

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАНИРОВКИ ГОРНЫХ РАБОТ ПРИ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ НАДРАБОТКЕ

Красько Н.И. (ПО «Макеевуголь», г. Макеевка, Украина)
Назимко В.В., Сажнев В.П. (ДонГТУ, г. Донецк, Украина)

Запропонований новий метод послідууючої надробки магістральних виробок заснований на застосуванні косокутової схеми планування кінцевих меж вироблених просторів. Виконано математичне моделювання наданого метода та його прототипів з послідууючою порівняльною оцінкою.

New method of an overmining of main tunnel has been developed. It is based on use of the oblique-angled scheme of a layout of edge boundaries of worked out spaces. The mathematical simulation of the given method and its prototypes is produced. The consequent comparative evaluation is obtained.

На современном этапе развития горных работ на многих шахтах Донбасса возникла ситуация, при которой разработка одного пласта является недостаточной для продуктивной работы предприятия. Поэтому все чаще возникает необходимость разработки свит пластов, которые нередко залегают на незначительном расстоянии друг от друга. Это в свою очередь неблагоприятно сказывается на процессе их отработки. Кроме всего прочего разработка свит пластов неизбежно влечет за собой надработку ранее пройденных выработок, в том числе и капитальных, состояние которых влияет на работу всей шахты в целом. Процесс надработки является очень тяжелым в плане сохранения устойчивости выработок, поэтому совершенствование планировки горных работ при последующей надработке является актуальной темой для сложившейся ситуации.

Проведенными ранее исследованиями [1] установлено, что в процессе надработки конвергенция выработки в окрестности очистного забоя может изменяться весьма существенно. Авторами работы обнаружено, что деформация окружающих пород может быть доведена до уровня насыщения либо только частью нормальных пригрузок в зоне I опорного давления – (кривая 1 на рис. 1), либо полной работой нормальных напряжений в зоне ПГД – частично кривые 2, 3 и 4. Эта конвергенция насыщения может выступать в качестве суммарной, т.е. частично накапливаться в зоне опорного давления и в зоне II перехода от зоны ПГД к зоне разгрузки, под действием вращающегося тензора напряжений – кривые 2, 3, 4. Наконец возможна ситуация, когда описанный процесс протекает только в зоне разгрузки III, то есть под действием только касательных напряжений – кривая 5.

Таким образом, опираясь на проведенные исследования предложены методы планировки горных работ, обеспечивающие

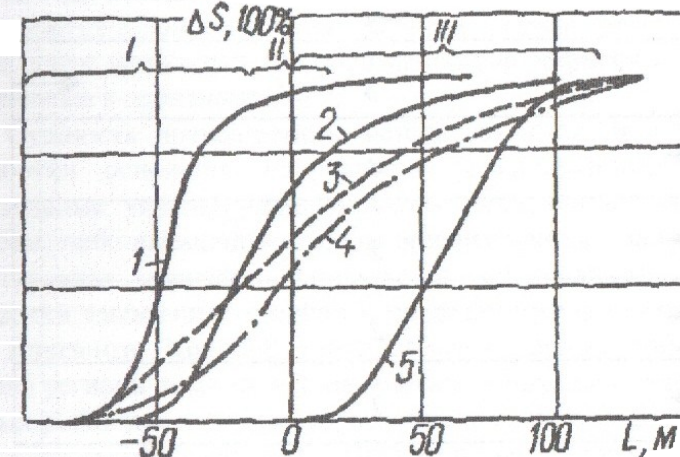


Рис. 1. Распределение конвергенции ΔS сечения подготовительных выработок в зависимости от расстояния L до надрабатываемой лавы

уменьшение конвергенции в данных условиях:

- надработка с малым отходом от разрезной печи, описанная в работе [2], далее *вариант 1*;
- надработка с остановкой лавы на минимальном расстоянии от проекции надработанной выработки, описанная в работе [3], далее *вариант 2*.

На основе имеющегося опыта ведения очистных работ и многочисленных исследований известно, что величина горного давления вокруг одиночной лавы значительно меньше, чем вокруг примыкающей к ранее выработанным пространствам. Поэтому главной задачей данной работы будет являться рассмотрение наиболее тяжелого случая, когда лава надрабатывает выработки как примыкающая. Тем более, что основная часть трудностей, возникающих при надработке, имеет место именно в этой ситуации.

