

УДК 622.411.322

*к.т.н. Филатьев М. В.,
магистр Филатьева Э. Н.,
д.т.н. Антощенко Н. И.,
аспирант Трунов М. В.
(ДонГТУ, г. Лисичанск, Украина)*

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ В УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДОНБАССА

Рассмотрены ресурсы углеводородных газов в угольных месторождениях Донбасса, доказана возможность их увеличения за счет освоения антрацитовых месторождений. Для комплексного освоения газозольных месторождений установлена необходимость оптимального соотношения между добычей угля и газа из подрабатываемой угленосной толщи.

Ключевые слова: углеводородные газы, свободные скопления, ресурсы, породы, рассеянные органические вещества, антрацитовые пласты, очистные забои, скорость подвигания.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Угольные месторождения Донбасса по своей сути следует относить, в большинстве случаев, к газозольным. Это подтверждается объёмами и плотностью углеводородных газов (УВГ) во многих геолого-промышленных районах. Суммарные ресурсы УВГ в угольных пластах составляют более 1,2 трлн. м³, а в свободных скоплениях вмещающих пород - более 150 млрд. м³ [1]. Значительные запасы метана газозольных месторождений могут служить дополнительным источником в общем энергетическом балансе Украины. Детальное изучение распределения УВГ по отдельным источникам является актуальной задачей. От её решения во многом будет зависеть разработка особой технологии и организации работ по оптимальному освоению газозольных месторождений. Это вызвано нахождением УВГ в угольных пластах, в основном, в сорбированном состоянии, а во вмещающих породах имеются свободные скопления метана.

До недавнего времени, исходя из соотношения между ресурсами газа в угольных пластах и вмещающих породах (табл. 1), при прогнозе газовыделения и проектировании дегазации согласно нормативным документам [2,3] предполагалось, что основными источниками газовыделения являются

подрабатываемые угольные пласты, а газовыделение из вмещающих пород составляет незначительную часть. Согласно выводам [1] вмещающие породы антрацитовых пластов весьма плотные, низкопоровые и характеризуются низкой газоносностью. С другой стороны методикой прогноза метановыделения из подработанных антрацитовыми пластами пород предусматривается выделение значительных объёмов газа, сорбированного рассеянным органическим веществом (РОВ) в песчаниках и алевролитах[4]. Исходя из изложенного в геолого-промышленных районах Донбасса, где имеются антрацитовые пласты (Торезско - Снежнянский, Боково - Хрустальский), свободное скопление УВГ отсутствуют (табл. 1), но при отработке пластов возможно выделение газа из вмещающих пород при наличии в них РОВ. В рассматриваемом случае газовыделение свободного метана, ресурсы которого зависят от пористости песчаников, будет минимальным или близким к нулевому значению. Ресурсы газа, сорбированного РОВ вмещающими породами антрацитовых пластов, до настоящего времени не определялось непосредственными замерами. Решение такой задачи имеет важное

© Филатьев М. В., 2018

© Филатьева Э. Н., 2018

© Антощенко Н. И., 2018

© Трунов М. В., 2018

РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

научно - практическое значение. Установление объемов возможного выделения метана можно упростить, приняв ресурс свободного метана равным нулю.

Идея заключается в оценке газовыделения из пород как разницы между общим

количеством выделившегося газа из всех источников, расположенных в кровле разрабатываемого пласта, и его объемами, находившихся в сближенных угольных пластах до их подработки[5].

Таблица 1 – Объёмы и плотности ресурсов углеводородных газов в геолого-промышленных районах Донбасса согласно [1]

<i>Геолого - промышленный район</i>	<i>УВГ в угольных пластах</i>		<i>УВГ свободных скоплений в породах</i>	
	<i>Ресурсы, млрд. м³</i>	<i>Плотности, млн. м³/км²</i>	<i>Ресурсы, млрд. м³</i>	<i>Плотности, млн. м³/км²</i>
<i>Западный Донбасс, Днепропетровская область</i>				
Павлоградско - Петропавловский	31	12	0,4	0,6
<i>Юго - Западный Донбасс, Донецкая область</i>				
Красноармейский	120	171	26,7	38,0
Красноармейский - Западный	67	96	5,1	7,2
Южно - Донбасский	35	53	10,6	16,6
Донецко - Макеевский	172	54	48,3	24,1
Центральный	72	133	2,9	4,8
Торезско - Снежнянский	142	172	-	-
<i>Северо - Западный Донбасс, Луганская область</i>				
Марьевский	48	84	5,7	19,8
Алмазный	70	92	2,7	8,0
Луганский	40	43	13,5	14,6
Селезневский	103	152	1,5	2,2
Лисичанский	42	142	23,5	48,0
Краснодонский	66,5	55	9,2	29,7
Ореховский	9	8	-	-
Боково - Хрустальский	61	40	-	-
	1078,5		150,1	11,4

Методика. На основании газовых съёмок и замеров в дегазационных скважинах, достоверно можно определить общее количество выделившегося газа. На практике доказано [6], что основное газовыделение (более 80%) из подрабатываемых угольных пластов и пород может происходить в скважины и оно, в целом, характеризует параметры метановыделения из этих источников. По этой причине для наглядности изложения предлагаемого способа рассмотрены только процессы газовойделения в скважины, пробуренные над разрезной выработкой. Объёмы метана в подрабатываемых угольных пластах с высокой точностью рассчитываются на основании данных об их газоносности и геометрических размеров зон влияния очистных выработок.

