

УДК 622.831.322

## РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕР БОРЬБЫ С ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ ПРИ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ

Канин В. А., Ходырев Д. И., Ходырев Е. Д.  
(УкрНИИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

*Розглядаються особливості розподілу сил гірського тиску при відпрацьовуванні вугільних ціликів і методи оцінювання їх напружено-деформованого стану (НДС). На основі узагальнення результатів досліджень НДС ціликів при вийманні вугілля рекомендовано заходи їх безпечного відпрацювання.*

*Features related to rock pressure distribution when working coal pillars and methods for estimation of their stress-deformed state (SDS) are described. Based on generalization of the results of research into SDS of pillars in coal winning measures for their safe working are recommended.*

На шахтах Донбасса при постоянном увеличении глубины ведения горных работ, достигшей в настоящее время 900 – 1500 м, повышается газоносность угольных пластов и активизируется проявление сил горного давления в форме газодинамических явлений (ГДЯ). Особая опасность создается в условиях отработки целиков угля двигающимися на выработанное пространство лавами при распространенном в Донбассе панельном способе подготовки запасов угля. В таких целиках по мере уменьшения их размеров в процессе отработки возрастающий уровень напряжений, достигающий критических значений, обуславливает проявления ГДЯ.

В существующих нормативных документах по предотвращению ГДЯ [1-3] требования по применению комплекса мер безопасности на шахтах Донбасса в недостаточной мере учитывали

особенности изменений НДС при уменьшении площади обрабатываемых целиков. В связи с этим УкрНИМИ Национальной академии наук Украины и МакНИИ Минуглепрома Украины выполнена научно-исследовательская работа 1710202240 «Разработать дополнение (раздел) к новой редакции "Инструкции по безопасному ведению работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям» в части выполнения комплекса профилактических мер борьбы с ГДЯ при отработке целиков угля с учетом их напряженно-деформированного состояния в зонах опорного горного давления и повышенного газовыделения».

При выполнении работы использовался комплексный метод исследований, включающий анализ опыта отработки целиков угля, оценку условий и технологий выемки угля, экспериментальное определение НДС целиков угля по акустической эмиссии (АЭ) горного массива и по выходу буровой мелочи из шпуров диаметром 42-45 мм, разбуриваемых в целиках угля.

УкрНИМИ, являющимся головным институтом по проблеме борьбы с горными ударами, проведены в большом объеме научно-исследовательские работы на угольных шахтах Донецкого бассейна по изучению НДС целиков угля, имеющих различные размеры [4-11]. В результате анализа геологической и горнотехнической ситуаций на местах проявлений горных ударов разработаны оценочные критерии определения склонности угольных пластов к горным ударам по характерным предупредительным признакам динамических явлений, происходящих при ведении горных работ. Такими признаками являются толчки и трески в угольном массиве, отскакивания кусков угля (стреляния угля) и микроудары в забоях подготовительных и очистных выработок, повышенный выход буровой мелочи при бурении шпуров по углю. Установленные закономерности проявлений повышенного горного давления характерны не только для пластов, склонных к горным ударам, а практически для всех угольных пластов, в том числе склонных к внезапным выбросам угля и газа.

Данная работа взаимосвязана с работами по предотвращению аварий на склонных к ГДЯ угольных пластах в зонах опорного горного давления и повышенного газовыделения.

В геомеханическом аспекте угольным целиком считают часть угольного массива, оконтуренную как минимум с двух противоположных сторон горными выработками и имеющую ширину  $L_{ц}$  не более  $2\ell$ , где  $\ell$  - ширина зоны опорного давления, определяемая согласно [12].

Если  $L_{ц} > 2\ell$ , то участок пласта считается угольным массивом, в краевых частях которого располагаются зоны опорного давления, а между ними находится зона с исходными напряжениями.

