

---

УДК 622.817.77

**В.А. МАРКИН**, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник,  
**В.А. БЕЗБОРОДОВ**, зав. лаб.,  
**Е.А. ЯКОВЕНКО**, зав. лаб.,  
**С.С. МАТВЕЕВ**, науч. сотрудник; *МакНИИ, г. Макеевка*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МИГРАЦИИ  
ПРИРОДНОГО ГАЗА В ПРЕДЕЛАХ ГОРНОГО МАССИВА  
НОВОКОНСТАНТИНОВСКОГО УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ПРОНИКНОВЕНИЯ ГАЗА  
В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ РУДНИКА**

*Выполнен комплекс исследований по определению путей миграции природного газа метаморфического происхождения на поверхность и в горные выработки рудника. Установлено, что наиболее вероятным проводником природного газа являются геологические нарушения (Секущий и Западный разломы). Предложено выделить угрожаемые зоны в выработках, пересекающих указанные разломы, с последующим контролем и применением мер безопасности.*

**Ключевые слова:** метан, миграция, геологические нарушения, содержание метана, угрожаемая зона.

На шахте РЭ-6 Новоконстантиновского уранового месторождения было зафиксировано выделение метана в опережающей скважине № 25Т на горизонте 300 м, на отметке 501 м глубины центрального штрека. После взрывных работ произошло возгорание метана в опережающей горизонтальной скважине диаметром 105 мм, пробуренной в тектоническое нарушение с целью изучения его обводненности.

После прохождения нарушения метан в рудничной атмосфере не фиксировался. Это указывает на локальность его накопления в разуплотненных и обводненных зонах.

Следует отметить, что на Новоконстантиновском урановом месторождении с помощью дистанционного геолого-графического комплекса зондирования недр «Поиск» на глубине 2,2-2,5 км выявлено скопление природного газа. Диаметр куполообразного газового месторождения достигает 8 км. Предполагаемое давление газа в залежи составляет 450 атмосфер.

Многими исследователями установлено, что газоносность рудных месторождений генетически связана с вмещающими газоносными породными толщами: углеводородные газы (метан) приурочены к регионам совместного залегания рудных формаций и осадочно-метаморфогенных пород, содержащих рассеянную органику или угольные и газо- нефтеносные пласты. При этом показано, что природные газы крайне неравномерно распределены по площади и разрезу рудного месторождения в зависимости от конкретных геологических условий [1, 2].

Согласно классификации природных газов по их происхождению (генезису) рудные и нерудные месторождения полезных ископаемых [3, 4, 5, 6] содержат два типа газов:

– газы метаморфического (химического) происхождения ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_3$  и др.);

– газы радиоактивного происхождения (He, эманации Ra, Th, Ar, Xe).

Масштабы миграции горючих газов в рудных месторождениях невелики, поэтому при нормальной вентиляции горных выработок рудников они, практически, отсутствуют.

Газы нефтяных, чисто газовых, нефтегазовых, газо-угольных и угольных месторождений имеют биохимическое происхождение. Основным их компонентом является метан. Масштабы миграции метана в горных породах перечисленных месторождений могут быть весьма значительными, особенно при ведении горных работ. Поэтому газопроявления часто отмечаются даже на земной поверхности [3,7,8,9].

МакНИИ накоплен большой опыт по исследованию миграции метана в пределах угольных месторождений. Опасность выделения метана в горные выработки и на земную поверхность существует при наличии источников метана и путей его движения.

Установлено, что основными путями миграции метана угольных месторождений являются [10]:

- трещиноватые водоносные или газо-водоносные породы после их осушения горными работами;

- тектонические трещины в замковых частях антиклиналей и куполов;

- тектонические трещины разрывных геологических нарушений после подработки в зонах затухания разрыва и пересечения с другим разрывом;

- ликвидированные (погашенные, заброшенные) горные выработки, имевшие выход на дневную поверхность;

- незатампонированные или некачественно затампонированные разведочные, эксплуатационные и вспомогательные скважины, пробуренные с поверхности.

Новоконстантиновское урановое месторождение содержит источник метановыделения (газовое месторождение) и имеет пути миграции газа.

Цель данной статьи заключается в раскрытии механизма движения метана метаморфического происхождения в пределах уранового месторождения, в оценке интенсивности газовыделения и разработке предложений по обеспечению безопасности ведения горных работ.

Механизм газовыделения в урановом руднике можно представить следующим образом. При пересечении разломов горными выработками происходит их осушение и, как следствие, увеличение газопроницаемости тектонических трещин. Осушение разломов приводит также к снижению гидростатического давления на газ, находящийся в залежи. Учитывая, что горные работы проводятся на глубине 500 м, снижение гидростатического давления должно произойти на 50 атм. Дальнейшее ведение работ на глубинах до 1200 м приведет к снижению давления на 120 атм.

