

УДК 622.831.32



В. А. КАНИН,
доктор. техн. наук
(УкрНИМИ НАН Украины)



Е. Д. ХОДЫРЕВ,
канд. техн. наук
(УкрНИМИ НАН Украины)



П. В. ГАЛЕМСКИЙ,
магистр
(УкрНИМИ НАН Украины)

На шахтах Донбасса большинство разрабатываемых угольных пластов относятся к склонным к газодинамическим явлениям (ГДЯ), проявляющимся в форме внезапных выбросов угля и газа. В настоящее время разрабатываются более 10 пластов, склонных к динамическим явлениям в виде горных ударов. Эти явления при выемке угля приводят к крупным авариям с повреждением горных вырабо-

Оценка склонности антрацитовых пластов к горным ударам

Рассмотрены особенности горно-геологических и горнотехнических условий формирования горных ударов при разработке антрацитовых пластов с учетом влияния эндо- и экзогенной трещиноватости угля в призабойной части горных выработок. Установлено, что при высокой прочности отдельных частей малого размера, определяющих структуру антрацитовых пластов, их краевая часть деформируется псевдопластически и в результате этого не создаются условия для формирования горных ударов.

Ключевые слова: антрацитовые пласты, структура, трещиноватость, горные выработки, условия формирования горных ударов.

Контактная информация: vkanin@yandex.ru

ток, машин и механизмов, угрожающим здоровью и жизни людей. Поэтому вопросы своевременного установления склонности угольных пластов к газодинамическим и динамическим явлениям, разработка и применение профилактических мер по их предотвращению – важнейшая производственно-техническая и социальная задача обеспечения безопасности труда в шахтах и повышения рентабельности производства.

Научные работники и специалисты Украинского Государственного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института горной геологии, геомеханики и маркшейдерского дела Национальной академии наук Украины (УкрНИМИ НАН Украины) и Всероссийского научно-исследовательского института горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ) выполнили большие объемы экспериментальных исследований природы и механизма проявлений горных ударов на угольных шахтах СССР, в том числе на шахтах Донецкого бассейна

[1]. По результатам исследований разработаны нормативные документы, предусматривающие меры борьбы с ГДЯ [2, 3].

При анализе геологической и горнотехнической ситуации на местах проявлений горных ударов в шахтах установили характерные признаки динамических явлений, происходящих при ведении горных работ: толчки и трески в угольном массиве, отскакивание кусков угля от забоя выработок, повышенный выход буровой мелочи с увеличением ее крупности при бурении по углю скважин и шпуров.

Результаты исследований [1] показали, что динамические явления могут проявляться на угольных пластах, разрабатываемых на глубине более 300 м и отличающихся однородностью угля с прочностью на одноосное сжатие $\sigma_{сж}$ не менее 8 МПа при наличии в кровле пласта монолитных песчаников или известняков мощностью не менее 10 м прочностью $\sigma_{сж} \geq 80$ МПа. К угрожаемому по горным ударам относят пласты, в которых наблюдались указанные предупредительные признаки удароопасности

или происходили горные удары во время разработки тех же пластов на соседнем шахтном поле.

Но условия формирования горных ударов на антрацитовых пластах имеют особенности – их структура, как правило, бывает нарушена системой кливажных трещин, и небольшие куски угля ($5 - 10 \text{ см}^3$), имея повышенную прочность, способствуют краевым частям пластов по этим трещинам деформироваться псевдопластически под воздействием повышенного горного давления, и тогда не возникает критическая концентрация упругой энергии сжатия на краевых частях. Поэтому для оценки склонности к горным ударам антрацитовых пластов необходимо учитывать влияние трещиноватости угля в призабойной части горных выработок. Об этом свидетельствуют результаты горно-экспериментальных работ по оценке их удароопасности, выполненных УкрНИМИ на предприятиях Украины [4].

Склонность пластов к горным ударам на шахтах Украины устанавливается по заключению УкрНИМИ на основании определения в соответствии с Правилами [3] коэффициента удароопасности $K_{уд}$, который рассчитывается по деформационным характеристикам образца угля:

$$K_{уд} = (\varepsilon_y / \varepsilon_n) 100 \%, \quad (1)$$

где ε_y и ε_n – деформация образца относительная упругая относительная полная.

