

УДК 622.016.222

К ВОПРОСУ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРИСЕЧНЫХ ВЫРАБОТОК

Южанин И. А., Хламов Д. М.
(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Geomechanical conditions for protection of headings driven by coal cutting with stone towards mine goaf are reviewed. Guidelines for protection of mine openings driven by coal cutting with stone towards already driven rock-bolted mine entries are worked out.

Розглянуто геомеханічні умови охорони виробок, пройдених вприсічку до виробленого простору. Розроблено рекомендації щодо охорони виробок, пройдених вприсічку до раніше пройдених виробок, закріплених анкерним кріпленням.

При бесцеликовой технологии отработки угольных пластов широкое распространение получило проведение подготовительных выработок вприсечку к выработанному пространству ранее отработанных лав. В соответствии с нормативными документами [1, 2] применяют следующие основные схемы проведения присечных выработок:

– полная присечка к погашенной горной выработке без оставления между ними полосы угля, при возможности – с частичным сохранением старой выработки; применяют при легкообрушающихся породах кровли на глубине до 600 м;

– присечка с оставлением между выработкой и выработанным пространством полосы (стенки) угля шириной 2-4 м; применяют при устойчивых породах на глубине более 600 м;

– при наличии сильнопучащих пород почвы присечную выработку проходят в массиве, разгруженном скважинами.

Несмотря на длительный опыт проведения и эксплуатации присечных выработок, практика горного производства вскрывает вопросы, которые еще не были решены. Одним из них является проведение подготовительных выработок вприсечку к ранее пройденным выработкам, закрепленным анкерной крепью.

Подтверждением этому явилась авария на шахте «Добропольская» ГП Добропольеуголь, произошедшая 12.11.10 г. при проведении 7-го северного вентиляционного штрека уклона пл. m_5^{1B} гор. 450 м. Во время очередного цикла крепления в забое выработки произошло внезапное обрушение пород кровли на протяжении около 6 м. Отставание основной крепи от забоя во время обрушения составляло 0,8 м. Забой 7-го северного вентиляционного штрека был закреплен согласно паспорту крепления (1,25 рам на м). При этом не наблюдалось никаких признаков, предшествующих обрушению.

Следует отметить, что в забое штрека в течение 2-х месяцев до аварии никаких работ не производилось, а при обследовании перед возобновлением проходки не было выявлено каких-либо существенных нарушений рам крепи и затяжки.

7-й северный вентиляционный штрек уклона пл. m_5^{1B} гор. 450 м предназначен для подготовки и отработки обратным порядком 7-й северной лавы. Штрек проходится комбайном, сечением в проходке $15,5 \text{ м}^2$, сечением в свету – $13,8 \text{ м}^2$ вприсечку к 6-му северному конвейерному штреку отработанной 6-й северной лавы. 7-й северный вентиляционный штрек при проведении отделен от погашенного 6-го северного конвейерного штрека угольной полосой шириной 2,0 м.

Погашенный 6-й северный конвейерный штрек имел сечение в свету $10,5 \text{ м}^2$ при площади выработки трапециевидного сечения в проходке $13,5 \text{ м}^2$ и был закреплен жесткой крепью смешанного типа. Верхняк длиной 3,8 м из спецпрофиля СВП-22 прикреплялся к породам кровли пласта 5-ю сталеполимерными анкерами диаметром 22 мм, длиной 2,4 м с глубиной анкерования не менее 2,25 м и опирался у бортов выработки на деревянные стойки диаметром 0,2 м. При этом крайние анкеры установлены под углом $70 - 80^\circ$, из расчета выхода их концов на расстояние не

менее 500 мм за борта выработки. 6-й северный конвейерный штрек был проведен с нижней подрывкой пород.

7-й северный вентиляционный штрек проводился с нижней подрывкой и закреплялся арочной податливой крепью АПЗ-13,8 при плотности 1,25 рам на м. Затяжка боков производилась деревом.

К моменту аварии длина 7-го северного вентиляционного штрека составляла 940 м.

