

ВАСЮТИНА В.В. (УкрНИМИ НАН Украины)

ПРОГНОЗ ДЕФОРМАЦИЙ КРЕПИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ЩИТОВОЙ ОТРАБОТКЕ КРУТЫХ ПЛАСТОВ

В работе приведены результаты экспериментальных исследований параметров проявлений горного давления в подготовительных выработках при щитовой отработке крутых пластов и разработанные на этой основе методы прогноза параметров горного давления в них.

У роботі приведені результати експериментальних досліджень параметрів проявів гірського тиску в підготовчих виробках при щитовому відробітку крутих пластів і розроблені на цій основі методи прогнозу параметрів гірського тиску в них.

The results of experimental researches are resulted in work parameters of displays of mountain pressure in the preparatory making at the shield working off steep layers and the methods of prognosis of parameters of mountain pressure developed on this basis in them.

Рациональная разработка пластовых месторождений каменного угля призвана обеспечить материалосберегающие технологии при проведении и креплении горных выработок и при добыче угля, максимально возможное оставление в выработанном пространстве пород, очистку шахтных вод и предотвращение загрязнения наземных водоемов шахтными водами т.п. Поэтому одна из перечисленных проблем - обеспечение устойчивости подготовительных горных выработок и сокращение материальных затрат на весь период их эксплуатации является актуальной технической и экологической задачей [1 - 3].

Отработка пластов крутого падения характеризуется наиболее сложными условиями поддержания подготовительных выработок. Это объясняется тем, что такие месторождения подвержены интенсивной геологической нарушенности, а совместная отработка свит сближенных угольных пластов сопровождается образованием многочисленных зон повышенного горного давления [4 - 6, 8].

Так, четверть по протяженности подготовительных выработок на шахтах ПО «Дзержинскуголь» нуждается в перекреплении вследствие потери ими нормативного сечения. Это является также следствием и относительно низкой прочности пород кровли и почвы. На достигнутой глубине ведения горных работ, а это в основном глубины свыше 1000 м, до 60 % вмещающих пород имеют прочность не выше 6 ед. по шкале проф. М.М. Протодряконова. Лишь на некоторых действующих шахтах коэффициент прочности боковых пород составляет свыше 6. В этих условиях состояние пластовых подготовительных выработок не позволяет обеспечивать их необходимую эксплуатационную способность.

В связи с этим с середины 70 - х годов на шахтах бассейна все большее развитие получил способ проведения полевых подготовительных выработок с группированием на них нескольких пластов [9].

Пластовые выработки (если не используются на откаточном горизонте печи, проходимые с выработки прямо на пласт) проводятся и поддерживаются только на время отработки пласта в пределах блока, оконтуренного двумя участковыми квершлагами.

Если пласт обрабатывается щитовыми агрегатами, с полевого штрека проводятся промежуточные квершлага через 50 - 60 м, т.е. на ширину щитового агрегата и оконтуривающих его печей.

Указанные мероприятия позволили снизить объем перекрепления выработок, поскольку поддержание выработок осуществляется в более благоприятных условиях и вмещающий выработку горный массив имеет большую усредненную прочность по сравнению со случаем, когда выработка проводится по пласту. Для пластов мощностью до 1,5 м и сечением выработок 11,4 м² проведение выработки не по пласту, а по породам прочностью $f = 4 - 5$ соответствует увеличению прочности окружающего горного массива на 35 – 45 % и, соответственно при этом уменьшению смещений боковых пород в выработке.

