

---

**УДК 622.831.325.3**

**В.П. ДЕНИСЕНКО, доцент, ДонГТУ, Алчевск,**  
**В.А. МАРКИН, ст. науч. сотрудник, канд. техн. наук,**  
**Н.Л. ТИМОФЕЕВА, науч. сотрудник; МакНИИ, Макеевка**

### **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕГАЗАЦИИ ПОДРАБОТАННОГО МАССИВА КРОВЛИ**

*Установлены количественные зависимости коэффициента эффективности подземной дегазации от параметров очистной выемки угольного пласта на основе анализа фактических экспериментальных данных. Предложены технологические и технические решения, повышающие полноту извлечения метана из подработанного массива и его содержание в газоздушной смеси.*

**Ключевые слова:** метановоздушная смесь, эффективность дегазации, технологические параметры очистного забоя и дегазационной системы.

Важным фактором, усложняющим разработку угольных пластов на больших глубинах, является высокая метаноносность углепородного массива. Интенсификация очистных работ в таких условиях обуславливает высокий уровень метанообильности выемочных участков. Поскольку возможности вентиляции, как основного средства борьбы с метаном, практически исчерпаны, действенным средством снижения метановыделения является дегазация.

По состоянию на 2013 год из 122 газовых шахт с метанообильностью выемочных участков свыше 12 м<sup>3</sup>/мин, 35 шахт работали с применением стандартных способов дегазации, коэффициент эффективности которых не превышал 35-40%. Таким образом, установлен факт несоответствия проектной и фактической эффективности дегазации.

Особенностью подземной дегазации является осуществление дегазационных процессов из выработок, которые непосредственно прилегают к выемочным полям и одновременно используются для обеспечения работ по выемке угля. Расположение выработок и дегазационных скважин в зоне активного влияния очистных работ приводит к значительному деформированию выработок и скважин – разрушению устья и стволов вплоть до полного перекрытия их сечения [1].

Эффективность подземной дегазации зависит от времени продуктивной работы скважин, качества их охраны от разрушения, расстояния между скважинами и пропускной способности дегазационной системы.

Для повышения эффективности дегазации учеными и практиками совершенствуются методы проектирования дегазации с учетом установленных закономерностей формирования напряженно-деформированного состояния массива под влиянием очистных работ и пространственного расположения зон, насыщенных десорбированным метаном, благоприятных для дегазации [2, 3].

Значительное количество исследований посвящено созданию технических средств, направленных на повышение устойчивости выработок и дегазационных скважин, качеству герметизации устья скважин и выбору рационального режима работы дегазационной системы, при котором интенсивно извлекается газоздушная смесь с высоким содержанием метана [4]. Таким образом, для решения проблемы дегазации необходим комплексный учет горно-геологических и технологических факторов разработки, точный прогноз смещений нарушенного массива, направлений и интенсивности газовых потоков.

В СОУ 10.1.00174088.001 «Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации» [5] не учитывается влияние на эффективность дегазации основных технологических параметров очистного забоя (длина лавы, скорость подвигания очистного забоя) и очередность отработки выемочных столбов с точки зрения их примыкания к нетронутому массиву или выработанному пространству.

Целью данной работы является установление влияния технологических параметров очистного забоя на эффективность дегазации.

В задачи исследований входило:

1. Экспериментально установить количественные зависимости интенсивности выделения метана в выработки выемочного участка и дегазационные скважины при изменении технологических параметров.
2. Разработать технологические и технические решения по повышению эффективности дегазации.

Исследования включали сбор, обобщение и анализ фактических данных о выделении метана в горные выработки и дегазационные системы выемочных участков за длительный период их работы (5-10 лет) на шахтах Селезневского, Луганского и Краснодонского геолого-промышленных районов Донбасса. Обработка полученных данных проводилась методами математической статистики (однокомпонентный корреляционно-регрессионный анализ).