Результаты выполненного УкрНИИМИ анализа опыта отработки и оконтуривания горными выработками целиков угля на шахтах Донбасса и проведенных экспериментальных исследований [13,15] показывают, что если при отработке угольного пласта не происходит зависания пород основной кровли на больших площадях, то уровень действующих напряжений в зоне опорного давления остается сравнительно стабильным. При отработке же целика угля уровень действующих напряжений по мере уменьшения его площади постепенно повышается. При достижении предельной ширины целик на всей площади переходит в предельно-напряженное состояние. В этих условиях обрабатываемый целик на газоносном пласте, склонном к газодинамическим явлениям, может разрушиться в форме внезапного выдавливания, внезапного выброса угля и газа или горного удара с повышенным газовыделением. Так, например, при отработке угольных целиков отмечено проявление более 200 горных ударов на шахтах Кизеловского, Воркутинского, Партизанского и других угольных бассейнов в России [8-11].

Горная практика и результаты проведенных многочисленных исследований [4-13] показывают, что возрастающие постепенно нагрузки на целик при уменьшении его площади могут дополняться динамическими пригрузками от пород кровли, способных к зависанию и последующему обрушению на больших площадях. Если целик находится в предельно-напряженном состоянии, то создаются условия для его разрушения в форме динамического или газодинамического явления.

В Донецком бассейне отмечены проявления горных ударов в целиках угля: на пласте  $m_4^0$  бывшей шахты № 10 «Ново-

Дзержинская» и на пласте  $\ell_5$  шахт им. Ю. А. Гагарина и им. В. И. Ленина производственного объединения (ПО) "Артемуголь".

Особенно показателен случай проявления горного удара на шахте им. В. И. Ленина при проведении на крутом пласте  $\ell_5$  углеспускной печи сверху вниз (из просека лавы участка № 71 на откаточный штрек гор. 860 м) по заранее пробуренной скважине диаметром 300 мм. Проведение углеспускной печи осуществлялось для оконтуривания надштрекового целика шириной по паспорту 4,5 м, высотой 6,0 м, который при проведении предыдущей углеспускной печи был частично отработан. А на момент начала работ по оконтуриванию ширина его составляла 3,5 м. Вследствие уменьшения ширины целик перешел в предельно-напряженное состояние и разрушился в форме горного удара.

УкрНИМИ выполнен анализ горнотехнических и геологических условий отработки и оконтуривания горными выработками целиков угля на выбросоопасном угольном пласте  $m_3$  (мощностью 0,9 – 1,7 м) на шахтах "Октябрьский рудник", "Чайкино" и особо выбросоопасном пласте  $h_6^1$  (мощностью 1,4 - 2,2 м) на шахте А. А. Скочинского.

Непосредственная кровля пласта  $m_3$  - глинистые и песчанистые сланцы суммарной мощностью от 6,0 до 15,0 м, основная кровля - крепкий, устойчивый песчаник мощностью от 10 до 50 м.

Непосредственная кровля пласта  $h_6^1$  - глинистый малоустойчивый сланец мощностью 5,0-6,0 м и песчанистый легко и средне обрушаемый сланец мощностью 4-5 м, основная кровля - крепкий и устойчивый песчаник мощностью 10-15 м.

На шахте "Октябрьский рудник" отработка целиков на пласте  $m_3$  осуществлялась 1-ой и 3-ей панельными лавами на восточном крыле шахты, которые работали на выработанное пространство 2-ой восточной лавы с постоянно уменьшающейся шириной целиков до 25 м и на отдельных участках до 5 м.

На западном крыле шахты "Чайкино" на пласте  $m_3$  оконтуривались горными выработками ленточные межлавные целики шириной до 12 м между лавами №№ 20 и 21 и шириной до 5 м между лавами №№ 16 и 17.

На шахте им. А. А. Скочинского отрабатывался целик угля пласта  $h_6^1$  западной лавой № 4 восточной панели, двигавшейся навстречу остановленной восточной лаве № 5. Целик был отработан до ширины 10 м с сотрясательным взрыванием в верхней и нижней нишах лавы и с гидрорыхлением угля в забое лавы. Разрушений целика не произошло. Но в нижней нише при сотрясательном взрывании из угольного массива ниже лавы произошел микровыброс угля и газа. Факт его проявления характеризует участок пласта как особо выбросоопасный (каким является фактически весь пласт  $h_6^1$ ). Но отсутствие ГДЯ в самом целике шириной  $L_{ц}=10-15$  м свидетельствует о том, что этот целик после гидрорыхления угля деформировался и дегазировался. По данным ВНИМИ [6] на выбросоопасных угольных пластах газодинамических явлений при выемке угля из целиков обычно не происходит, т. к. они сильно деформируются и дегазируются.

