

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ МЕТАНА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В РОССИИ

Н.М. Сторонский
ОАО «Газпром промгаз»

Темпы роста добычи газа из нетрадиционных ресурсов углеводородов в Северной Америке превысили самые оптимистичные прогнозы, а перспективы их крупномасштабного вовлечения в разработку на других континентах по-прежнему являются предметом дискуссий специалистов. Безусловным лидером по объемам добычи являются США, другие страны, в том числе Россия, находятся на разных этапах освоения нетрадиционных ресурсов.

В России, как и в других странах, проекты освоения нетрадиционных ресурсов углеводородного сырья нуждаются в государственной поддержке на начальном этапе реализации (Карасевич, Сторонский, Хрюкин, Швачко, 2012).

Ресурсная база метана угольных пластов России

Прогнозные ресурсы метана угольных пластов на территории России оцениваются в объеме почти 84 трлн куб. м (рис. 1). Однако они сосредоточены, в основном, на редконаселенных труднодоступных территориях, вдали от промышленно развитых регионов, охваченных единой системой газоснабжения страны. Кроме того, угольные бассейны отличаются разной степенью изученности. Среди них можно выделить всего два (Печорский и Кузнецкий), расположенных в регионах с развитой инфраструктурой, вблизи рынков сбыта газа и относительно лучше разведанных.

Основным сдерживающим фактором для освоения ресурсов метана угольных пластов является наличие громадных запасов газа в традиционных месторождениях. Эти месторождения служат надежным источником газа в единой системе газоснабжения и обеспечивают стабильные поставки природного газа внутренним потребителям и на экспорт в долгосрочной перспективе.

Тем не менее, в 2001 г. ОАО «Газпром» приступил к работам по изучению ресурсов метана угольных пластов в Кузнецком угольном бассейне, а затем получил лицензию на их разведку и разработку. Поставлена задача освоения технологий добычи метана из угольных пластов, определения продуктивности метаноугольных скважин в горно-геологических условиях Кузбасса и оценки эффективности замещения поставок

природного газа из северных месторождений в регионы юга Западной Сибири метаном угольных пластов.

Ресурсы и перспективные объекты на лицензионной площади ОАО «Газпром»

Ресурсы метана на лицензионной площади Газпрома в Кузбассе оцениваются в объеме более 3,7 трлн куб. м (рис. 2). Более половины суммарного объема сосредоточено на глубинах до 1200 м. Добыча угля в Кузбассе составляет примерно 270 млн т. в год, около 10% от суммарных ресурсов локализовано в пределах шахтных полей действующих угледобывающих предприятий. Лицензионная площадь находится на территории с развитой инфраструктурой. В настоящее время поставки газа потребителям Кемеровской области осуществляются в объеме около 4 млрд куб. м в год с северных месторождений Западной Сибири, удаленных на расстояние более 1000 км.

На начальном этапе промышленной добычи предполагается замещение метаном угольных пластов поставок природного газа в Кемеровскую область с использованием существующей газотранспортной системы, включающей магистральные газопроводы, газопроводы-отводы и газораспределительные станции.

В настоящее время основными потребителями газа в Кемеровской области являются крупные металлургические и химические предприятия. В балансе котельно-печного топлива более 70% приходится на уголь, доля газа не превышает 10%. Уровень газификации населения и коммунально-бытового сектора – один из самых низких в России. Существующие теплоэлектростанции и котельные в качестве топлива используют уголь, что отрицательно влияет на экологию. Предполагается, что организация добычи метана в районе его потребления будет способствовать значительному развитию газификации области и улучшению экологической обстановки.

Геолого-промысловые характеристики первоочередных площадей

В результате выполненных геологоразведочных работ выявлены основные геолого-промысловые характеристики площадей, подготавливаемых к промышленной добыче метана из угольных пластов (табл. 1). Угли средних стадий метаморфизма, битуминозные с показателем отражения витринита в пределах от 0,7 до 1,2%. Продуктивными для добычи метана определены угольные пласты, залегающие в интервале от 300 до 1200 м от дневной поверхности. Их толщина изменяется в пределах от 1 до 10 м при среднем значении 2,5–5 м. Количество пластов в продуктивном интервале от 12 до 17. Угли характеризуются высокой газоносностью от 10 куб. м/т. в верхнем интервале разреза до 25

куб. м/т. в нижнем интервале разреза. Однако их проницаемость низкая и умеренная, что обуславливает относительно небольшие значения полученных дебитов газа. Угольные пласты насыщены водой, на начальных этапах освоения скважин дебиты воды от 10 до 100 куб. м в сутки.