На рисунке 2 приведен один из многочисленных вариантов планировки горных работ, на котором для экономии места позицией лавы №5 показана надработка выработки с малым отходом от разрезной печи (*вариант 1*), а позициями лав №1-4 -

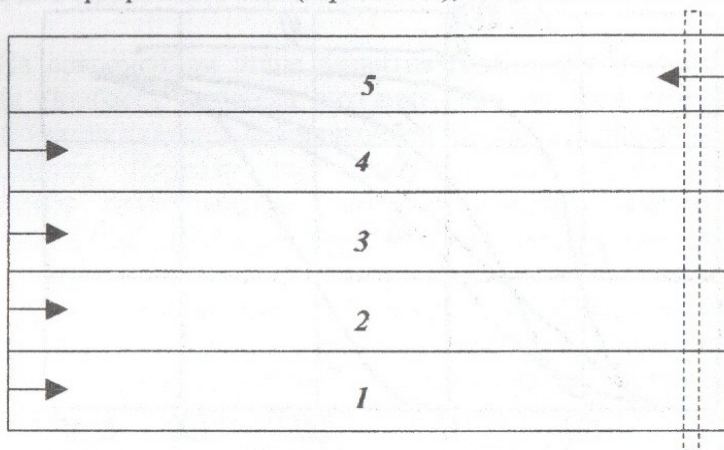


Рис. 2. Варианты планировки горных работ при надработке основных выработок часто встречающийся на шахтах Донбасса

надработка с остановкой на минимальном расстоянии от проекции выработки (*вариант 2*).

Причина эффективности первого варианта заключается в том, что величина зоны опорного давления определяется минимальным размером выработанного пространства, поэтому если лава успевает надработать выработку, отойдя на минимальное расстояние от разрезной печи, воздействие опорного давления и конвергенция в надрабатываемой выработке также будут минимальными.

В отношении второго варианта необходимо отметить, что его эффективность будет проявляться только в ситуациях, описываемых кривыми 3, 4 и 5 (рис. 1). То есть, когда деформация окружающих пород протекает в основном в зоне действия касательных напряжений и лишь частично в зоне ПГД. При таком механизме деформации возникает ситуация, когда накопленная конвергенция на контуре выработки будет еще существенно меньше максимально возможной конвергенции насыщения, а выработка уже попадает в зону разгрузки.

Исходя из вышеприведенных рассуждений авторами предлагается новая планировка развития горных работ, которая более полно использует все положительные эффекты и резервы, заложенные в *вариантах 1 и 2*.

Сущность предлагаемого метода заключается в том, что выработки основного направления (магистральные штреки, капитальные уклоны) ориентируются наклонно к выемочным столбам, либо выемочные столбы ориентируются диагонально к простиранию, причем используется специальный порядок отработки выемочных столбов в пределах крыла панели, блока или горизонта. Краткий анализ планов горных работ шахт нашего региона показал, что на многих из них такая планировка горных работ уже имеет место, возникнув естественным путем из ряда сложившихся ситуаций. Примером могут служить шахты: «Комсомолец Донбасса» п/о Октябрьуголь, им. М.И. Калинина и «Южно-Донбасская N3» п/о Донецкуголь, шахта «Поченкова» п/о Макеевуголь. Часто ступенчатое формирование краевой

части панели или блока связано с наличием геологического нарушения, ориентация которого не совпадает с линией падения. Этот анализ еще раз подчеркивает важность рассматриваемой темы и большую область применения ее результатов в реально сложившейся ситуации на шахтах нашего региона.