Разнообразие вариантов ведения горных работ по пластам и широкий диапазон изменения технологических параметров позволили получить

зависимости изменения эффективности дегазации выемочного участка. Особенность разработки пластов заключались в том, что значительная часть шахтного поля отрабатывалась «коренными» лавами, т.е. выемочный участок окружал нетронутый массив (1-я очередь отработки пласта). В дальнейшем лавы отрабатывались в условиях примыкания к ним выработанного пространства с одной стороны (2-я очередь отработки) или с двух сторон (3-я очередь отработки). Технологические параметры разработки изменялись в следующих пределах: длина лавы – 160-340 м, нагрузка на лаву 500-3870 т/сут, скорость продвижения очистного забоя 0,7-5 м/сут. Основная схема дегазации, применяемая на шахтах – бурение скважин вслед за лавой с поддержанием вентиляционной выработки.

Для детального анализа исходные данные были сгруппированы по однотипности условий разработки.

Результаты обработки фактических данных методами математической статистики представлены на рисунках 1-4. Исследованные величины имеют удовлетворительную корреляцию между собой ( $r = 0,66-0,93$ ).

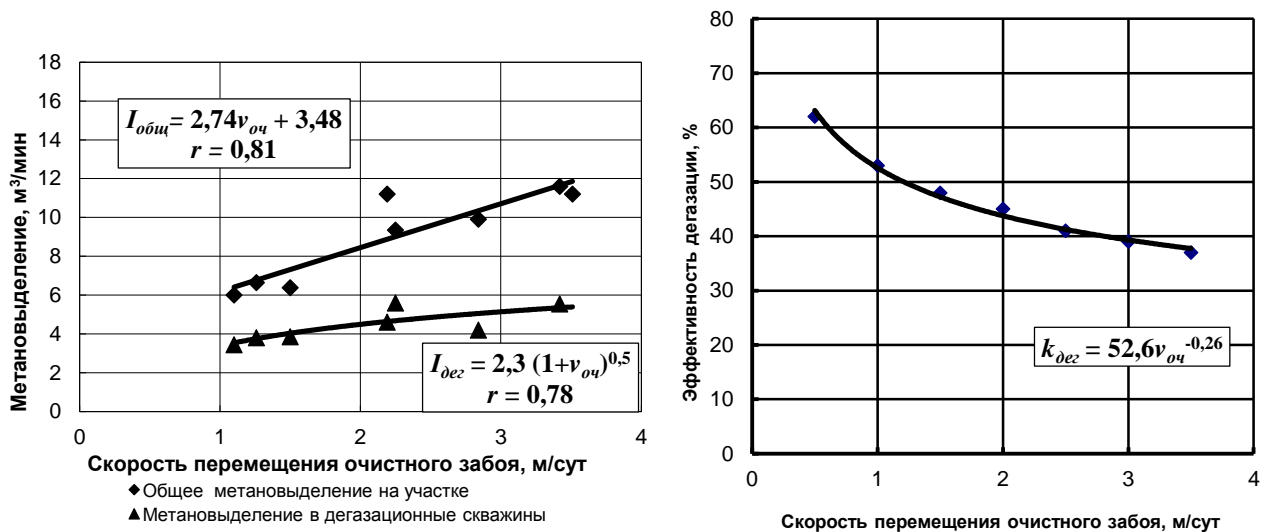


Рис.1. Зависимость эффективности дегазации от факторов разработки пласта (длина лавы 200-250 м первая очередь отработки, «коренные»)