Угольный пласт m_5^{1B} в месте аварии был сложного строения, состоял из 2-х угольных пачек мощностью 0,76 м (верхняя) и 0,34 м (нижняя), разделенных прослойком аргиллита мощностью 0,06 м. При этом суммарная геологическая мощность пласта составляла 1,16 м при угле его падения 10° , а его прочность – 15 МПа.

Кровля пласта была представлена алевролитом мощностью от 5,00 до 15,47 м с прочностью 33 – 36 МПа, малоустойчивым B_3 (в нарушениях – B_2) и среднеобрушаемым A_2 по классификации ДонУГИ.

Непосредственная почва пласта была представлена аргиллитом мощностью 1,12 м с прочностью 22 – 25 МПа.

Основная почва пласта в верхней ее части представлена включениями алевролита мощностью от 0 до 10,4 м с прочностью 33 – 40 МПа. Верхняя часть основной почвы переходит в песчаник мощностью от 0 до 14,5 м при прочности 40 – 50 МПа.

Проанализировав характер и особенности процесса разрушения пород кровли выработки и повреждение крепи в забое (рис. 1 и 2) 7-го северного вентиляционного штрека, данную аварию можно классифицировать как внезапное обрушение пород кровли выработки со стороны присекаемого штрека, происшедшее вследствие неблагоприятных сочетаний геомеханических и горнотехнических условий проведения выработки.

По данным исследований УкрНИМИ [3], максимум опорного давления в стационарной зоне находится на расстоянии от забоя l_m , которое определяется по формуле:

$$l_m = (0.15...0.20) \times l_{0,p}, \quad (1)$$

где $l_{0,p}$ – расчетная ширина зоны опорного давления, м.