Газовое опробование угля в подготовительных выработках подработанного антрацитового пласта в зонах влияния скважин показало высокую степень его дегазации. Остаточная метаноносность угля подработанного пласта колебалась от 0,17 до 3,62 м³/т [7], что намного меньше значений этого показателя (7-8 м³/т) для верхней границы метановой зоны антрацитов [2].

На основании обработки экспериментальных данных о газовойделении в горные выработки и дегазационные системы установлено, что на расстоянии до 100 м угольные пласты и породы кровли в процессе ведения очистных работ были дегазированы на 83 – 96% [8].

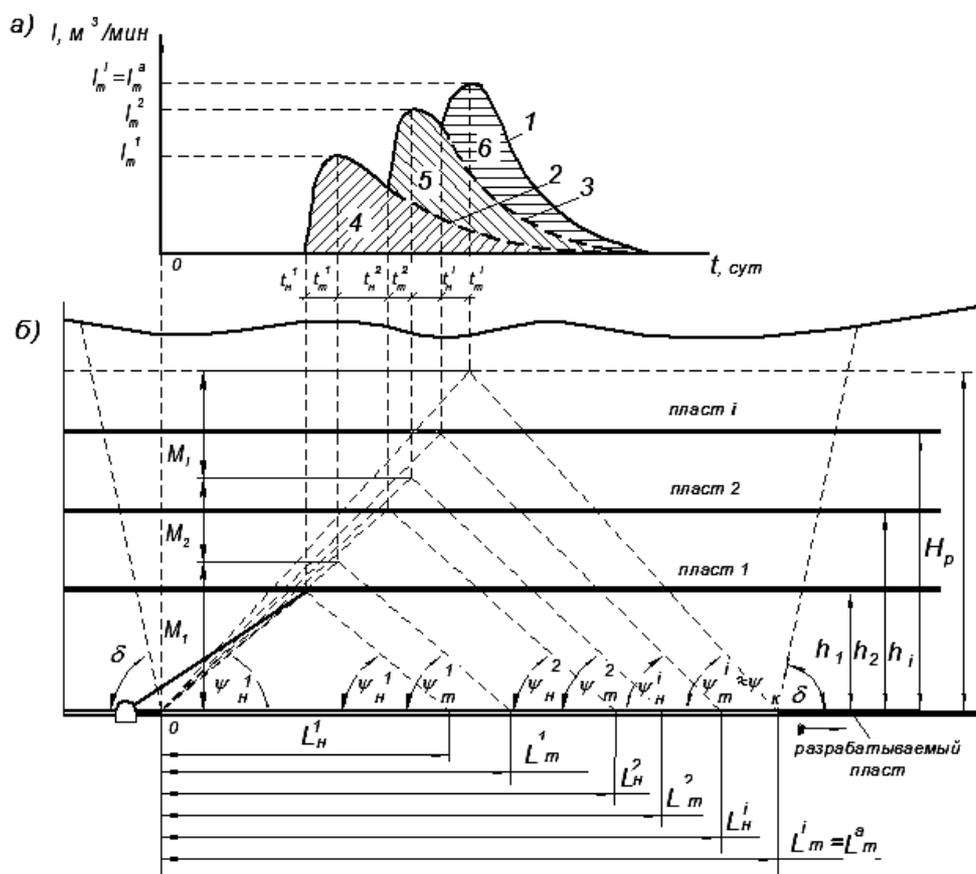


Рисунок 1 – Схема изменения динамики газовыделения в скважины (а) во времени (t), совмещенная с развитием очистных работ на выемочном участке и параметрами сдвижения подработанных пород (б)

1 – экспериментальная кривая динамики газовыделения; 2,3 – кривые десорбции газовыделения из угля соответственно первого и второго сближенных пластов на стадии затухания процессов; 4,5,6 – площади фигур, характеризующие количество газа, выделившегося соответственно из первого, второго и i -го сближенных пластов; $t_n^1, t_n^2, \dots, t_n^i$ – период времени между началом очистных работ и газовыделением в скважины соответственно из первого, второго и i -го сближенных пластов; $t_m^1, t_m^2, \dots, t_m^i$ – период времени между началом очистных работ и достижением максимума газовыделения соответственно из одного, двух и суммы i -х подработанных пластов; $I_m^1, I_m^2, \dots, I_m^i$ – максимумы газовыделения соответственно из одного, двух и суммы i -х подработанных пластов; I_m^a – абсолютный максимум газовыделения; L_m^a – расстояние между очистным забоем и разрезной выработкой, на котором достигается абсолютный максимум газовыделения; $L_n^1, L_n^2, \dots, L_n^i$ – расстояние между очистным забоем и разрезной выработкой, на котором начиналось газовыделение соответственно из первого, второго и i -го сближенных пластов; $L_m^1, L_m^2, \dots, L_m^i$ – расстояние между очистным забоем и разрезной выработкой, на котором достигался максимум газовыделения соответственно из одного, двух и суммы i -х подработанных пластов; h_1, h_2, \dots, h_i – расстояние соответственно до первого, второго и i -го подрабатываемых пластов; H_p – расстояние от разрабатываемого пласта, на котором газовыделение не происходит; M_1, M_2, \dots, M_i – мощность породных слоев, вмещающих соответственно 1-й, 2-й и i -й сближенные пласты; $\psi_n^1, \psi_n^2, \dots, \psi_n^i$ – углы разгрузки, характеризующие начало газовыделения соответственно из первого, второго и i -го сближенных пластов; $\psi_m^1, \psi_m^2, \dots, \psi_m^i$ – углы разгрузки, характеризующие достижение максимумов газовыделения соответственно из одного, двух и суммы i -х подработанных пластов; $\psi_m^i = \psi_k$ – угол разгрузки соответствующий его конечному значению; $\blacktriangleright \blacktriangleright$ – направление подвигания очистного забоя

