

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ СКОРОСТИ ГАЗОТДАЧИ УГЛЯ ИЗ ПЛАСТА, ОПАСНОГО ПО ВНЕЗАПНЫМ ВЫБРОСАМ

Г. И. ГРИЦКО

(Представлено научным семинаром кафедр разработки пластовых месторождений, разработки рудных месторождений, шахтного строительства, техники безопасности и рудничной вентиляции)

Согласно современным представлениям о природе и механизме внезапных выбросов угля и газа, важнейшими факторами, обуславливающими наличие благоприятных условий для возникновения внезапных выбросов, являются физико-механические свойства угля, его микро- и макроструктура, а также строение угольного пласта. При этом строение угольного пласта является таким фактором, который определяет потенциальную возможность выбросов. Специфичность строения подверженных внезапным выбросам пластов состоит в том, что они, как правило, имеют интенсивно перемятые пачки угля нарушенного строения, обладающего пониженной механической прочностью и повышенной скоростью газоотдачи.

Факт повышенной скорости поглощения и отдачи газа углем из опасных пластов отмечен рядом зарубежных и советских исследователей уже более 30 лет назад.

Исследования, проведенные в Бельгии над образцами угля 60 различных сортов, показали [1], что некоторые зоны угольных пластов опасны с точки зрения внезапных выбросов газа не вследствие их ненормально высокой поглотительной способности по отношению к газу, а вследствие более высокой скорости отдачи его. При этом было отмечено, что ни окисление образцов угля, ни их измельчение не влияют на изменение поглотительной способности угля.

В 1936 г. французский исследователь Daval на основании многочисленных опытов также пришел к выводу, что „угли, склонные к внезапным выделениям, отличаются от остальных углей только способностью чрезвычайно быстро отдавать заключенный в них газ, что в свою очередь может рассматриваться в качестве функции физической структуры угля“ [2]. Эту же особенность углей из опасных пластов отмечали Vibnoff [3] и O. Ruff [10]. Последний указывал также, что количество газа, поглощаемого углем, не зависит от крупности зерна, которая определяет только скорость поглощения и отдачи газа углем [4].

Работами И. Л. Эттингера в ИГД АН СССР установлено, что угли из опасных пластов, не отличаясь от углей из неопасных пластов по количеству поглощаемого ими газа, в то же время сильно отли-

чаются от последних по скорости отдачи или поглощения газа углем. При этом И. Л. Эттингером было высказано предположение о том, что такая разница вызвана различием в ультратонкой структуре углей, которая не изменяется при отделении образцов угля от массива и неразличима под микроскопом [5]. Основываясь на указанном различии, И. Л. Эттингером и Е. С. Жупахиной был предложен метод определения зон, опасных по внезапным выбросам в угольных пластах [6]. Согласно этому методу степень опасности пласта устанавливается путем определения условного показателя начальной скорости газоотдачи, который численно равен приросту давления газа, выделившегося из угля во время опыта. Показатель газоотдачи был условно обозначен как ΔP . Позднее этот же показатель Фертельмейстером обозначался как F [7].

В результате исследований, проведенных в Донецком бассейне, работниками ИГД АН СССР установлено, что все пласты, подверженные внезапным выбросам угля и газа, имеют нарушенные пачки угля или прослойки углистого аргиллита с высоким значением показателя ΔP . Были предложены критерии оценки степени опасности пластов, а именно: при ΔP до 5 пласт считался неопасным, при ΔP от 5 до 15 — угрожаемым и при ΔP более 15 — опасным. Метод, о котором идет речь, оказался настолько точным, что в нескольких случаях повышение значения ΔP до 25—30 на определенном участке пласта совпадало с внезапным выбросом в этом же месте [8]. На шахте «Юнком» установлен постоянный контроль за выбросоопасностью пластов и отдельных их пачек, который дает практически надежные результаты [9].