Для определения параметров проявлений горного давления в подготовительных выработках при щитовой отработке крутых угольных пластов были выполнены

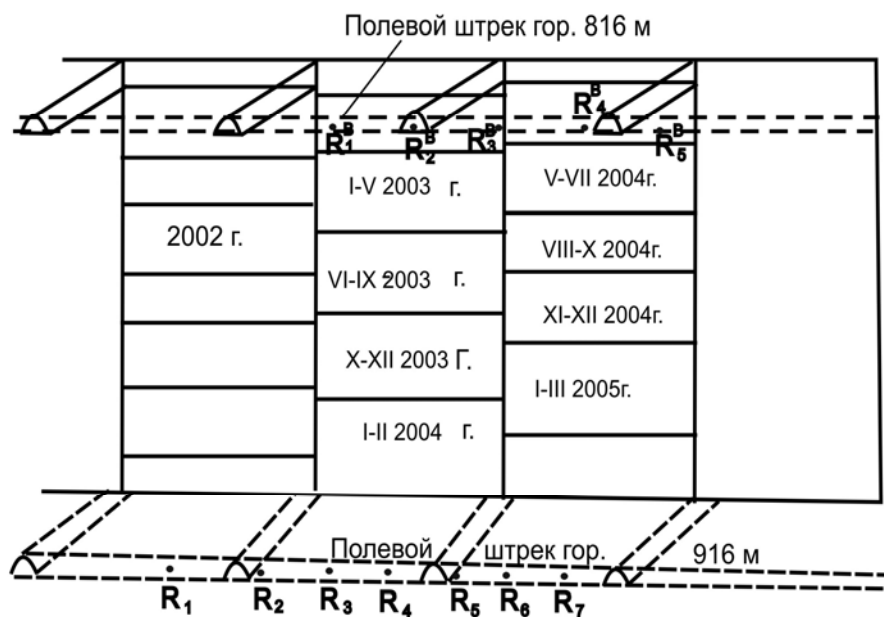
Таблица 1 – Горногеологические и горнотехнические условия проведения экспериментальных исследований

Шахта, ПО, горизонт, пласт	Характеристика выработки под (над)рабатываемой щитовой агрегатом				Характеристика щитовой лавы	
	Полевая, пластовая	Сечение, м ²	Расстояние до смежного пласта	Состав пород междупластья	Пласт, индекс, мощность	Тип щитового агрегата
ш. им. Артема ПО «Артемуголь» k_5 – «Великан»	пластовая	8,0	надрабатывающий щитовой забой по пласту «Подпяток», – k_5' , в 15 м	Глинистые сланцы (f = 4), мощность 4,11 м), сланцы песчаные (f = 5-6), мощность 6,4 м)	«Подпяток», – k_5' , 1,45 м	АЩ
ш. им. Дзержинского ПО «Дзержинскуголь» k_3^6 - «Дерезовка»	полевой откаточный штрек	8,0	надработка щитовым забоем по k_3 при междупластья 60 м	Песчаники (f = 7-9), общей мощностью до 15 м, сланец песчано-глинистый (f = 5-6) общей мощностью 30 м, глинистые сланцы (f = 3-4) мощностью до 15 м	«Дерезовка», k_3 , 1,8 – 2,0 м	2 АЩ
ш. им. Дзержинского ПО «Дзержинскуголь» m_3 – «Голстый»	полевой откаточный штрек	8,0	подработка собственным пластом при расстоянии до 15 м	Сланец глинистый (f = 4-5) мощностью до 7 м, песчаный сланец (f = 5-6) мощностью до 8 м	«Голстый», m_3 , 18 м	АЩ
ш. «Александровская», «Гончарка» - k_7^2	откаточный штрек	8,5	Подработка пластом «Юльевский», k_7' на расстоянии 31 м	Песчаники (f = 7-9), общей мощностью до 25 м, сланцы песчано-глинистые (f = 6-7) общей мощностью 6 м	«Юльевский», k_7' , 1,6 м	АЩ
ш. Дзержинского ПО «Дзержинскуголь» l_3 «Мазурка»	Откаточный штрек	8,0	Подработка пл. l_2' - «Кирпичевка», расстояние междупластья 26 м	Песчаник среднезернистый, серый, (f = 8 - 12) до 24 м	«Кирпичевка», l_2' , 1,5 м	АЩ
ш. Дзержинского ПО «Дзержинскуголь» l_4 – «Девятка»	Откаточный штрек	8,0	Подработка пл. l_3 - «Мазурка», расстояние междупластья до 25 м	17 м глинистого сланца, слоистого, неустойчивого. (f = 3-4), сланец песчано-глинистый (f = 6-7)	пл. l_3 – «Мазурка», 1,4 м	1 АЩ

экспериментальные исследования на шахтах Центрального района Донбасса. В табл.1 представлены данные о горно-геологических и горнотехнических условиях проведения экспериментальных исследований.