Приведенные факты свидетельствуют о том, что из подработанных пластов в зонах эксплуатации скважин практически полностью каптируются все запасы газа, обусловленные природной газоносностью угля. Это является обоснованием одного из научных положений, использованных при оценке возможного газовыделения из подработанных пород при наличии в них РОВ.

Основные принципы предлагаемого способа оценки базируются на основе экспериментальных данных о параметрах сдвига пород и газовыделении в скважины, пробуренных над разрезными выработками [9,10]. Реализация способа осуществляется следующим образом. Согласно шахтным наблюдениям определяются взаимозависимые параметры, характеризующие кривую динамики газовыделения (1) и степень развития очистных работ (рис. 1).

Первым, определяемым экспериментально, параметром является расстояние между разрезной выработкой и очистным забоем (L_n^1), при котором начинается газовыделение в скважины. Начало газовыделения свидетельствует, что сдвиг пород подработанных пород распространилось до первого сближенного пласта. Зная расстояние (h_1) до этого сближенного пласта от разрабатываемого и L_n^1 , из геометрических построений можно определить угол разгрузки (ψ_n^1). Он соответствует началу газовыделения в скважины. Рост газовыделения и достижение его первого локального максимума (I_m^1) свидетельствует об увеличении количества угля первого пласта, попадающего в разгруженную зону вследствие дальнейшего удаления от разрезной выработки очистного забоя на расстояние L_m^1 и увеличении угла разгрузки до значения ψ_m^1 . Интенсивность роста газовыделения на этой стадии определяется процессами сдвига пород под влиянием скорости подвигания очистного забоя.

После достижения первого локального максимума происходит снижение газовыделения. Это обусловлено тем, что в разгруженную от горного давления зону не попадают новые источники газовыделения. Метановыделение в этот период времени характеризуется, в основном, процессом десорбции газа из угля первого сближенного пласта и вмещающих его пород.

Следующее повышение уровня газовыделения свидетельствует о начале разгрузки от горного давления второго сближенного пласта и вмещающих его пород. Значение угла разгрузки в этот период роста метановыделения изменяется от ψ_n^2 до ψ_m^2 , а подвигание очистного забоя равно разнице между L_m^2 и L_n^2 . Достижение второго локального максимума метановыделения (I_m^2) соответствует уровню газовыделения за рассматриваемый период времени из двух сближенных пластов и вмещающих пород. Снижение же газовыделения вызвано затухающими процессами десорбции метана уже из всех рассматриваемых источников.

Такое повторение увеличения и сокращения уровня газовыделения под влиянием процессов сдвига пород и десорбции метана из угля будет происходить до достижения абсолютного максимума газовыделения $I_m^a = I_m^i$. Достижение абсолютного максимума газовыделения свидетельствует о попадании в область влияния очистных работ всех возможных источников газовыделения в кровле разрабатываемого пласта. Стадия от начала газовыделения и до достижения его абсолютного максимума определяется, как минимум, двумя взаимозависимыми процессами. Эти процессы характеризуются параметрами сдвига пород подработанных пород и десорбции метана во времени из увеличивающихся объемов угля сближенных пластов и вмещающих пород, которые последовательно попадают в разгруженную от

горного давления зону. В одних горно-геологических условиях интенсивность сдвижения подработанных пород и формирование углов разгрузки (полных сдвижений) зависят от скорости подвигания очистных забоев и отхода лавы от разрезной выработки (L_m^a), при котором достигается абсолютный максимум газовыделения (I_m^a). При удалении очистного забоя от разрезных выработок на расстояние L_m^a происходит формирование углов полных сдвижений, которые близки к своему конечному значению (ψ_k). В результате этого образуется зона влияния очистной выработки в сторону земной поверхности на процессы десорбции метана из подработанных пластов и пород. Положению верхней границы этой зоны соответствует расстояние от разрабатываемого пласта H_p , выше которой газовыделение из потенциальных источников не происходит. Исходя из геометрических соотношений и предложенной схемы (рис. 1) расстояние H_p можно рассчитать по параметрам L_m^a и $\psi_m^i \approx \psi_k$. Значение параметра ψ_m^i , исходя из схемы, неизвестно. По этой причине в первом приближении ψ_m^i можно принять равным величине ψ_n^i , рассчитываемой по параметрам предложенной схемы. Такой подход обеспечивает получение более достоверных данных для рассматриваемых условий, по сравнению с их осредненным определением согласно нормативным документам. По значению H_p и стратиграфической колонке устанавливается количество угольных пластов, попадающих в зону десорбции газа из этих источников. Ранее экспериментально было доказано [10], что в одних горно-геологических условиях после достижения локальных или абсолютных максимумов, газовыделение в скважины из отдельных источников определяется близкими между собой процессами десорбции на стадии их затухания.

