

ласти $f/f_T > 1$ имеет место более интенсивное изменение частоты ударов не зависимо от площади поршня.

Полученные результаты показывают, что выбором оптимального соотношения рабочей площади поршня и живого сечения подводящего трубопровода для выделенного значения расхода жидкости на привод гидроударной машины, имеется возможность увеличить эффективную мощность ГУ на 20–30%.

Библиографический список

1. Бессонов Ю.Д., Сирик В.Ф., Слипенький В.С. Влияние подводящего трубопровода на характеристику гидроударника прямого действия // Сб. научных трудов НГА Украины. — Дніпропетровськ, 2000. — Вип. 6. — Том 4. — С. 103–110.
2. Калиниченко О.И. Экспериментальные измерения характеристик гидроударника при изменении сечения трубопровода // Труды ДонГТУ. Серия Горно-геологическая. — Донецк, 2001. — Вып.23. — С. 109–113.
3. Калиниченко О.И. Основные положения теории гидроударников прямого действия. // Труды ДонГТУ. Серия Горно-геологическая. — Донецк, 2001. — Вып.24. — С. 29–35.
4. Неудачин Г.И., Абатуров В.Т., Обидин В.П. Приближенный метод расчета гидроударных буровых механизмов одинарного действия. // Техн. и технол. геол. -развед. работ; орг. произ-ва. Экспресс-информация / ВИЭМС. — М., 1966. — № 10. — 13 с.
5. Опыт бурения морских геологоразведочных скважин на шельфе Черного моря /Калиниченко О.И., Квашин Е.В., Цабут И.И., Вилуха С.И. // Техн. и технол. Геол. развед. работ; орг. пр-ва. ЭИ./ ВИЭМС. — М., 1984-N19. — С. 1–7.
6. Эпштейн Е.Ф., Сирик В.Ф., Нежурин В.И. Гидроударная буровая машина для бурения дробью и твердосплавным породоразрушающим инструментом. // Горная электромеханика и автоматика. Вып.16, 1970. — С. 54–60.
7. Ясов В.Г. Теория и расчет рабочих процессов гидроударных буровых машин. — М.: Недра, 1977. — 153 с.

© Калиниченко О.И., 2002

УДК 622.831.322

ЛЫСИКОВ Б.А., ФОРМОС В.Ф., ГРЕБЕНЮК А.А. (ДонНТУ)

СПОСОБ ПРОГНОЗА ВЫБРОСООПАСНОСТИ ПЕСЧАНИКОВ

При проектировании шахт, а также при их строительстве и эксплуатации для обеспечения безопасных условий труда и повышения технико-экономических показателей необходимо располагать сведениями о выбросоопасности песчаников, залегающих в пределах шахтного поля.

Известен способ прогноза выбросоопасности песчаников [1], заключающийся в бурении по песчанику керновой скважины диаметром 59–76 мм, извлечении из скважин керна, анализа керна материала. Признаком выбросоопасности является разделения керна на диски выпукло-вогнутой формы толщиной значительно меньше диаметра и наличие на кернах характерных трещин, как бы опоясывающих породные цилиндры.

Недостатком известного способа является малая надежность на стадии геолого-разведочных работ с поверхности, так как при бурении вертикальных разведочных скважин в выбросоопасной зоне керн может не делиться на диски за счет гидростатического давления столба промывочной жидкости. Неверное заключение о выбросоопасности песчаника может привести к тому, что в проект производства работ

по выбросоопасным песчаникам будет заложена невыбросоопасная технология проведения выработок со всеми вытекающими последствиями.

Малая надежность данного способа и при бурении разведочных горизонтальных керновых скважин при проведении выработок. Так, например, в период строительства шахты «Красноармейская-Западная» №1 треста «Донецкшахтострой» около 50 процентов заключений о выбросоопасности песчаника, выданных МакНИИ, на основании указанного способа прогноза, оказались неправильными.