На рисунке 3 представлена одна из возможных схем планировки горных работ, на которой наиболее полно просматриваются оба вышеописанных варианта в применении к предлагаемой планировке развития горных работ при последующей надработке выработок. При этом вариант 2 модифицируется так, что в процессе надработки каждая очередная лава надрабатывает выработку, как одиночная (левая часть схемы на рис. 3). Таким образом, можно частично избавиться от пагубного влияния прилегающих выработанных пространств. Однако следует отметить, что важное место в данной ситуации имеет порядок отработки лав, так как в случае применения этого варианта к восточной (правой) части схемы

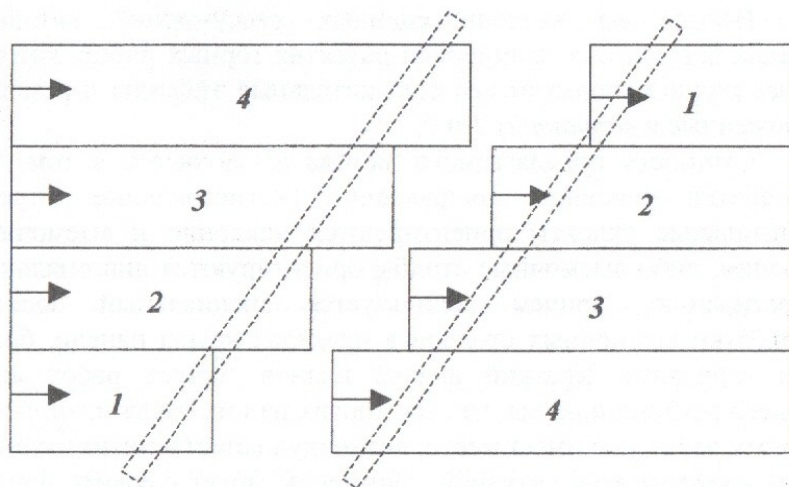


Рис. 3. Варианты модифицирования известных планировок горных работ при надработке основных выработок

весь эффект данного метода не только теряется, а и усугубляет сложившуюся ситуацию, так как каждая последующая лава будет надрабатывать выработку как примыкающая к ранее отработанному пространству. Механизм данного процесса заключается в том, что при бесцеликовом развитии очистных работ смежные выработанные пространства взаимодействуют между собой посредством термодинамического энтропийного потока, физическим носителем которого являются сдвигения в плоскости напластования [4]. В результате новая область сдвижений испытывает разгрузку от горного давления, а ранее выработанное пространство сжимается в плоскости напластования, что приводит к росту горного давления до $3\gamma H$. Именно в таких ситуациях находит применение надработка с малым отходом от разрезной печи (вариант 1). Рекомендуемый порядок отработки лав в обеих частях схемы на рисунке 3 указан цифрами в порядке возрастания.

Для качественной и количественной проверки эффективности и целесообразности предложенного варианта планировки горных работ было проведено его математическое моделирование методом тонкой плиты на неоднородном основании, описанным в [5]. Как уже отмечалось выше, авторами рассматривается наиболее сложный случай надработки выработок, то есть примыкающей к выработанному пространству лавой. Данный вариант надработки наиболее часто встречается в натуральных условиях и поэтому представляет наибольший интерес. Для наиболее объективной оценки данный вариант сравнивается как с худшей ситуацией (надработка примыкающей к выработанным пространствам лавой по традиционной схеме), так и с более легкой в плане сохранения устойчивости выработки ситуацией (надработка одиночной лавой). В результате к расчету были представлены шесть вариантов надработки выработок:

- Надработка одиночной лавой с малым отходом от разрезной печи (вариант 1).

коэффициенту K , то есть отнесено к уровню давления в нетронутом массиве составляющего около 20МПа. Отметим, что моделирование произведено с поэтапным расчетом горного давления при подвигании надрабатывающей лавы на каждые 50м. Применение такой детализации позволило наиболее полно оценить геомеханическую ситуацию по мере наката на магистральную выработку волны опорного давления впереди движущейся лавы.

По полученным данным взято сечение вдоль столба лавы и построен график зависимости коэффициента концентрации горного давления K от подвигания лавы dL в нижней ее части (рис. 6). В приведенной части столба коэффициент K принимает