В дополнение к этому следует отметить, что при оконтуривании и выемке угля из целиков на вышеуказанных пластах шахт «Октябрьский рудник», «Чайкино», им. А. А. Скочинского ГДЯ не происходило по всей вероятности из-за того, что в непосредственной кровле этих пластов залегают легко - и среднеобрушающиеся песчанистые и глинистые сланцы, мощность которых превышает трехкратную мощность каждого из отрабатываемых пластов. Поэтому в этих условиях происходило подбучивание пород основной кровли, за счет чего существенно снижалось при ее сдвигении динамическое воздействие на угольные целики.

УкрНИМИ совместно с Донецким научно-исследовательским институтом (ДонНИИ) проведены экспериментальные исследования НДС краевой части пласта  $h_{10}$  мощностью 0,8-1,2 м с углом падения  $62^\circ$ , разрабатываемого на глубине 700 м шахтой «Александр-Запад» ПО «Артемуголь».

Непосредственная кровля пласта - устойчивый песчано-глинистый сланец мощностью  $m=0,4$  м. Основная кровля - мелкозернистый кварцевый песчаник  $m=17$  м. Основная почва - аналогичный песчаник  $m=12$  м. Система разработки - сплошная, форма очистного забоя - потолкоуступная. Управление кровлей в лаве - удержание на кострах из шпального деревянного бруса. Расстояние между кострами по простиранию пласта - 2,7 м, по падению -

4,0 - 5,0 м. В нижних уступах №№ 2-3 управление кровлей - удержание на кустах, состоящих каждый из 16-20 деревянных стоек. Параметры и расположение кустов и костров идентичны.

Наблюдения за изменением напряженности краевой части пласта  $h_{10}$  осуществлялись путем регистрации акустической эмиссии по методике [2] с помощью разработанной институтом горного дела (ИГД им. А. А. Скочинского) и Донецкого угольного института (ДонУГИ) аппаратуры ЗУА-4. Результаты наблюдений представлены на рисунке 1.

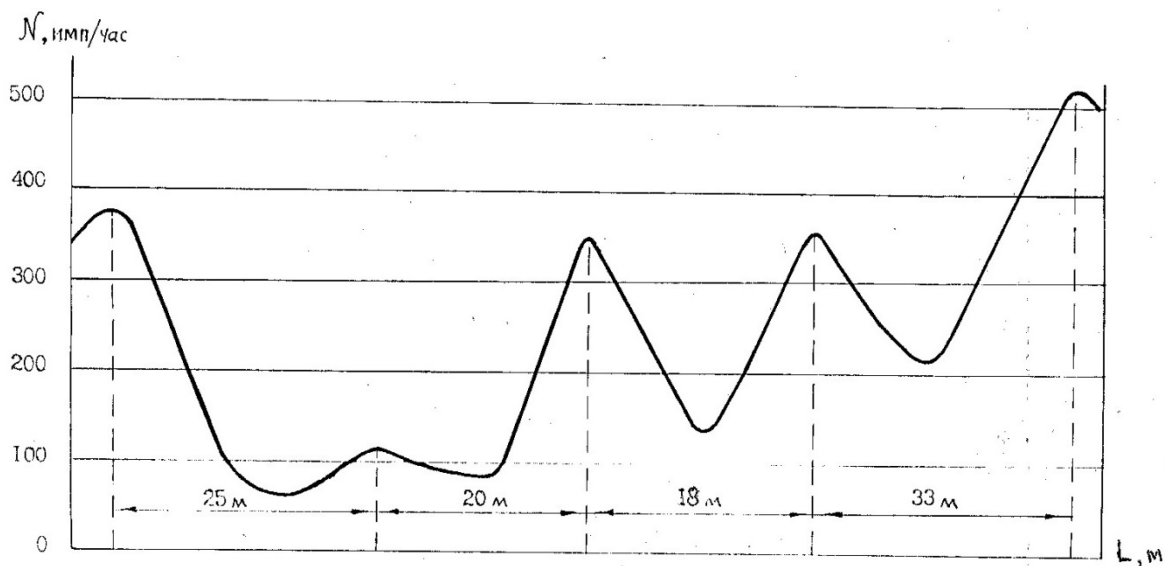


Рис. 1. Результаты оценки влияния пригрузок от основной кровли на краевую часть пласта  $h_{10}$  по активности акустической эмиссии на шахте «Александр – Запад»