Наиболее близкими по технической сущности и достигаемому результату является способ прогноза выбросоопасности песчаников по комплексному показателю «В» [1], заключающийся в бурении по песчанику керновой скважины, извлечении из скважины керна, визуальном осмотре кернового материала и описании его текстурно-структурных особенностей, отборе проб песчаника и определении по отобраным пробам временного сопротивления растяжению, пористости, изготовлении шлифов и проведении петрографических исследований: определении содержания цемента. Кварца обломочного и кварца регенерированного, размеров зерен породобразующих минералов, протяженности контактов зерен, сопоставлении величины показателей, характеризующих свойства песчаников в выбросоопасном и невыбросоопасном слое. Затем по таблице, в которой диапазоны колебаний значений каждого показателя разбит на ранги и каждому рангу присвоены числовые значения, определяют показатель «В», как среднее арифметическое рангов выбросоопасности и при величине «В» равной или больше 0,4 песчаник относят к выбросоопасным.

Основным недостатком способа является большая трудоемкость, так как при получении заключения о степени выбросоопасности песчаника необходимо произвести около тысячи определений.

К недостаткам относится и ненадежность, так как выданные на основании этого способа заключения о выбросоопасности песчаников по шахте Красноармейская-Западная №1 треста «Донецкшахтострой» не подтвердилось в процессе проведения выработок по песчаникам.

Задачей способа является повышения надежности способа и снижения трудозатрат на его выполнения.

Поставленная задача достигается тем, что в известном способе прогноза выбросоопасности песчаников определяют глубину его залегания и если песчаник залегает выше минимальной глубины выбросоопасности пород, то он относится к невыбросоопасным, при залегании ниже минимальной глубины выбросов о выбросоопасности судят сравнивая модуль упругости с его критическим значением и если модуль упругости равен его критическому значению или менее песчаник относится к невыбросоопасному, если модуль упругости больше критического значения выбросоопасность уточняется по комплексному критерию Π (1-к)-В и если значение комплексного критерия меньше нуля — песчаник выбросоопасен, если нуль и более — невыбросоопасен.

Новым является установление минимальной глубины выбросоопасности песчаников в зависимости от выхода летучих веществ или марки углей, залегающих в зоне расположения песчаников и обоснование невыбросоопасности песчаников, залегающих на глубинах меньше их минимальной глубины выбросов.

Новым является определение для оценки выбросоопасности критического значения модуля упругости песчаников и обоснование, что если модуль упругости песчаников равен критическому значению и менее — песчаник относят к невыбросоопасным, если модуль упругости больше критического значения выбросоопасность уточняется по предлагаемому комплексному критерию.

Новым является разработка критерия П (1-к)-В, включающего основные параметры, определяющие выбросоопасность песчаника и обоснование того, что если значение предложенного критерия меньше нуля при выбросоопасных значениях модуля упругости — песчаник выбросоопасен, если критерий равен нулю и больше при выбросоопасных значениях модуля упругости — песчаник невыбросоопасен.

Сущность способа поясняется номограммой, приведенной на рисунке, линия 1 (ось ординат) характеризует выход летучих веществ, т.е. степень метаморфизма или марки углей, залегающих в зоне расположения песчаников: линия 2 (ось абсцисс) — это глубина залегания песчаников.