При $K_{уд} \geq 70 \%$ пласт относится к угрожаемому, а при $K_{уд} < 70 \%$ – к неопасным по горным ударам. При отнесении угольного пласта к категории угрожаемых его разработка ведется в соответствии с нормативным документом [3].

В качестве примера приведем результаты выполненной УкрНИМИ в 2013 г. по заявке ГП «Донбассантрацит» оценки склонности к горным ударам антрацитового пласта h_8 , разрабатываемого на глубине 845 м на шахте «Новопавловская» (до 2005 г. шахта им. 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции), который в соответствии с Каталогом [5] был отнесен ВНИМИ, начиная с глубины ведения горных работ 540 м, к угрожаемому по горным ударам.

Пласт h_8 не опасен по пыли и по внезапным выбросам угля и газа, не склонен к самовозгоранию. Угол падения пласта $27 - 35^\circ$, геологическая мощность колеблется в пределах от 1,1–2,5 м, на участке планируемой отработки 7-й лавы на горизонте 845 м в 2013 – 2014 гг. составляет 1,0–1,8 м. Пласт имеет сложное трехпачечное строение: мощность верхней пачки 0,20 м, средней – 0,58 м, нижней –

0,27 м. Пачки угля разделены прослоями углистого сланца мощностью 0,11 – 0,25 м.

Макроскопически уголь всех пачек блестящий, имеет излом раковистый или ступенчатый, разбит двумя интенсивно развитыми системами трещин кливажа, имеющими азимуты простирания $110^\circ - 200^\circ$, углы падения $75^\circ - 85^\circ$. Уголь крепкий или средней крепости с редкими включениями пирита и кальцита. Местами встречаются пачки полублестящего, высокозольного угля. Для пласта h_8 характерны проявления в процессе отжима угля от забоя и высыпания.

Непосредственная кровля пласта – глинистый сланец мощностью до 1,9 м, слабый, с многочисленными тонкими прожилками угля. Часть сланца образует ложную кровлю мощностью 0,1–0,5 м, которая иногда обрушается вслед за выемкой угля. Над сланцем глинистым залегает мелко- и среднезернистый кварцево-сланцевый песчаник мощностью 4,2–17 м, слоистый за счет прослоев сланца песчаного мощностью 0,1–0,5 м.

Непосредственная почва пласта представлена сланцем песчаным с большим количеством отпечатков растительности мощностью 0,5 м, ниже залегает сланец песчаный слоистый мощностью 1,5–15 м и песчаник мощностью 4–14 м. Породы почвы не склонны к размоканию и сползанию. При длительной остановке в забое выработок наблюдается пучение почвы.

За время отработки запасов угля (с 1952 г.) по пласту h_8 (горизонт 540 м) по настоящее время при достигнутой глубине ведения горных работ на горизонте 845 м не зафиксированы горные удары или их признаки. Прогнозом степени удароопасности по выходу буровой мелочи из шпуров диаметром 42–45 мм (проводили специалисты шахты по методике [3]), разбуриваемых по пласту в призабойных частях очистных и подготовительных выработок, также не выявлены зоны, опасные по горным ударам.

В настоящее время на шахте «Новопавловская» пласт h_8 на западе горизонта 845 м отрабатывается 7-й лавой длиной до 250 м с оставлением для управления кровлей в выработанном пространстве через каждые 15 м на всю высоту этажа ленточных угольных целиков шириной до 20 м. Такая же система разработки осуществлялась на западном крыле шахты на вышерасположенных горизонтах, отработанных без проявления горных ударов или их признаков.