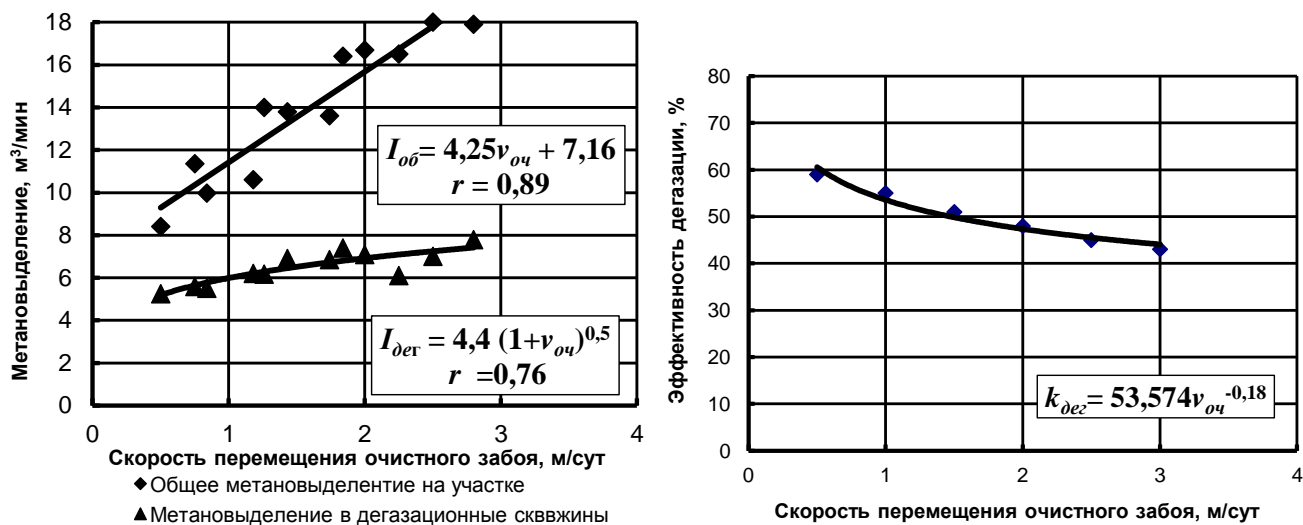


Рис. 2. Зависимость эффективности дегазации от факторов разработки пласта (длина лавы 280-320 м первая очередь отработки, «коренные»)

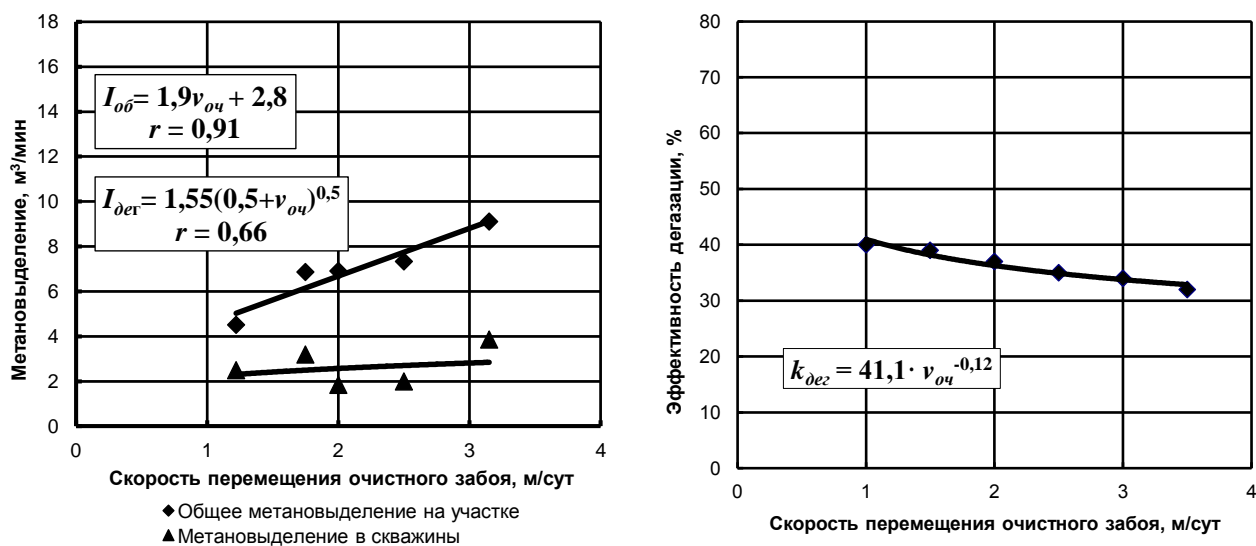


Рис. 3. Зависимость эффективности дегазации от факторов разработки пласта (вторая очередь отработки)