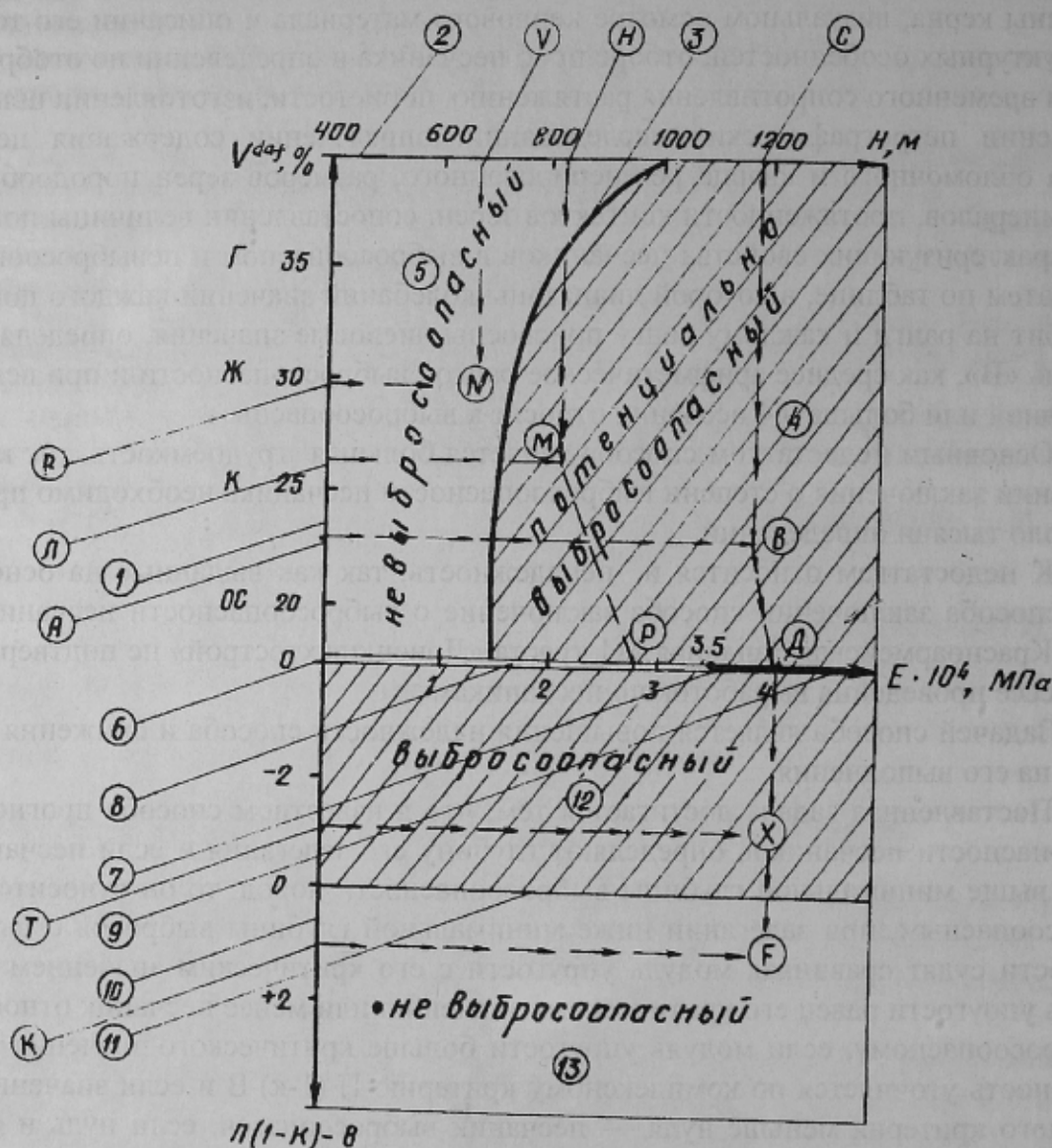


Рисунок. Способ прогноза выбросоопасности песчаника

Кривая 3, полученная по результатам фактических данных, представляет графическую зависимость минимальной глубины выбросоопасности H_{min} песчаников от выхода летучих веществ или марок углей, залегающих в зоне расположения песчаников. Линия 3 — минимальная глубина выбросоопасности песчаников H_{min} отражает минимальную величину горного давления и газоносности, являющихся двумя из трех основных факторов (горное давление, физико-механические свойства и газоносность), определяющих выбросоопасность песчаника. При значениях горного да-

ления и газоносности меньших, чем на минимальной глубине выбросов, произойти выброс не может. Кривая 3 разграничивает по глубине в районах различной степени метаморфизма углей зону 4, расположенную ниже минимальной глубины выбросоопасности (H_{min}), где достаточно условий по фактору давления и газоносности для проявления выбросов песчаников и зону 5, залегающую выше минимальной глубины выбросов, напряженное состояние и газоносность породы в которой не позволяют проявиться выбросам песчаников.

