

## РАЗВЕДКА И ОСВОЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ УГЛЕВОДОРОДОВ

### Prospecting and development of non-traditional hydrocarbons sources

The article covers the development of non-traditional hydrocarbons sources. In this connection Ukhta State Technical University (USTU) gives an expert assessment of industrially important non-traditional sources of gas in Russia (4500 m deep).

It is motivated, that the most perspective producing of associated gas from carbon formations is utilizing of horizontal and horizontally branching wells. The investigations carried out at USTU enable to suggest specific geological and technical solutions on questing, prospecting and further development of non-traditional hydrocarbon deposits.

**Н.Д. Цхадая,  
В.Ф. Буслаев,  
С.А. Кейн,  
Ухтинский  
государственный технический  
университет**

XXI век будет характеризоваться эволюцией топливно-энергетических приоритетов и развитием новой энергетической идеи. Предположительно, на 1 этапе новой энергетической идеи, 25—30 лет необходимо принять меры по стабилизации добычи нефти и газа и обеспечить технологический переход на новые источники и разновидности энергии и топлива.

В Республике Коми создана ситуация для моделирования этой новой идеи. Кратно снижена добыча газа, доля нефтей с аномальными свойствами составляет около 80%, недостаточно используется потенциал угольной и биоресурсы лесной отрасли.

В Университете с участием КРО РАЕН, при поддержке предприятий России эти проблемы рассматривались в 2002—2004 гг. на всероссийских конференциях «Техноэкогеофизика»,

«Большая нефть: реалии проблемы, перспективы», «Севергеоэкотех», при защитах докторских диссертаций А.В. Петухова, П.В. Жуйко, А.А. Прановича, кандидатских З.А. Васильевой, Е.И. Кейн, В.М. Юдина, В.В. Михарева, В.Л. Вдовенко, В.А. Кузнецова, на региональном научном семинаре по докторской Ю.П. Коноплёва «Развитие подземно-поверхностной системы термошахтной добычи тяжелой нефти», на корпоративных научных мероприятиях ОАО «Газпром», ОАО «Транснефть», ОАО «Лукойл», ОАО «Воркутауголь», Съезде горнопромышленников, «Неделях горняка» и других.

В университетском округе совместно с предприятиями Республики Коми и КНЦ УРО формируются новые научные направления и коллективы, представленные условно на схеме рис.1.

### Научные направления и коллективы

#### Разведка, разработка, подготовка, транспорт и переработка аномальных нефтей

Цхадая Н.Д.  
Мирзаджанзаде А.Х.  
Аметов И.М.  
Спиридонов Ю.А.  
Рузин Л.М.  
Буслаев В.Ф.  
Ягубов З.Х.  
Крупенский В.И.  
Жуйко П.В.  
Овчар З.Н.  
Петухов А.В.  
Коноплев Ю.П.  
Каракчиев Э.И.  
Кейн Е.И.

Рисунок 1.

#### Разведка, разработка, бурение, добыча и транспорт нетрадиционных источников газа

Кремс А.Я.  
Цхадая Н.Д.  
Зимаков Б.М.  
Буслаев В.Ф.  
Кейн С.А.  
Пятибрат В.М.  
Дьконов А.И.  
Кочетков О.С.  
Петухов А.В.  
Юдин В.М.  
Васильева З.А.  
Смирнов М.И.  
Долгушин Н.В.  
Яковлев А.Я.

#### Геотехнологии, комплексная разработка, буровой комплекс БУГ — 15000

Пранович А.А.  
Смирнов М.И.  
Шаровар И.И.  
Буслаев В.Ф.  
Осипов П.Ф.  
Кочетков О.С.  
Крапивский Е.И.  
Копейкин В.А.  
Зыков В.А.

#### Производство искусственного топлива, в том числе возобновляемого

Кучин А.В.  
Крейнин Е.В.  
Литвиненко В.И.  
Буслаев В.Ф.  
Крупенский В.И.  
Ланина Т.Д.  
Волков В.И.