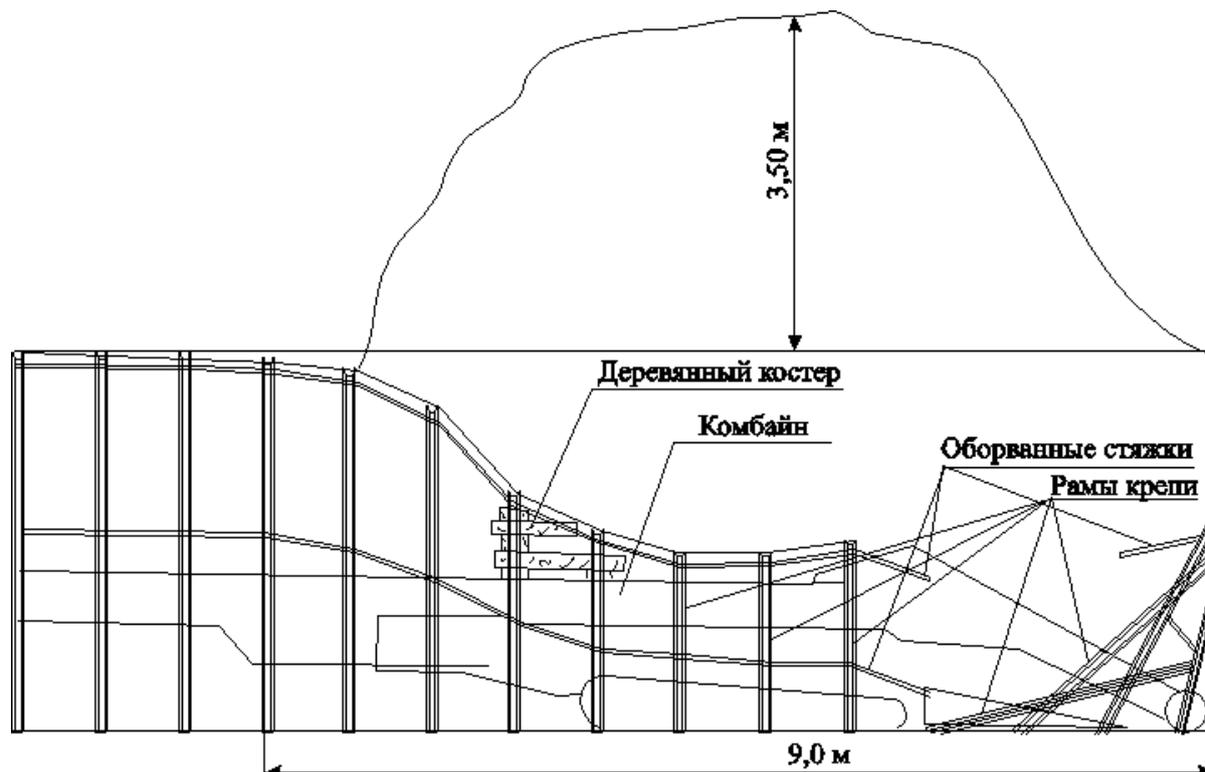


Рис. 1. Эскиз места обрушения пород кровли в забое 7-го северного вентиляционного штрека

Ширина зоны опорного давления l_0 определяется в соответствии с таблицей 6.1 [4].

Указанная зона опорного давления l_0 для условий проведения 7-го северного вентиляционного штрека ($R = 30$ МПа, $H = 665$ м) составляет 103 м. С учетом поправок на обрушаемость основной кровли и вида применяемой крепи в 7-м северном вентиляционном штреке, расчетная ширина зоны опорного давления $l_{0,p}$ составит 61,8 м.

Расстояние до максимума опорного давления l_m в соответствии с формулой (1) составит:

$$l_m = (0,15 \dots 0,20) \times 61,8 = 9,27 \dots 12,36 \approx 9,3 \dots 12,4 \text{ м.}$$

При разработке средств и способов охраны подготовительных выработок считается, что обрушение (обрез) пород кровли в лаве, создающей опорное давление, происходит по границе выработки со стороны массива или, по крайней мере, они, разрыхляясь и обрушаясь, не создают опорных нагрузок на массив. В этом случае

проводимая выработка находится вне зоны максимума опорного давления (рис. 3а).