Линия 6 на диаграмме — это ось значений модуля упругости E песчаников, которая разделяется критической точкой 7, на два участка: участок невыбросоопасных значений модуля упругости 8, характеризующийся величиной модуля упругости не превышающей $3,5 \cdot 10^4$ МПа и выбросоопасный участок 9, имеющий значение модуля упругости $3,5 \cdot 10^4$ МПа и более, требующий дальнейшего уточнения степени выбросоопасности по комплексному критерию. Критическая величина модуля упругости $3,5 \cdot 10^4$ МПа получена на основании регрессионного анализа исследований более 200 проб выбросоопасных и невыбросоопасных песчаников, характеризует необходимое количество накопленной потенциальной энергии упругого деформирования пород.

Проведенные нами исследования показали, что при значениях модуля упругости песчаника равного $3,5 \cdot 10^4$ МПа и менее потенциальной энергии, накопленной песчаником, недостаточно для развития выброса.

Линия 10 — нижняя ось ординат номограммы на которой отложены значения комплексного критерия $\Pi(1-k) - B$, составными элементами являются:

- Π — пористость песчаника в %;
- k — коэффициент, учитывающий заполнение пор газом, в долях единицы;
- B — максимальная сорбционная влажность песчаника, % $B=2,5\%$
- $1-k$ — это свободный от газа объем пор в долях единицы, который может быть заполнен влагой;
- $\Pi(1-k)$ — это оставшийся объем пор не заполненный газом в % и если он меньше, объем сорбционного насыщения песчаника влагой, то такие песчаники могут быть выбросоопасны.

Установлено, что пористость выбросоопасного песчаника в 1,5–2 раза больше пористости невыбросоопасного. Но пористость не может однозначно характеризовать выбросоопасность песчаника. Если породы песчаника заполнены газом, то какой песчаник потенциально выбросоопасен.

Если поры песчаника заполнены влагой, то это приводит к повышению пластичности, снижению склонности к накоплению потенциальной энергии упругого деформирования и к снижению склонности к хрупкому разрушению, а также к уменьшению его газоносности и, как следствие, к снижению вероятности выбросов.

Уменьшение газоносности песчаника, т.е. при отсутствии одного из трех факторов (давление, влажность и газоносность), в данном случае газоносности, делает такой песчаник невыбросоопасным.

Предлагаемый критерий выбросоопасности песчаников $\Pi(1-k)-B$ включает не только основные физические параметры (пористость и сорбированную влажность), но и учитывает соотношение между степенью заполнения пор газом и влагой, что достоверно отражает выбросоопасность песчаников.

Линия 11 разграничивает песчаники по предлагаемому критерию на две зоны: выбросоопасную 12, если значения комплексного критерия $\Pi(1-k)-B$ меньше нуля и невыбросоопасную 13, если комплексный критерий равен или больше нуля.

Установлено, что песчаники могут быть выбросоопасны при значении сорбированной влаги 2,5% и менее, при значениях сорбированной влаги более 2,5% — песчаники невыбросоопасны независимо от других показателей, например значение модуля упругости более $3,5 \cdot 10^4$ МПа или наличие интенсивного деления зерна на диски выпукло-вогнутой формы.

Достоверность этого положения подтверждается практикой ведения горных работ при эксплуатации шахты «Красноармейская-Западная» № 1, когда на участках протяженностью 1500 м при влажности пород более 2,5% происходило разделение зерна на диски и не произошло ни одного выброса породы и газа.

Однако прогнозировать выбросоопасность песчаников на стадии ведения разведочных работ с поверхности земли по одному показателю «влажность пород» сложно, так как в процессе выбуривания зерна образец породы находится длительное время под постоянным давлением промывочной жидкости, что несомненно сказывается на его искусственном дополнительном влагонасыщении, в отличии от природной сорбированной влажности.

Пример оценки выбросоопасности песчаников (пользования номограммой).

Пример 1. На стадии доразведки шахтного поля шахты им. А.Ал.Скочинского ПО «Донецкуголь» необходимо прогнозировать выбросоопасность песчаника, образец которого извлечен с глубины 1180 м.

Определение выбросоопасности производится в следующей последовательности. Устанавливаем, что ближайшим угольным пластом, залегающим в зоне расположения исследуемого песчаника, является пласт h_6^1 — Смоляниновский, имеющий выход летучих веществ $V^{daf} = 22,8\%$.