Процесс затухания газовыделения во времени (t), в первом приближении, можно описать экспоненциальной зависимостью:

$$\frac{I_t}{I_m^i} = \exp(-a \cdot t), \quad (1)$$

где I_m^i – локальный или абсолютный максимум газовыделения из i -го пласта и вмещающих его пород или суммарного метановыделения из i -го количества рассматриваемых источников; I_t – текущее значение газовыделения после достижения максимума на стадии затухания процессов десорбции; a – параметр уравнения, характеризующий горно-геологические и горнотехнические условия эксплуатации выемочного участка.

Эмпирические коэффициенты этого или других аналогичных уравнений для конкретных горно-геологических и горнотехнических условий определяются по результатам статистической обработки экспериментальных данных. К совместному анализу необходимо привлекать результаты наблюдений после достижения локальных и абсолютного максимумов газовыделения. Причем, после достижения локальных максимумов в выборку отбирают только данные, полученные на стадии уменьшения газовыделения, вызванное затуханием процессов десорбции метана из источников во времени. Продолжительность каждой такой стадии снижения газовыделения между локальным максимумом и очередным ростом метановыделения определяется согласно эмпирической кривой 1 (рис. 1, а). Определив по результатам статистической обработки параметр a , и зная значения I_m^i , экстраполируются кривые десорбции на стадии затухания метановыделения после достижения локальных максимумов. В каждом случае экстраполяции за начало отсчета времени принимаются моменты достижения локальных максимумов газовыделения. По полученным зависимостям экстраполяции, в комбинации с элементами кривой 1 (рис. 1, а),

можно определить суммарное газовыделение из каждого подработанного пласта и вмещающих пород. Например, площадь графика (4), ограниченная осью абсцисс, частью экспериментальной (1) и расчетной (2) кривыми (рис. 1, а) соответствует суммарному газовыделению из первого подрабатываемого пласта и вмещающих пород. Площадь фигуры (5) между частью экспериментальной (1) и расчетными (2 и 3) кривыми характеризует суммарное газовыделение из второго сближенного пласта и вмещающих пород. Аналогичным образом рассчитывается абсолютное суммарное метановыделение из вышерасположенных угольных пластов и слоев пород. Из наиболее удаленного пласта и пород газовыделение определяется по площади фигуры (6), заключенной между частью экспериментальной (1) и экстраполируемой (3) зависимостями.

После установления объемов абсолютного газовыделения из источников, учитывая схему сдвижения пород (рис. 1, б), мощность подрабатываемых пластов и удельный вес угля, рассчитывается его количество для каждого пласта, попавшего в зону влияния очистной выработки при достижении абсолютного максимума газовыделения I_m^a .

В общем случае размеры зон влияния очистных выработок определяются граничными углами δ (рис. 1, б). Значения этих углов рекомендуются для конкретных горно-геологических условий, исходя из параметров мульды сдвижения на земной поверхности [11]. Размеры зон газовыделения из подработанных угольных пластов и пород, как правило, не совпадают с областью влияния очистной выработки, определенной по граничным углам. Интенсивное газовыделение в скважины при достижении его максимума происходит, в большинстве случаев, при их расположении в зонах разгрузки, оконтуренных углами полных сдвижений ψ_m^i (рис. 1, б). Выделение метана из угля сближенных

пластов и пород возможно также из областей, ограниченных углами ψ_m^i и δ . Интенсивность метановыделения из подработанных угольных пластов и пород, и степень их дегазации в рассматриваемых областях зависят от наличия газопроводящих трещин. Их образование связано с физико-механическими свойствами пород.

При наличии прочных вмещающих пород образование трещин происходит вблизи углов полных сдвижений, а угольные пласты и породы, расположенные между углами ψ_m^i и δ остаются практически недегазированными. По этой причине при определении запасов газа в угольных пластах необходимо учитывать объемы угля, оказавшиеся между углами полных сдвижений, то есть в полностью разгруженной от горного давления зоне. К такому варианту подработки пород и газовыделению из источников близки условия выемки антрацитовых пластов. В этом случае породы обладают наиболее прочными свойствами по сравнению с породами, вмещающими угли меньшей степени метаморфизма.

После расчета количества угля, попадающего в полностью разгруженную от горного давления зону, по природной газоносности определяются запасы метана в каждом подрабатываемом пласте.

Разница между общим количеством выделившегося газа и его запасами в угле характеризует объемы выделения метана из породных слоев, вмещающих каждый угольный пласт пород.

Мощность породных слоев (M_1, M_2, \dots, M_i), из которых возможно газовыделение, определяется для каждого угольного пласта по положению локальных и абсолютного максимумов газовыделения, при угле разгрузки $\psi_k \approx \psi_n^i$, и расстояниям между очистным забоем и разрезной выработкой при достижении максимумов газовыделения (рис. 1). Зная мощность породных слоев и размеры разгруженной от горного давления зоны, рассчитываются объемы

мы вмещающих пород для каждого пласта при достижении абсолютного максимума газовыделения. Взаимоувязанные параметры развития очистных работ, сдвижения подработанных пород и газовыделения из источников позволяют определять фактическое удельное метановыделение из вмещающих пород.

