

УДК 622.272

**В.А. Сухоруков, В.Н. Фрянов, В.В. Сухоруков,  
Е.Б. Шенгерей**

## **РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С ПОПУТНОЙ ДОБЫЧЕЙ МЕТАНА \***

*Рассмотрен вариант создания комплекса скважинной гидродобычи угля с интенсификацией процессов выделения из угольного пласта метана. Предлагаемый способ разработки соответствует требованиям безлюдности и безопасности технологии угледобычи при отработке запасов угля в сложных горно-геологических и производственно-технических условиях; малооперационности и поточности; экологической и технологической безопасности; максимальной адаптивности к изменяющимся условиям; социальной и экономической значимости.*

*Ключевые слова: скважинная гидродобыча угля, природный газ, метан.*

---

**О**дним из перспективных направлений рационального недропользования является и реализация комбинированных технологий добычи угля и метана из угольных пластов. Объем запасов угольного метана в Кузбассе – 13 трлн. кубометров. Это сопоставимо с объемами природного газа на одном из крупнейших в мире месторождений – Уренгойском. В Кемеровской области «Газпром» реализует проект по промышленной добыче угольного метана. В настоящее время пробурено 8 скважин на Талдинском месторождении и в Прокопьевском районе. Ведется дегазация на 28 шахтах Кузбасса. Однако, результаты опытно-промышленных испытаний новой технологии, а также дегазации угольных пластов при подземной их разработке, пока не позволяют надеяться на промышленное использование угольного метана в объемах, сопоставимых с объемами природного газа.

Низкая эффективность известных технологий добычи угольного метана и дегазации угольных пластов связана с тем, что в Кузбассе метан химически связан с углём и водой образует кристаллогидраты, для разрушения которых необходимо изменять не только давление в угольном пласте, но и температуру [1-5].

В последние годы в связи с проблемами пагубного влияния промышленных отходов на экологическую ситуацию в угледобывающих регионах возникла актуальная проблема уменьшения выбросов шахтного метана в атмосферу, то есть следует разработать технологию сбора и использования метана на стадии разработки угольных месторождений. В процессе разрушения угля происходит его дезинтеграция, раскрытие линеаментов, изменение горного давления, то есть создаются условия, благоприятные для разложения газогидратов и выделение метана.

---

\*Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП по контракту №16.740.11.0186.

Одним из направлений создания комбинированных технологий добычи угля и метана является интеграция элементов традиционных и нетрадиционных технологий, в том числе гидравлической. Это достигается посредством декомпозиции указанных технологий на элементы, выделения и синтеза элементов, интегральная совокупность которых обеспечивает одновременную добычу угля и метана.

Известны способы разработки угольных пластов скважинной гидродобычи (СГД), в том числе с попутной добычей метана [6, 7]. Реализовать в полном объеме эти способы на угольных шахтах в настоящее время не предоставляется возможным как из-за недостаточной изученности основных слагающих процессов, так и сложности всей технологии СГД угля в целом.

Концепция создания комплекса СГД с интенсификацией процессов выделения из угольного пласта метана, первичной переработки, транспортирования угля и метана потребителю заключается в синтезировании различных технологий (подземной, комбинированной и физико-химической) на основе системного подхода к решению данной задачи. Разработанный и представленный на рис. 1 способ разработки соответствует требованиям безлюдности и безопасности технологии угледобычи отработки запасов угля в сложных горно-геологических и производственно-технических условиях; малооперационности и поточности; экологической и технологической безопасности; максимальной адаптивности к изменяющимся условиям; социальной и экономической значимости. При разрушении угля повышается интенсивность выделения метана на счёт разложения газогидратов и изменения температуры гидромониторной струи.

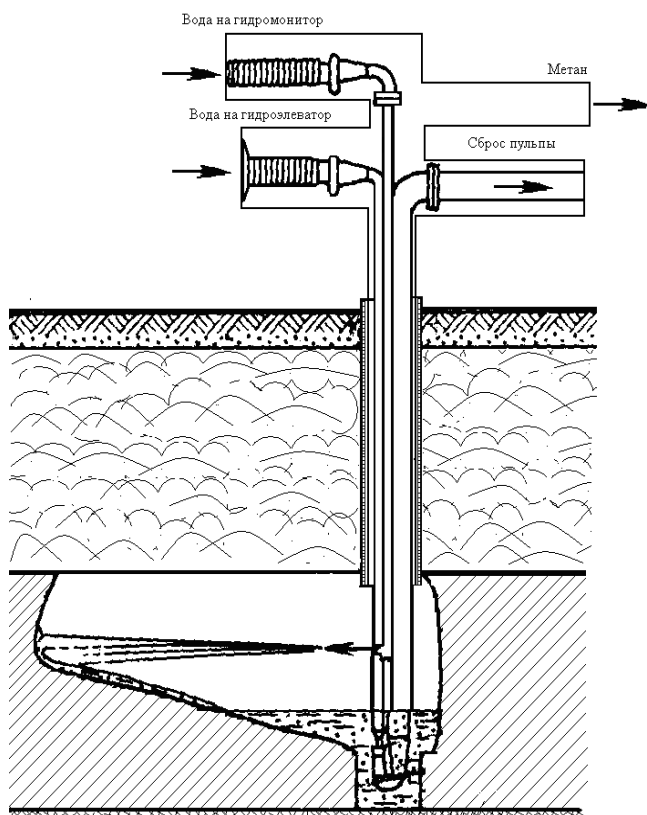
Способ разработки пластов скважинной гидродобычей с попутной добычей метана осуществляется следующим образом (рис. 1).

