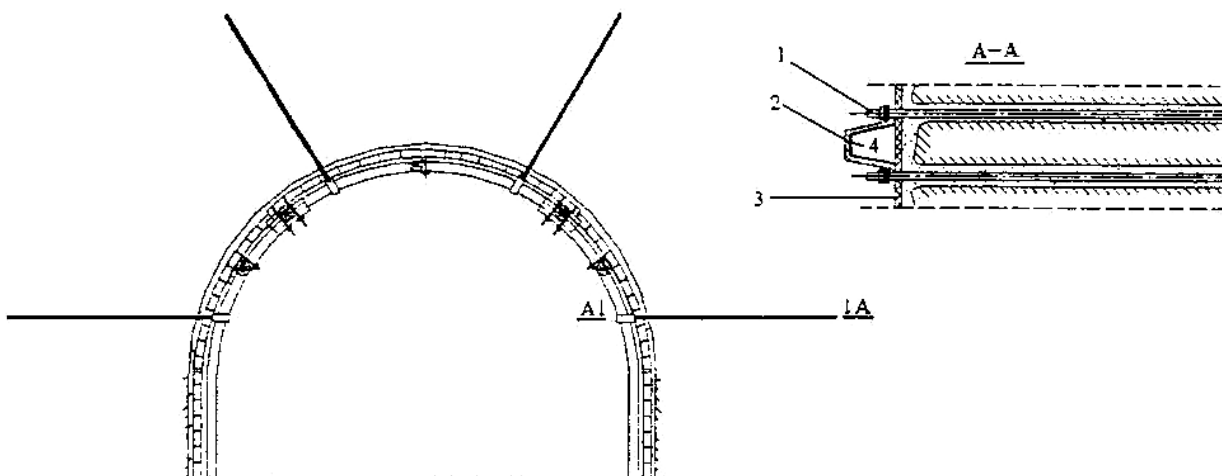


Рисунок 3– Применение рамно-анкерной крепи: 1 – анкер из арматурной стали; 2 – фигурная планка; 3 – затяжка; 4 – металлическая крепь.

Арочная крепь возводится обычным способом. Анкеры устанавливаются через отверстия в фигурных планках вначале в кровле, а затем в боках выработки. Анкерование завершается на расстоянии не более 6м от забоя проводимой выработки.

### 4. Механизированная забутовка закрепного пространства.

Производится в процессе возведения крепи забутовочными машинами МЗ-3, МЗ-6м, ЗК-1. Подача забутовочного материала по горизонтали до 150 м, по вертикали – до 8м.

### 5. Тампонаж закрепного пространства.

Производится в процессе возведения крепи твердеющими смесями на

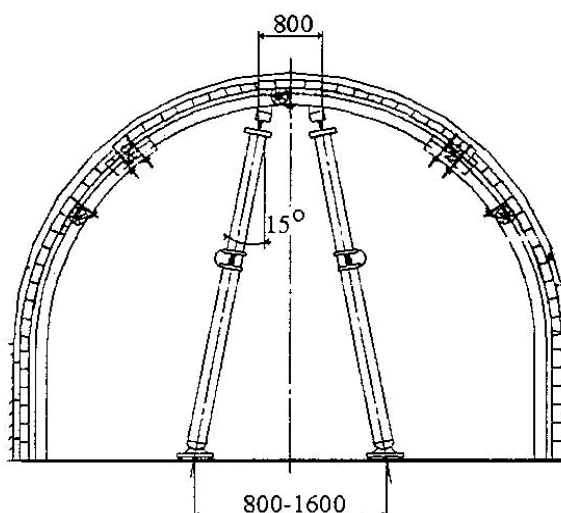


Рисунок 4 – Предварительный распор основной крепи

основе вяжущих: цемент, природный ангидрид, фосфогипс. Для приготовления смеси и подачи ее в закрепное пространство применяют машины СО-149 «Монолит»-2(3), ПБМ-2Э, СБ-67, СО-49Б, СО-85А.

#### **6. Предварительный распор основной крепи (рис. 4).**

Производится с помощью гидростоек в процессе возведения крепи. Гидростойки одним концом устанавливаются под кронштейн, а другим – на металлические подкладки, уложенные на почву выработки.

