

УДК 622.231.32

## МЕРЫ БОРЬБЫ С ГДЯ ПРИ БУРОШНЕКОВОЙ ЧАСТИЧНОЙ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ

**Ходырев Е. Д.**

*(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)*

*Викладено результати досліджень по визначенню заходів боротьби з газодинамічними явищами (ГДЯ) при бурошнековому частковому відпрацюванні вугільних ціликів на шахтах Донбасу.*

*The outcomes of research to designate measures for combating gas-dynamic phenomena (GDP) in partial augering of coal pillars in mines of Donets Coal Basin are described.*

В Донецком бассейне в настоящее время глубина разработка угольных пластов, склонных в большинстве своем к проявлению газодинамических и динамических явлений (ГДЯ), ведется на глубинах 1000 и более м. За период с 1950 г. здесь зафиксировано, по данным МакНИИ [1], более 2,5 тыс. внезапных выбросов угля и газа, более 4,9 тыс. выбросов при взрывных работах, около 500 внезапных выдавливаний угля и 34 горных удара.

Отработка угольных целиков в шахтах характеризуется еще более сложными условиями, возникающими в результате сосредоточения в них сил горного давления от веса подработанной толщи пород. При этом с уменьшением площади обрабатываемых целиков в них возрастает коэффициент концентрации напряжений и увеличивается опасность проявления внезапных выбросов угля, породы и газа, внезапных выдавливаний (отжимов) угля, а также горных ударов. Поэтому выемку угля в целиках, согласно [2], рекомендуется производить способами, не требующими присутствия людей в забое выработки или заблаговременно приводить целики в неопасное состояние путем нагнетания воды в

пласт или бурения в нем разгрузочных скважин установками с дистанционным включением и выключением с расстояния не менее 20 м.

В УкрНИМИ разработана для условий Донбасса технология частичной выемки угля из охранных целиков с помощью бурошнековых установок [3]. При этом для обеспечения безопасности ведения работ по выемке угля из целиков, а также при отработке участков угольных пластов (ярусов), прилегающих к подготовительным выработкам, определены меры борьбы с газодинамическими явлениями, в том числе для пластов, одновременно склонных к внезапным выбросам и горным ударам. Для борьбы с ними применяют почти одни и те же, но с различными параметрами, профилактические мероприятия: нагнетание воды в пласт, бурение опережающих дегазационных или разгрузочных скважин, использование защитных пластов. Поэтому при отработке пластов, склонных одновременно к различным видам ГДЯ, параметры применяющихся мер борьбы с ними должны быть увязаны между собой.

Существующий комплекс мер борьбы с ГДЯ состоит из прогноза выбросо- или удароопасности участков пласта и способов предотвращения внезапных выбросов угля и газа и горных ударов.

Наиболее распространен на шахтах Донбасса метод прогноза выбросоопасности угольных пластов по начальной скорости газовыделения, который выполняют путем бурения шпуров диаметром 42-45 мм в призабойной части пласта на глубину до 3,5 м по методике, изложенной в п. 6.3.1 [2]. Измерения газа, выделяющегося из пласта, производят на интервалах бурения шпуров 1,5 м, 2,5 м, 3,5 м (при длине измерительной камеры 0,5 м) с использованием расходомеров газа ПГ-2МА, газозатворов ЗГ-1 или ГШМ.

Для оценки удароопасности угольных пластов применяют метод прогноза по выходу буровой мелочи из разбуриваемых шпуров длиной до 3- 4 м диаметром 42- 45 мм, замеряемой на каждом метровом их интервале по методике, изложенной в п. 6.3.15 [2]. При появлении в процессе бурения шпуров толчков в массиве, сопровождающихся зажатием буровой штанги, уча-

сток пласта оценивают как удароопасный, который должен обрабатываться с профилактическими противоударными мероприятиями.

УкрНИМИ разработаны рекомендации по совмещению процессов измерений в прогнозных шпурах показателей, характеризующих газодинамическое и динамическое состояние участков пластов, одновременно склонных к внезапным выбросам и горным ударам [4].

По результатам выполненного УкрНИМИ сопоставительного анализа профилактических мер, применяющихся для предотвращения внезапных выбросов и горных ударов, установлены оптимальные унифицированные параметры этих мер с учетом горно-геологических и горнотехнических условий разработки угольных пластов на шахтах Донбасса [4].