Увеличение газопроницаемости тектонических трещин глубинных разломов и снижение гидростатического давления на газ вызовут рост интенсивности его миграции из залежи к поверхности и в горные выработки рудника.

Для оценки миграции метана из залежи газа и подтверждения механизма газовыделения выполнен комплекс исследований, включающий следующие работы:

- исследования состава рудничного воздуха;
- исследования газовыделения на поверхность;
- замеры газовыделения в скважины.

При нормальной вентиляции горных выработок рудника выполнено 25 газовых съемок. По их результатам метан в руднике не обнаружен, то есть в составе рудничного воздуха газ отсутствовал.

Исследования состава почвенного воздуха выполнены по разработанной МакНИИ методике над выходом на поверхность Секущего, Восточного и Западного разломов и его апофизы [10, 11].

Всего произведено 7320 измерений содержания метана и углекислого газа в почвенном воздухе на глубине 0,9-1,0 м шахтным интерферометром ШИ-11 и отобрано 10 проб «мокрым» способом на полный анализ, который производился на хроматографе «Газохром 3101».

Анализ результатов измерений показал, что метановыделение на поверхность отсутствует, а содержание углекислого газа не превышает фоновых значений для почвы данной местности.

Из предложенного механизма газопроявления следует, что основными путями миграции природного газа из газовой залежи являются Секущий и Западный разломы. Поэтому было принято решение на бурение экспериментальных скважин в указанных разломах. Мощность Западного

разлома при вскрытии ортом 38+50 составляет 3-4 м. В то же время мощность Секущего разлома при вскрытии штреком центральный составляет 25-30 м. При этом орт 37 оси пройден в разломе и его длина 8 м. По нашему мнению, наиболее вероятным проводником газа в выработки является Секущий разлом. Из данной выработки пробурено четыре экспериментальные скважины. Определены их параметры. Учитывая большой приток воды в скважины, все они пробурены с углами наклона от  $5^\circ$  до  $37^\circ$ . Скважина №1 имеет длину 6 м. Остальные скважины имеют длину 18 м. Угол разворота от оси выработки от  $10^\circ$  до  $135^\circ$ .

Таким образом, Секущий разлом вскрыт скважинами как по мощности, так и по простиранию. Это позволило в полном объеме произвести наблюдения за газовыделением.

Результаты замеров содержания метана в экспериментальных скважинах показаны на рисунке.

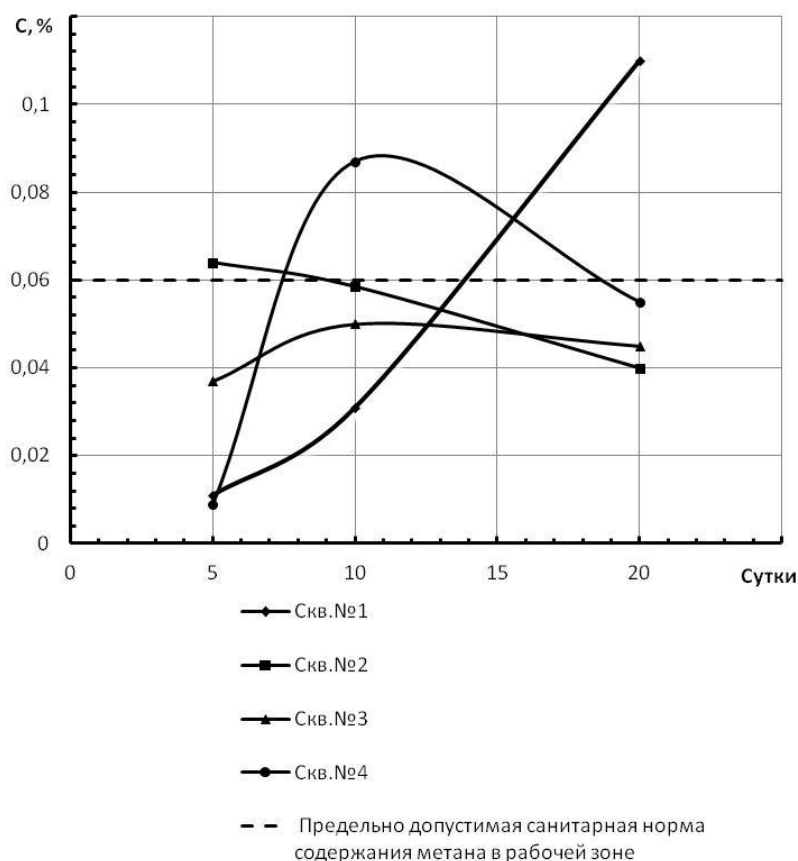


Рис. Изменение содержания метана в экспериментальных скважинах

На рисунке видно, что содержание метана в скважинах превышает допустимую норму, а в скважине №2 превышение в два раза.