Изложение материала и его результаты. В качестве примера использования предлагаемого способа рассмотрели изменение параметров развития очистных работ, сдвижения подработанных пород и газовыделения для разных скоростей подвигания очистных забоев 2-й бис и 3-й западных лав в одних горно-геологических условиях при отработке антрацитового пласта l_2^6 шахтой им. газеты «Известия» ГП «Донбассантрацит» (рис. 2). Мощность

разрабатываемого пласта равнялась 0,9 м, угол его падения около 5° . Лавы отрабатывались столбами по восстанию, их длины соответственно составляли 185 и 205 м. Средняя скорость подвигания очистного забоя за весь период наблюдений 2-й бис западной лавы была 0,7 м/сут, а 3-й западной лавы – 2,8 м/сут. Сведения об горно-геологических условиях залегания сближенных пластов и их газоносности приведены в таблице 2, а кривые изменения динамики газовыделения – на рисунке 3. В обоих случаях предельное расстояние H_p , определенное по значениям L_m^a и ψ_n^i , было примерно одинаковым и соответственно составляло 122 и 128 м, что свидетельствует о попадании в зону дегазации только пластов l_3 , l_4 и l_5 .

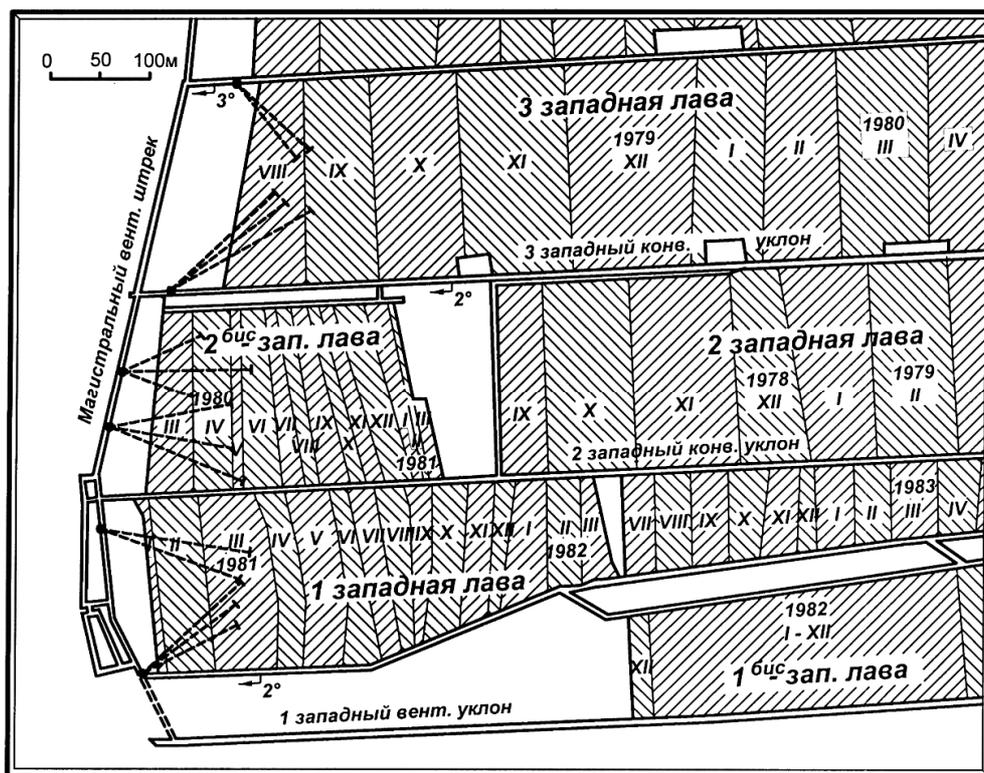


Рисунок 2 – Фрагмент плана горных работ по пласту l_2^6 шахты им. газеты «Известия» ГП «Донбассантрацит»

— • — — — — дегазационные скважины, пробуренные над разрезными выработками

РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

Таблица 2 – Сведения об условиях залегания сближенных пластов и результаты обработки экспериментальных данных на стадии затухания процессов десорбции

Индекс пластов	Расстояние от пласта l_2^e , м	Мощность пластов, м	Газоносность, м ³ /т с.б.м.		Эмпирические уравнения десорбции газа на стадии затухания процессов	
			пределы изменения	средняя	2-я бис западная лава, скорость подвигания забоя 0,7 м/сут	3-я западная лава, скорость подвигания забоя 2,8 м/сут
l_6	160	0,80	32	32,0	–	–
l_5	117	0,60	30-35	32,5	$I = 9,7 \cdot e^{-0,016 \cdot t}$	$I = 5,5 \cdot e^{-0,028 \cdot t}$
l_4	72	0,75	35-37	36,0	$I = 3,8 \cdot e^{-0,016 \cdot t}$	$I = 6,8 \cdot e^{-0,028 \cdot t}$
l_3	30	0,55	28-30	29,0	$I = 14,4 \cdot e^{-0,016 \cdot t}$	$I = 21,8 \cdot e^{-0,028 \cdot t}$
l_2^e	0	0,90	–	–	–	–

На основании имеющихся результатов наблюдений для разных скоростей подвигания очистных забоев сформировали, по описанной выше методике, базы данных, характеризующих десорбцию газа во времени на стадии затухания этого процесса. По данным статистической обработки подобраны кривые, соответствующие разным скоростям подвигания очистных забоев (табл. 2).