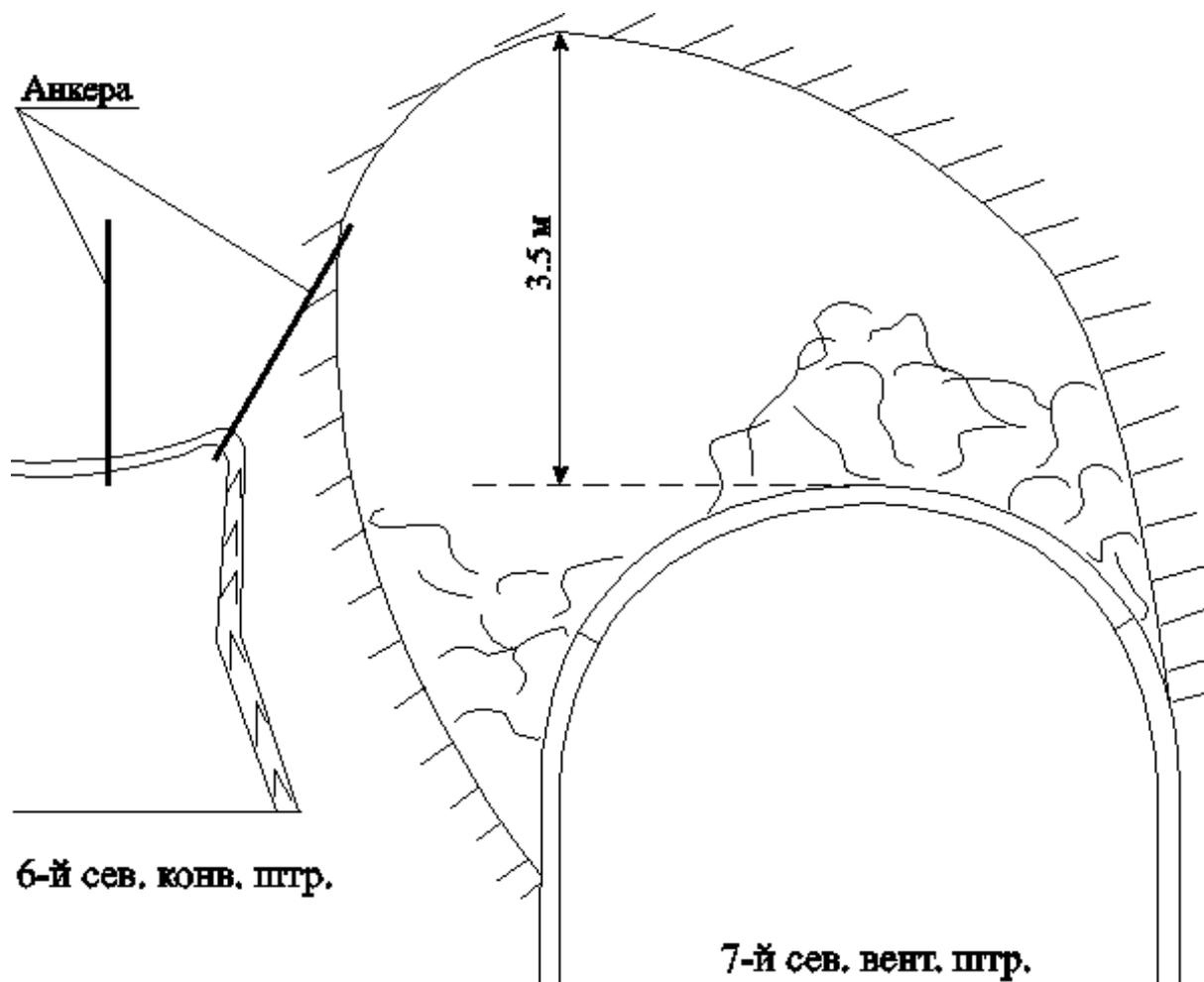


Рис. 2. Эскиз поперечного сечения купола обрушения пород кровли в забое 7-го северного вентиляционного штрека

Однако применение комбинированной (рамно-анкерной) крепи в 6-м северном конвейерном штреке внесло коррективы в характер формирования зоны опорного давления. Анкеры, скрепляя нижние слои пород кровли пласта, не только препятствуют их обрушению, но и увеличивают длину консоли зависающих пород кровли по отношению к проводимой выработке (7-й северный вентиляционный штрек). В результате этого охраняемая выработка оказалась в зоне максимума опорного давления (рис. 3б). При наличии дополнительных факторов, о чем будет сказано ниже, про-

изошло обрушение пород кровли в зоне максимума опорного давления.