В предварительно пробуренную скважину до угольного пласта устанавливаются трубы, а над скважиной цилиндрическая часть герметичной камеры. Зазоры между стенкой скважины и цилиндрической частью камеры бетонируются и в нее вставляются патрубки для подачи воды на гидроэлеватор, гидромонитор, а также патрубки для выдачи угольной пульпы и метана на поверхность.

Во всех соединениях патрубков и цилиндрической камеры используются прокладки. После завершения работ по выемке угля и выдаче метана, герметичная камера вместе с оборудованием переставляется в другую скважину. Однако для внедрения приведённой на рис. 1 схемы необходимо провести дополнительные научные исследования и опытно-промышленные испытания.

Известно, что технический уровень угледобычи на крутых пластах на протяжении многих последних лет практически не изменился. Аварии стали чаще и масштабнее, резко увеличились затраты на обеспечение безопасных условий труда.

При сложившемся положении в технологии очистных работ для разработки крутых пластов достаточно безопасными, производительными и универсальными являются системы разработки с гидроотбойкой угля и транспортировкой его из очистного забоя в потоке воды. Отбойка угля производится дистанционно струей воды под давлением 10-12 МПа. Сочетание параметров очистного забоя со скоростью его подвигания обеспечивает объем добычи угля до 1000 т в сутки и более.



**Рис. 1. Схема скважинной гидродобычи с попутной добычей метана**

Опыт применения гидротехнологии при разработке крутых пластов позволяет обосновать вывод о наибольшей её адаптивности к горно-геологическим условиям крутых угольных пластов. В тоже время, кроме очевидных и бесспорных преимуществ гидротехнологии, ей присущи и недостатки: большой объем проведения подготовительных выработок; большая удельная энергоёмкость; не обеспечивается безлюдная технология выемки угля и т.д.

В связи с этим назрела необходимость обосновать новую концепцию развития гидравлической технологии угледобычи, которая бы исключала присущие традиционной гидротехно-

логии недостатки посредством применения скважинной гидродобычи.

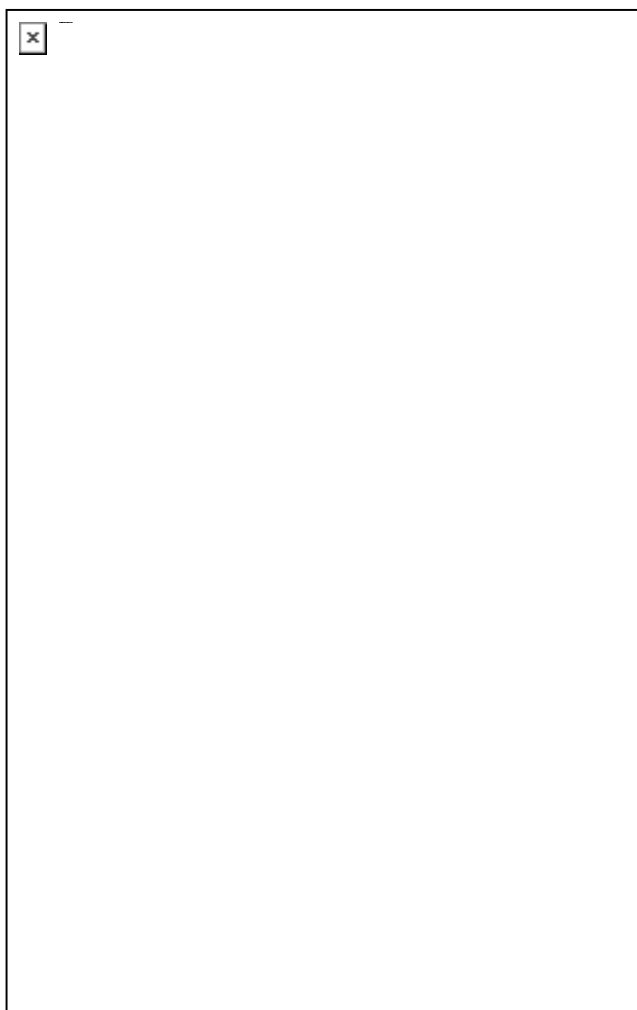
На рис. 2 представлена технологическая схема подземной разработки крутого пласта скважинной гидродобычи [8].