Для 2-й бис западной лавы коэффициент a уравнения (1) равен 0,016, а для 3-й западной лавы он был почти в два раза больше и равнялся 0,028. Корреляционные отношения для указанных зависимостей соответственно были равны 0,89 и 0,93. Надежность полученных уравнений и эмпирических коэффициентов подтверждается критерием Фишера при уровне значимости 0,05. Относительная ошибка аппроксимации составила соответственно 6 и 8%, что свидетельствует о высокой точности полученных зависимостей и возможности их применения для описания процессов десорбции газа из источников на стадии их затухания при фиксированной скорости подвигания очистного забоя. Скорость подвигания очистных забоев влияла и на величину абсолютных максимумов газовой выделения. Их значения определили исходя из графиков кривых динамики газовой выделения (рис. 3).

Результаты определения согласно разработанному способу основных взаимосвязанных параметров развития очистных

работ, процессов сдвижения пород и газовой выделения в скважины для рассмотренных горно-геологических условий приведены в таблице 3.

Полученные результаты согласуются с данными непосредственного определения газоносности пород с помощью газокернонаборника и газового каротажа. Установлено [12], что в пределах юго-западной части Донбасса газоносность изменяется от 0 до 15 м³/м³ (или от 0 до 6 м³/т). В направлении с запада на восток от Красноармейского к Центральному и Чистяково - Снежнянскому районам газоносность увеличивается: песчаников с 0,8 до 4,2 м³/т, алевролитов – с 1,4 до 3,6 м³/т, известняков с 0,8 до 3,2 м³/т. Общая и открытая пористости пород не являются основными факторами, определяющими их газоносность. Основные факторы увеличения газоносности – степень катагенетических изменений пород и степень метаморфизма рассеянных органических соединений [12]. Этот вывод подтверждается и данными [4] о содержании рассеянных органических веществ в породах, вмещающие пласты угля разной степени метаморфизма. Например, наблюдается рост содержания рассеянных органических веществ в песчаниках при переходе от пластов с углями марок Д и Г к маркам Т, ПА и А. Содержание рассеянных органических веществ для алевролитов при таком переходе остается примерно на одинаковом уровне.