Основываясь на этом же принципе, нами было проведено изучение свойств угля опасного по внезапным выбросам пласта Характерного шахты «Коксовой-2» треста «Сталинуголь» в Прокопьевском районе Кузбасса.

Для набора проб был выбран участок по пласту Характерному на гор. + 125 м шахты «Коксовой-2». На этом участке пласт разрабатывается системой длинных столбов по простиранию с обрушением кровли. Этаж делится на три подэтажа, причем в настоящее время работы ведутся только в двух верхних подэтажах, нижний же подэтаж оставлен в качестве целика над основным штреком, который используется в качестве группового штрека. Газообильность участка по замерам 1955 г. составляла 4,62 м³ СН₄ на тонну суточной добычи.

Пласт Характерный в месте набора проб характеризуется следующими данными: мощность пласта 1,7—1,9 м, угол падения 56°. Кровлей пласта служит устойчивый конгломерат, почвой — углистый аргиллит. Пласт представлен двумя пачками угля. Верхняя пачка мощностью 0,9 м состоит из полублестящего крепкого угля с включением тонких полосок более хрупкого блестящего угля. Нижняя пачка пласта представлена углем сильно перемятым, имеющим нарушенное строение, и очень слабым, шелковистым на ощупь с блестящей поверхностью излома. Строение пласта Характерного в пунктах набора проб показано на рис. 1. Следует отметить, что мощность залегающей у кровли крепкой пачки угля уменьшается по падению пласта и на расстоянии 75 м от вентиляционного штрека составляет только 0,4 м, в то время как мощность нарушенной пачки в этом же месте повышается до 1,2 м.

Пробы угля набирались в лаве № 1 в двух метрах от вентиляционного штрека и в лаве № 2 в двух метрах от параллельного штрека на расстоянии от дневной поверхности по вертикали соответствен-

но 95 и 149 м. Из каждой пачки отбирались две пробы, расположение точек набора которых также указано на рис. 1.

Определение условного показателя начальной скорости газоотдачи ΔP производилось в лаборатории электровакуумной техники Томского политехнического института. Для этой цели была собрана установка.

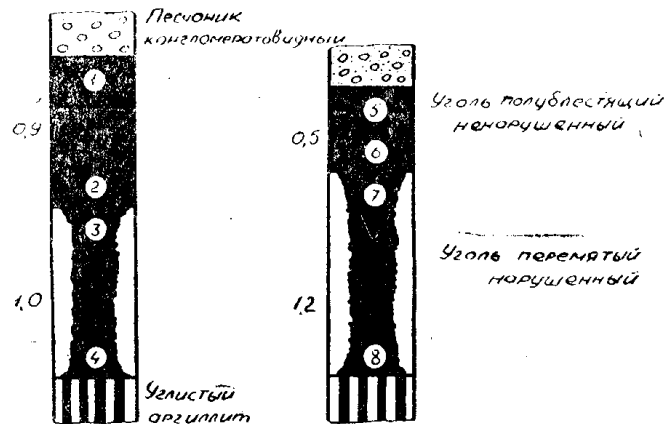


Рис. 1. Строение пласта Характерного на гор. +125 м шахты «Коксовой-2» в пунктах набора проб

главной частью которой являются стеклянные ампулы 1, соединяемые посредством кранов с вакуумным насосом 2 и вакууметром 3, а также с газометром 4, наполненным метаном (рис. 2).