Методика выполнения экспериментальных замеров и схема расположения замерных станций на ш. им. Ф.Э. Дзержинского представлены на рис. 1.

а)



б)

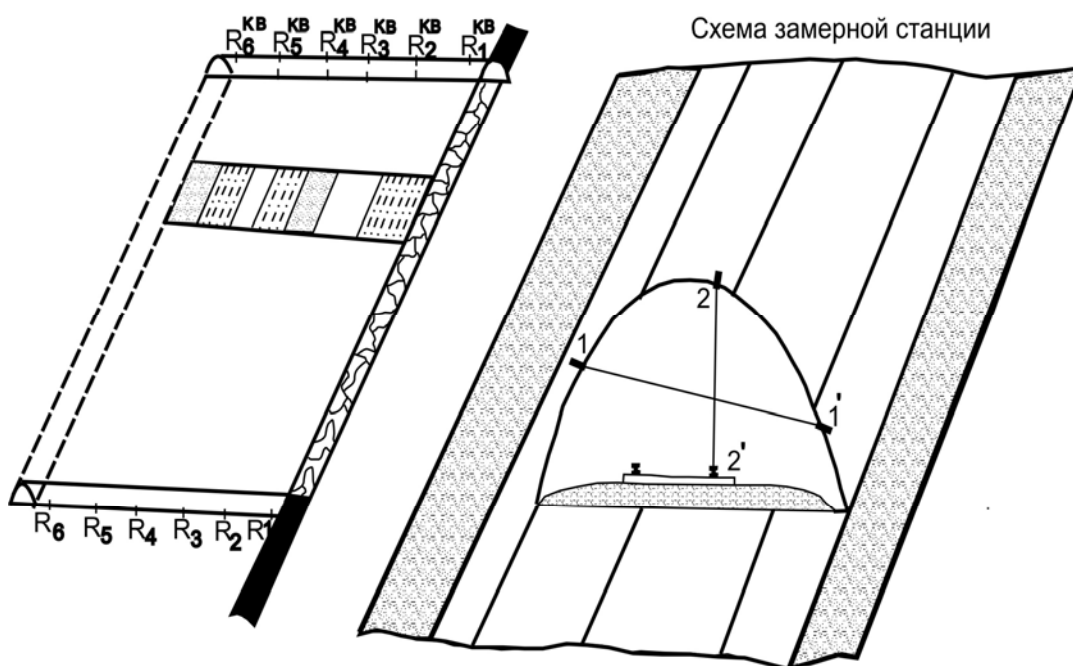


Рисунок 1 – Схема расположения замерных станций на ш. Дзержинского

а) - схема заложения замерных станций по пл. k_3^6 - «Дерезовка»;

б) – схема расположения реперов в замерном сечении.

Эксперименты выполнялись в горных выработках при отработке пласта k_3^6 - «Дерезовка» щитовым агрегатом 2 АНЩ, полевой штрек был расположен на расстоянии 60 м.

В стремлении уйти от повышенных напряжений горного массива в окрестности щитового забоя, выработку расположили в кровле пласта на удалении 60м, но тем самым и расположили ее в зоне максимальных оседаний от горных работ по пласту. Это привело к тому, что в ней были отмечены интенсивные смещения и перекрепления ее стали регулярными. Как показали исследования УкрНИМИ [1], при щитовой отработке крутых пластов кривая оседаний горного массива является ассиметричной, в которой максимум деформаций реализуется в месте пересечения пласта с вентиляционным горизонтом, а в направлении восстания пласта деформации простираются на расстояние до 150 м.

Выполненные исследования позволили определить не только величины сближения пород на контуре подготовительных выработок, но и установить определенные закономерности в характере его проявлений.

Вследствие отработки щитовым агрегатом угольного пласта широкими полосами по падению в направлении от вентиляционного горизонта до откаточного, происходят периодические подработки вентиляционного горизонта и расположенных на нем выработок, а также надработка откаточного штрека.