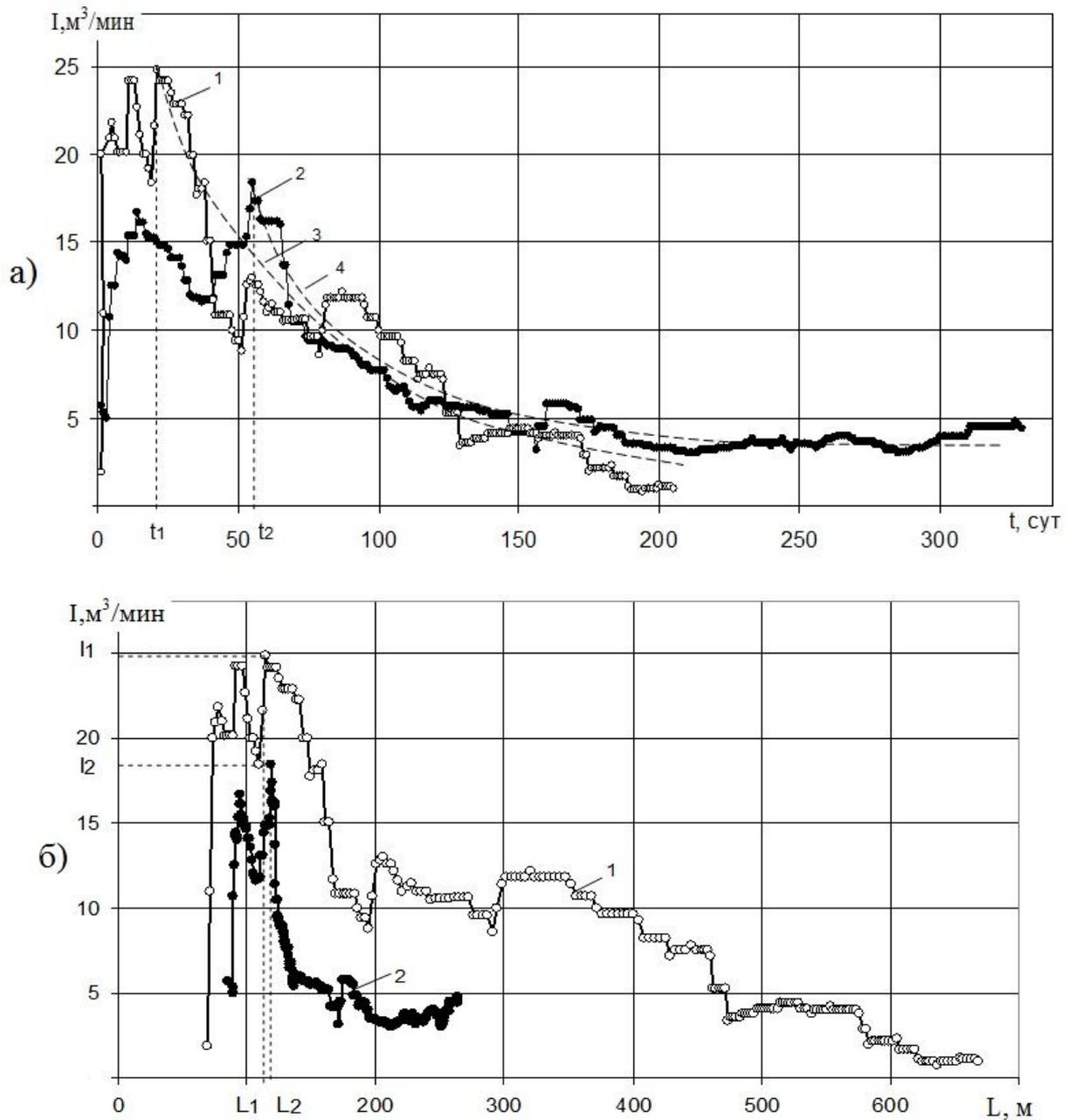


Рисунок 3 – Изменение метановыделения (I) в дегазационные скважины от времени (t) их эксплуатации (а) и расстояния (L) между разрезными выработками и очистными забоями (б) выемочных участков шахты им. газеты “Известия” ГП “Донбассантрацит”

1,2 – экспериментальные кривые изменения газовыделения соответственно в скважины 3-й и 2-й бис западных лав; 3,4 – кривые десорбции газа из сближенных пластов после достижения абсолютного максимума соответственно на участках 3-й и 2-й бис западных лав; \circ , \bullet – экспериментальные данные; t_1 , t_2 – период времени достижения абсолютного максимума газовыделения соответственно на участках 3-й и 2-й бис западных лав; L_1 , L_2 – расстояния от разрезных выработок до достижения абсолютных максимумов газовыделения I_1 и I_2 соответственно на участках 3-й и 2-й бис западных лав

РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

Таблица 3 – Результаты определения основных взаимосвязанных параметров развития очистных работ, процессов сдвижения пород и газовыделения при эксплуатации выемочных участков шахтой им. газеты «Известия» ГП «Донбассантрацит»

Параметры, характеризующие процессы	Условное обозначение параметров и символы пластов	2-я бис западная лава	3-я западная лава	Параметры, характеризующие процессы	Символы пластов	2-я бис западная лава	3-я западная лава
Расстояния между очистными забоями и разрезными выработками, м	L_n^1	85	67	Количество газа, выделившегося из пластов и пород, м ³	l_5	964877	285428
	L_n^2	93	90		l_4	354147	369090
	L_n^3	110	110		l_3	1373618	1210224
	L_m^1	91	78	Количество газа, выделившегося из вмещающих пласт пород, м ³	l_5	940485	271366
	L_m^2	95	96		l_4	88277	91482
	L_m^3	119	114		l_3	1007411	822662
Углы полных сдвижений (разгрузки), град.	ψ_n^1	35	42	Мощность породных слоев, вмещающие сближенные пласты, м	l_5	26	19
					l_4	32	41
					l_3	70	62
	ψ_n^2	57	58	Объемы породы, дегазированные совместно с пластами, м ³	l_5	110955	114694
					l_4	132319	193473
$\psi_k \approx \psi_n^3$	65	65	l_3	943386	940185		
Площадь сближенных пластов, попадающих в разгруженную зону, м ²	l_5	781,8	450,7	Удельное газовыделение из пород, м ³ /м ³	l_5	8,48	2,36
	l_4	6154,4	6426,1		l_4	0,67	0,47
	l_3	14349,8	15186,6		l_3	1,07	0,88
Запасы газа в угле, м ³	l_5	24392	14062	Удельное газовыделение из пород, м ³ /т	l_5	3,14	0,87
	l_4	265870	277608		l_4	0,25	0,17
	l_3	366207	387562		l_3	0,40	0,33

Выводы:

- увеличение скорости подвигания очистного забоя 3-й западной лавы в четыре раза по сравнению с подвиганием 2-й бис западной лавы вызвало рост абсолютных максимумов газовыделения из близкорасположенного пласта l_3 и вмещающих его пород с 14,4 до 21,8 м³/мин, а из пласта l_4 и пород – с 3,8 до 6,8 м³/мин. При незначительной скорости подвигания 2-й бис западной лавы максимум газовыделения из наиболее удаленного пласта l_5 и вмещающих пород (9,7 м³/мин) существенно превышал этот показатель для 3-й западной лавы (5,5 м³/мин);

- скорость подвигания очистных забоев влияет на изменение баланса метановыделения из подрабатываемых источников. При больших скоростях подвигания очистных забоев увеличивается абсолютное газовыделение из близкорасположенных сближенных пластов и вмещающих пород, а уменьшение скорости подвигания приводит к росту газовыделения из наиболее удаленных источников;

- незначительные скорости подвигания очистного забоя способствуют более полной дегазации подработанного углепородного массива. При средней скорости подвигания очистного забоя 0,7 м/сут было извлечено 2692642 м³ газа, а при скорости