Дана экспертная оценка промышленно значимых нетрадиционных источников газа России до глубины 4500 м [1, 2], в том числе по газам гидратоносных толщ, по водорастворенным газам подземной гидросферы, по газам угленосных толщ, по газам многолетне-

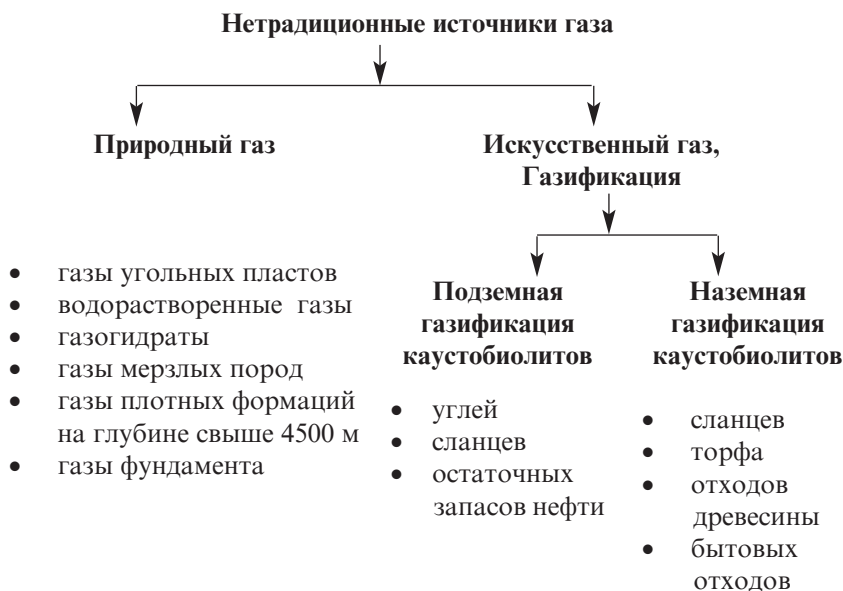


Рисунок 2.

мерзлых пород, газам плотных формаций и фундамента. К данному перечню следовало бы добавить перспективные направления по производству синтез-газа в результате газификации каустобиолитов, биомассы и отходов, в частности залежей угля, нефти, сланцев, торфа, лесной биомассы и отходов. Структура нетрадиционных источников газа приведена схеме рис. 2

Наличие этих источников подтверждено и по Республике Коми. Из числа нетрадиционных источников газы угленосных толщ являются наиболее изученными. Данные экспертной оценки ресурсов газа генерации углей по Печорскому угольному бассейну, входящему в состав Косью-Роговской и Коротаихинской впадины, представлены в таблице 1.

Анализируя приведенные данные можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее согласованными являются работы, выполненные во ВНИИгазе А.Я. Кремсом, Ф.И. Енцовой и Э.Н. Овчинниковым (1969 г.) и работы геологов угольной промышленности Б.М. Зимакова и др. [4].

Здесь по теории генерации газа при метаморфизме углей и органических веществ, в том числе вмещающих пород, обоснованы ресурсы газа на глубинах 1700 м — 44,08 трлн. м<sup>3</sup>, на глубинах до 4000 м — до 300 трлн. м<sup>3</sup> газа.

По гипотезам Зимакова Б.М. и Кремса А.Я. отмечается удовлетворительная сходимость результатов. Приблизительно 80% ресурсов газов генерации углей мигрировало по трещинам и разломам вверх за пределы угленосной толщи, 5% рассеялось в атмосфере и 10% осталось в угольных пластах, что и составляет по Зимакову Б.М. 1,60—2,13 трлн. м<sup>3</sup> в угольных пластах, по Кремсу А.Я. — 4,41 трлн. м<sup>3</sup>.

2. По оценкам с использованием исторического метода С.В. Рябинкина [1] ресурсы составляют 107 трлн. м<sup>3</sup>, эволюционно-генетического метода А.И. Дьяконова — 93 трлн. м<sup>3</sup>, объемно-генетического СеверНИПИгаза Данилова В.Н. — 108 трлн. м<sup>3</sup>. По последним данным 22 трлн. м<sup>3</sup> удерживаются углями и ОВ. В

т.ч. 3 — в углях, 61 трлн. м<sup>3</sup> растворены в воде и 25 трлн. м<sup>3</sup> рассеяно.

3. Плотность ресурсов газов генерации углей сопоставима с плотностью запасов природного газа, например Западно-Соплеского, но уступает почти в три раза крупному Вуктыльскому месторождению.

4. Можно предполагать о возможном формировании залежей газов генерации углей из доли рассеянного и эмигрированного газа до 30% под куполами слабопроницаемых многолетнемерзлых пород в кайнозойских, мезозойских и пермских отложениях, имеющих хорошие фильтрационно-емкостные свойства, представленных суглинками, песками, гравием, валунами, конгломератами, песчаниками, а также предполагать об аккумуляции до 10% газа генерации углей в трещинах от угольных пластов до подмерзлотных образований. Прямым доказательством предлагаемой гипотезы являются сведения о том, что из картировочных и разведочных скважин глубиной до 500 м зафиксированы выбросы газа, а также зоны свободного газовыделения из кайнозойских отложений Воргашорского месторождения.

