

УДК 622.411.33

Ю.Ю. КРЫЖАНОВСКИЙ, аспирант,
Н.И. АНТОЩЕНКО, д-р техн. наук, проф., ректор,
Р.Л. ГАСЮК, аспирант; ДонГТУ, г. Алчевск

О МАКСИМАЛЬНОМ ГАЗОВЫДЕЛЕНИИ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ ПРИ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Проанализированы теоретические положения и экспериментальные данные зависимости метановыделения в горные выработки от добычи угля при действующей дегазации подрабатываемых источников.

Установлена корреляционная зависимость метановыделения от добычи на выемочных участках. Используя эту зависимость для конкретных горно-геологических условий рекомендуется прогнозировать газовыделение в горные выработки при любой нагрузке на очистные забои.

Ключевые слова: метановыделение, горные выработки, выемочный участок, добыча, дегазационные скважины, источники газовыделения.

Достоверное определение максимально возможного уровня газовыделения в горные выработки является актуальной задачей для горного производства. От решения этого вопроса зависит как обеспечение безопасных условий ведения горных работ, так и уровень планируемой добычи угля на очистные забои.

До настоящего времени практически не изученной остаётся зависимость метановыделения в горные выработки от добычи угля при наличии дегазации подрабатываемых источников скважинами. Влияние дегазации на среднюю абсолютную метанообильность выемочного участка рекомендуется учитывать постоянными коэффициентами для скважин, пробуренных соответственно из горных выработок и с земной поверхности [1]. При таком подходе не учитываются конкретные горно-геологические условия отработки выемочных участков, для которых зависимости метановыделения от добычи угля носят строго индивидуальный характер [2].

Цель работы - проанализировать теоретические положения и экспериментальные данные зависимости от добычи угля метановыделения в горные выработки при действующей дегазации подрабатываемых источников и предложить методику определения возможного уровня газовыделения в участковые исходящие вентиляционные струи воздуха.

Идея состоит в том, что снижение количества газа, каптируемого из подрабатываемых источников скважинами, и увеличение его выделения в горные выработки может происходить через большие промежутки времени. Опыт отработки антрацитового пласта показал, что постепенное увеличение метановыделения в участковую выработку происходило в течение нескольких месяцев [3]. Такая ситуация объясняется длительностью процессов сдвижения подработанных пород и отставанием во времени от них газовыделения в горные выработки. Наряду с этим на выемочном участке имеются источники газовыделения, которые непосредственно не связаны с процессами сдвижения подрабатываемых пород. К ним относятся отбитый уголь, обнажённые поверхности разрабатываемого пласта и вмещающие породы кровли и почвы, непосредственно примыкающие к пласту. Газовыделение из этих источников, в основном, зависит от интенсивности отработки разрабатываемого пласта. На зависимость газовыделения в выработки от добычи угля в этом случае не влияют изменения условий дегазации удалённых сближенных пластов скважинами. Это подтвердилось эксплуатацией выемочных участков в ненадработанных и надработанных зонах, удалённым сближенным пластом в условиях шахты им. газеты «Известия» ГП «Донбассантрацит». Надрработка не повлияла на уменьшение газовыделения в выработки выемочных участков, что подтвердилось одинаковой зависимостью метановыделения от нагрузки на очистные забои в надработанных и ненадработанных зонах. В условиях шахты «Краснолиманская» внедрение дегазации подрабатываемых источников скважинами также не повлияло на изменение зависимости газовыделения в выработки от среднесуточной добычи угля [4]. Приведенные факты свидетельствуют, что газовыделение в выработки из определённых источников характеризуется устойчивой зависимостью от добычи угля. Используя эту зависимость, характерную для конкретных горно-геологических и горнотехнических условий, можно достоверно прогнозировать газовыделение в горные выработки при любой нагрузке на очистные забои. Для доказательства правомерности такого подхода рассмотрели условия эксплуатации выемочных участков шахтой «Суходольская-Восточная» ПАО «Краснодонуголь» при отработке пласта i_3' за последние пять лет.

Пласт i_3' , вынимаемой мощностью в разных блоках соответственно 1,20 и 2,00÷2,20 м, отрабатывался длинными столбами по простиранию на глубине более 1000 м. Он содержал угли марок К и Ж. На всех участках применялась дегазация сближенных пластов скважинами, пробуренными

из подземных выработок. В большинстве случаев в дополнение к ним бурились скважины с земной поверхности.