Как видно из рисунка 1, при подвигании лавы наблюдается четкая периодичность в изменении сейсмоакустического уровня в краевой части пласта под воздействием подработанных (зависающих) пород кровли. Зарегистрированный шаг осадки основной кровли изменялся в пределах 18-33 м по простиранию пласта. При этом перед каждой осадкой основной кровли возрастал уровень акустической эмиссии в краевой части пласта, что свидетельствует о нарастании в ней напряжений. После осадки основной кровли уровень акустической эмиссии сначала снижался до минимальных значений ( $\approx 75-200$  имп/час), а затем по мере увеличения длины зависающей консоли основной кровли повышался

до значений  $\approx 400$  и более имп/час до следующего цикла осадки кровли. В период зарегистрированных максимальных значений акустической эмиссии ( $\approx 550$  имп/час) в уступе № 2 произошло разрушение краевой части пласта в форме горного удара. Причиной его проявления послужило сосредоточение и разрядка высоких напряжений в призабойной части пласта при зависании и осадке пород основной кровли, совпавшей по времени с бурением в уступе № 2 разгрузочных скважин диаметром 100 мм для приведения участка пласта в неудароопасное состояние.

Исследованиями [7,14,15] установлено, что по мере уменьшения площади целиков в процессе их отработки значительно изменяется характер распределения действующих в них напряжений. Так, например, при ширине целика  $L_{ц} = \ell$  повышенные напряжения сосредотачиваются в его краевых частях. Поэтому его отработку можно осуществлять с прогнозом выбросоопасности и оценкой НДС, а в опасных зонах - с применением способов предотвращения ГДЯ в соответствии с требованиями [12].

При  $0,5\ell < L_{ц} < \ell$  в середине целика угля формируется так называемое «ядро давления», где действующие напряжения могут достигать критических значений. Поэтому при этих размерах целика в опасных зонах, установленных прогнозом выбросоопасности или оценкой НДС, неснижаемое опережение впереди забоя выработки полосы угля, обработанной профилактическими мерами, должно быть увеличено в 2 раза по сравнению с требуемым согласно [12.] опережением при отработке пласта в нетронутом угольном массиве.

При  $L_{ц} \leq 0,5\ell$  целик угля находится в предельно-напряженном состоянии и его необходимо обрабатывать с предварительным бурением опережающих или разгрузочных скважин по всей его площади.

При отработке целиков угля на пластах, склонных к горным ударам, должен применяться прогноз степени удароопасности и меры борьбы с горными ударами в соответствии с требованиями [12].

Большое значение для предотвращения ГДЯ, в том числе горных ударов, при оконтуривании и отработке угольных целиков имеет технология выемки угля. По результатам исследований

ВНИМИ и УкрНИМИ [4, 7, 12] установлено, что в краевой части пласта непосредственно возле его обнажения образуется зона нарушенного угля (зона отжима или зона разгрузки пласта) шириной до  $0,5 m$ , где  $m$  - мощность пласта, м. Действующие в ней напряжения обычно не превышают прочности угля на одноосное сжатие  $\sigma_c$ . За зоной отжима пласта напряжения постепенно возрастают и на расстояниях  $x_1 = 2m - 6m$  достигают максимальных значений. Далее происходит спад уровня напряжений и на расстоянии, превышающем ширину зоны опорного давления  $\ell$ , напряжения снижаются до исходных значений.

Основным фактором при оценке технологий выемки угля является глубина захвата рабочего органа угледобывающей машины. Чем больше ее захват, тем больше высвобождается потенциальной энергии упругого сжатия горным давлением пласта. За счет этого повышается опасность возникновения динамических и газодинамических явлений.