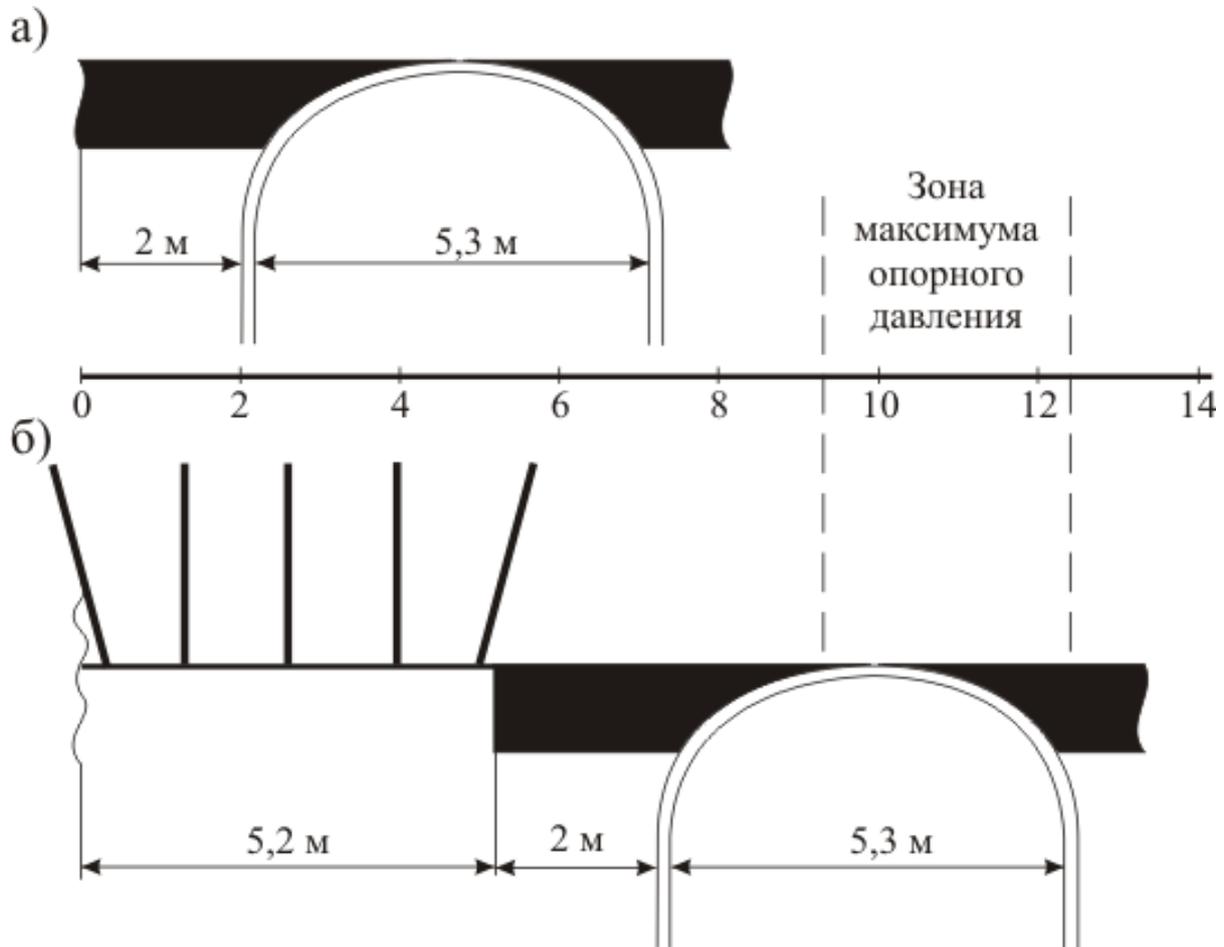


Рис. 3. Схема расположения 7-го северного вентиляционного шп्रेка относительно зоны максимума опорного давления: а) без учета зависшей консоли; б) фактическая

Мощность слоя пород (h , м), достаточная для преодоления сопротивления крепи АПЗ-13,8 м², согласно [4], определяется по формуле:

$$h = \frac{N \cdot n}{v \cdot \gamma}, \quad (2)$$

где N – рабочее сопротивление крепи, кН;
 n – плотность крепи в выработке, согласно паспорта крепления, рам на м;
 v – ширина выработки в проходке, м;

γ – объемный вес нависающих пород, кН/м³.

$$h = (200 \times 1,25) / (5,3 \times 25) = 1,87 \approx 2,0 \text{ м.}$$

Обрушение пород кровли в забое 7-го северного вент. штрека произошло по крайнему ряду анкеров в 6-м северном конвейерном штреке как наиболее ослабленной плоскости пород кровли. Обрушению способствовала также длительная (2 мес.) остановка забоя по производственной необходимости.

Установлено, что при проведении выработок у забоя на расстоянии от него до 20 м и более, образуется зона т.н. активного влияния забоя, в которой смещения изменяются от 0 (у забоя) до определенной величины (в данных условиях – 320 мм). Ввиду крайней неравномерности смещений пород по длине выработки в этой зоне происходило изменение деформированного состояния пород (накапливались деформации растяжения в массиве вокруг выработки). В результате этого произошло снижение прочностных и деформационных свойств пород, т.е. образовалась ослабленная зона. Длина этой зоны составляет 5 – 6 м с максимумом в 2 – 2,5 м от забоя.

Таким образом, зона обрушения пород в забое 7-го северного вентиляционного штрека характеризовалась высоким напряженным состоянием (попала в зону максимума опорного давления от 6-й северной лавы) и ослаблением прочностных свойств, произошедших в результате длительной остановки забоя.