Способ осуществляется следующим образом.

После вскрытия угольного пласта квершлагами проводится скат. На расстоянии, равном высоте подэтажа, проводится орт, в котором устанавливается буровая машина для бурения скважин большого диаметра и малого диаметра. Буровая мелочь за счет шнековых штанг удаляется в «банки», проложенные по скату, для транспортировки угля на основной горизонт. После бурения скважин на определенную длину в скважину малого диаметра устанавливается скважинный гидромонитор с насадкой, поворачиваемой на  $180^\circ$ , а из скважины большого диаметра убирается буровой став, для обеспечения самотечного гидротранспорта.

Выемка угля в подэтаже осуществляется в определенной последовательности, высоконапорной струей воды, которая подается по трубам. Для транспортировки пульпы используется скважина большого диаметра, которая бурится с наклоном  $i=0,05-0,08$ .

Из скважины пульпа поступает на приемный лоток, а затем в «банки». По мере отработки подэтажа, скважина разрушается, а трубопровод для подачи воды к гидромонитору сокращается.



**Рис. 2. Технологическая схема разработки крутого пласта скважинной гидродобычей**

После завершения отработки подэтажа оставляется целик для поддержания ската, и устанавливаются перемычки.

Подготовка и отработка нижележащих подэтажей осуществляется аналогично вышеописанному.

Применение скважинной гидродобычи при подземной отработке крутых пластов повышает производительность труда, обеспечивает безопасность работ, снижает затраты на

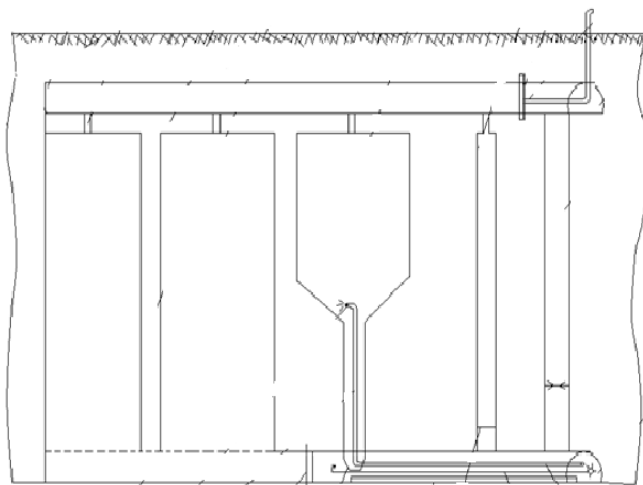
проведение подготовительных выработок. Интенсификация выделения метана по сравнению с традиционными способами дегазации обеспечивается посредством дезинтеграции угля в процессе его выемки и транспортирования, а также изменения давления и температуры.

Вышеописанная технология безлюдная, поэтому она позволяет производить выемку угля и попутно добывать метан. Для этого необходимо на устье скважины (у ската) установить герметичную насадку с патрубком. Через патрубок по трубам, проложенным по скату, высасывать метан на вентиляционный горизонт, а угольную пульпу по «банкам», проложенным по скату, транспортировать на основной горизонт.

В практике известен гидромониторный скважинный агрегат АГС, предназначенный для проведения восстающих выработок и ведения очистных работ, при отработке крутых пластов [9]. Для выемки угля из камер с попут-

ной добычей метана, авторами предлагается новый способ (рисунок 3) с использованием этого агрегата [10].

Для этого на вентиляционном и откаточном горизонтах пласт вскрывается квершлагами. Проводятся скат, а также вентиляционный и откаточный штреки. На границе выемочного поля на штреке устанавливается буровая машина, и бурится скважина с опережающей скважиной. Через определенное расстояние по прости-



**Рис. 3. Камерная система разработки крутых пластов с добычей метана**

ранию пласта с откаточного штрека бурится следующая скважина. Для герметичности в скважины со стороны откаточного штрека устанавливаются перемычки.

На вентиляционном штреке в районе ската устанавливается капитальная перемычка с трубой для отсоса метана на поверхность из камер и вентиляционного штрека. На сопряжении скважины с основным штреком устанавливается люк. В скважину вставляется став труб с насадкой и гидравлическим способом осуществляется выемка угля из камеры.

При этом уголь вместе с водой по скважине через люк поступает на желоба уложенные на откаточном штре-

ке, а метан из камеры через скважину выходит на вентиляционный штрек и далее отсасывается через перемычку по трубам на поверхность.