В настоящее время в мировой практике для предотвращения ГДЯ и горных ударов на угольных шахтах применяются следующие виды профилактических мер:

1. Региональные меры – предварительное увлажнение участков массива с нагнетанием воды в пробуренные скважины длиной 90 – 100 м, разбуриваемые впереди очистных забоев с откаточных или конвейерных, а также с вентиляционных штреков; опережающая отработка защитных пластов;

2. Локальные меры - гидрорыхление угля, гидроотжим пласта, бурение разгрузочных и дегазационных опережающих скважин.

Из региональных мер предварительное увлажнение участков массива при достаточной пористости угля (свыше 7 %) достаточно эффективно и технологично. Но, как показали экспериментальные исследования УкрНИМИ, на шахтах Донбасса уголь большинства пластов, склонных к ГДЯ, в том числе и к горным ударам, имеет низкую пористость, в редких случаях превышающую 4 – 7 %. Для увеличения эффективности увлажнения нужно применять водные растворы с добавкой поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые обладают избирательным смачивающим пластифицирующим действием на уголь разных марок. Герметизация скважин осуществляется цементно-песчаными, полимерными отвердевающими растворами или специальными гидрозат-

ворами. Параметры регионального увлажнения пластов, опасных по внезапным выбросам угля и горным ударам, полностью совпадают.

Опережающая отработка защитных пластов является наиболее эффективной региональной мерой для борьбы с ГДЯ, в том числе с горными ударами, так как при над- или подработке выбросо- или удароопасных пластов происходит снижение горного и газового давления, увеличивается газопроницаемость угленосного массива, что способствует активной дегазации выбросоопасных угольных пластов.

В соответствии с требованиями [2], установленные расчетные границы эффективности защитного действия пластов для предотвращения внезапных выбросов угля и газа имеют меньшую величину, чем для предотвращения горных ударов. Поэтому в целях унификации параметров защитного действия целесообразно для пластов, одновременно склонных к горным ударам и внезапным выбросам, использовать минимальные значения границ защиты для повышения запаса надежности способа предотвращения ГДЯ.

При выборе региональных или локальных мер борьбы с газодинамическими явлениями, в том числе с горными ударами, приходится учитывать, что горные удары на шахтах Донбасса возникли значительно позднее внезапных выбросов угля и газа при переходе на большую глубину ведения горных работ. Поэтому пласты, склонные к горным ударам и проявлявшие себя ранее как невыбросоопасные, разрабатывались и по сложившемуся соотношению горных работ до настоящего времени разрабатываются, как правило, первыми в группах и свитах пластов, являясь защитными для выбросоопасных пластов. В связи с этим отработка удароопасных пластов ведется, в основном, с применением локальных противоударных мероприятий, в качестве которых используются гидрообработка пластов и бурение в них разгрузочных скважин. Для угольных охранных целиков при частичной выемке запасов угля из них с помощью бурошнековой установки АВШ-1 при установлении прогнозом удароопасной зоны более целесообразным является применение разгрузочных скважин. Как аналог такого мероприятия для предотвращения внезапных

выбросов угля и газа на выбросоопасных пластах применяется бурение опережающих скважин [2].