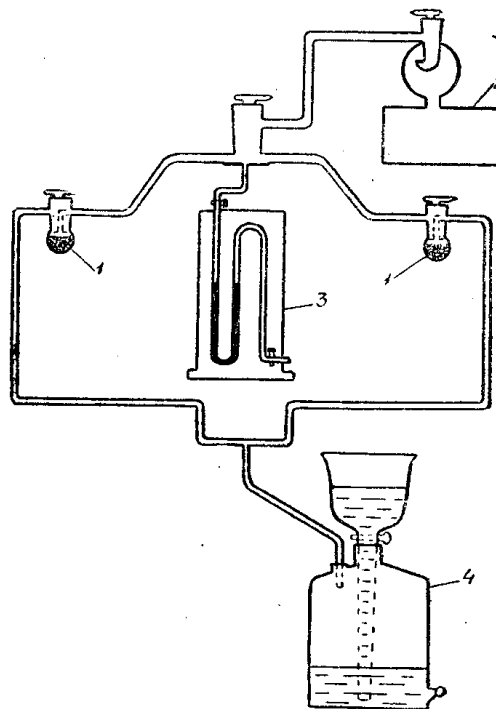


Рис. 2. Схема установки для определения показателя скорости газоотдачи ΔP

Методика проведения экспериментов заключается в следующем. В ампулы загружаются пробы угля крупностью фракции 0,5—0,25 мм весом 5 г. Краны ампул открываются в сторону вакуумного насоса и в течение полтора часов производится дегазация угля. После этого ампулы путем поворота тех же кранов соединяются с газо-

метром, наполненным метаном под давлением, близким к атмосферному. Насыщение угля газом производится также в течение полутора часов, после чего ампула сообщается с вакуумной системой и осуществляется выпуск газа из угля с замером темпов прироста давления газа по вакууметру. Кран ампулы открывается на 1 сек и производится замер давления газа, после чего ампула на 50 сек закрывается, а затем вновь открывается на 10 сек и замер давления выделившегося газа производится вторично. В результате получают два отсчета, первый из которых выражает давление, установившееся после сброса давления свободного газа, находящегося в ампуле над пробой угля до 10—12 мм рт. столба и выделения газа из угля за первую секунду опыта, а второй соответствует количеству газа, выделившемуся из угля за все время опыта. Разница между этими двумя отсчетами, характеризующая прирост давления выделившегося из угля газа в течение одной минуты, и принимается как условный показатель начальной скорости газоотдачи ΔP .

Изменения, внесенные нами в методику И. Л. Эттингера и касающиеся времени выпуска газа из угля в первый период опыта (это время сокращено с 10 до 1 сек при одинаковой общей продолжительности опыта в одну минуту), а также веса пробы угля, который принят в 5 г вместо 3,5 г, обусловлены конструкцией и размерами прибора для определения ΔP .

Значение показателя ΔP контролировалось получением большого числа одинаковых результатов. Всего было проведено около 170 опытов над 9 образцами угля пласта Характерного. Кроме определения показателя начальной скорости газоотдачи для различных пачек пласта исследовалось также изменение этого показателя в зависимости от крупности фракции угля и проводились наблюдения за снижением скорости газовыделения из угля с течением времени. В результате проведенных исследований получены следующие данные.

1. Условный показатель начальной скорости газоотдачи ΔP , определенный на данном участке пласта Характерного, для нарушенного угля из перемятой пачки пласта в 2—2,5 раза выше, чем для угля из ненарушенной пачки, и равен соответственно для первой из указанных пачек 11—13, а для второй — 5—7,4. Повышенная скорость газоотдачи нарушенного угля из нижней пачки пласта согласуется с тем фактом, который наблюдался во время внезапного выброса угля и газа в основном штреке пласта Характерного 10 апреля 1953 г. При этом случае выбросом была затронута именно нижняя нарушенная пачка пласта, отличающаяся более высоким показателем скорости газоотдачи ΔP , в то время как верхняя пачка пласта, для которой показатель ΔP значительно ниже, в забое и в полости осталась не тронутой (рис. 3).

2. Условный показатель начальной скорости газоотдачи ΔP изменяется в зависимости от степени измельчения угля, причем это изменение для угля из различных пачек проявляется по-разному (таблица 1).

