

УДК 622.261.27

Обоснование размера целика, исключающего влияние лавы на выработки околоствольного двора

Приведен анализ результатов исследований геомеханического состояния вмещающих пород в целике, предохраняющем выработку околоствольного двора и стволы в процессе отработки лавы. Определена рациональная ширина целика, при которой исключается влияние лавы, для условий ПСП «Шахта «Западно-Донбасская».

Выемка угольных пластов приводит к нарушению состояния равновесия пород и их сдвигению, проявляющемуся в образовании мульды сдвижения. Отдельные ее точки смещаются неодинаково, в результате возникают вертикальные и горизонтальные деформации, а также трещины, уступы и провалы. Сдвигения и деформации пород при неблагоприятных условиях как правило увеличивают их водопроницаемость и газопроницаемость над выработанным пространством, а также могут вызывать повреждения объектов, расположенных в зоне влияния горных работ.

Размеры зоны влияния подземных разработок на сооружения и другие объекты, характер и продолжительность сдвижения горных пород зависят от следующих основных факторов [1, 2]:

- мощности, угла падения и глубины разрабатываемых пластов;
- размеров очистных выработок, расположения и размеров оставляемых целиков;
- способа управления горным давлением;
- скорости подвигания забоя;
- наличия вблизи очистной выработки ранее отработанных площадей;
- физико-механических свойств пород;
- структурных особенностей массива (мощность слоев, геологические нарушения, наличие ослабляющих прослоев, включений и др.).

Границы зоны влияния подземных разработок устанавливаются граничными углами, которые определяются в соответствии с рекомендациями Правил [3]. Граничные углы различают для наносов, мезозойских отложений и коренных пород, они унифицированы для горно-геологических условий разных месторождений. И если для ведения работ на шахтах Центрального района Донбасса до глубины 800 – 1000 м рекомендации действуют, то в случае превышения горными работами



А. И. ВОЛОШИН,
чл.-кор. НАН Украины
(ИГТМ НАН Украины,
НИЦ «Экология-Геос»)



О. В. РЯБЦЕВ,
канд. техн. наук
(ИГТМ НАН Украины,
НИЦ «Экология-Геос»)



А. И. КОВАЛЬ,
канд. техн. наук
(ООО «ДТЭК Свердловантрацит»)

указанных глубин или в неординарных условиях фиксируется существенная погрешность при определении размера целика, что нередко приводит к деформации охраняемых объектов и ставит под угрозу стабильность работы предприятия. Это характерно для шахт Западного Донбасса, горно-геологические условия которых в первую очередь отличаются тем, что уголь крепче вмещающих пород. Кроме этого, вмещающие породы сильно обводнены и слабо метаморфизированы, что также влияет на процесс их сдвижения при подработке.

Подобная проблема возникла при отработке 900-й и 900-бис лав пласта c_8^B ПСП «Шахта «Западно-Донбасская» ПАО «ДТЭК Павлоград-уголь». Лавы длиной 150 м каждая обрабатывали в уклонной части шахтного поля по восстанию пласта с выходом на целик, охраняющий выработки околоствольного двора от влияния горных работ. Размер целика согласно проекту, разработанному по рекомендациям Правил [3], составлял 275 м. Как показала практика, такой размер целика не обеспечил надежной охраны выработок околоствольного двора. В них наблюдались деформация бетонной крепи в виде вертикально направленных трещин с разной степенью раскрытия, а в нескольких местах – разрушение крепи и вывалы. Главный и вспомогательный стволы «повело» на угол, равный 4°, на их бетонной крепи (на участках протяженностью до 20 м каждый) зафиксированы трещины и сколы. Это свидетельствовало об активизации процессов сдвижения пород в окрестности околоствольного двора.

У специалистов ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» появились обоснованные опасения по поводу безопасного состояния выработок, учитывая необходимость отработки 800-й лавы пласта c_8^H длиной 330 м по такой же схеме – по восстанию с выходом на целик непосредственно под выработанным пространством ранее отработанных указанных лав. Кроме этого, пласты c_8^B и c_8^H сближенные – междупластье составляет в среднем 8 м, что является одним из ключевых факторов в усугублении процесса сдвижения. Исходя из изложенного, была поставлена задача обосновать минимально возможный размер целика, что исключило бы негативное влияние обрабатываемой лавы на выработку околоствольного двора и стволы.