При выборе зависимости газовыделения от уровня добычи угля исходили из того факта, что метановыделение в разрезную печь перед началом ведения очистных работ даже при отработке высокогазоносных пластов незначительно и в редких случаях превышает 1 м³/мин. Объясняется это отсутствием отбойки угля во время монтажных работ. Их длительность может составлять от нескольких недель до нескольких месяцев. За это время газовыделение с обнажённых поверхностей разрезной печи снижается до незначительных величин. По этой причине фоновое значение газовыделения до начала очистных работ близко к нулю и текущее изменение метановыделения (I^i) по мере увеличения добычи (A^i) можно описать экспоненциальной кривой, выходящей из начала координатной сетки:

$$I^i = I_{\max} (1 - e^{-kA_i}), \quad (1)$$

где I_{\max} - максимум газовыделения, который достигается при некотором уровне добычи угля A_{\max} ;

k - эмпирический коэффициент, характеризующий условия эксплуатации конкретной лавы;

A_i - текущее значение добычи угля в диапазоне от 0 до A_{\max} .

Горно-геологические условия отработки 12-й восточной разгрузочной, 12-й бис восточной, 24-й восточной, 24-й западной и 25-й западной лав с позиций зависимости газовыделения в горные выработки (I_g) от среднесуточной добычи угля (A) были идентичны (рис.1). Это подтверждается достоверностью эмпирического уравнения:

$$I_g = 17,9(1 - e^{-0,00005 A}). \quad (2)$$

Оно характеризовалось высоким корреляционным отношением ($R=0,86$). Изменение месячной добычи угля находилось в диапазоне 2340÷71700 т. Среднеквадратическое отклонение газовыделения в выработке от осредняющей кривой составляло 2,2 м³/мин или 16,9%. Это позволяет отнести рассмотренные лавы к лавам-аналогам по критерию зави-

симости газовыделения в горные выработки от добычи угля. При достижении месячной добычи угля более 30-40 тыс. т среднее максимальное газовыделение в выработки, исходя из уравнения (2) стабилизируется на уровне $17,9 \text{ м}^3/\text{мин}$. Его фактические колебания находились в диапазоне $15,7 \div 20,1 \text{ м}^3/\text{мин}$. Это указывает на стабилизацию газовыделения на определённом уровне, который не зависит от дальнейшего повышения добычи угля. Этот уровень для конкретных горно-геологических условий характеризуется ресурсом источников метановыделения, зависящих непосредственно от добычи угля. Практически полное отсутствие корреляционной связи газовыделения в выработки от добычи угля наблюдалось на участках 34-й восточной и 37-й западной лав (рис.2). При месячной добыче угля $6,5 \div 32,0$ тыс. т уровень газовыделения составил $7,2 \pm 1,4 \text{ м}^3/\text{мин}$.

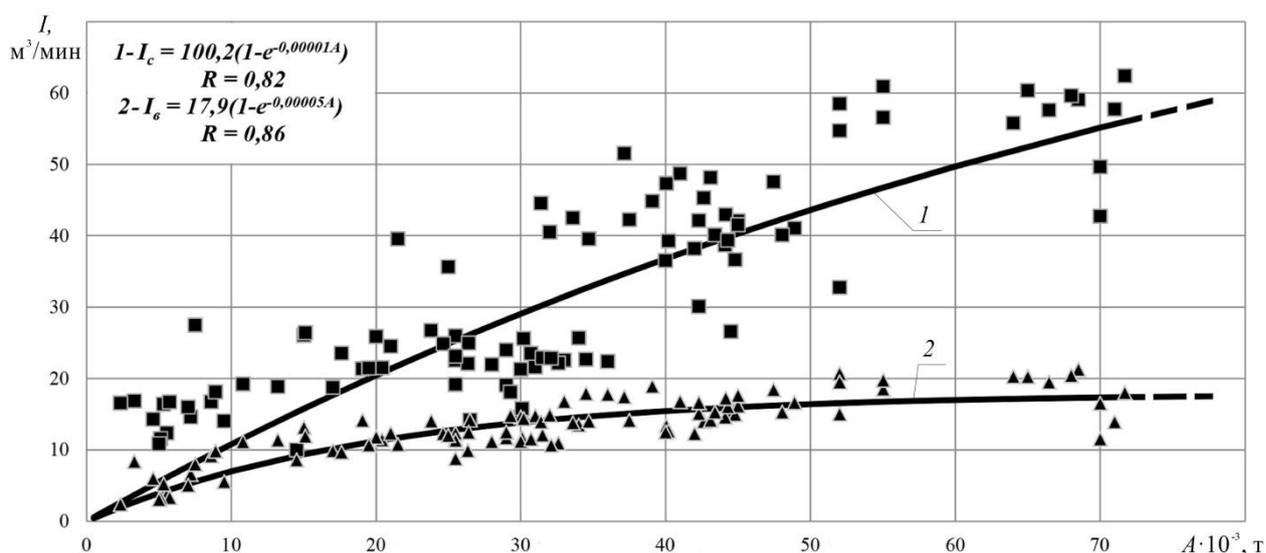


Рис. 1. Зависимость метановыделения (I) от месячной добычи (A) на выемочных участках шахты «Суходольская-Восточная» ПАО «Краснодон-уголь»:

■, ▲ – экспериментальные данные соответственно суммарного метановыделения (I_c) и метановыделения в горные выработки (I_g);

1, 2 – осредняющие кривые, соответственно суммарного метановыделения и метановыделения в горные выработки;

R – корреляционное отношение.

