

О.В. Ковалев, Б.В. Хынг

## ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ СХЕМ ДЕГАЗАЦИИ МЕТАНА ПРИ НАДРАБОТКЕ ПЛАСТОВ С УЧЕТОМ ГОРНОГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО ФАКТОРА

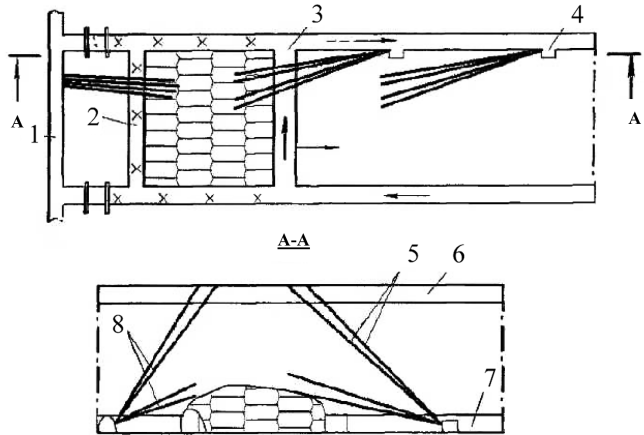
Обоснована целесообразность повышения эффективности борьбы с метаном на шахтах Вьетнама на базе оценки горногеомеханического фактора. Применительно к условиям надработки пластов в свите указанный фактор обеспечивает возможность формирования схем дегазации для нижележащих толщ с учетом изменчивости в пространстве-времени их фильтрационных характеристик. Данный подход соответственно позволяет решать вопросы расширения области комплексной добычи энергетического сырья (уголь-метан) на шахтах Вьетнама.

**Ключевые слова:** метан, метаноносность, метанообильность, дегазация, объемная деформация пород, зона подработки, зона надработки, газодинамические характеристики.

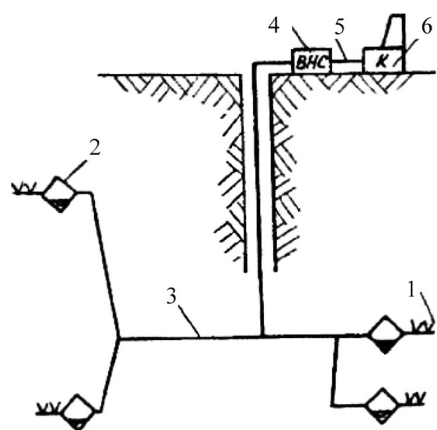
При отработки свиты пластов на шахте Хечам с весьма высокой ее метаноносностью внедрение методов предупреждения взрывов газа на базе его дегазации – весьма перспективное решение и для иных шахт Вьетнама. Вариант применяемых на шахтах дегазационных схем приведен на рис. 1, а обобщенная модель установки на рис. 2.

Поскольку отмеченный подход применения дегазации на шахтах принципиально позволяет обеспечить не только решение вопросов технической безопасности, но и безопасности экологической (сокращение выбросов метана в атмосферу). Решению последнего вопроса в значительной мере отвечает необходимость создания специальных схем дегазации. В этом случае практически необходимо наличие дифференцированных схем извлечения метана и угля, т.е. схем комплексной добычи твердого и

газообразного сырья. Такие схемы – применительно к условиям указанной шахты – достаточно адекватно могут быть проработаны на основе анализа влияния фактора надработки пластов в свите на их фильтрационные характеристики (включая таковые и для межпластовых комплексов угля и пород). Анализ указанного фактора



**Рис. 1. Дегазация подрабатываемого пласта и выработанного пространства при возвратноточной схеме проветривания:** 1 – вентиляционный уклон; 2 – монтажная камера; 3 – вентиляционный штрек; 4 – буровая камера; 5 – дегазационные скважины; 6 – подрабатываемый пласт; 7 – разрабатываемый пласт; 8 – скважины над монтажной камерой



**Рис. 2. Обобщенная модель схемы дегазационной установки:** 1 – дегазационные скважины; 2 – водоотделитель; 3 – разветвленный подземный вакуумный газопровод; 4 – вакуум-насосная станция (ВНС); 5 – нагнетательный газопровод; 6 – потребитель метановоздушной смеси

требует изучения роли меняющихся в пространстве-времени геомеханических параметров надрбатываемой толщи пород в увязке с ее фильтрационными характеристиками. Отметим, что поступление метана из указанной толщи в выработку может составлять порядка 30% всего дебита метана.