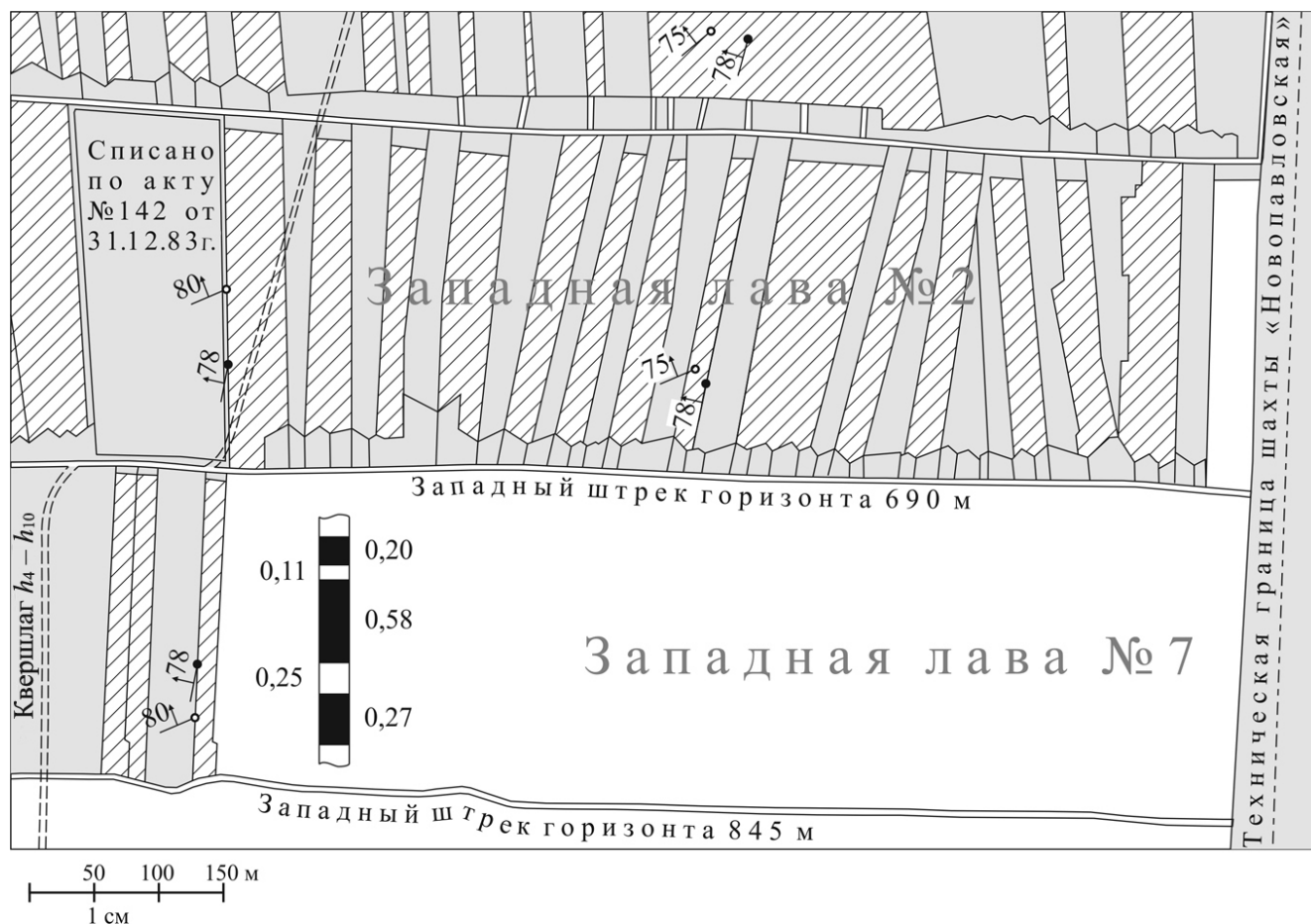


Рис. 1. Выкопировка с плана горных выработок по пласту h_8 шахты «Новопавловская» ГП «Антрацит»: □ – целики угля; ▨ – выработанное пространство.

Как показывают практика и результаты научных исследований по определению действующих напряжений на различных участках удароопасных пластов [1], в целиках угля, где сосредоточивается повышенное давление, горные удары происходят очень часто. Однако на шахте «Новопавловская» в целиках горные удары или их признаки не проявлялись (рис. 1).

В отличие от западного крыла на восточном применялась сплошная система разработки с управлением кровли полным обрушением, т. е. без оставления в выработанном пространстве целиков угля. Поэтому при отработке лав происходило зависание пород кровли над их призабойной частью. Но и в этих, более сложных, условиях ни горных ударов, ни их предупредительных признаков в виде стреляний угля или толчков в массиве не зафиксировано. Таким образом, анализ опыта разработки пласта h_8 в различных условиях показывает, что

указанные признаки удароопасности на нем не наблюдались.

Кроме повышенного горного давления для формирования и проявления горных ударов необходимо, чтобы уголь пласта имел определенные физико-механические свойства (ФМС), из которых наиболее характерны – достаточно высокая прочность и упругость.