2,8 м/сут - 1864742 м³. Это свидетельствует, что для комплексного освоения газ угольных месторождений необходимо разработать рекомендации по соотношению добычи угля и газа из подрабатываемой углепородной толщи;

- из подработанных вмещающих антрацитовые пласты пород выделилось в 3-4 раза больше газа по сравнению с подработанными пластами. Это свидетельствует о дополнительных ресурсах УВГ для геоло-

го-промышленных районов, где залегают антрацитовые пласты;

- количество выделившегося газа существенно превышает его природные запасы в угольных пластах до начала ведения очистных работ. Это свидетельствует о том, что основными источниками метановыделения при отработке антрацитовых пластов, как и при выемке пластов с углями меньшей степени метаморфизма, являются подрабатываемые породы.

Бібліографічний список

1. Павлов С. Д. Пути освоения природных газов угольных месторождений / С. Д. Павлов. - Харьков: Колорит, 2005. - 336 с.
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт / ред. кол.: С.В. Янко [и др.]; под ред. С.В. Янко - К.: Основа, 1994. - 311 с.
3. Дезаэрация угольных шахт. Требования к способам и схемам дезаэрации. СОУ 10.1.00174088.001 / Минтопэнерго Украины. - Киев, 2004. - 161 с.
4. Лукинов В. В. Прогноз метановыделения из подработанных пород в выработки выемочного участка / В. В. Лукинов, А. П. Клец, Б. В. Бокий и др. // Уголь Украины. - 2011. - № 1 - С. 51 - 53.
5. Антощенко Н. И. Формирование динамики метановыделения из подрабатываемого массива при отработке газоносных угольных пластов / Н. И. Антощенко, В. Н. Окалелов, В. И. Павлов, [и др.]. - Алчевск: ДонГТУ, 2013. - 221 с.
6. Драбик А. С. О прогнозе газовой выделении из сближенных пластов / А. С. Драбик, Н. И. Антощенко // Безопасность труда в промышленности. - 1986. - № 2. - С. 49-50.
7. Брижанев А. Н. Применение дезаэрации для снижения метановыделений в горные выработки шахты им. газеты «Известия» / А. Н. Брижанев, Р. А. Галазов, В. И. Вацаев и [др.] // Экспресс-информация ЦНИЭИуголь. Вып. 10. - 1984. - С. 1-4.
8. Бокий Б. В. Перспектива извлечения метана из техногенных скоплений / Б. В. Бокий, О. И. Касимов // Уголь Украины. - 2005. - № 5 - С. 17-21.
9. Антощенко Н. И. Механизм формирования газовой выделении в скважины при отходе очистного забоя от разрезной выработки / Н. И. Антощенко, В. Н. Окалелов, С. И. Кулакова // Сб. научных трудов ДонГТУ. Вып. 35. - Алчевск: ДонГТУ, 2011. - С. 44-54.
10. Антощенко Н. И. Влияние скорости подвигания очистного забоя на газовой выделении из подрабатываемых угольных пластов / Н. И. Антощенко, В. Н. Окалелов, С. И. Кулакова // Уголь Украины - 2012. - № 2. - С. 5-8.
11. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. Видання офіційне. Мінпаливенерго України: ГСТУ 101. 00159226. 001 - 2003 - Київ.: 2004. - 128 с. - (Галузевий стандарт України).
12. Голубев А. А. Результаты изучения газоносных пород и прогноз газовой выделений из них / А. А. Голубев // Уголь Украины. - 1978. - № 1.0 - С.46-47.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. НГУ Бондаренко В. И.,
к.т.н. Гальченко А. М.

Статья поступила в редакцию 10.04.2018

к.т.н. Філат'єв М. В., магістр Філат'єва Е. М.,
д.т.н. Антощенко М. І., асп. Трунов М. В. (ДонДТУ, м. Лисичанськ, Україна)

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ РЕСУРСІВ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ГАЗІВ У ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩАХ ДОНБАСУ

Розглянуто ресурси вуглеводневих газів у вугільних родовищах Донбасу, доведена можливість їх збільшення за рахунок освоєння антрацитових родовищ. Для комплексного освоєння газовугільних родовищ встановлена необхідність оптимального співвідношення між видобутком вугілля і газу з підроблюваної вуглепородної товщі.

Ключові слова: *вуглеводневі гази, вільні скупчення, ресурси, породи, розсіяні органічні речовини, антрацитові пласти, очисні вибої, швидкість посування.*

PhD Filatiev M., Master Filatieva E.

Doctor of technical sciences Antoshchenko N., graduate student Trunov M.

(DonSTU, Lisichansk, Ukraine)

TO THE QUESTION OF ESTIMATION OF RESOURCES OF HYDROCARBON GASES IN THE COAL DEPOSITS OF DONBAS

The resources of hydrocarbon gases are considered in the coal deposits of Donbas, possibility of their increase is well-proven due to mastering of anthracitic deposits. For the comprehensive development of gas-coal deposits, the need has been found for an optimal ratio between the extraction of coal and gas from the sub-carboniferous stratum.

Key words: *hydrocarbon gases, free accumulations, resources, breeds, dissipated organic matters, anthracitic layers, cleansing coalfaces, speed of pushing.*