Кратко рассмотрим целесообразный, для данных условий, вариант выбора количественной оценки параметров напряженно-деформированного состояния (НДС) массива, отражающего изменчивость коллекторских свойств пород в процессе их надрботки. Поскольку НДС изучаемого (надрбатываемого) объекта нестандартно в условиях подвигания очистного забоя в пределах выемочного столба (в пространстве-времени), то подобное соответствует и изменчивости в этом случае коллекторских свойств пород и далее – пропорциональному изменению газоотдачи исследуемых зон надрбатываемой толщи. Этот фактор является, соответственно, базовым при формировании схем дегазации надрбатываемой

угленосной толщи. В связи с этим принимается методика пошагового (по длине выемочного столба: от монтажного до демонтажного участков лавы) определения и анализа переменных значений компонентов тензора деформаций  $\epsilon_{ij}$ , как наиболее «чутко» отражающих изменчивость фильтрационных свойств пород при надрботке. Для оценки последних целесообразно анализировать не изменчивость компонентов деформаций в области надрботки, а производную от них характеристику – объемную деформацию  $\Theta$  и ее изменчивость в функции координат точек массива  $(x, y)$  и времени  $(t)$  его надрботки, т.е. как  $\Theta = f(x, y, t)$ .

В связи с очевидной нецелесообразностью использования аналитических решений для нахождения полей компонентов  $\epsilon_{ij}$  и  $\Theta$  в зоне, в общем случае, неоднородного массива при наличии в нем взаимодействующих слоев (блоков) – возможно применение численных методов и, в частности, одного из вариантов метода граничных элементов (МГЭ) [1 и др.]. Отметим, что при достаточной неизменности в натуре механических свойств массива (по длине выемочного столба) решение задачи о нахождении компонентов указанных выше полей в постановке «плоской деформации» будет соответствовать таковому и в постановке решения «объемной задачи».

Использование численного метода МГЭ требует – в процессе реализации решения – разработки для изучаемого объекта т.н. горногеомеханических моделей (ГГМ). На их основе разрабатываются расчетные схемы (РС), отражающие процессы изменения НДС пород в надрбатываемой (тем или иным пластом свиты) зоне с учетом пространственно-временных факторов передачи геостатического давления по почве пласта в выработанном пространстве надрбатывающей лавы.

Далее отметим, что более одно-значное – сравнительно с оцениваемыми численными методами в зоне надработки полями  $\Theta$  – геомеханическое состояние пород, а соответственно и их газодинамическое состояние, возможно обобщать на базе анализа полей  $\Delta\Theta$ . Этот параметр характеризует приращение (изменения) объемных деформаций в исследуемой области в виде:  $\Delta\Theta = \Theta_0 - \Theta_i$ , где:  $\Theta_0$  – значение объемной деформации в точке невозмущенного массива;  $\Theta_i$  – значения величин объемной деформации в тех же точках, но при  $i$ -х состояниях массива, отвеча-

ющих конкретным пространственно-временным координатам при его надработке. Численные оценки параметра  $\Delta\Theta$ , отвечающие росту величин  $\Delta\Theta$ , отвечают и условию пригрузки массива по сопоставлению с параметром  $\Theta_0$ .

Анализ полей  $\Delta\Theta$ , таким образом, позволяет при надработке массива (в свите пластов) определять для каждого конкретного случая рациональную схему его дегазации, обеспечивая комплексную добычу энергетического сырья без выброса метана в атмосферу при высокой метаноносности (метанообильности) шахт.

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твердого тела. – М.: Мир, 1987.

2. Бирюков Ю.М., Садчиков В.А. Способы и технологические схемы управления га-

зовыделением на угольных шахтах средствами вентиляции и дегазации. – Калининград, 2009. – 171 с.

3. Малашкина В.А. Дегазационные установки. – М., 2000. – 190 с. **ГИАС**

---

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Ковалев Олег Владимирович – доктор технических наук, профессор,

Хынг Б.В. – аспирант, e-mail: bvhungatm@gmail.com,

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный».

---

UDC 622.831

## PRINCIPLES OF EFFECTIVE GAS DRENAIGE SCHEMES FOR OVRMINED COAL BEDS CONSIDERING GEOMECHANICAL FACTOR

Kovalev O.V.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor,

Khyng B.V.<sup>1</sup>, Graduate Student, e-mail: bvhungatm@gmail.com,

<sup>1</sup> National Mineral Resource University «University of Mines», Saint-Petersburg, Russia.

---

*The expediency of increasing the effectiveness of the prevention with methane in the coalmines of Vietnam on the basis of estimates mining geomechanical factor. Reference to conditions in the coal beds, this factor allows for the formation of degassing design of the underlying seam given the variability in space and time their filtration properties. This approach allows us to solve issues respectively expanding field of integrated production of energy resources (coal, methane) in the coal mines in Vietnam.*

*Key words: methane, methane gas content, degassing, volume deformation of rocks, the area mining underlying seam, gas dynamic characteristics.*

## REFERENCES

1. Krauch S., Starfield A. *Metody granichnykh elementov v mekhanike tverdogo tela* (Boundary element methods in solid mechanics), Moscow, Mir, 1987.

2. Biryukov Yu.M., Sadchikov V.A. *Sposoby i tekhnologicheskie skhemy upravleniya gazovydeleniem na ugol'nykh shakhtakh sredstvami ventilyatsii i degazatsii* (Methods and technological control circuit gas release from coal mines means of ventilation and degassing), Kaliningrad, 2009, 171 p.

3. Malashkina V.A. *Degazatsionnye ustanovki* (Degassing equipment), Moscow, 2000, 190 p.