Основной объем углеводородных газов, преимущественно метана, находится в угольных пластах в сорбированном состоянии. Кро-

Таблица 1. Экспертная оценка ресурсов и запасов газа генерации углей

Методы оценки ресурсов газа						
Месторождение, бассейн	Масштабы генерации метана углями на основе ГПП и эволюц.-генет. метода С.В. Рябинкина [1]	Эволюционно-генетическая технология и ГПП углей А.И. Дьяконов, Т.А. Овчарова, В.М. Юдин [5,6]	Методика удельной плотности ресурсов Б.М.Зимакова, Ю.И.Калимова, Ю.П.Сморчкова, А.В. Подмаркова [4]	Методика ГПП при метаморфизации ОВ углей по А.Я.Кремсу (до глубины 1700м), [3]	Методика использования ГПП и глубокой метаморфизации ОВ углей по А.Я.Кремсу (до глубины 4000м), [3]	Объемно-генетический метод оценки ресурсов и запасов метана в углях и др. УВ газа (данные Севернипигаза)
1	2	3	4	5	6	7
<b>1. Печорский угольный бассейн</b>						
Ресурсы газа, трлн. м <sup>3</sup>	107	93	1,60 — 2,13	44	280 — 300	108
Плотность ресурсов млн. м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>	540	420	8,0 — 10,0	210	до 1500	540
<b>2. Вуктыльское НГКМ:</b>						
Запасы газа, млрд. м <sup>3</sup>	370	377	нет	нет	500	370
Запасы конденсата, млн.т	110	130	нет	нет	300	150
Плотность разведанных запасов, млн.м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>	1600	1680	нет	нет	2300	1560

ме сорбированного состояния метан угольных пластов связан со структурой угля также кристалло-химическими связями по типу твердых растворов.

На наш взгляд, наиболее перспективным способом заблаговременного извлечения попутного газа из угольных пластов является использование горизонтальных и горизонтально-разветвленных скважин. В УГТУ предложены к патентованию два решения: одно — по подземной газификации и дегазации углей и второе — разведка и разработка месторождений углеводородов [10, 11], основанные на применении горизонтальных и горизонтально-разветвленных скважин с протяженностью ствола более 2000 м и с использованием угольных и нефтегазовых технологий.

Существование связанного газа в угольных пластах не исключает его наличия в свободном

состоянии в микро и макро трещинах и вмещающих угольные пласты породах. Эта гипотеза позволила рассмотреть задачу притока к горизонтальной скважине газа, находящегося в угольных пластах в свободном состоянии.

Математическая постановка задачи была сформулирована доцентом кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений и подземной гидромеханики Ухтинского университета Пятибратом В.П. Система дифференциальных уравнений решалась численным методом. Результаты расчетов для коэффициента проницаемости пород  $k = 0,03$  мкм. м<sup>2</sup> представлены на рисунках 4 и 5.

Как видно из графиков в течении 1—2 месяцев происходит резкое падение дебитов горизонтальной скважины от сотен тысяч кубических метров до 20—30 тысяч кубических метров

в сутки, независимо от толщины пласта. Со временем падение дебита замедляется.

Полученный результат использовался нами для определения притока свободного газа угольных пластов к горизонтальным скважинам при оценке экономической эффективности.

Расчеты экономической эффективности добычи газа выполнены на примере опытного участка шахты «Комсомольская» (Воркутинское месторождение) размерами 5×5 км, имеющего нарушения и трещины, и где по этой причине горные работы не проводятся.

Классификация методов освоения нетрадиционных источников газа приведена на схеме рис. 3.

В США, в 2000 году при добыче 40 млрд. м<sup>3</sup> средняя цена метана составила 76,3 доли за 1000 м<sup>3</sup> при начальном значительном снижении налогов.

Таким образом, проведенные в УГТУ исследования позволяют предложить следующие геолого-технические решения по поиску, разведке и последующей разработке залежей газа генерации углей.

1. Составить программу геолого-разведочных работ по поиску и разведке метаносных залежей газов, генерированных углями.

2. Рассмотреть результаты технико-экономических расчетов совместно с участием ОАО «Воркутауголь» и ООО «Севергазпром». Создать опытный полигон по пробной эксплуатации.