Кроме того, необходимо обратить внимание на следующее немаловажное обстоятельство. Впереди проходческого забоя расстояние до максимума опорного давления ($l_{m,n}$) определяется по формуле [5]:

$$l_{m,n} = (3...6) \cdot m_b, \quad (3)$$

где m_b – вынимаемая мощность пласта, м.

Подставив в формулу (3) входящие параметры, получим искомое значение опорного давления ($l_{m,n}$):

$$l_{m,n} = (3 \dots 6) \times 1,2 = 3,6 \dots 7,2 \text{ м.}$$

Таким образом, среднее значение $l_{m,n}$ составляет 5,0 м, при котором проходческий забой находился в зоне отжима и разгрузки

пласта, что явилось дополнительным фактором, способствующим обрушению пород кровли на этом участке.

Границы зоны обрушения проходили: со стороны восстания – по плоскости, ослабленной анкерами в присечном целике; со стороны падения – по границе зоны максимума опорного давления; по простиранию – по границам зоны ослабленных пород.

На основании анализа характера обрушения пород кровли в забое 7-го северного вентиляционного штрека представляется возможным сформулировать геомеханические и горнотехнические причины внезапного обрушения пород кровли в забое 7-го северного вентиляционного штрека:

1) влияние стационарного опорного давления 6-й северной лавы, максимум которого, вследствие зависания пород над 6-м северным конвейерным штреком, закрепленным сталеполимерными анкерами, расположился непосредственно над серединой проводимого 7-го северного вентиляционного штрека;

2) остановка забоя на 2 месяца, вследствие чего под воздействием зон активного влияния забоя позади и опорного давления впереди него сформировалась зона ослабленных пород протяженностью порядка 10 м.

Выводы и рекомендации.

1. Присечные выработки при расположении их на значительном расстоянии от выработанного пространства попадают в зону максимума стационарного опорного давления от отработанной ранее лавы, поэтому они должны располагаться по возможности ближе к выработанному пространству. Для этого необходимо снять ограничение применения полной присечки (без отделения выработки от обрушенных пород угольной полосой) [1] глубиной 600 м.

2. В непогашенных выработках, закрепленных по кровле анкерами, в породах кровли образуется жесткая плита, которая увеличивает консоль зависших в выработанном пространстве пород, создающих зону стационарного опорного давления. В результате максимум опорного давления располагается ближе к выработанному пространству, по крайней мере, на ширину этой выработки. Поэтому при проектировании выработок, проводимых вприсечку к выработкам с анкерной крепью по кровле, расстояние до мак-

сумма стационарного опорного давления следует определять за вычетом ширины выработки, закрепленной анкерами.

3. Чтобы не допускать ослабления боковых пород в присечных выработках в результате их остановки, необходимо не останавливать их проведение на период более одного месяца. В случаях вынужденной остановки необходимо выработку на протяжении 20 м до и после остановки закрепить усиленной крепью.

4. Расчет крепи выработок, проводимых вприсечку к ранее пройденным непогашенным выработкам с анкерами в кровле, следует производить с учетом влияния стационарного опорного давления отработанной лавы согласно [4].

СПИСОК ССЫЛОК

1. Указания по рациональному расположению, охране, и поддержания горных выработок на угольных шахтах СССР: Утв. Минуглепромом СССР 26.12.84. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 222 с.
2. Прогрессивные паспорта крепления, охраны и поддержания подготовительных выработок при бесцеликовой технологии отработки угольных пластов: Утв. Минуглепромом СССР 16.01.84. – Л.: ВНИМИ, 1985. – 112 с.
3. Охрана подрабатываемых подготовительных выработок / Н.П. Бажин, О.И. Мельников, В.С. Пиховкин, В.В. Райский. – М.: Недра, 1978. – 254 с.
4. Расположение, охрана и поддержание горных выработок при отработке угольных пластов на шахтах. Методические указания: КД 12.01.01.201-98. – Утв. Минуглепромом Украины 25.06.98. Изд. офиц. – Донецк: УкрНИМИ, 1998. – 154 с.
5. Теория защитных пластов / И.М. Петухов, А.М. Линьков, В.С. Сидоров, И.А. Фельдман. – М.: Недра, 1976. – 443 с.