Также большое влияние на повышение напряженного состояния призабойной части пласта оказывает увеличение скорости выемки угля. По исследованиям [13,14] скорость сближения вмещающих пород при струговой выемке угля в 4-5 раз меньше, чем при выемке угля отбойными молотками и в 7-8 раз меньше, чем при выемке комбайнами. В свою очередь при ширине комбайновой выемки угля 1,6 м скорость сближения пород кровли и почвы пласта в 2 раза больше, чем при ширине выемки 0,6 м.

Для обеспечения безопасности горных работ наиболее предпочтительна струговая безлюдная выемка угля или узкозахватная комбайновая - на глубину не более 0,6 м. Для предотвращения резких перераспределений напряжений в целике необходимо осуществлять оперативное управление интенсивностью выемки угля с использованием показателей акустической эмиссии (АЭ) горного массива по методике [12].

Для определения напряженно-деформированного состояния целиков угля и краевых частей пластов существуют различные методы, основанные на установлении прочностных, упругих, фазово-физических свойств угля, фиксации скорости прохождения упругих волн, акустических сигналов и др. [2,3]. Но наиболее простым в исполнении и надежным в получении достоверных



данных о степени напряженности угольных пластов зарекомендовал себя существующий метод оценки НДС по выходу буровой мелочи из шпуров диаметром 42-45мм [12].

Сущность метода заключается в том, что на угольных пластах, испытывающих повышенные напряжения, превышающие в 2,0-2,5 раза прочность угля на одноосное сжатие  $\sigma_{сж}$ , наблюдается избыточный выход буровой мелочи из шпуров. Чем больше напряжения в пласте, тем в большем объеме разрушается уголь вокруг внедряющейся в пласт буровой коронки.

Исследованиями [5, 6] установлены критерии критических напряжений по показателям выхода буровой мелочи из шпуров и на основании этого разработана специальная номограмма, позволяющая устанавливать в пласте опасные по напряжениям зоны (рис.2).

Фиксируя на каждом метре бурения шпура количество выхода буровой мелочи ( $P_{л/м}$ ), получают кривую изменения НДС краевой части пласта или целика угля. Оценка НДС осуществляется следующим образом: по горизонтальной оси номограммы отмечают соответствующие каждому метру шпура интервалы, равные соотношению мощности пласта  $m$  к ширине зоны опорного давления  $l$  (L), т.е.  $m/l$  и относят каждое измерение  $P$  к середине интервала, затем откладывают его значение по перпендикуляру в соответствии со шкалой вертикальной оси номограммы. Если хотя бы одно из значений  $P$  попадает на линию или выше границы "неопасно" (что соответствует значению "опасно"), то участок пласта на 5 м в обе стороны от шпура оценивают как опасный по напряжениям.

К опасным также относят участок пласта, где при бурении шпуров зафиксированы толчки в массиве, стрельяния угля, микроудары, сопровождающиеся зажатием буровых штанг.

На угольных пластах при проявлении толчков в массиве, стрельяний угля либо при установлении опасных зон по параметрам акустического сигнала или оценкой НДС по выходу буровой мелочи должен быть решен вопрос об отнесении этих пластов к категории склонных к горным ударам в соответствии с [3].

После обнаружения опасной зоны уточняют ее границы по длине лавы бурением шпуров через интервалы 5 м с замером вы-

хода буровой мелочи до получения показания «неопасно» согласно номограмме на рисунке 2.