Причем, на выработки оказывает влияние как сам процесс деформирования вмещающего ее массива, так и влияние зоны опорного давления впереди очистного забоя щитового агрегата. На рис. 2 представлены графики скоростей сближения боковых пород в пластовом штреке по пл. k_5 – «Великан», надрабатываемом щитовым агрегатом по пласту k_5^1 – «Подпятюк».

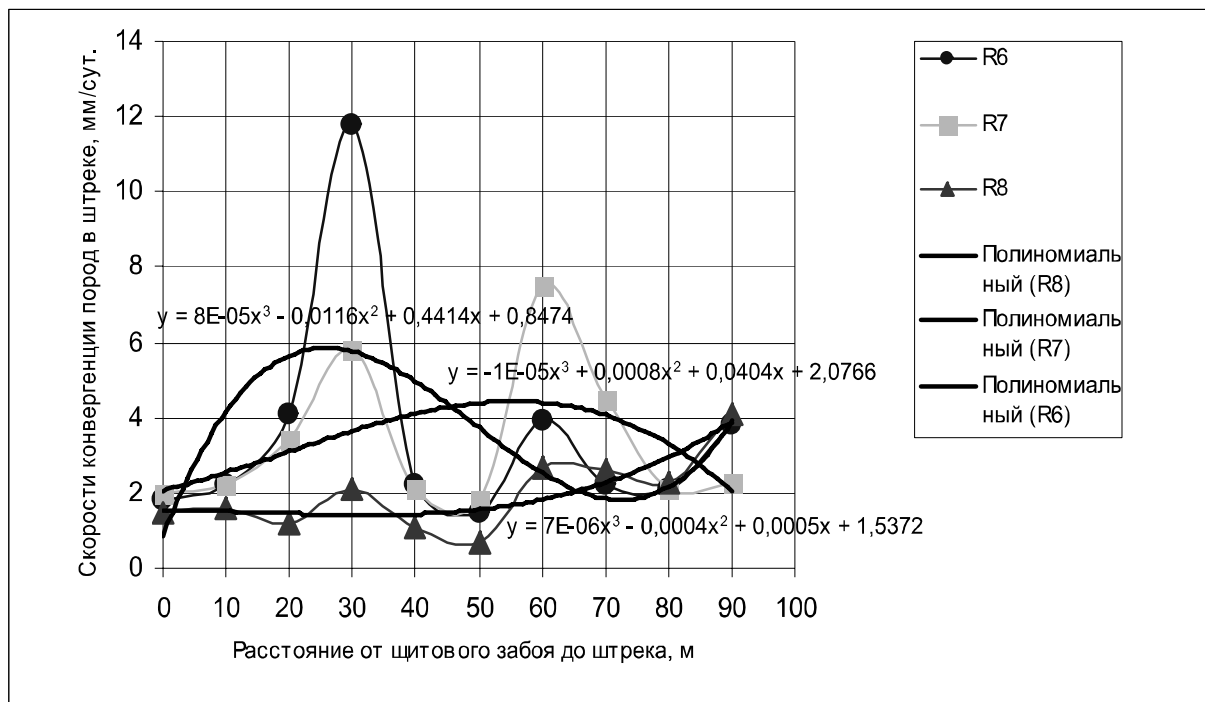


Рис. 2. Изменение скоростей конвергенции пород в откаточном пластовом штреке по пл. k_5 «Великан» при надработке его щитовым забоем

Прослеживается определенная периодичность в деформировании контура штрека: один и тот же его участок подвергается за время эксплуатации, по крайней мере, двукратному воздействию зоны опорного давления. Первый период относится к непосредственному влиянию щитовой полосы на участок штрека, расположенный между двумя квершлагами и где и располагается замерная станция и к периоду, когда на участок штрека влияет смежная щитовая полоса. Ранее выполненными исследованиями установлено [1, 4], ширина зоны влияния щитового забоя по простираению не превышает 40 - 50м, причем по мере удаления от границы полосы скорости смещения затухают по экспоненциальной зависимости. Общие смещения можно определить по следующей формуле:

$$U = U_0 + V_1 t_1 + V_2 t_2,$$

где U_0 - смещения пород в выработке вне зон влияния очистных работ или других зон ПГД;

$V_{1,2}$ – скорость сближения боковых пород, мм/сут.;

$t_{1,2}$ - время воздействия щитового забоя на штрек, сут.