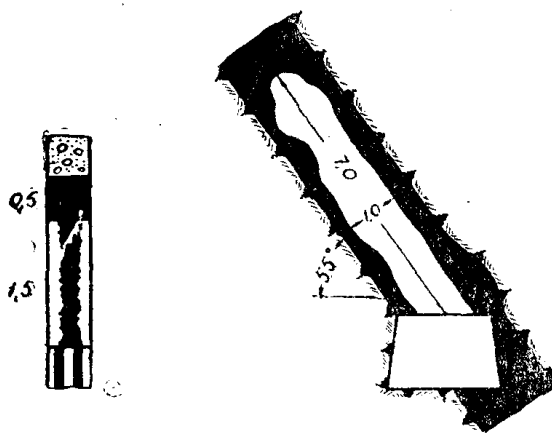


Рис. 3. Внезапный выброс угля и газа в основном штреке пласта Характерного на гор. +125 м шахты «Коксовой-2» 10 апреля 1953 г.

Изменение показателя начальной скорости газоотдачи ΔP
в зависимости от крупности фракции угля

Образец	Крупность фракции, мм		
	1,0—0,5	0,5—0,25	Менее 0,25
Уголь из крепкой пачки	5	7,4	13,6
Уголь из нарушенной пачки	8,4	11,0	13,0

Как следует из таблицы, уголь из крепкой пачки пласта дает значительное увеличение ΔP при измельчении его, особенно при переходе от фракции 0,5—0,25 мм к фракции менее 0,25 мм. Это подтверждает тот факт, что при измельчении такого угля в нем создается дополнительная поверхность, способствующая более быстрому поглощению и отдаче углем газа. Уголь же из нарушенной пачки пласта дает меньший прирост скорости газовыделения при его измельчении, так как при дроблении угля этой пачки дополнительное создание обнаженной поверхности происходит в значительно меньших размерах, чем в случае дробления крепкого угля. Такое положение может сложиться тогда, когда активная поверхность угля уже была достаточно велика, что, в свою очередь, становится возможным лишь при более развитой в нарушенных углях сети микроскопических пор и трещин.

3. Газовыделение из угля наиболее интенсивно происходит за первую минуту от начала опыта. В течение 10 минут скорость газовыделения снижается в 10—12 раз (при повторении замеров показатели скорости газоотдачи ΔP обычным способом через промежутки в 1,5—2 мин). На рис. 4 показано снижение темпов газовыделения для образцов угля из различных пачек пласта. Из сравнения кривых 1 и 2 видно, что наибольшая разница в показателях скорости газоотдачи ΔP для углей нарушенных и ненарушенных наблюдается в первую минуту от начала опыта, то есть существенным отличием нарушенных углей является то, что они способны значительно быстрее отдавать метан сразу же после сброса давления свободного газа. Это свойство угля является одним из важных моментов в механизме развития внезапных выбросов угля и газа. В дальнейшем указанная разница становится менее значительной, так как скорость газовыделения из нарушенного угля с течением времени падает гораздо быстрее, чем скорость газовыделения из угля, строение которого не нарушено. Последнее также может быть объяснено значительно более развитым характером пористости трещиноватости, которым обладают нарушенные пачки пласта, представляющие наибольшую опасность в отношении возникновения внезапных выбросов.

Заключение

Проведенные исследования позволяют составить представления о некоторых свойствах угля из опасного по внезапным выбросам пласта Характерного на шахте «Коксовая-2». Свойства эти состоят в том, что нарушенный уголь из перемятой пачки, залегающей у поч-

вы пласта, отличается более высокой начальной скоростью отдачи газа по сравнению с углем из ненарушенной пачки. Обусловленное более развитым характером микроскопической пористости и трещиноватости, это свойство играет важную роль в качестве одного из условий возникновения внезапных выбросов. Подтверждением служит внезапный выброс угля и газа, происшедший 10 апреля 1953 г. в основном штреке пласта Характерного шахты «Коксовой-2» и затронувший только нижнюю нарушенную пачку пласта.