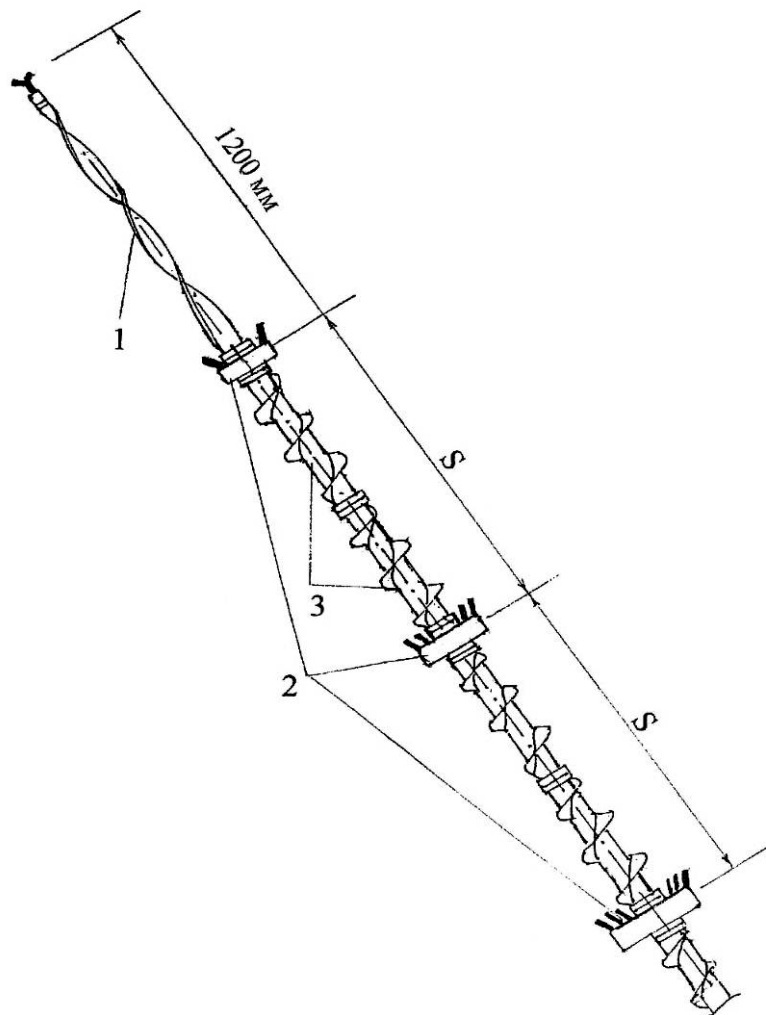
Если охранные угольные целики имеют ширину  $L_{ц} \geq 2l$ , где  $l$  – ширина зоны опорного давления, определяемая согласно [2], то при их отработке эффективными являются меры по нагнетанию воды в пласт в различных режимах.

Из них наиболее широко на шахтах Донбасса применяется гидрорыхление угля. Значения его параметров (диаметр, длина и глубина герметизации скважин, расстояние между ними, величина неснижаемого опережения) полностью совпадают для ударо- и выбросоопасных пластов. Но при этом норма закачки воды в удароопасные пласты должна быть не менее 20 литров на одну тонну обрабатываемых мероприятиями запасов угля. При этом повышать давление воды требуется в три ступени: 1-я ступень – 5-6 МПа, 2-я – 7-11 МПа, 3-я – 12-17 МПа до закачки расчетного количества воды.

При гидроотжиме угольного пласта неснижаемое опережение обработки краевой части пласта должно быть не менее 2 м. Давление воды при его применении необходимо повышать также в три ступени, как при гидрорыхлении с указанными выше параметрами, а в конце третьей ступени доводить до максимального, т. е. до гидроразрыва.

Известно, что на выбросоопасных пластах при быстром снятии полосы угля в очистном забое или при высоких скоростях бурения может развиваться внезапный выброс угля и газа или горный удар. Для их предотвращения УкрНИИМИ разработан способ бурения разгрузочных скважин диаметром 100 – 350 мм. Суть способа заключается в первоначальном бурении скважины забурником длиной 1,2 м с резцом диаметром 45 мм с последующим поэтапным расширением ее до проектного диаметра с помощью специального бурового снаряда (рис. 1). Забурник состоит из стальной витой полосы с изменяющимся диаметром от 50 до 100 мм, армированной приваренными к ее краям режущими пластинками из твердого металла (победита). После забурника располагаются коронки с увеличивающимися диаметрами через интервалы  $S$ , определяемые согласно [5] с учетом скорости бурения и действующих в пласте напряжений. В результате при буре-

нии и последующем расширении скважины в разгруженных зонах исключается возможность интенсивного разрушения угля в пласте и предотвращается проявление динамических и газодинамических явлений.



- 1 – забурник с резцом, имеющим диаметр 45 мм;
- 2 – буровые коронки диаметром 150, 250, 350 мм;
- 3 – буровой став.

Рис. 1. Буровой снаряд для бурения разгрузочных скважин на угольных пластах, склонных к ГДЯ, в том числе к горным ударам

Контроль эффективности профилактических мероприятий осуществляют совмещенным методом прогноза. При установле-

нии контролем значений "неопасно" выполненные профилактические мероприятия считают эффективными. Если контролем установлено значение "опасно", то горные работы должны быть остановлены, а мероприятия пересмотрены в установленном порядке.