На оси 1 диаграммы (рис.1) определяем точку А, соответствующую $V^{daf} = 22,8\%$ и проводим горизонтальную линию до пересечения ее в точке В с вертикальной линией, исходящей из точки С, соответствующей глубине 1180 м. Полученная точка В расположена в зоне 4 ниже линии 3 минимальной глубины выбросоопасности, что свидетельствует о потенциальной выбросоопасности исследуемого песчаника.

Далее по образцу (зерну) исследуемого песчаника существующим способом определяем модуль упругости, который в данном случае равен $4,0 \cdot 10^4$ МПа.

На линии 6 оси значений модулей упругости песчаников определяем точку Д, соответствующую значению $E=4,0 \cdot 10^4$ МПа и соединяем точку В с Д. Точка Д расположена на участке 9 модулей упругости Е и находится за пределами критической точки 7. Так как, полученный модуль упругости Е больше критического значения равного $3,5 \cdot 10^4$ МПа, выбросоопасность исследуемого песчаника уточняется по комплексному критерию:

$$П(1-k)-В, \quad (1)$$

где П — пористость исследуемого песчаника. Определение существующим способом и равна 3%, т.е. П=3; k — коэффициент, учитывающий, заполнение пор газом в долях единицы. Определяется дегазацией образца песчаника в лабораторных условиях по существующей методике. В данном случае К=0,5; В — максимальная сорбционная влажность, %. Для песчаников Донбасса В=2,5%.

Подставляя цифровые значения в критерий выбросоопасности, получим:

$$П(1-k)-В=3(1-0,5)-2,5= -1.$$

Далее на шкале 10 значений критерия выбросоопасности определяем точку Т, соответствующую значению критерия выбросоопасности $\Pi(1-k)-B$, равного -1 .

Из точки Т проводим горизонтальную линию параллельную оси абсцис до пересечения с вертикальной линией исходящей из точки Д. Пересечение этих линий дают точку Х, которая расположена в выбросоопасной зоне 12 по критерию выбросоопасности (1). Следовательно, исследуемый песчаник является выбросоопасным, так как все исследуемые параметры: глубина залегания Н, модуль упругости Е и комплексный критерий (1) свидетельствует о выбросоопасности исследуемого песчаника.

Если пористость исследуемого песчаника была бы 4,0%, т.е. $\Pi=4,0$, коэффициент, учитывающий заполнение пор газом $K=0,1$, а максимальная сорбционная влажность $B=2,5\%$, то числовое значение критерия выбросоопасности получим равным $\Pi(1-k)-B=K(1-0,1)-2,5=+1,1$. Далее по шкале 10 значений критерия выбросоопасности определяем точку К, соответствующую критерия $+1,1$. Из точки К проведем горизонтальную линию параллельно оси абсцис 6 до пересечения с вертикальной линией из точки Д, соответствующей модулю упругости $E=4,0 \cdot 10^4$ МПа. Пересечение этих линий образуют точку F, которая расположена в невыбросоопасной зоне 13 по критерию выбросоопасности (1). Следовательно, песчаник с представленными параметрами является невыбросоопасным.

Пример 2. Для подготовки западной панели шахты им. А.А. Скочинского на глубине 830 м проводят 2-й зап. полевой штрек по песчанику, выбросоопасность которого необходимо определить.

Устанавливаем, что ближайшим угольным пластом, залегающим в зоне расположения исследуемого песчаника, является пласт h_6^1 , имеющий выход летучих веществ $V^{daf} = 26,7\%$.

На оси 1 диаграммы определяем точку Л, соответствующую $V^{daf} = 26,7\%$ и проводим горизонтальную линию до пересечения в точке М с вертикальной линией, исходящей из точки Н, соответствующей глубине 830 м. Полученная точка расположена в зоне 4 ниже линии 3 минимальной глубины выбросоопасности, что свидетельствует о потенциальной выбросоопасности исследуемого песчаника.

Далее по образцу песчаника, полученного при разведочном керновом бурении из забоя 2 зап. полевого штрека, существующим способом определяем модуль упругости, который равен $E=2,8 \cdot 10^4$ МПа.

На линии 6 оси значений модулей упругости песчаников определяем точку Р, соответствующую значению $E=2,8 \cdot 10^4$ МПа и соединяем точку М с Р.