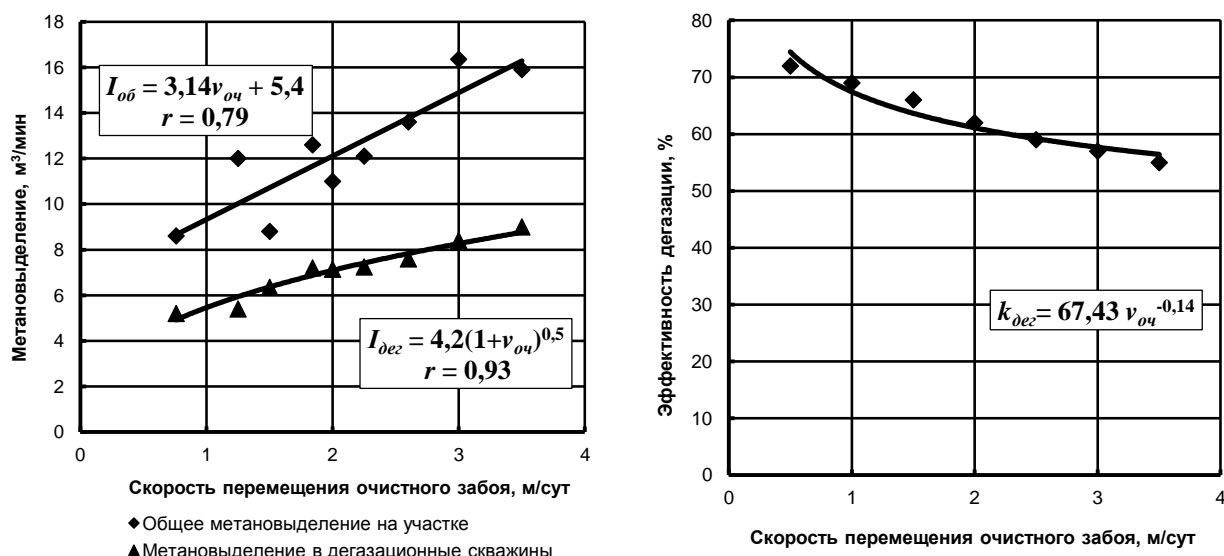


Рис. 4. Зависимость эффективности дегазации от факторов разработки пласта (в зонах тектонических нарушений)

Для условий исследуемых шахт общая интенсивность выделения метана в горные выработки выемочных участков для различных групп условий отработки линейно зависит от скорости перемещения линии очистного забоя и описывается уравнением вида:

$$I_{общ.уч} = v \cdot v_{оч} + B, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (1)$$

где  $v_{оч}$  - скорости перемещения линии очистного забоя, м/сут;

$v$ ,  $B$  – эмпирические коэффициенты уравнения, числовые значения которых зависят от типовых условий разработки. Для исследованных условий  $v = 1,9 \div 4,25$ ,  $B = 2,8 \div 7,16$ .

Зависимость интенсивности выделения метана в дегазационные скважины ( $I_{дег}$ , м³/мин) от скорости перемещения линии очистного забоя описывается степенной функцией вида:

$$I_{дег} = A \cdot (1,0 + v_{оч})^{0,5}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (2)$$

или

$$I_{дег} = A \cdot (0,5 + v_{оч})^{0,5}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (3)$$

где  $A$  – эмпирический коэффициент уравнения, числовое значение которого зависит от типовых условий разработки. Для исследованных условий  $A = 1,55 \div 4,4$ .

Для всех групп ведения горных работ установлено, что эффективность дегазации снижается с увеличением скорости подвигания очистного забоя.

Наибольший темп снижения коэффициента эффективности дегазации наблюдается для «коренных» коротких лав, меньший – для длинных лав. Стабильная эффективность дегазации характерна при извлечении метана в зонах геологических нарушений. Эта зависимость описывается степенной функцией вида:

$$k = D \cdot v_{оч}^{-c}, \%, \quad (4)$$

где  $D$ ,  $c$  – эмпирические коэффициенты уравнения.