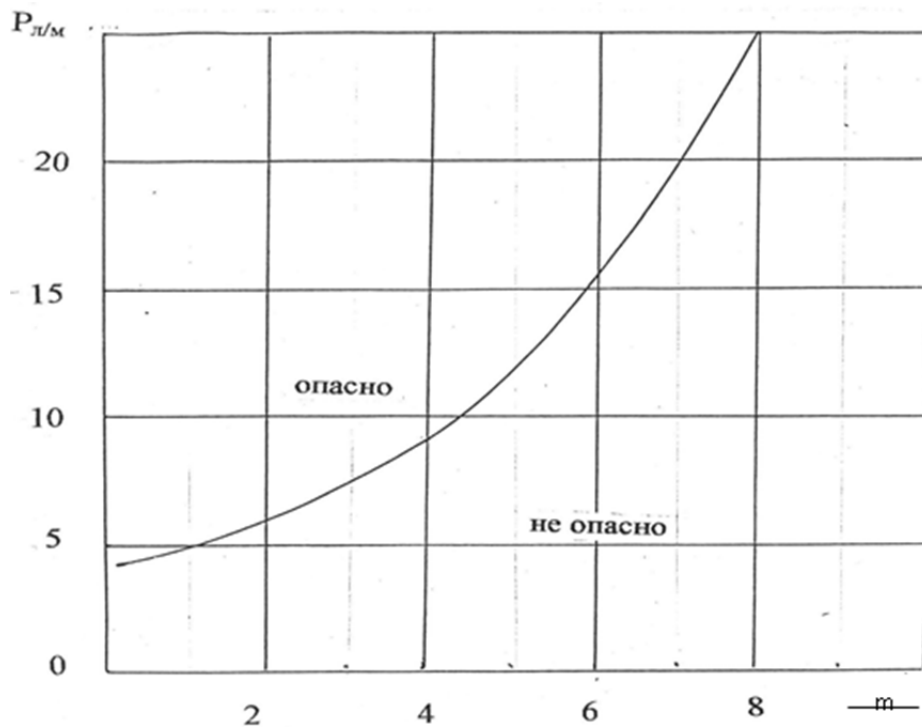


Рис. 2. Номограмма для оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) целиков угля

Если при отработке или оконтуривании целика угля используется метод текущего прогноза выбросоопасности по начальной скорости газовыделения при бурении шпуров по методике [12], то разрешается одновременно при замере газа замерять и выход буровой мелочи из одних и тех же шпуров, которые должны добуриваться на длину не менее 4,0 м.

При использовании в процессе отработки целиков текущего прогноза выбросоопасности по акустической эмиссии (АЭ) горного массива [12] оценку НДС по выходу буровой мелочи из шпуров разрешается не производить при показателях по АЭ «неопасно по выбросам», если отсутствуют признаки горных ударов.

УкрНИМИ выполнены на шахте им. А. Ф. Засядько экспериментальные исследования НДС целика угля по выходу буровой мелочи из шпуров, разбуриваемых в разгрузочной лаве на пласте  $m_3$ . Целик угля образовался в результате того, что ранее работав-

шая по падению пласта под углом 9-12° разгрузочная лава из-за обводнения была остановлена, а конвейерный и вентиляционный штреки были пройдены вниз до технической границы шахты. Там была пройдена разрезная печь и лава стала работать по восстаню пласта. Глубина разработки  $H=1300$  м. Текущий прогноз выбороопасности пласта осуществлялся по акустической эмиссии [12] горного массива.

При оставшейся ширине целика 33 м в действующей лаве дополнительно стали применять оценку НДС по выходу буровой мелочи из шпуров диаметром 42-45 мм. Результаты оценки по действующим напряжениям, представленные в таблице 1, характеризуют пласт  $m_3$  на участке отработки целика как неопасный. УкрНИМИ были проведены исследования структурных особенностей пласта  $m_3$  в отработываемом целике. Было установлено, что пласт разбит интенсивно развитыми системами эндокливажа, две из которых взаимно перпендикулярны и ориентированы почти по нормали к напластованию, а третья – субпослойная.

В разгрузочной лаве были отобраны пробы угля и в лабораторных условиях из них изготовили 30 образцов для определения прочностных и деформационных свойств угля. Но измерить истинную прочность угля и его упругие свойства по этим образцам при испытаниях на специальной давилной установке не удалось, потому что при нагрузках около 5 МПа в образцах начинались подвижки призматических отдельностей по кливажным трещинам. Вследствие этих структурных особенностей пласта  $m_3$  краевая часть целика, а затем и весь целик при уменьшении его ширины интенсивно деформировался и не накапливал в себе энергии упругого сжатия. Поэтому в угольном целике не возникало опасных напряжений и он без специальных профилактических мероприятий был полностью отработан с ограничением подвигания лавы до 2,0 -3,0 м в сутки.