#### **7. Упрочнение пород кровли и боков выработки нагнетанием вяжущих веществ.**

Производится на расстоянии 15-60м от забоя выработки. Работы ведутся в два этапа: сначала тампонируют закрепное пространство песчано-цементным раствором, а затем через 7-10 суток через шпуров длиной 2-3м (из расчета 1 шпур на 2-2,5м<sup>2</sup> площади породных обнажений в выработке) нагнетают цементный раствор под давлением 15 МПа.

#### **8. Отсечное торпедирование над искусственным сооружением.**

Скважины бурят из выработки до подхода лавы. Минимальное расстояние от забоя лавы до места торпедирования – 30м. Расстояние между скважинами – 2-5м.

#### **9. Анкерование почвы в момент проведения выработки.**

Производится деревянными или стеклопластиковыми анкерами (реже металлическими) длиной около 2м с закреплением их по всей длине бетоном или полимером или с помощью замков в забое шпура. Анкеры располагаются на равном расстоянии друг от друга. У боков выработки анкеры устанавливаются с некоторым отклонением от вертикали в сторону массива.

#### **10. Применение замкнутых рамных крепей ДонУГИ.**

Могут применяться металлические кольцевые податливые крепи КМП-К4 и КМП-К6. Но целесообразны лишь в выработках, проведенных в слабых породах при наличии значительного всестороннего давления или пучащих пород в почве и сроке службы выработки более 2-х лет.

**11. Активная разгрузка почвы с последующим ее упрочнением (АРПУ) (рис. 5).**

Проводиться с отставанием от забоя выработки не более 10м. Число шпуров для разгрузки 0,8-1,0 шт./м<sup>2</sup> площади почвы выработки, глубины шпура 1,6-1,8м, величина зазора ВВ в каждом шпуре 1-2 патрона.

Число инъекционных скважин – 75% числа шпуров для разгрузки. Нагнетается песчано-цементный раствор.

**12. Взрывощелевая разгрузка почвы (ВЩР).**

Основные параметры способа указаны на рис. 6.

В шпурах производится комфлетное взрывание ВВ массой 0,3-0,6 кг. Работа производится в непосредственной близости от проходческого забоя.