В этих целях использовался программно-технологический комплекс «Технология страте-

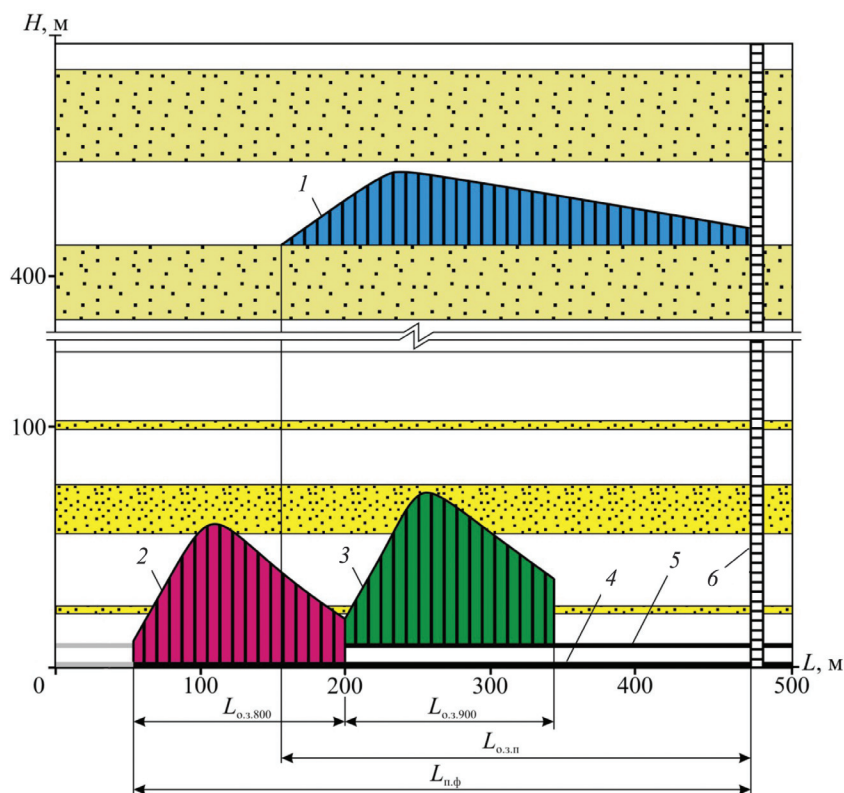
гического планирования развития горных работ» [2], который базируется на методологии [1], впервые комплексно учитывающей влияние горно-геологических, горнотехнических условий ведения работ, а также фактора времени на геомеханическое состояние пород.

Для расчета в качестве исходных данных был использован стратиграфический разрез по геологоразведочной скважине № 8295, из анализа которого следует, что вблизи поверхности залегают слои глины мощностью от 32 до 53 м, между которыми – наносы в виде песка. Последние, обладая незначительной несущей способностью на вдавливание и возможностью их перемещения по напластованию, после повторной подработки будут определять параметры сдвижения пород в целом. Учитывали и то, что вмещающие породы кровли и особенно почвы гораздо слабее угольных пластов (крепость угля по шкале М. М. Протодьяконова $f = 4$, аргиллита кровли и почвы $f = 1,9 \dots 2,1$), межслоевое сцепление практически отсутствует. Поэтому при подработке целика со стороны падения существует большая вероятность его сползания под действием горизонтальной составляющей нормальной нагрузки в стационарной опорной зоне после доработки лавы. Это еще в большей степени может усугубить негативное влияние оставления охранного целика недостаточных размеров на выработки рудничного двора и непосредственно на стволы.

Параметры сдвижения горного массива при его подработке рассчитывали в два этапа. Вначале снизу вверх от пласта c_8^H до дневной поверхности определяли геометрические параметры эпюр нагрузок для каждого слоя породы (ширина опорной зоны, местоположение максимальной и минимальной нормальной нагрузки в ней). Затем сверху вниз от дневной поверхности до пласта устанавливали закономерности распределения нормальных нагрузок по ширине и длине обрабатываемого столба. При этом учитывали скорость подвигания очистного забоя 800-й лавы и время с момента окончания очистных работ до затухания активных геомеханических процессов.

На основе анализа результатов расчетов установлено, что ширина опорной зоны при отработке двух пластов суммарной мощностью около 2 м достигает 100 – 120 м. Для слоя породы, залегающего на обводненном песке, выполнен отдельный

Рис. 1. Принципиальная схема разделения опорных зон, сформировавшихся при отработке 900-х лав пласта c_8^B и 800-й лавы пласта c_8^H , для определения размера целика: 1, 2, 3 – стационарная опорная зона в слое обводненного песка, после доработки 800-й лавы, после доработки 900-х лав соответственно; 4 – пласт c_8^H ; 5 – пласт c_8^B ; 6 – ствол; $L_{o.z.900}$ – размер опорной зоны от 900-х лав; $L_{o.z.800}$ – размер опорной зоны от 800-й лавы; $L_{o.z.n}$ – размер опорной зоны от слоя обводненного песка; $L_{ц.ф}$ – фактический размер целика при разделенных опорных зонах.



расчет с учетом особенностей сдвижения наносного песка, который также обводнен. Согласно результатам общая ширина опорной зоны на уровне отрабатываемого пласта c_8^H составляет 320 м. При ширине целика менее этого значения будут наблюдаться деформации выработок околоствольного двора и стволов, что и было отмечено по факту отработки 900-х лав пласта c_8^B .

