

## **НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК ПО ПРОБЛЕМЕ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ (ДОБЫЧИ) УГОЛЬНОГО МЕТАНА**

У статті висвітлені основні підсумки робіт з проблеми завчасного видобування метану з нерозвантажених вугільних пластів у Росії. Представлені найважливіші результати досліджень у цій області, які виконані за останні роки в ІПКОН РАН, і напрямки їх подальшого розвитку.

## **DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF RESEARCHES AND DEVELOPMENT ON A PROBLEM OF PRELIMINARY EXTRACTION (PRODUCTION) COAL METHANE**

In clause the basic results of on a problem of preliminary extraction (production) methane from the not unloaded coal layers in Russia are covered.

The major results of researches in this area executed per last years in RICEMR in RAS, and direction of their further development are submitted.

В конце XX века метан угленосных отложений привлек внимание как перспективный энергоноситель. Ранее он извлекался только попутно с добычей угля для обеспечения газобезопасности ведения горных работ и частично использовался в качестве топлива для местных нужд.

Развитие производственного арсенала стран мира и повышение требований к охране окружающей среды выдвинули новые задачи: вовлечение в хозяйственный оборот огромных ресурсов метана угольных пластов и обеспечение резкого снижения эмиссии метана в атмосферу земли. Основой решения этих задач является разработка способов стимулирования газоотдачи метаноносных угольных пластов.

В связи с выходом вышеназванного документа, считаем целесообразным оценить итоги исследований и разработок по проблеме заблаговременного извлечения (добычи) угольного метана, проводившихся в России в последние годы, и наметить направления развития этих работ в ближайшей перспективе.

Главным итогом работ по решению проблемы заблаговременного извлечения (промысловой добычи) метана из неразгруженных угольных пластов в России в 1997-2003 гг. является коренное изменение отношения к этой проблеме в научной, промышленной и управленческой сферах.

Прежде всего, необходимо отметить отказ наших оппонентов от утверждения о физической невозможности промышленного извлечения метана из неразгруженных угольных пластов и признание необходимости проведения работ по обеспечению его промышленной добычи [1].

Важным результатом также следует считать признание актуальности проблемы промышленного освоения ресурсов угольного метана ОАО «Газпром» и его подключение к решению этой народнохозяйственной задачи. За последние 5 лет его научными и производственными структурами осуществлен ряд важ-

ных мероприятий: развернуты геологоразведочные и исследовательские работы по оценке ресурсов угольного метана в Кузбассе и изучению коллекторских свойств крупнейших метаноугольных месторождений этого региона, разработка программы промышленного освоения этих ресурсов в Кузбассе, обоснование выбора перспективных технологий извлечения метана угольных пластов [2].

Формирование и последующая реализация научно-технических проектов по извлечению угольного метана, выполнявшихся при государственной поддержке, послужило значительным импульсом в развитии исследований и разработок в этой области. Однако многое из намечавшегося в программах работ по этим проектам осталось невыполненным. Главная причина – недостаточные объемы и нестабильность выделения средств на проведение исследований. Особенно сложное положение складывалось и, по-прежнему, остается с финансированием натуральных экспериментов и опытно-промышленных работ, связанных с бурением и испытанием разведочных и технологических скважин.

В ИПКОН РАН продолжалась разработка научных основ извлечения метана из угольных пластов. При этом дальнейшее развитие получили исследования по изучению механизма деструкции системы «уголь-метан-вода» и десорбции газа из угольного вещества, а также изменению геомеханического состояния угле-вмещающей толщи при извлечении из угольных пластов и вмещающих их горных пород газа и воды.

Был обоснован ряд новых предложений по совершенствованию способов интенсификации газоотдачи угольных пластов, а также повышению эффективности подземной разработки высокогазоносных угольных пластов на основе совмещения заблаговременного извлечения (добычи) метана и выемки угля.

Проведенные теоретические исследования условий и механизма десорбции и миграции метана при дегазации угольных пластов позволили установить следующие закономерности.

Угольный пласт представляется средой с иерархической структурой с частично скрытой, частично явной природной нарушенностью (трещиноватостью). Эта среда разбита на блоки или подобного рода структурные элементы (в зависимости от масштаба это могут быть кристаллиты, сорбционные частицы, суперсорбционные частицы и т.п.). Блоки (структурные фрагменты угля) ограничены трещинами. Ширина межблочных контактов (трещин) примерно на два порядка меньше характерного размера структурного блока того же масштаба (ранга).