Обращает на себя внимание тот факт, что с увеличением времени функционирования скважин содержание метана в них возрастает. Осушение пород в Секущем разломе открывает пути движения метана. Поэтому мы рекомендуем производить дальнейшие наблюдения за работой экспериментальных скважин.

Авторами предложено выделить угрожаемые зоны в горных выработках, пересекающих Секущий и Западный разломы, с последующим периодическим контролем содержания метана.

Разработана методика пересечения горными выработками зон геологических нарушений. Методикой предполагается бурение опережающих скважин диаметром не менее 105 мм, длиной 10 м. Порядок бурения скважин следующий: первой бурят скважину по оси выработки, потом скважины справа и слева. Затем осуществляется контроль содержания метана.

В случае, если содержание метана в скважине превысит 2% или 0,1% в горные выработки в 0,1 м от забоя, необходимо прекратить все работы в выработке и усилить интенсивность проветривания. Скважины необходимо проветривать путем подачи в них сжатого воздуха. Возобновлять работы в выработке допускается только при снижении содержания метана в скважине до 2%, а у груди забоя до 0,06%.

## ВЫВОДЫ

Выполнен анализ горно-геологических и горнотехнических условий уранового рудника. Определены возможные пути миграции природного газа из залежи в горные выработки и на земную поверхность. Предложен механизм газовыделения в урановом руднике.

Установлено, что в горных выработках рудника и в почвенном воздухе метан отсутствует, он обнаружен в экспериментальных скважинах, пересекающих Секущий разлом.

Ведение горных работ на глубинах до 1200 м приведет к снижению гидростатического давления на 120 атм. При этом увеличится миграция метана из газовой залежи по геологическим нарушениям.

Предложено при подходе и пересечении глубинных тектонических разломов бурить из горных выработок разведочные опережающие скважины с целью оценки обводненности и газоносности разуплотненных зон. Считать участки горных выработок, пересекающих нарушения, угрожаемыми по выделению метана.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР: в 3 т. – М.: Недра, 1979. – Т.3: Генезис и закономерности распределения природных газов угольных бассейнов и месторождений СССР. –1980. – 220 с.
2. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР: в 3 т. – М.: Недра, 1979. – Т.1: Угольные бассейны и месторождения европейской части СССР. –1979. – 628 с.
3. Кравцов А. И. Геологические условия газоносности угольных, рудных и нерудных месторождений полезных ископаемых / А. И. Кравцов. – М.: Недра, 1968. – 332 с.
4. Белоусов В. В. Очерки геохимии природных газов / В. В. Белоусов. – М.: Химгеолог, 1937. – 87 с.
5. Соколов В. А. Геохимия природных газов / В. А. Соколов. – М.: Недра, 1971. – 336 с.
6. Козлов А. Л. Проблемы геохимии природных газов / А. Л. Козлов. – М.: Гостоптехиздат, 1950. – 234 с.
7. Соколов В. А. Миграция газа и нефти / А. В. Соколов. – М.: АН СССР, 1956. –350 с.
8. Рассел У. Л. Основы нефтяной геологии / У. Л. Рассел. – Л.: Изд-во нефтяной и горнотопливной лит., 1958. – 620 с.
9. Печук И. М. Проникновение газов по трещиноватым породам в помещения и выработки / И. М. Печук. – К.: АН УССР, 1962. –112 с.
10. Защита зданий от проникновения метана: КД 12.01.03.07-2001.: – Макеевка-Донбасс, 2001. – 61 с. – (Нормативный документ Минуглепрома Украины. Инструкция).
11. Разработать методику определения степени опасности участков земной поверхности по выделению метана: Отчет о НИР / МакНИИ. – № ГР 01830058580. – Макеевка-Донбасс, 1985. –143 с.

Получено: 18.03.14

*Виконано комплекс досліджень з визначення шляхів міграції природного газу метаморфічного походження на поверхню та в гірничі виробки руднику. Встановлено, що найбільш вірогідним провідником природного газу є геологічні порушення (Січний та Західний розломи). Запропоновано виділити загрозливі зони у виробках, які перетинають вказані розломи, з подальшим контролем та вживанням заходів безпеки.*

**Ключові слова:** метан, міграція, геологічні порушення, вміст метану, загрозлива зона.

*The complex research for determination of migration ways of metamorphic natural gas both to the surface and to the mine openings has been carried out. It has been stated, that the most probable conductors of natural gas are geological damages (transcurrent fault and west fault). It is suggested to separate the troublesome zones in the mine workings which cross the mentioned faults with following control and appliance of protective measures.*

**Keywords: methane, migration, geological damages, methane content, troublesome zone.**