Полученное значение модуля упругости меньше критического значения, равного $3,5 \cdot 10^4$ МПа, и точка Р расположена на невыбросоопасном участке 8 шкалы 6 модулей упругости Е.

Так как полученный модуль упругости меньше критического значения, то исследуемый песчаник относят к невыбросоопасным.

Пример 3. При проведении полевого штрека в условиях шахты «Красногвардейская» (глубина 670 м, выход летучих веществ ближайшего угольного пласта $V^{daf} = 29\%$) необходимо определить выбросоопасность песчаника.

На оси 1 диаграммы определяем точку Р соответствующую выходу летучих веществ $V^{daf} = 29\%$ и проводим горизонтальную линию до пересечения с вертикальной линией, исходящей из точки Н, соответствующей глубине залегания исследуемого песчаника и равной 670 м. Полученная точка N расположена в зоне 5, зале-

гающей выше минимальной глубины выбросоопасности песчаников (линии 3). Напряженное состояние и газоносность пород в этой зоне не позволяют проявиться выбросам песчаника и газа. Следовательно, исследуемый песчаник является невыбросоопасным и дальнейшее определение модуля упругости и комплексного критерия выбросоопасности — не целесообразно.

Библиографический список

1. **Инструкция** по безопасному ведению работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа. — М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1989. — 191 с.

© *Лысыков Б.А., Формос В.Ф., Гребенюк А.А., 2002*

УДК 622.235:622.281.4

ШЕВЦОВ Н.Р., ХОМЕНЧУК О.В. (ДонНТУ)

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ НАБРЫЗГБЕТОННОЙ КРЕПИ ВЗРЫВНЫМ СПОСОБОМ

Принципиальная схема способа разработана на кафедре «Строительства шахт и подземных сооружений» (СШ и ПС) Донецкого национального технического университета и заключается в следующем. Заряд ВВ, состоящий из одного или нескольких патронов ВВ, снабженных одним или несколькими инициаторами, размещается в центре легкоразрушаемого сосуда (например, полиэтиленового) наполненного бетоном. Сосуд подвешивается или укладывается на почве выработки, а затем взрывается заряд ВВ. Под действием взрыва бетонная смесь диспергируется во всех направлениях и, в конечном итоге, наносится на обрабатываемую поверхность.

Испытания способа проводились в условиях проходки вентиляционного вертикального ствола на шахте «Заря» ПО «Снежноеантрацит». На время испытаний глубина ствола составляла 776 м. Диаметр ствола в проходке — 7,3 м. Горно-геологические условия проходки: пересекаемые породы на глубине 776 м — песчаник (крепость пород по шкале проф. М.М.Протождяконова $f=18...20$); приток воды в забое ствола — $15 \text{ м}^3/\text{ч}$; угол падения пород — $10...12^\circ$. Технические условия проходки: тип бурильного оборудования — БУКС-1м; тип применяемого ВВ — аммонал скальный № 1 прессованный (диаметр патрона — 45 мм, длина патрона — 180 мм, масса патрона — 0,4 кг); тип электродетонаторов — ЭДКЗ-ПМ. Технические характеристики крепи ствола: тип крепи — монолитная бетонная класса Б-15 (бетон марки 200); проектная толщина крепи 0,4 м; соотношение компонентов (по объему) — цемент:песок:щебень составляют соответственно 1,00:1,11:2,24; водоцементное соотношение 0,54; используемый цемент — сульфатостойкий марки 400; крупность щебня 20...40 мм; в качестве ускорителя схватывания применяется хлористый кальций.

Набрызгбетонирование призабойного участка ствола осуществлялось через 6 ч после взрывания забойного комплекта шпуровых зарядов ВВ (отбойки горной массы). Поверхность обнаженных боковых пород имела неровную форму с амплитудой неровностей (впадин и выступов) равной 50...100 мм и с трещинами раствором до 10 мм.

Для нанесения слоя бетонной смеси толщиной 5...6 мм на не закрепленные боковые стенки призабойного участка ствола высотой 5,0 м необходимо было распылить 1600 кг бетонной смеси. Для этого в процессе промышленных испытаний