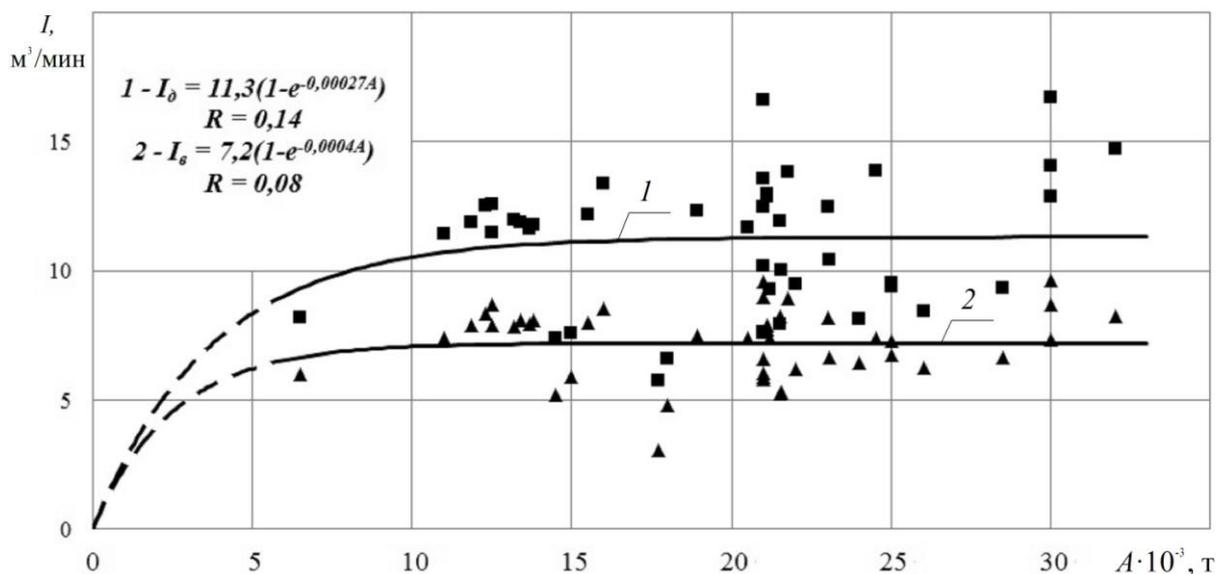


Рис. 2. Зависимость метановыделения (I) от месячной добычи (A) на выемочных участках 34-й восточной и 37 западной лав шахты «Суходольская-Восточная» ПАО «Краснодонуголь»:

■, ▲ – экспериментальные данные соответственно суммарного метановыделения (I_c) и метановыделения в горные выработки (I_g);

1, 2 – осредняющие кривые, соответственно суммарного метановыделения и метановыделения в горные выработки;

R – корреляционное отношение.

Следует отметить, что в условиях других шахт такой уровень стабилизации газовыделения в выработки не был достигнут [4]. Это подтверждается прямолинейной зависимостью газовыделения от добычи угля и указывает на возможный рост газовыделения в выработки при её увеличении. В условиях шахты им. газеты «Известия» ГП «Донбассантрацит» эта зависимость описывалась уравнением:

$$I_g = 0,0108 \cdot A + 2,5, \quad (3)$$

где A – среднемесячная добыча угля, максимальное значение которой составляло более 1200 т/сут.

При среднемесячной добыче угля более 4000 т/сут для условий шахты «Краснолиманская» была установлена зависимость:

$$I_g = 0,0012 \cdot A + 1,3. \quad (4)$$

Теснота корреляционных связей характеризуется высокими коэффициентами корреляции (0,93 и 0,99). Свободные члены уравнений (3, 4) соответствуют газовыделению в выработки при отсутствии добычи угля. Они соответственно равны 2,5 и 1,3 м³/мин. Сравнивая зависимости (3) и (4) видно, что коэффициенты 0,0108 и 0,0012, характеризующие зависимость газовыделения от добычи угля, отличались между собой почти в десять раз. Это подтверждает необходимость индивидуального установления предельного уровня добычи угля для конкретных горно-геологических условий, при которых стабилизируется газовыделение в выработки выемочного участка.