#### Выводы и предложения.

1. Выйти с предложением в Правительство Республики Коми, Российской Федерации, ОАО «Газпром», ОАО «Транснефть», ОАО «Лукойл», ОАО «Воркутауголь», ОАО «Роснефть» и ОАО «Комиэнерго» о разработке региональной комплексной программы «Топлив-

но-энергетическая политика Республики Коми в 2005—2025 гг.»

2. Создать в Университетском округе «Ухтинский государственный технический университет» ОАО Научно-производственное объединение «Топливо-энергетический комплекс» — ОАО НПО ТЭК (возможные учредители УГТУ, ООО «Севергазпром», КРО РАЕН, Коми научный центр УрО РАН и другие).

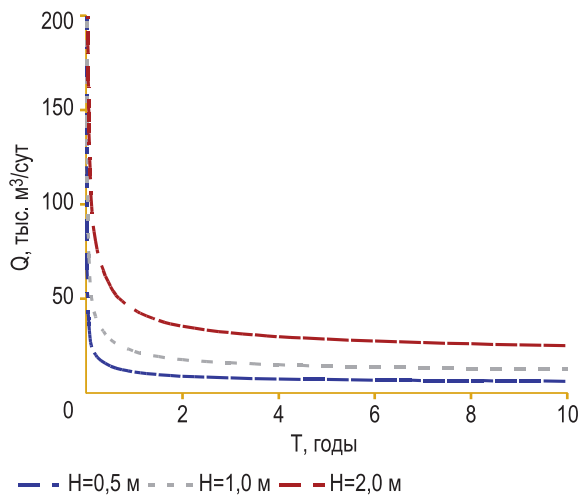
3. Рекомендовать Министерством РК и компаниям продолжать научно-исследовательские, опытно-промышленные и геолого-разведочные работы:

- по оценке ресурсов, созданию технологий добычи, транспорта, переработки и технико-экономическому обоснованию комплексной разработки газугольных пластов; подземной и надземной газификации каустобиолитов и биоматериалов; газогидратов; газов плотных формаций, глубокозалегающих пластов, фундамента и газов растворенных в воде; нефтей с аномальными свойствами;
- по созданию, испытанию и применению техники и технологии получения жидкого топлива: метанола, метахола, бензина и дизельного топлива из природного газа, газов генерации каустобиолитов, синтез-газа, биомассы и отходов, в том числе лесного комплекса;
- софинансирование совместных проектов с Министерством образования РФ по созданию импортозамещающего бурового комплекса по бестраншейной прокладке трубопроводов и разработке «рассеянных», неглубоко залегающих запасов углеводородов с протяженностью горизонтального ствола до 15000 м.

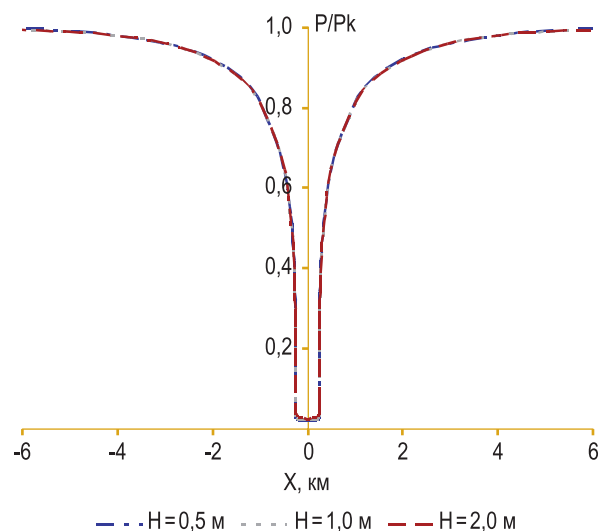
#### Классификация методов освоения нетрадиционных источников газа

- 
- |   |   |   |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Поиски и разведка скоплений и залежей нетрадиционных источников газа (Пример — месторождение Сан-Хуан, США, 46 млрд. м<sup>3</sup>/1 год.</li> <li>• Поиск труб дегазации (УГТУ, О.С. Кочетков)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Технологии нефтегазовой отрасли</li> <li>• Горизонтальные и горизонтально-разветвленные скважины</li> <li>• Ориентированное пересечение трещин и нарушений</li> <li>• Методы воздействия физических полей</li> <li>• Гидравлический разрыв пласта</li> <li>• Взрывные методы. Взрывгеофизика</li> <li>• Подземный газовый промысел (по аналогии с Ярегой)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Технологии угольной отрасли</li> <li>• Гидрорасчленение</li> <li>• Предварительная подработка и надработка угольного пласта</li> </ul> |
|---|---|---|

Рисунок 3.