Величину смещения U_0 в протяженных горизонтальных выработках вне зоны влияния повышенных напряжений от очистных работ или иных зон повышенного горного давления предлагается определять по формуле:

$$U_0 = k_\alpha k_\Theta k_S k_B k_t U_i,$$

где k_α – коэффициент влияния угла залегания пород и направления проходки выработки относительно простирания пород, определяемый по таблице 1 [7];

k_Θ – коэффициент направления смещения пород: при определении смещений со стороны кровли или почвы (в вертикальном направлении) $k_\Theta = 1$; при расчете боковых смещений пород (в горизонтальном направлении) k_Θ определяется по таблице 2 [7];

k_S – коэффициент влияния размера выработки, определяемый по формуле:

$$k_S = 0,2 (b - 1),$$

где b – ширина выработки в проходке (вчерне), м;

k_B – коэффициент воздействия других выработок, принимаемый: для одиночных выработок и камер равным 1; для сопряжений с одиночным примыканием выработки - 1,4; для сложных сопряжений с примыканием выработок в виде двустороннего заезда или пересекающихся выработок - 1,6;

k_t – коэффициент влияния времени на смещения пород (для выработок, срок службы которых более 15 лет коэффициент равен 1, при сроке менее 15 лет k_t определяется по графикам рис. 2 [7]).

Результаты проведенных экспериментальных исследований по вопросу влияния щитовой отработки пласта на пластовые или полевые выработки, расположенные в кровле или почве пласта позволяют установить в первом приближении количественные значения влияния мощности междупластья на уменьшение величин сближения боковых пород. Предлагается для этого применить некие коэффициенты, которые будут корректировать величину сближения боковых пород в зависимости от расстояния. Следует учесть тот факт, что в породах междупластья процентное содержание песчаников не превышало 40 %. (Вопрос экранирующего воздействия песчаников требует отдельного исследования.) Для определения коэффициентов дальности влияния (K_d) предлагается пользоваться выведенными эмпирическими формулами или графиками (рис. 3 и 4).

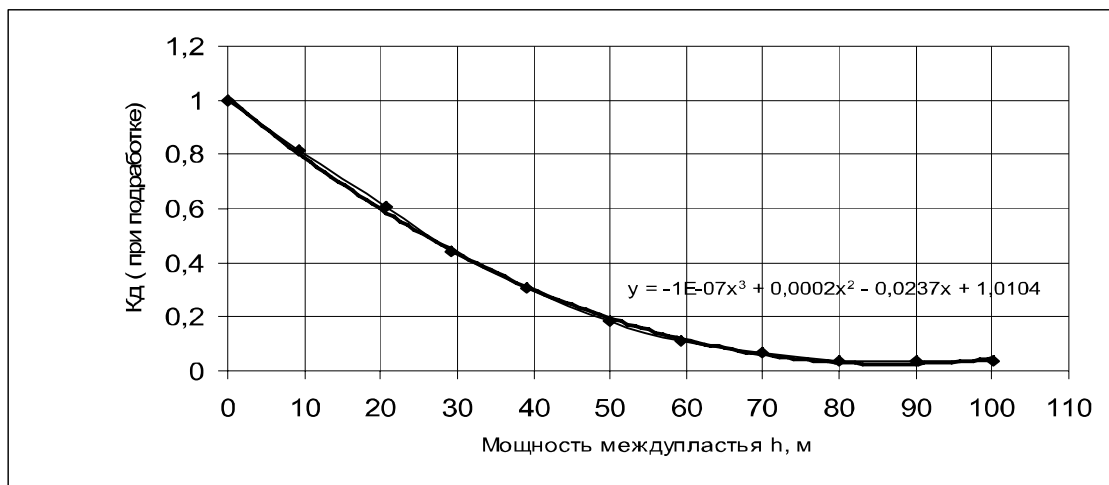


Рисунок 3 – Зависимость значения коэффициента влияния K_d от мощности междупластья при подработке.