В отличие от газовыделения в выработки при месячной добыче более 70 тыс. т максимум суммарного газовыделения в выработки и дегазационные системы шахты «Суходольская-Восточная» достигнут не был. Это следует из сравнения экспериментальных данных максимального газовыделения (62,4 м³/мин) и эмпирического коэффициента (100,2) экспоненциального уравнения (рис.1). Коэффициент 100,2 указывает на возможность достижения максимума суммарного газовыделения при месячной добыче угля значительно превышающей 70 тыс. т. Этот факт указывает на значительные ресурсы газа в подрабатываемом массиве. Большие отклонения экспериментальных данных ($\sigma = 8,3$ м³/мин) от осредняющей кривой (1) свидетельствуют о существенном влиянии других, кроме добычи угля, факторов. К ним, в первую очередь, следует отнести интенсивность сдвижения подрабатываемых пород.

Стабилизация уровня максимального газовыделения в выработки выемочных участков и его рост для суммарного метановыделения указывает на каптирование значительной части метана дегазационными системами, который не выделяется в горные выработки.

ВЫВОДЫ

На выемочных участках имеется некоторая часть источников, метановыделение из которых характеризуется тесной корреляционной зависимостью от добычи угля. Используя эту зависимость для конкретных горно-геологических условий можно достоверно прогнозировать газовыделение в горные выработки при любой нагрузке на очистные забои.

В некоторых горно-геологических условиях источники газовыделения имеют ограниченный ресурс его выделения в горные выработки. В результате этого при увеличении добычи угля не наблюдается рост газовыделения в вентиляционные струи воздуха выемочных участков.

В условиях шахты «Суходольская-Восточная» газовыделение в выработки стабилизировалось на уровне $17,9 \pm 2,2$ м³/мин независимо от

роста нагрузки на очистные забои. Установлено, что дегазационными системами при месячной добыче угля около 70 тыс. т отводилось 60÷70 % метана, который не выделялся в горные выработки.

В условиях шахт «Краснолиманская» и им. газеты «Известия» максимальный уровень газовыделения в выработки достигнут не был, что подтверждается его прямолинейной зависимостью от добычи угля. Для прогнозирования максимального уровня газовыделения для таких случаев рекомендуется интерполировать зависимость с применением экспоненциального уравнения.

Критерием идентичности горно-геологических условий для отдельных выемочных участков может служить одинаковая зависимость газовыделения в выработки, независимо от изменения метановыделения в скважины под влиянием роста добычи угля и интенсивности сдвижения подрабатанных пород. Этот критерий является основным при установлении выемочного участка-аналога по газовому фактору.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт: НПАОП 10.0-7.08-93. – Офиц. изд. – К.: Основа, 1994 – 311 с. – (Нормативный документ Госгорпромнадзора Украины).
2. Харин Е. Н. О методике прогноза газовыделения из подрабатываемых угольных пластов / Е. Н. Харин, Н. И. Антощенко, Е. В. Душенко // Сб. науч. тр. ДонГТУ. – Алчевск: ДонГТУ, 2012. – Вып. 36. – С. 71-79.
3. Драбик А. С. Опыт эффективной дегазации выемочного участка / А. С. Драбик, О. И. Касимов, Н. И. Антощенко // Уголь. – 1982. - №8. – С. 45-47.
4. Антощенко Н. И. Изменение газового баланса при наработке угольных пластов / Н. И. Антощенко, Ю. В. Бубунец, Е. В. Душенко // Уголь Украины – 2013. – №6. – С. 14-16.

Получено: 11.09.2013

Проаналізовано теоретичні положення та експериментальні дані залежності метановиділення в гірничі виробки від видобутку вугілля за діючої дегазації підроблених джерел.

Встановлено кореляційну залежність метановиділення від видобутку на виїмкових ділянках. Використовуючи цю залежність для конкрет-

них гірничо-геологічних умов рекомендується прогнозувати газовиділення в гірничі виробки в разі будь-якого навантаження на очисні вибої .

Ключові слова: метановиділення, гірничі виробки, виїмкова ді-
льниця, видобуток, дегазаційні свердловини, джерела газовиділення.

*The abstract theorems and experience-based data concerning the depend-
ence of methane release into mine workings on coal extraction by functioning
degassing of underworked sources.*

*The correlation between methane release and coal extraction on working
areas has been determined. By using this correlation for definite mine-
geological conditions it is recommended to make prognosis of gas emission into
mine workings by any load on productive workings.*

Keywords: methane release, mine openings, extraction panel, mining,
degassing wells, sources of gas release.