Природные трещинные контакты имеют определенную прочность, которая зависит от масштаба рассмотрения трещины. Трещины более мелкого структурного уровня имеют более прочный контакт.

При техногенном или природном (например, тектонические подвижки) воздействии на угольный пласт происходит нарушение трещинных контактов соответствующего масштабного уровня. Нарушение трещинного контакта может проявляться в виде проскальзывания берегов (при сдвиговой внешней нагрузке), а также в виде их естественного (при разгрузке пласта) или принудительного (при закачивании техногенного флюида) раскрытия.

На определенное техногенное воздействие откликается определенный масштаб (ранг) структурной иерархии угля. При этом контакт берегов более крупных трещин может быть нарушен, контакт более мелких трещин сохраняется. Таким образом, разрушение угля на определенном масштабе рассмотрения понимается как «оживление» природных трещинных (или межблочных) контактов на этом масштабе. «Оживление» природной трещины понимается как энергозатратный процесс разрыва силовых связей контакта берегов трещины.

Естественное расхождение берегов трещинного контакта при разгрузке угля вызывает значительное увеличение трещинно-порового пространства. Это в наибольшей степени способствует выходу из угольного вещества связанного метана. Образующийся в трещинном пространстве свободный метан может быть новым стимулирующим фактором трещинообразования.

Наведенная фильтрация имеет явно выраженную анизотропность, что связано с геомеханическими условиями распределения нагрузки в пласте и ориентацией природных трещин. При сдвиговых нагрузках на пласт должна сформироваться более густая и равномерная сеть фильтрационных каналов в сравнении с сетью каналов, которые образуются в пласте при внедрении в него техногенного флюида.

Чем меньше размер трещин, силовой контакт берегов которых нарушен при техногенном воздействии, тем больше связанного метана выйдет в образовавшееся трещинно-поровое пространство. Поэтому один из главных элементов управления газоотдачей угольного пласта - возмущение как можно «меньшей» по иерархическому рангу природной трещинной структуры. Ранг «задействованной» трещинной структуры зависит от ориентации трещин, величины природных напряжений, от структуры пласта в целом и вида техногенного воздействия.

Выход свободного и связанного метана из угольного пласта должен вести к усадке угольного вещества и угольного пласта в целом. Усадка угольного вещества может быть фактором, который существенно изменяет напряженное состояние угольного пласта. В принципе в угольном пласте возможен самоподдерживающийся циклический процесс перераспределения напряжений, выхода метана из пласта и последующей его усадки, в результате которого область дегазации может непрерывно расти.

Обобщение и анализ используемых и разрабатываемых методов стимулирования и интенсификации газоотдачи угольных пластов с применением специальных техногенных воздействий на угольный пласт и (или) горный массив (его часть) свидетельствует о большом их разнообразии и различной эффективности. На сегодняшний день имеются несколько вариантов классификации этих методов, предназначенных для облегчения выбора наиболее рациональных способов интенсификации газоотдачи угольных пластов. Основным их недостатком – низкая информативность и отсутствие научно-обоснованных критериев для выбора тех или иных способов применительно к конкретным условиям.

В ИПКОН РАН предпринята попытка восполнить этот пробел на основе использования понятия «уровень деструкции (активации) системы «уголь-метан»,

характеризуемого требуемой величиной дополнительной энергии для разрушения этой системы и обеспечения десорбции метана из угольного вещества. При этом под активацией системы «уголь-метан» понимается приведение этой системы в состояние, при котором начинается десорбция газа, его активное влияние на создание «наведенной» микротрещиноватости в угольном веществе, обеспечивающей интенсификацию десорбции и выделения метана, «оживление» природной трещиноватости угля и миграцию имевшегося и выделяющегося свободного газа по пласту угля к дегазационной (добычной) скважине.

Эффективность способов интенсификации газоотдачи угольных пластов, прежде всего, определяется соответствием применяемых техногенных воздействий на угольный пласт или горный массив их геологическим характеристикам и свойствам.

Выполненные нами исследования позволили выявить семь групп факторов, оказывающих наибольшее влияние на активацию системы «уголь-метан» и газоотдачу угольных пластов.

Вышеизложенные посылки позволяют обосновать новый принцип решения задачи максимального извлечения окклюдированного в угле метана: «от простого к сложному». Выбирать и осуществлять мероприятия по извлечению газа из метанугольных месторождений рекомендуется в следующем порядке. Первоначально (при необходимости) следует проводить мероприятия по повышению газопроницаемости пласта и извлечению воды и свободного газа, находящихся в трещинах и макропорах угольного вещества, при этом будут создаваться условия для десорбции адсорбированного метана. Затем следует осуществлять мероприятия (техногенные воздействия), направленные на обеспечение десорбции и извлечение абсорбированного метана.