Для оценки склонности пласта h_8 к горным ударам по отобранным в разрезной печи западной 7-й лавы горизонта 845 м кусков угля было подготовлено 15 образцов с параллельными верхней и нижней площадками по напластованию для измерения прочностных и деформационных свойств угля с помощью пресса БП-3. При этом ширину этих площадок a и высоту образцов h делали так, чтобы они согласно требованиям [2] соответствовали соотношению $h/a > 2$.

Полную деформацию образцов угля $\varepsilon_{\text{п}}$ измеряли путем создания нагрузок, повышаемых ступенями до достижения разрушающей нагрузки; упругую деформацию $\varepsilon_{\text{у}}$ определяли как разность между полной и остаточной деформациями после сброса нагрузок на этапах, предшествующих появлению разрушающей нагрузки. Прочность угля на одноосное сжатие $\sigma_{\text{сж}}$ находили из соотношения $\sigma_{\text{сж}} = P/S$, где P – разрушающая нагрузка, МПа; S – площадь образца угля, на которую прилагалась нагрузка, см². Склонность пласта к горным ударам согласно Правилам [3] оценивается коэффициентом удароопасности $K_{\text{уд}}$ по формуле (1).

Результаты исследований показали, что за счет активно развитой в пласте эндогенной и экзогенной трещиноватости образцы угля разрушаются по плоскостям ослабления в плавном режиме, без отброса разрушенных частиц угля. Из 15 образцов угля упругую энергию удалось измерить только на пяти при достижении нагрузок 10–12 МПа. При этом измеренная прочность угля на одноосное сжатие составила $\sigma_{\text{сж}} \approx 10 \dots 12$ МПа, а доля упругих деформаций в общей деформации угля $K_{\text{уд}} = 20 \dots 38$ %. Остальные 10 образцов разрушались на мелкие куски при достижении нагрузок приблизительно 5 МПа.

По результатам проведенных исследований пласт $h_{\text{г}}$ на поле шахты «Новопавловская» на достигнутой глубине разработки 845 м не относится к угрожаемому или опасному по горным ударам. На основании этого предприятию выдано Заключение УкрНИМИ НАН Украины и пласт разрабатывается без применения противоударных мероприятий. При этом признаки удароопасности, как и прежде, не наблюдаются.

Вывод. Для наиболее точной оценки склонности антрацитовых пластов к горным ударам необходимо учитывать влияние трещиноватости угля на проявление его упругих свойств в призабойной части горных выработок.

Рекомендуется использовать разработанный УкрНИМИ метод для более точной оценки склон-

ности пластов к горным ударам с учетом влияния существующих систем эндо - и экзогенной трещиноватости угля в призабойной части горных выработок. При высокой прочности отдельностей размерами 5–10 см³, слагающих и определяющих структуру антрацитовых пластов, их краевая часть деформируется псевдопластически, в результате критические концентрации энергии упругого сжатия не возникают и не создаются условия для формирования горных ударов.

Решение вопроса по отнесению каждого антрацитового пласта к категории склонного к горным ударам или, наоборот, к категории неопасного по горным ударам позволяет до минимума сократить количество потенциально опасных шахтопластов, которые фактически не опасны. В результате при точной оценке склонности пласта к горным ударам исключаются необоснованные финансовые и трудовые затраты на проведение трудоемких профилактических мероприятий, значительно повышается рентабельность добычи.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Петухов И. М. Горные удары на угольных шахтах / И. М. Петухов. – М.: Недра, 1972. – 222 с.
2. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих пласты, склонные к горным ударам. – Л.: ВНИМИ, 1988. – 86 с.
3. Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ: СОУ 10.1.00174088.011-2005. – Офіц. вид. – К.: Мінвуглепром України, 2005. – 225 с. – (Нормативний документ Мінвуглепрому України).
4. *Пересмотреть* по графику, согласованному с Госнадзором труда, нормативные акты по безопасности и охране труда, сократить их количество, разработать и утвердить новые в соответствии с Горным законом и Законом Украины «Об охране труда»: отчет о НИР (промежуточ.) / УкрНИМИ НАН Украины; Руководитель темы В. А. Канин. – 1710202180/3; № ГР 0103U006689; Инв. № 2158. – Донецк, 2003. – 111 с.
5. *Каталог* пластов угля, угрожаемых по горным ударам, на месторождениях СССР / [сост. И. М. Петухов и др.]. – Л.: ВНИМИ, 1984. – 26 с.