Метод определения опасных по внезапным выбросам пачек и зон в угольных пластах на основании установления показателя начальной скорости газоотдачи ΔP может быть рекомендован для прогноза внезапных выбросов угля и газа в Кузнецком бассейне. Критерии для отнесения пласта к той или иной категории в соответствии с величиной показателя ΔP подлежат установлению для каждого пласта в отдельности.

Для сравнения результатов, полученных в различных исследовательских институтах и на производстве, следует стандартизировать прибор для определения показателя ΔP и методику проведения опытов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адсорбционная способность бельгийских каменных углей. Реферат из «Annales des Mines de Belgique», т. XXXV, вып. 1.
2. Внезапные выделения метана. Реферат статьи Daval в «Revue de l'Industrie Minérale», № 372, 1936.
3. Bubnoff. Geologische Verhältnisse der durch Kohlensäureausbrüche heimgesuchten Gruben, «Zeitschrift für das Berg-Hütten und Salinenwesen», Н. 75, 1927.
4. Ruff. O. Die Ursachen von Gasausbrüchen in Steinkohlengruben, «Zeit. Ang. Chem», 1930.
5. Эттингер И. Л. Показатель склонности угля к внезапным выбросам угля и газа, Уголь № 10, 1952.
6. Эттингер И. Л., Жупахина Е. С. Начальная скорость газовыделения из углей в пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа, Труды ИГД АН СССР, т. 1, 1954.
7. Фертельмейстер Я. Н. О результатах изучения некоторых физико-химических факторов при исследовании опасных по выбросам угольных пластов. Труды МакНИИ, т. VIII, 1955.
8. Лидин Г. Д., Эттингер И. Л., Жупахина Е. С., Сазонов Л. Я. Определение скорости газоотдачи в качестве метода выявления в угольных пластах зон, опасных по выбросам, Уголь № 12, 1954.
9. Сазонов Л. Я. Определение скорости газоотдачи в лаборатории шахты «Юнком» как метод выявления выбросоопасных зон в пластах, подверженных внезапным выбросам угля и газа. Тезисы докладов научно-технической конференции по борьбе с внезапными выбросами угля и газа в угольных шахтах, г. Сталино, 1955.
10. Ruff O. Die chemischen und physikalischen Vorgänge bei Kohlensäureausbrüchen Zeitschrift für das Berg-Hütten und Salinenwesen», Н. 4, 1927.

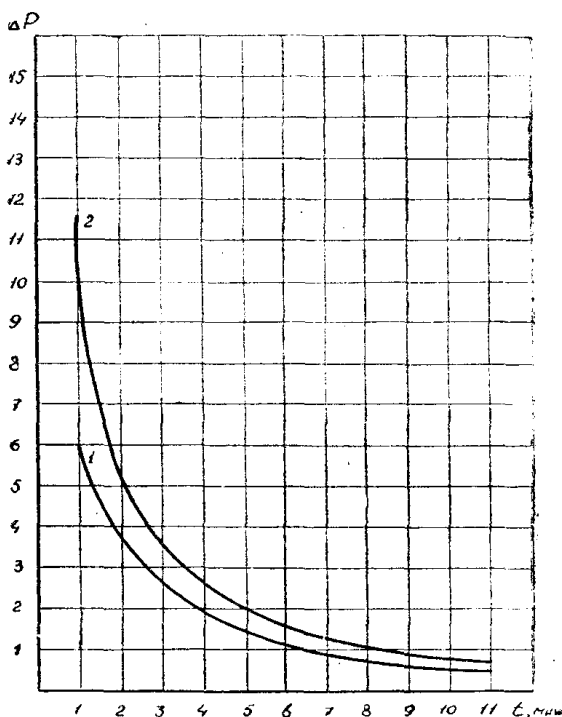


Рис. 4. Изменение показателя скорости газоотдачи ΔP в зависимости от времени: 1 — уголь ненарушенный; 2 — уголь нарушенный