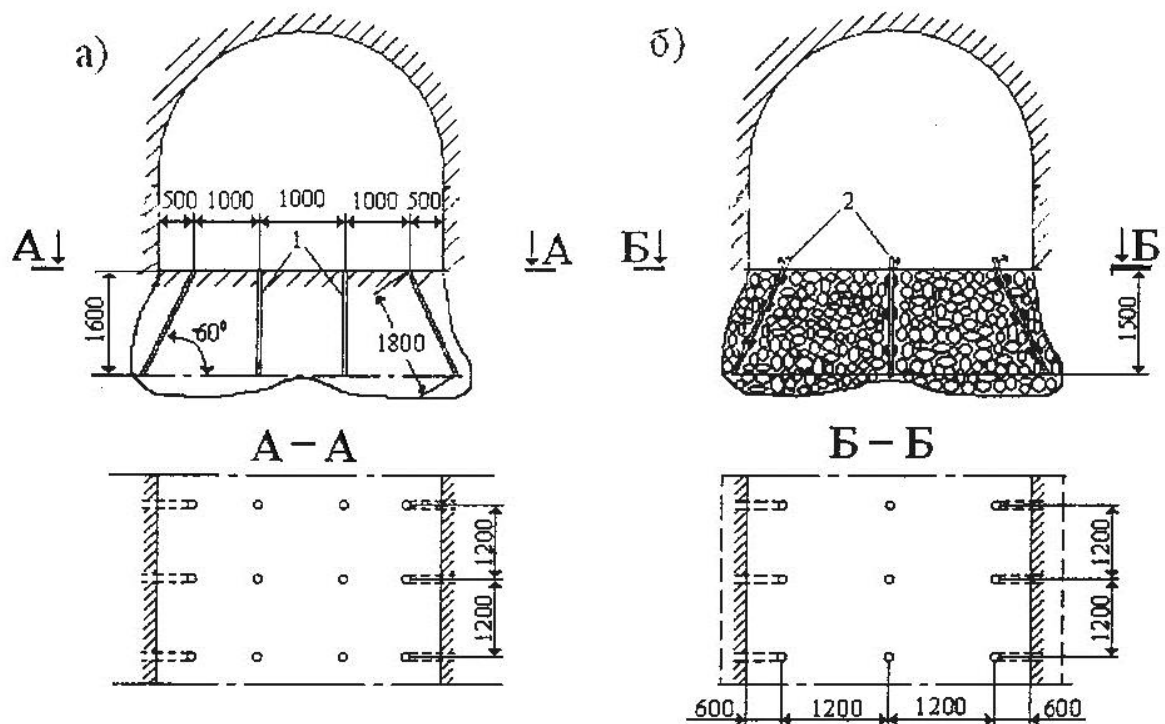


Рисунок 5 – Активная разгрузка почвы с последующим ее упрочнением (АРПУ): а – первый этап; б – второй этап; 1 – разгрузочные шпурсы; 2 – инъекционные скважины.

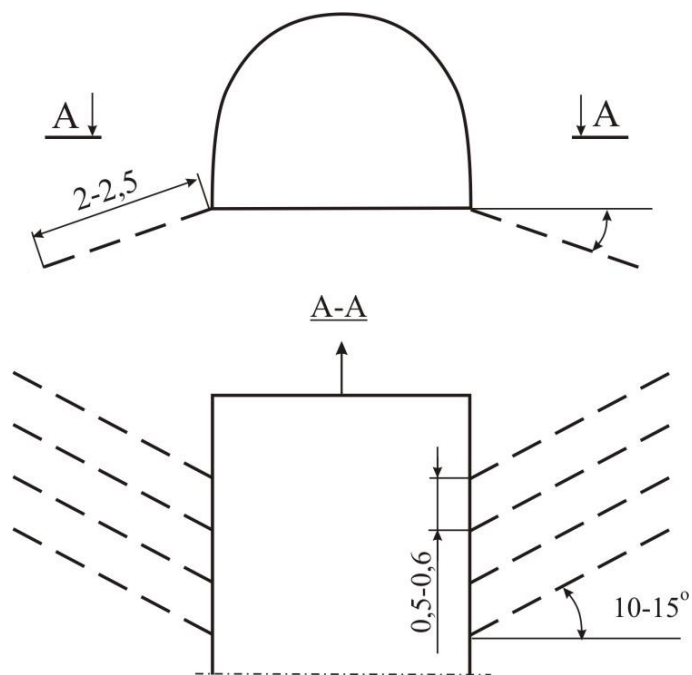


Рисунок 6 – Двусторонняя взрывоцелевая разгрузка почвы

### 13. Сквaziнная разгрузка массива от повышенного горного давления.

Производится бурением разгрузочных скважин в боках (боку) выработки по пласту. Длина скважин 8-10 м, диаметр 250-400мм, расстояние между ними 0,8-1 диаметра скважины. В связи с тем, что мощность пласта  $m_3 > 1,2$  м, то потребуется бурение скважин в 2 ряда. Скважины бурятся станками типа «Старт».

Анализ вышеизложенных мероприятий по уменьшению смещений кровли позволяет сделать заключение, что при сравнительной технологической простоте эффективными и достаточными в условиях пласта в случаях подготовки выемочных полей (при повторном использовании выработок и проведении выработок вприсечку к выработанному пространству) могут считаться: установка крепи усиления (уменьшает смещения пород в зоне временного опорного давления  $U_1(U_2)$  в 1,3-2 раза), анкерование кровли и боков выработки (коэффициент уменьшения смещения – 0,8), предварительный распор основной крепи (уменьшает смещение кровли  $U_k$  в 1,2 раза). По этим же соображениям эффективными мероприятиями по уменьшению смещений почвы выработки следует признать установку крепи усиления, анкерование почвы в момент проведения выработки (коэффициент уменьшения  $U_{\text{п}}$  – 0,8), взрывощелевая разгрузка почвы (уменьшает  $U_{\text{п}}$  в 2 раза).