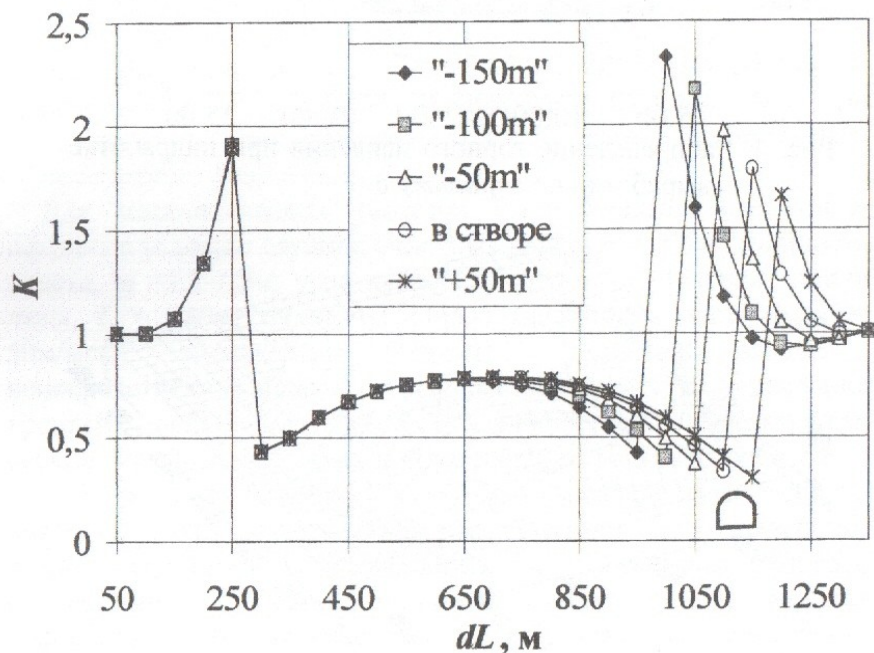


Рис. 6. Динамика перераспределения горного давления вдоль средней оси лавы по мере ее подвигания при варианте 6

максимальные значения в результате проявления вышеупомянутого механизма взаимовлияния смежных выработанных пространств.

Аналогичный подход был применен к остальным вариантам надработки, что позволило их сопоставить и произвести качественную сравнительную оценку. В результате был построен график распределения максимального коэффициента концентрации опорного давления K вдоль трассы надработанной выработки dL для всех шести вариантов (рис. 7). Данные

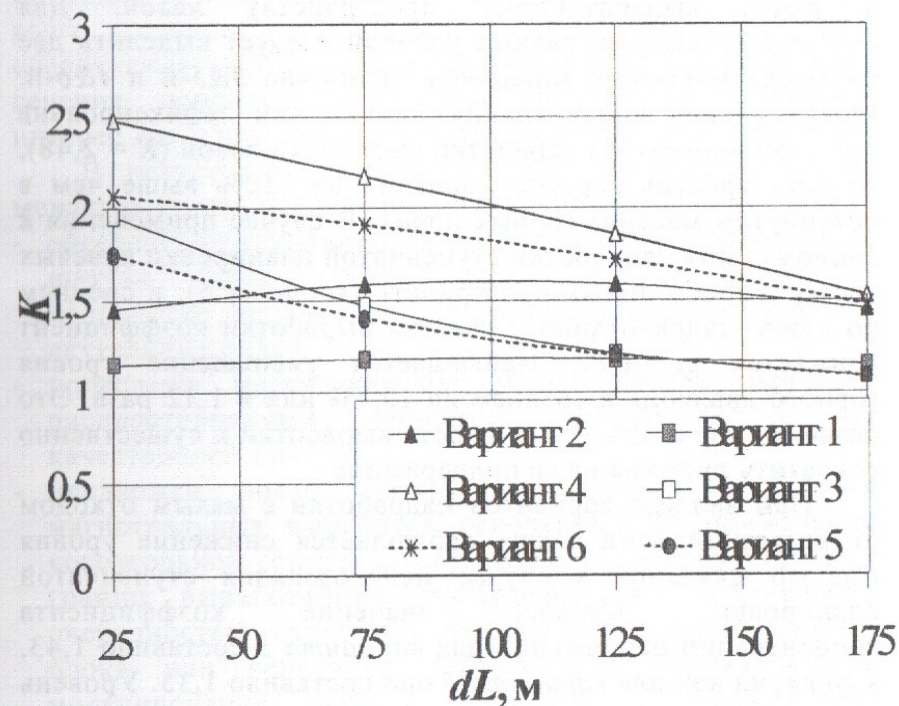


Рис. 7. Распределение максимальной концентрации опорного давления вдоль трассы надрабатываемой выработки

приведенных величин получены из сечения вдоль оси выработки на участке ее полной надработки движущейся лавой. Из приведенного графика наблюдается существенное различие между величинами коэффициента концентрации напряжений для каждого варианта надработки. Наименьшие значения коэффициент принимает при 1-ом и 2-ом вариантах, так как они являются наиболее легкими с геомеханической точки зрения ситуациями [4].