### **Выводы.**

Результаты выполненных УкрНИМИ исследований по оценке горнотехнических и горно-геологических условий, технологий и мер безопасной отработки целиков угля в зонах опорного горного давления и повышенного газовыделения позволяют сделать следующие выводы.

Таблица 1

Результаты оценки НДС краевой части пласта  $m_3$  по выходу буровой мелочи из шпуров диаметром 42-45 мм при отработке целика разгрузочной лавы на шахте им. А. Ф.Засядько

Номер шпура	Размер целика, м	Мощность пласта, м	Значение выхода буровой мелочи Р, л/пог.м по глубине шпура, м				Категория опасности
			1	2	3	4	
1	33	1,70	2,45	2,30	2,70	3,60	неопасно
2	33	1,70	2,5	2,2	3,0	3,5	-/-
3	30	1,65	2,0	2,5	2,5	3,0	-/-
4	30	1,65	2,0	2,2	2,5	3,0	-/-
5	27	1,65	2,0	2,4	3,0	3,0	-/-
6	27	1,65	2,2	2,5	2,5	3,0	-/-
7	24	1,70	1,4	2,1	2,1	1,4	-/-
8	24	1,70	1,4	1,4	2,1	1,4	-/-
9	21	1,65	1,8	2,5	2,0	1,6	-/-
10	21	1,65	1,4	2,0	2,2	1,6	-/-
11	18	1,65	1,5	2,2	2,0	1,5	-/-
12	18	1,65	1,4	2,4	2,3	1,7	-/-
13	15	1,70	1,4	1,4	1,5	1,7	-/-
14			1,4	1,7	1,7	2,1	-/-
15	13	1,67	1,4	2,1	2,5	2,8	-/-
16	13	1,67	1,4	1,8	2,1	2,5	-/-
17	11	1,67	2,1	2,5	3,0	2,8	-/-
18	11	1,67	2,0	3,0	3,0	2,8	-/-
19	9	1,68	1,7	1,9	2,5	3,0	-/-
20	9	1,68	1,9	2,8	2,1	3,2	-/-
21	7	1,65	1,2	1,7	2,1	2,4	-/-
22	7	1,65	1,4	2,0	2,3	2,1	-/-
23	5	1,68	1,4	2,1	2,1	1,4	-/-
24	5	1,68	1,4	1,4	2,1	1,4	-/-
25	3	1,67	1,9	2,1	2,0	1,9	-/-
26	3	1,67	1,85	2,2	2,2	2,0	-/-

Примечание. Шпуры с нечетными номерами пробурены в верхней, с четными – в нижней нишах лавы. Бурение шпуров происходило в спокойном режиме, т.е. без динамических явлений.

При отработке угольных целиков в результате возрастания в них напряжений повышается опасность проявления динамических и газодинамических явлений, особенно в случаях зависания пород основной кровли на больших площадях. Поэтому управление кровлей в лавах, отрабатывающих целики угля, должно осуществляться полным обрушением или закладкой выработанного пространства.

Закладку можно не применять, если ниже основной кровли располагается слой непосредственной легко обрушающейся кровли мощностью не менее трехкратной мощности отрабатываемого пласта.

Наиболее безопасной при отработке целиков угля является струговая или узкозахватная комбайновая выемка угля, которая должна осуществляться с учетом зоны отжима и разгрузки краевой части пласта. Для предотвращения резких перераспределений напряжений в целике угля необходимо осуществлять по методике, согласно [12], оперативное управление интенсивностью выемки угля с помощью показателей акустической эмиссии (АЭ) горного массива

В условиях Донбасса метод оценки НДС целиков угля по выходу буровой мелочи при бурении шпуров позволяет, одновременно с другими нормативными методами текущего прогноза выбросоопасности, определять опасные зоны по ГДЯ и горным ударам.