Анализ затрат на проведение мероприятий [3] показывает, что камуфлетное взрывание и упрочнение почвы песочно-цементным раствором в 2-3 раза дороже, чем взрывощелевая разгрузка. Применение рамно-анкерной крепи – сложно, а коэффициент уменьшения  $U_k$  не превышает 0,7-0,8.

Механизированная забутовка и тампонаж закрепного пространства уменьшает  $U_k$  в 1,25 раза. И при известной сложности и затратности работ целесообразность применения этого способа в обычных условиях не очевидна. Однако, учитывая склонность пласта к самовозгоранию, в целях



предупреждения эндогенных пожаров в подготовительных выработках, его применение следует признать необходимым, особенно в местах пересечения выработками геологических нарушений.

Применение замкнутых рамных крепей в целом эффективно, но дорого. То же, но еще в большей степени и активная разгрузка почвы с ее последующим упрочнением (АРПУ).

Скважинная разгрузка, как было уже отмечено, уменьшает смещение почвы  $U_{\text{п}}$  в 2,3 раза, но увеличивает смещение кровли  $U_{\text{к}}$  на половину диаметра разгрузочной скважины. Кроме того, в перебуренной скважинами части угольного массива шириной 8-10м происходит интенсивное растрескивание пород кровли, что в значительной мере осложняет очистную выемку при отработке следующей по падению лавы.

Анализируя и обобщая вышеизложенное приходим к выводу, что в целях уменьшения величины смещения боковых пород в подготовительных выработках следует рекомендовать применение крепи усиления с параметрами  $l_1 = 25\text{ м}$ ,  $l_2 = 65\text{ м}$ ,  $l_3 = 35\text{ м}$ ; предварительный распор основной крепи, качественную забутовку дробленой породой закрепного пространства и взрывощелевую разгрузку почвы.

При этом в каждом конкретном случае (при изменении горно-геологических условий, а, следовательно, и величин смещения боковых пород) следует применять мероприятия по уменьшению смещений исходя из общих, выше изложенных, положений и на основании технико-экономического обоснования рационального варианта.

В качестве критерия сравнения вариантов рекомендуется величина удельных эксплуатационных затрат (грн./т), представляющая собой отношение суммы учитываемых эксплуатационных затрат на проведение мероприятий к промышленным запасам угля в пределах выемочного поля.

$$C_3 = \frac{\sum C}{Z_{\text{пр}}} \rightarrow \min ,$$

где  $\sum C$  – сумма учитываемых эксплуатационных затрат на проведение мероприятий, грн.;

$Z_{пр}$  – величина промышленных запасов в выемочном поле, т.

### **Библиографический список**

1. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. Издание 4-е дополненное. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 221с.
2. Охрана и ремонт горных выработок (под ред. К.В. Кошелева), М., «Недра», 1990. – 218с.
3. Дегтярь Р.В. Разработка способов повышения устойчивости выработок, проведенных вприсечку к выработанному пространству. Дис. канд. техн. наук, Донецк, ДПИ, 1998. – 237с.

### **Сведения об авторах:**

Выговский Даниил Данилович, к.т.н., доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Донецкого национального технического университета.

Выговская Даниэла Данииловна, к.т.н., доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Донецкого национального технического университета.

Выговский Андрей Даниилович, магистр группы РПМм-13 горного факультета Донецкого национального технического университета.

Вигівський Данііл Данилович, к.т.н., доцент кафедри «Розробка родовищ корисних копалин» Донецького національного технічного університету.

Вигівська Даніела Даніїловна, к.т.н., доцент кафедри «Розробка родовищ корисних копалин» Донецького національного технічного університету.

Виговський Андрій Даніілович, магістр групи РККМ-13 гірничого факультету Донецького національного технічного університету.

Vyhovskyu Daniil, Ph.D, Associate Professor, Chair of "Mineral Deposits Development" of Donetsk National Technical University.

Vyhovska Daniela, Ph.D, Associate Professor, Chair of "Mineral Deposits Development" of Donetsk National Technical University.

Vyhovskyu Andrey, master of Mining Faculty of Donetsk National Technical University.