Однако, принимая во внимание что 800-ю лаву пласта c_8^H разрабатывают в уклонной части шахтного поля, т. е. целик формируется со стороны падения, существует вероятность его сползания в сторону выработанного пространства. Природа данного явления определяется нормальной нагрузкой, образующейся в стационарных опорных зонах отработанных лав (900-х и 800-й). В частности, это относится к обводненному песку, опорная зона которого имеет протяженность 320 м. При наложении опорных зон формируется нормальная нагрузка $Q = 1700$ МН. Горизонтальная составляющая этой нагрузки равна 80 МН. При отсутствии сцепления пород одна с другой по напластованию она может превысить противодействующие ей силы трения, что увеличит вероятность сползания целика по падению с деформацией стволов вплоть до остановки шахты. Чтобы избежать этого, необходимо разделить опорные зоны, которые сформировались после отработки 900-х лав пласта c_8^B и сформируются после отработки 800-й лавы пласта c_8^H в пространстве, как показано на рис. 1.

Нормальная нагрузка на целик при разделении опорных зон в пространстве существенно снизится и соответственно уменьшится ее горизонтальная составляющая. Согласно расчетам снижение нормальной нагрузки при разделении опорных зон составит порядка 40 % максимально возможной. Горизонтальная составляющая нормальных нагрузок не будет превышать силы сцепления слоев по напластованию и силы трения на контактах слоев пород друг с другом.

Такое решение сведет к минимуму вероятность сползания целика по падению пласта, однако приведет к увеличению фактических размеров целика, т. е. к потерям полезного ископаемого.

Определив ширину опорной зоны после отработки 800-й лавы пласта c_8^H , ее значение добавим к расчетной ширине целика и получим его фактическую ширину, обеспечивающую надежную охрану стволов и выработок околоствольного двора с учетом специфики горно-геологических и горнотехнических условий шахты. Из расчетов следует, что протяженность опорной зоны с учетом времени, в течение которого будут происходить

активные процессы сдвижения, составит порядка 100 м.

Таким образом, на базе комплекса выполненных исследований стало возможным обосновать размер целика для охраны стволов и выработок околоствольного двора с учетом разделения опорных зон отработанных 900-х лав пласта c_8^B выше залегающих обводненных песков и дорабатываемой 800-й лавы пласта c_8^H в пространстве с учетом временного фактора. Фактическая ширина целика в рассмотренных условиях должна быть не менее 420 м, что подтверждено инструментальными измерениями высоты и ширины выработок околоствольного двора, которые выполняли с использованием контурных реперов на восьми замерных станциях в течение девяти месяцев с момента остановки 800-й лавы. Максимальные сдвижения, зафиксированные при этом, составили 15 – 25 мм.

Использование научно обоснованных рекомендаций по определению размера целика позволило свести к минимуму влияние лавы на указанные выработки и вероятность сползания целика по падению с деформацией стволов. Подсчитанные шахтой потери угля в увеличенной части целика составили около 56 тыс. т. Однако увеличение целика, учитывая обеспечение безопасных условий эксплуатации выработок и устойчивого режима работы шахты в целом, экономически и технологически перекрывает потери.

Данные рекомендации обсуждались на техническом совещании в ПАО «ДТЭК Павлоград-уголь» с привлечением специалистов организации-разработчика [3] – УкрНИМИ и организации-проектировщика – Днепрогипрошахт, и были приняты к использованию. После доработки 800-й лавы пласта c_8^H было установлено, что негативное влияние горных работ на выработки околостволь-

ного двора и стволы горизонта 480 м ПСП «Шахта «Западно-Донбасская» не усугубилось.

Выводы. Комплекс проведенных исследований, заключающихся в определении параметров опорных зон при ведении очистных работ на сближенных пластах с учетом горно-геологических особенностей и горнотехнической специфики конкретного добычного участка, позволил обосновать размер предохранительного целика, исключая влияние горных работ на выработки околоствольного двора и стволы. Разработаны практические рекомендации по размеру целика, которые существенно отличаются от проектных, базирующихся на положениях Правил [3].

Фактический экономический эффект от использования практических рекомендаций, разработанных на основании Технологии [2] с учетом потерь угля в увеличенном целике, составил более 49 млн. грн. Это свидетельствует о высокой степени надежности и достоверности получаемых с ее использованием результатов, а также экономической и производственной эффективности в рассмотренном случае для первого направления [1, 2] решаемых горнотехнических задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Методология* определения рациональных технологических параметров ведения горных работ / А. Ф. Булат, А. И. Волошин, О. В. Рябцев [и др.] // Уголь Украины. – 2010. – № 10. – С. 15 – 18.
2. *Технология* стратегического планирования развития горных работ / А. Ф. Булат, А. И. Волошин, О. В. Рябцев [и др.] // Уголь. – 2011. – № 2. – С. 22 – 25.
3. *Правила* підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: ГСТУ 101.00159226.001-2003. – [Чинний від 2003 – 11 – 28]. – К.: Мінпаливенерго України, 2004. – 128 с.