При увеличении глубины разработки пластов на шахтах Донбасса, в условиях действия высоких напряжений, выемка угля часто сопровождается саморазрушением угля в забое вследствие проявлений толчкообразных сближений боковых пород при их упругом восстановлении. В целях обеспечения более спокойного режима работы бурошнековой установки УкрНИМИ разработаны и внедрены специальные способы оперативного управления напряженно-деформированным состоянием углепородного массива путем изменения интенсивности выемки угля. Это осуществляется путем выбора оптимальной скорости выемки угля или применения гибкого графика работы бурошнековой установки с технологическими перерывами по выемке угля в моменты активизации сил горного давления. В случае появления во время выемки угля признаков горных ударов или внезапных выбросов угля и газа (толчков и тресков в массиве, повышенного газовыделения) работы останавливают и осуществляют прогноз ударо- и выбросоопасности участка пласта и в опасной зоне выполняют профилактические мероприятия по предотвращению ГДЯ.

Если прогнозом получено значение «неопасно», то выемка угля из целика с помощью бурошнековой установки возобновляется в установленном гибком графике работы. В случаях постоянного проявления признаков ГДЯ или горных ударов переходят на отработку целиков с предварительным применением предусмотренных [2] профилактических мероприятий.

## ВЫВОДЫ

По результатам выполненного УкрНИМИ анализа применяющихся на шахтах Донбасса мер борьбы с газодинамическими явлениями разработаны и внедрены рекомендации по одновременному измерению в прогнозных шпурах показателей, характе-

ризуючих газодинамическое (по начальной скорости газовыделения) и напряженно-деформированное (по удельному выходу буровой мелочи) состояния участков пласта, характеризующих степень их опасности по проявлению ГДЯ.

Если в процессе бурения прогнозных шпуров выход буровой мелочи превышает нормативные значения, установленные [2], или появились признаки выбросо- или удароопасности, то участок пласта относят к опасным и разработка его должна осуществляться после выполнения профилактических мер предотвращения ГДЯ.

Наиболее эффективными из них являются гидрорыхление и гидроотжим угля, а также бурение разгрузочных скважин. Установлены их оптимальные параметры для приведения в безопасное состояние угольных целиков при бурошнековой частичной их отработке на шахтах Донбасса.

Как дополнительная мера для повышения безопасности бурошнековой частичной отработки целиков угля УкрНИИМИ разработан способ оперативного управления напряженно-деформированным состоянием угленосного массива путем применения гибкого графика работы бурошнековой установки с технологическими перерывами при повышении динамической активности пласта. При постоянном проявлении признаков выбросо- или удароопасности пласта выемка угля из целиков должна осуществляться с предварительным применением, согласно [2], профилактических мероприятий и дистанционным управлением бурошнековой установкой (с расстояния не ближе 20 м).

## СПИСОК ССЫЛОК

1. Выбросы угля, породы в шахтах Донбасса (1906 - 2006 гг.) (Справочник) / Волошин Н. Е., Ванштейн Л. А., Брюханов А. М. и др.) – Донецк: Изд. «Кассиопея», 2007 – 908 с.
2. 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. – Київ: Изд. МакНИИ, 2005. – 225 с.



3. Пат. 28173 Україна. МПК Е 21С 41/00. Спосіб виймання вугілля із запобіжних ціликів / Є. Д. Ходирев, В. Ф. Філатов, В.А.Анциферов (Україна) № U200708856; Заявлено 31.07.2007; Опубліковано 26.11.2007; Бюл. № 19 – С. 5 – 8.
4. Канин В. А., Анциферов В. А., Ходырев Е. Д. Комплекс унифицированных противоударных мероприятий для пластов, склонных одновременно к газодинамическим и динамическим явлениям / Зб. наук. пр. УкрНДМІ НАНУ – Донецьк, 2007. – № 1. – С. 190 – 200.
5. Пат. 9119 Україна, Е 21В 1/00. Буровий снаряд для буріння свердловин на ударнебезпечних вугільних пластах / А. В. Анциферов, В. О. Канин, Д. І. Ходирев, О. В. Кузнецов (Україна) № U200500456; Заявлено 17.01.2005; Опубліковано 15.09.2005; Бюл. № 9 – 4 с.