С учетом изменения ширины отрабатываемых целиков угля  $L_{ц}$  определены особенности изменений действующих в них сил горного давления. По степени нарастания напряжений разработаны следующие требования для повышения эффективности мер борьбы с ГДЯ, в том числе и с горными ударами при отработке угольных целиков:

– при  $L_{ц} > \ell$  необходимо применять текущий прогноз выбросоопасности и при установлении опасных по ГДЯ зон – профилактические мероприятия в соответствии с требованиями [12];

– при  $0,5\ell < L_{ц} < \ell$  требуется увеличивать в два раза неснижаемое опережение обработанной профилактическими мероприятиями полосы угля по сравнению с предусмотренным, согласно

12]; опережением при отработке пласта в условиях нетронутого угольного массива;

– при  $L_{ц} \leq 0,5\ell$  в случаях установления по начальной скорости газовыделения выбросоопасных зон или получения при оценке НДС значений «опасно» необходимо для предотвращения ГДЯ заранее до разработки целика разбурить его по всей площади опережающими или разгрузочными скважинами с параметрами, согласованными с УкрНИМИ и МакНИИ.

При отсутствии опасных зон по показателям текущего прогноза выбросоопасности и оценки НДС целик разрешается отработывать без профилактических мероприятий со скоростью продвижения очистного или подготовительного забоев не более 2,0 - 3,0 м в сутки.

На пластах, склонных к горным ударам, отработка целиков угля должна осуществляться с применением прогноза степени удароопасности и в опасных зонах – с мерами борьбы с горными ударами в соответствии с [12].

## СПИСОК ССЫЛОК

1. Правила безпеки у вугільних шахтах. - Київ, 2001, 240 с.
2. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа. – Утв. МУП СССР 18.04.89 г. - М.: ИГД им. А. А. Скочинского, 1989, 191 с.
3. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих пласты, склонные к горным ударам. – Утв. МУП СССР 18.11.1988 г. - Л.:ВНИМИ, 1988, 87 с.
4. Горные удары и борьба с ними / Петухов И. М., Литвин В. А., Кучерский Л. В. и др. - Пермь: Пермское книжное издательство, 1969. - 399 с.
5. Петухов И. М. Горные удары на угольных шахтах / И.М.Петухов.– М.: Недра, 1972, - 299 с.
6. Петухов И. М. Механика горных ударов и выбросов \ Петухов И. М., Линьков А. М. - М.: Недра, 1986. – 280 с.

7. Расчетные методы в механике горных ударов и выбросов: Справочное пособие / И. М. Петухов, А. М. Линьков, В. С. Сидоров и др. – М.: Недра, 1992. - 256 с.
8. Систематическое описание горных ударов на шахтах СССР / отв. ред. И. М. Петухов. – Л.: ВНИМИ, 1967, - 634 с.
9. Каталог горных ударов на шахтах СССР (1965-1972 гг.). – Л.: ВНИМИ, 1973. -184 с.
10. Каталог горных ударов на шахтах СССР (1973-1980 гг.) - Л.: ВНИМИ, 1981.– 83 с.
11. Каталог горных ударов на угольных шахтах (1981-1989 гг.) – Л.:ВНИМИ, 1990. - 79 с.
12. СОУ 10.1.00174088.011-2005. Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ.– Затв. Наказом Мінвуглепрому України від 30 грудня 2005 року № 145.- К.: Изд.-во МакНИИ, 2005, - 225 с.
13. Разработка дополнений к "Прогрессивным технологическим схемам разработки пластов на угольных шахтах" с учетом унифицированного комплекса мер борьбы с горными ударами: отчет о НИР/ Украинский филиал ВНИМИ; рук. Д. И.Ходырев. – 0239016200; № ГР 01860044893. - Донецк, 1989, – 83 с.
14. Исследование возможности снижения выбросоопасности угольных пластов в очистных забоях за счет изменения параметров технологии ведения горных работ: Отчет о НИР/ДонУГИ; рук. П. Ф. Руденко. – 22120902000; № ГР 0121003116. - Донецк, 1981.– 98 с.
15. Ходырев Д. И. О размерах целиков угля, подлежащих учету при построении зон ПГД / Ходырев Д. И., Канин В. А. // Уголь Украины.– 1999. - № 4.