По мере выемки угля в камере став труб сокращается. Для поддержания вентиляционного штрека оставляется целик. После выемки угля в камере сокращается став напорного трубопровода, переносится оборудование и на откаточном штреке устанавливается переносная герметичная перемычка. Затем аналогичным образом приступают к выемке угля

в следующей камере. Между камерами оставляются целики угля.

Проветривание откаточного штрека до перемычки (где работают операторы дистанционного управления технологическими процессами) осуществляется за счёт общешахтной депрессии или вентиляторами местного проветривания.

Программа научных исследований и опытно-промышленных испытаний предложенного варианта реализуется в рамках разработанной в «Сибирском государственном индустриальном университете» концепции создания роботизированной угольной шахты [11].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Эттингер И.Л.* Условия существования гидратов газа в угольных пластах [Текст] / И.Л. Эттингер, Н.В. Шульман // *Безопасность труда в промышленности.* - №2. - 1974. - С. 30-32.

2. *Степанович Г.Я.* Об участии во внезапных выбросах метана в гидратном состоянии [Текст] / Г.Я. Степанович, В.И. Николин, В.Н. Недосекин // *Безопасность*

*труда в промышленности.* - №6. - 1974. - С. 57-58.

3. *Зенин А.Г.* Гидраты и внезапные выбросы [Текст] / А.Г. Зенин // *Уголь,* №11, 1973. - С. 12-14.

4. *Зенин А.Г.* Внезапные выбросы и участие в них метана в гидратном состоянии [Текст] / А.Г. Зенин // *Безопасность*

труда в промышленности. - 11. - 1974. - С. 57-58.

5. *Макогон Ю.Ф.* Предупреждение образования гидратов при добыче и транспортировке газов [Текст] / Ю.Ф. Макогон, Г.А. Саркисянц. - М.: Недра, 1966. -186с.

6. *Мельник В.В.* Обоснование параметров скважино-механогидравлической технологии подземной добычи угля [Текст] / В.В. Мельник, П.А. Ерполов // Горный информационно-аналитический бюллетень МГГУ. - 2008. - №2. - С. 249-255.

7. *Патент 2368783* Россия. Способ разработки угольных пластов скважинной гидродобычей [Текст] / В.А. Сухоруков, В.Н. Фрянов, С.В. Шенгерей, В.В. Сухоруков, Е.Б. Шенгерей; заявл. 30.04.2008; опубл. 27.09.2009.

8. *Патент 2366814* Россия. Способ разработки крутых пластов скважинной гидродобычей [Текст] / В.А. Сухоруков, В.Н.

Фрянов, С.В. Шенгерей, В.В. Сухоруков, Е.Б.Шенгерей; заявл.21.04.2008; опубл. 10.09.2009.

9. *Скважинный агрегат* АГС [Текст] / А.И. Петров [и др.] // Механизация проведения подготовительных выработок: сб. статей / М.: Недра, 1988. С. 191-192.

10. *Патент 2415266* Россия. Способ выемки угля из камер с попутной добычей метана [Текст]/ В.А. Сухоруков, В.Н. Фрянов, А.И. Федоренко, С.В. Шенгерей, В.В. Сухоруков, Е.Б.Шенгерей; заявл. 14.12.2009; опубл. 23.03.2011.

11. *Фрянов В.Н.* Перспективные направления исследования подземной угледобычи [Текст] / В.Н. Фрянов. Л.Д. Павлова // Научноёмкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов: сб. науч. статей. Новокузнецк: СибГИУ, 2009. - С. 5-13. **ГИАС**

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

---

*Сухоруков В.А.* – профессор, доктор технических наук,

*Фрянов В.Н.* – профессор, доктор технических наук,

*Сухоруков В.В.* – кандидат технических наук,

*Шенгерей Е.Б.*

Сибирский государственный индустриальный университет (СибГИУ), rector@sibsiu.ru



---

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИРА

Российскими лидерами по добыче золота из года в год традиционно становятся Красноярский край, Магаданская область, Республика Саха (Якутия), Иркутская и Амурская области. Ведутся разработки драгоценного металла в Челябинской области и Хабаровском крае.

В этих регионах расположены крупнейшие месторождения золота: «Сухой Лог» (Иркутская область), «Олимпиадинское» (Красноярский край), «Нежданское» (Саха-Якутия), и «Наталкинское» (Магаданская область), самое крупное в стране и третье по величине в мире.

Отрасль успешно развивается. Специалисты фиксируют прирост добычи золота в целом по России. За 6 месяцев 2011 (январь – июнь) он составил 6 т. Только в июне 2011 г было добыто около 19,7 т, что на 0,7 т золота больше, чем в июне 2010 г.