Изложенные принципы положены в основу предложенной классификации задач и направленности способов интенсификации газоотдачи угольных пластов и рекомендуемых для применения видов техногенных воздействий.

Анализ результатов исследований геомеханических процессов при разработке угольных и газовых месторождений и их практического использования, а также выполненные нами исследования изменения геомеханического состояния газонасыщенного горного массива при извлечении из него флюидов позволили разработать новые технические решения по повышению газопроницаемости угольных пластов.

Сущность повышения газопроницаемости угольных пластов на основе управления геомеханическим состоянием газоносного горного массива при извлечении из него флюидов заключается в создании условий для целенаправленного изменения действующих в этих пластах напряжений, что может осуществляться за счет обеспечения соответствующей разгрузки-пригрузки дегазируемых угольных пластов:

- при предварительном осушении угольного пласта и (или) водоносных горных пород углевмещающей толщи;
- за счет использования эффекта «подработки-надработки» дегазируемых смежных угольных пластов;

- на основе применения соответствующего порядка дегазации угольных пластов (восходящего, нисходящего и комбинированного) рассматриваемого метаноугольного месторождения;

- при комплексном использовании геомеханических факторов и других видов техногенных воздействий.

Теоретические и лабораторные исследования позволяют сделать вывод, что газопроницаемость пластов при использовании методов их своеобразной «подработки-надработки» при извлечении флюидов из смежных угольных пластов может повышаться на 1-2 порядка. Естественно, что эти данные следует рассматривать лишь как оценочные.

В случае необходимости существенного повышения газоотдачи угольных пластов следует проводить мероприятия по ее повышению всеми доступными методами, включая и их комплексирование.

Идея «комплексной разработки угольных пластов с высокой метаноносностью (газоугольных месторождений) с предварительной дегазацией угленосных толщ и утилизацией метана» была выдвинута акад. А.А. Скочинским и проф. Г.Д. Лидиным в 40-е годы XX века. Потребовалось много десятилетий и огромное количество научных исследований для обоснования возможности ее практической реализации.

В ИПКОН РАН разработаны научные основы решения этой крупной задачи [3, 4]. Наиболее рациональным направлением ее решения является разработка интегрированных технологий совместной добычи угля и заключенного в нем метана и их применение при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации угледобывающих предприятий.

Важнейшей технологической задачей для указанных комплексных предприятий является заблаговременное извлечение метана из намечаемых к разработке угольных пластов с применением эффективных способов интенсификации их газоотдачи, адаптированных к конкретным горно-геологическим условиям.

Взаимное влияние производственных процессов извлечения метана и добычи угля при эксплуатации двухпродуктового горного предприятия, обеспечение снижения газообильности горных выработок за счет осуществления заблаговременной дегазации пластов предопределяет изменение требований к конструированию многих подсистем этого предприятия.

Создание угольных предприятий будущего, к которым, несомненно, следует отнести и комплексные предприятия по подземной разработке метаноугольных месторождений при совместной добыче угля и метана, предполагает многократное повышение производительности труда, существенное снижение издержек производства, коренное улучшение технической безопасности и охраны окружающей среды.

В угольной промышленности нашей страны накоплен значительный опыт решения такого рода задач. Сюда, прежде всего, следует отнести разработку метода технологического моделирования угольных шахт и опыт его применения при проектировании шахт нового технического уровня. Их использование позволит разработать методику технологического моделирования двухпродук-

товых горных предприятий и методов календарного планирования во времени и пространстве работ по извлечению метана и добыче угля на таком предприятии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Л.А.Пучков, С.В.Сластунов, Г.М.Презент «Перспективы промышленного извлечения угольного метана». М., горный информационно-аналитический бюллетень, МГГУ, №6, 2002. - С. 6-10.
2. С.С.Золотых, А.М.Карасевич «Проблемы промысловой добычи метана в Кузнецком угольном бассейне». – М., изд-во «ИСПИН», 2002. – 570с.
3. Трубецкой К.Н., Стариков А.В., Гурьянов В.В. «Добыча метана угольных пластов – перспективное направление комплексного освоения георесурсов угленосных отложений»//Уголь, 2001, №6. С.36-38.
4. Трубецкой К.Н., Гурьянов В.В. «Повышение эффективности подземной разработки высокогазоносных угольных месторождений на основе организации совместной добычи угля и метана». //Уголь, 2003, №9. С. 3-6.