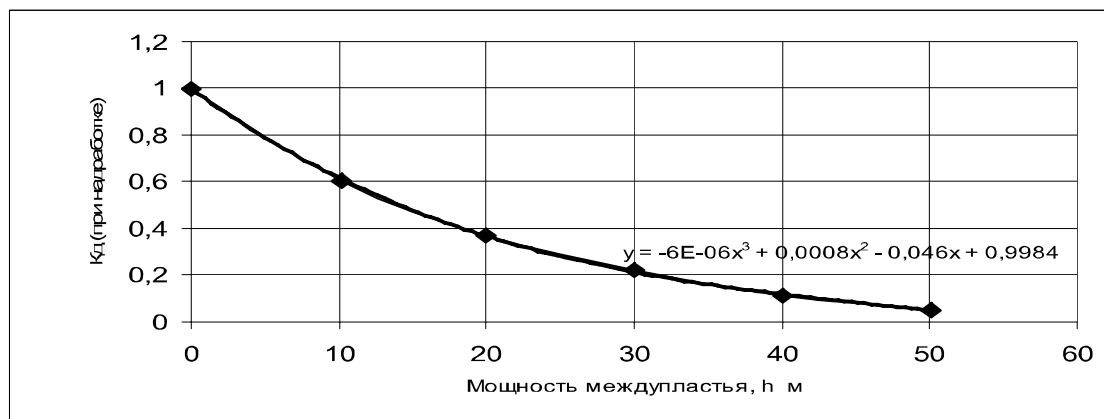


Рисунок 4 – Зависимость значения коэффициента влияния K_d^n от мощности междупластья при наработке.

Из графиков следует, что наиболее интенсивно изменяется величина смещения при расстояниях до 20 м при наработке и при 40 м при подработке. Использование предложенных формул и методов расчета деформаций на контуре полевых выработок позволит наиболее точно выбрать рациональную крепь для выработок.

Библиографический список:

1. Вопросы управления горным давлением на тонких крутых пластах Донбасса / Александров В.Г., Аксенов А.В., Алышев Н.А., Питаленко Е.И./ ООО «Лебедь»-Донецк, 1998. - 288с.
2. Калфакчян А.П., Александров В.Г., Питаленко Е.И. и др. Совершенствование средств и способов поддержания выработок на шахтах Центрального района Донбасса. - Днепропетровск: Січ, 1994. – 207 с.
3. Методические указания по совершенствованию способов управления горным давлением при разработке свит угольных пластов Донбасса с углами падения свыше 35^0 Л., ВНИМИ. - 1985. - 38с.
4. Геомеханические процессы отработки крутых пластов: новые исследования и решения / Питаленко Е.И., Кулибаба С.Б. Гавриленко Ю.Н., Тиркель М.Г., Пивень Ю.Н. – Донецк. 2007. - 383 с.
5. Питаленко Е.И., Васютина В.В. Особенности деформирования горных пород при отработке крутых пластов щитовыми агрегатами // Известия Донецкого горного института. - 2002. - №1. – С.56 – 60.
6. Крутые и крутонаклонные пласты. Управление горным давлением и крепление в очистных и подготовительных на больших глубинах выработках / ДонНИИ. – Донецк, 1997. - 280 с.
7. Инструкция по выбору рамных крепей горных выработок: Мин. уг. пром. УкрНИМИ. С. Петербург 1991. – 125 с.
8. Проблемы и решения улучшения состояния подготовительных выработок на крутых пластах / Н.А. Шаповал, Ю.А. Пивень, Б.И. Курицын, Н.А. Алышев – Донецк. 2000. - 148 с.
9. Разработка крутых пластов щитовыми агрегатами / А.Ф. Остапенко, С.П. Батыгин, И.А. Южанин, Е.И. Питаленко. – К: Техника, 1983.- 103 с.