Более подробно рассмотрим варианты с примыкающей к ранее выработанному пространству лавой. Для соблюдения прочих равных условий следует выделить две пары сравниваемых вариантов, а именно 3&5-й и 4&6-й. Максимальная концентрация напряжений зафиксирована при 4-ом варианте надработки выработки лавой ($K = 2,48$), то есть уровень горного давления на 150% выше чем в нетронутом массиве горных пород. В случае применения к данному типу надработки ступенчатой планировки краевых частей выработанных пространств (вариант б), в среднем по длине надработанного участка выработки коэффициент снижается до 1,79. Наблюдается уменьшение уровня горного давления в среднем на 10,7% или в 1,12 раза. Это позволит улучшить устойчивость выработки и существенно сократить расходы на ее поддержание.

При анализе вариантов надработки с малым отходом от разрезной печи также наблюдается снижение уровня горного давления в случае использования ступенчатой планировки. Среднее значение коэффициента концентрации напряжений для варианта 3 составило 1,43, в то время как для варианта 5 оно составило 1,35. Уровень горного давления снизился на 5,9% или в 1,06 раза. Следует отметить, что общий эффект будет фактически удвоен, так как снижение концентрации опорного давления автоматически означает уменьшение перепада напряжений на переходе из зоны опорного давления к зоне разгрузки.

Поэтому негативные проявления последующей надработки уменьшаться в вышеупомянутых случаях примерно вдвойне, то есть на 21,4% и на 11,8%, что уже существенно.

Учитывая большую протяженность надрабатываемых магистральных выработок даже незначительный эффект сохранения их устойчивости позволит сохранить большое количество средств на их перекрепление и подрывку почвы. Важным фактором также является обеспечение надежной работы транспортных и воздухоподающих магистралей шахт, от которых зависит надежность работы всего угольного предприятия. Поэтому реальные методы обеспечения устойчивости и сохранения достаточного сечения основных выработок представляют большой интерес как с научной так и с практической точки зрения.

В результате проведенного авторами исследования можно выделить следующие положения:

- обеспечение устойчивости магистральных выработок на шахтах Донецко-Макеевского региона при их надработке продолжает оставаться одной из наиболее актуальных задач;
- проведено математическое моделирование наиболее распространенных вариантов надработки с их качественной оценкой;
- предложен новый метод последующей надработки магистральных выработок основанный на применении косоугольной (ступенчатой) схемы планировки краевых границ выработанных пространств со специальной очередностью отработки запасов в пределах панели, блока или горизонта. Произведено математическое моделирование данного варианта и последующая сравнительная оценка результатов с его прототипами.

СПИСОК ССЫЛОК:

1. Копылов А.Ф., Назимко В.В. Механизмы деформирования надрабатываемых выработок // Уголь Украины. - 1994. - №5. - С. 10-12.
2. Потапкин И.Ф. Исследование способов охраны наклонных выработок при разработке пологих пластов в условиях шахт трестов Петровскуголь и Рутченковуголь. - Автореф. Дисс... канд. техн. наук. - Донецк, 1970. - 24 с.
3. Халимендик Ю.М., Трунов Л.Ф., Назимко В.В. Способ сохранения устойчивости полевых выработок при влиянии очистных работ // Уголь Украины. - 1992. - №12. - С. 19-22.
4. Назимко В.В. Геомеханические основы устойчивости подготавливающих выработок в зонах разгрузки при воздействии очистных работ: Дисс... докт. техн. наук: 05.15.02.; 05.15.11./ДГИ. - Днепропетровск, 1990. - 337 с.
5. Зборщик М.П. Разработка технологий управления вмещающим массивом и устойчивостью подготовительных выработок пологих пластов на больших глубинах: Дисс... докт. техн. наук: 05.15.02./ДПИ. - Донецк, 1983. - 393 с.