**Рисунок 4.** Динамика изменения дебитов горизонтальной скважины при больших временах.



**Рисунок 5.** Распределение давления в пласте вдоль ствола горизонтальной скважины  $T=10$  лет.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цхадая Н.Д., Юдин В.М., Буслаев В.Ф., Некрасов Л.А. Оценка ресурсов газосодержащих угольных залежей Печорского бассейна // Тр. II регион., науч.-практич. конф. «Актуальные проблемы геологии нефти и газа». — Ухта: УГТУ, 1999.
2. Юдин В.М., Кузнецов Н.И., Буслаев В.Ф. Поиск новых направлений прироста промышленных запасов газа в Тимано-Печорской провинции // Материалы Всероссийской конференции «Актуальные проблемы геологии горячих ископаемых осадочных бассейнов Европейского Севера России». — Сыктывкар: Геопринт, 2000. — С. 172—173.
3. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. Т.1. — М.: Недра, 1979. — 627 с.
4. Якушев В.С., Истомин В.А., Скоробогатов В.А. Перспективы освоения ресурсов нетрадиционных источников газа осадочных бассейнов России и сопредельных стран. Обз. информ. Сер.: Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. — М. ИРЦ Газпром, 1999. С 35. Ил. 1. Табл.2.
5. Дьяконов А.И., Юдин В.М. Эволюционно-катагенетическая модель оценки газового потенциала Тимано-Печорской провинции, включая арктический шельф, и его рациональное освоение // Сборник научных трудов УИИ. — Ухта: УИИ, 1997, №3.
6. Юдин В.М., Кузнецов Н.И., Буслаев В.Ф. Концепция поисков и разведки месторождений углеводородов с использованием новых техноло-

гий // СНТ. Проблемы освоения новых ресурсов Европейского Севера. — Ухта: УГТУ, 1999. — Вып.4. — С.71—76.

7. Трофимук А.А., Макагон Ю.Ф., Толкачев М.В. Роль газогидратов в аккумуляции углеводородов и формировании их залежей // Закономерности размещения углеводородных газов и сопутствующих им компонентов. — М.: Наука, 1987. — С.31—38.

8. Трубецкой К.Н., Стариков А.В., Гурьянов В.В. Добыча метана угольных пластов — перспективное направление комплексного освоения георесурсов угленосных отложений. — Уголь, 2001, №6.

9. Барабанов В.Л., Николаев А.В. Повышение нефтеотдачи низкочастотным сейсмическим воздействием на пласт. // Тез. докл. Всеросс. конф. «Техноэкогеофизика — новые технологии извлечения минерально-сырьевых ресурсов в XXI веке». — Ухта, 2002.

10. Дыбденко В.П., Шарифуллин Р.Я., Туфанов И.А. Интенсификация добычи минерально-сырьевых ресурсов с использованием виброволнового воздействия. // Тез докл. Всеросс. конф. «Техноэкогеофизика — новые технологии извлечения минерально-сырьевых ресурсов в XXI веке». — Ухта, 2002.

11. Буслаев В.Ф., Кейн С.А., Данков А.Ю. и др. Способ подземной газификации и дегазации углей. Приоритет от 13.04.2000 №2000109436/03.

12. Юдин В.М. Методология разведки и разработки месторождений сложнопостроенных залежей углеводородов. — Ухта: 2000. — с.142.



**Цхадая Николай Денисович, д.т.н., профессор, ректор Ухтинского государственного технического университета (УГТУ).**

Специализируется в областях анализа и мониторинга глобальных экосистем нефтегазодобычи и освоения нетрадиционных источников углеводородов. Тел.: (82147) 7-44-01. E-mail: info@uii.sever.ru



**Кейн Светлана Александровна, к.т.н., доцент кафедры бурения нефтяных и газовых скважин Ухтинского государственного технического университета (УГТУ).**

Специализируется в области горизонтального бурения скважин. Тел.: (82147) 7-44-79. E-mail: zav\_bs@uii.sever.ru



**Буслаев Виктор Фёдорович, д.т.н., профессор, проректор Ухтинского государственного технического университета (УГТУ) по научной работе.**

Специализируется в области наклонного, горизонтального и горизонтально-разветвлённого бурения скважин. Тел.: (82147) 7-44-07. E-mail: info@uii.sever.ru