В условиях второй, особенно, третьей очереди отработки лав эффективность дегазации низкая, так как массив пород частично дегазирован, особенно в краевых частях.

Установленные зависимости необходимо использовать при разработке проектов дегазации и рекомендовать для внесения в нормативный документ.

Для повышения эффективности подземной дегазации необходимо выполнить реконструкцию дегазационной системы, изменить параметры бурения скважин и разработать технические решения, направленные на увеличение полноты извлечения метана из подработанного массива и повышение его содержания в извлекаемой смеси [6-8].

## ВЫВОДЫ

Установлены степенные зависимости эффективности дегазации выемочных участков от скорости подвигания очистного забоя, длины лавы, очередности отработки выемочных столбов в шахтном поле и геологических нарушений горного массива. Предложены методические рекомендации по определению эффективности дегазации типовых схем при изменении условий разработки.

Для повышения коэффициента эффективности подземной дегазации предложен ряд технологических и технических решений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брюханов П.А. Снижение деформации дегазационной скважины при сдвигении горных пород / П.А. Брюханов, В.В. Назимко // Уголь Украины. – 2012. – № 9. – С. 26-29.
2. Малышев Ю.Н. Комплексная дегазация угольных шахт / Ю.Н. Малышев, А.Т. Айруни – М.: Изд-во Акад. горных наук, 1999. – 327 с.
3. Фейт Г.Н. Прогнозирование зон высокой метаноотдачи при разработке угольных пластов и промышленной добыче угольного метана / Г.Н. Фейт, О.Н. Малинникова // Геотехническая механика. – 2008. – Вып. 80. – С. 53–56.
4. Устинов Н.И. Прогноз метанообильности выемочных участков в сложных горно-геологических условиях / Н.И. Устинов, В.С. Пак // МГГУ ГИАБ. – 2000. – № 7. – С. 173–176.
5. Дегазація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації: СОУ 10.1.00174088.001. – Офіц. вид. – 2004. – К.: Минтопэнерго, 2004. – С.22 – 30. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України).
6. Пат. № 87320 Україна, МПК E21F7/00. Пристрій для видалення води із дегазаційної свердловини з негативним кутом похилу / Денисенко В.П., Абакумова О.В., Беляєв В.О.; заявник і патентовласник Дон ДТУ. – № u 2013 04232; заявл. 05.04.2013; опубл.10.02.14, Бюл. № 3.
7. Пат. № 27014 Україна, МПК E21F7/00. Спосіб дегазації вугільно-породного масиву / Тищенко В.О., Денисенко В.П., Філонюк Ю.В. та ін.; заявник і патентовласник ДонДТУ. – № u 200706780; заявл.16.06.07; опубл.10.10.07, Бюл. №16.
8. Пат. № 87 322 Україна, МПК E21F7/00. Пристрій для зниження підтоків повітря у дегазаційну свердловину / Денисенко В.П., Абакумова О.В., Беляєв В.О.; заявник і патентовласник ДонДТУ. – № u 2013 04467; заявл. 09.04.13; опубл.10.02.14, Бюл. № 3.

Получено: 21.05.15

*Установлені кількісні залежності коефіцієнту ефективності підземної дегазації від параметрів очисної виїмки вугільного пласта на основі аналізу фактичних експериментальних даних. Запропоновано технологічні та технічні рішення, що підвищують повноту виїмання метану з підробленого масиву та його вміст в газоповітряній суміші.*

**Ключові слова:** метаноповітряна суміш, ефективність дегазації, технологічні параметри очисного вибою та дегазаційної системи.

*The numerical relationship between the efficiency coefficient of underground degassing and parameters of a stopped excavation of a coal seam on basis of real test data analysis has been defined. Both technological and technical solutions have been suggested which increase the volume of methane recovery from the underworked coal seam and its content in the gas-air mixture.*

**Keywords:** methane-air mixture, degassing efficiency, technological parameter of a working face and of degassing system.