Таблица 1

Геолого-промысловые характеристики угольных пластов

Характеристики	Талдинское месторождение	Нарыкское месторождение
Возраст	Пермский	Пермский
Стадия метаморфизма (показатель отражения витринита, %)	Битуминозный (0,72–1,2)	Битуминозный (0,72–1,2)
Интервал продуктивности, м	350–950	300–1200
Мощность пластов, м	1–4 (средняя: 2,5)	1–10,5 (средняя: 5)
Количество пластов	12	17
Газоносность, куб. м/т	10–27	10–25
Проницаемость, мД	1–10	0,1–1
Дебит газа, тыс. куб. м/сут.	1–10	0,5–5
Дебит воды, куб. м/сут.	3–99	3–50

Проницаемость угольных пластов

Поскольку ключевым параметром, определяющим эффективность промышленной добычи, является проницаемость угольных пластов, результаты ее исследования приведены более подробно. На рис. 3 представлены данные по определению проницаемости угольных пластов в интервале глубин от 400 до 1200 м в разведочных скважинах, пробуренных на Нарыкско-Осташкинской площади. Проницаемость исследовалась нагнетанием воды в угольные пласты с постоянным расходом под небольшим давлением, исключаящим гидроразрыв исследуемых пластов (ГРП) с последующим закрытием скважины и наблюдением за восстановлением давления. С ростом глубины погружения угольных пластов и увеличением горного давления их проницаемость резко падает. Уголь является трещиноватым коллектором, его сжатие под

действием горного давления приводит к смыканию природных трещин, определяющих проницаемость пласта. Влияние горного давления на проницаемость может усугубляться напряжениями, возникшими в результате тектонических процессов.

Свидетельством того, что угольные пласты на разведанных площадях дополнительно сжаты тектоническим напряжением, являются результаты определения давления смыкания трещин при проведении мини ГРП, которые служат хорошим приближением к величине наименьшего горизонтального напряжения в пластах.

На рис. 4 представлены графики зависимости давления смыкания трещины и горного давления от глубины в угольных пластах на Нарыкско-Осташкинской площади в Кузбассе.

Видно, что в большинстве случаев давление смыкания трещины больше минимального горизонтального напряжения, посчитанного по уравнению Итона без учета тектонического горизонтального напряжения.

$$\sigma_{\min} = \left(\frac{\nu}{\nu + 1} \right) (\sigma_z - p_{nl}) + p_{nl} + \sigma_E, \quad (1)$$

где $\sigma_{\min}$ – минимальное горизонтальное напряжение в пласте, атм;

ν – коэффициент Пуассона;

σ_z – полное вертикальное напряжение, атм;

p_{nl} – пластовое давление, атм;

σ_E – тектоническое горизонтальное напряжение.

Таким образом, значительные горизонтальные тектонические напряжения могут приводить к смыканию природных трещин, уменьшая тем самым проницаемость угольного пласта.

Результаты пробной добычи метана из угольных пластов

Для оценки потенциала промышленной добычи Талдинской площади были пробурены 9 скважин, в которых выполнен комплекс геофизических, керновых и гидродинамических исследований. 4-мя скважинами были вскрыты верхние группы пластов в интервале от 350 до 600 м, 5-ю скважинами – нижние группы пластов в интервале от 600 до 900 м.

В скважинах был выполнен гидроразрыв угольных пластов с закреплением трещин керамическим пропантом, его количество изменялось в пределах от 10 до 15 т на одну

операцию гидроразрыва пластов, расчетная полудлина трещин гидроразрыва оценена в диапазоне от 30 до 80 м.

Результаты пробной добычи показали, что наиболее продуктивными являются верхние группы пластов, характеризующиеся более высокой проницаемостью. По мере погружения угольных пластов их газоносность увеличивается, но проницаемость резко падает под действием горного давления. Низкие притоки газа также были получены из скважин, вскрывших угольные пласты в зоне предполагаемого сжатия горного массива.

Опытно-промышленная разработка Талдинской площади

В результате геологоразведочных работ запасы метана угольных пластов на Талдинской площади промышленных категорий оценены в объеме около 50 млрд куб. м и поставлены на государственный баланс. Подготовлена технологическая схема опытно-промышленной разработки в составе 20 эксплуатационных скважин на годовую добычу 30 млн куб. м. В связи с небольшими объемами добычи метана его утилизация локализована на газовом промысле (рис. 5). Газ направляется на мини-ТЭС. Установлены 2 блока мини-ТЭС суммарной мощностью 2 МВт с планируемым расширением до 10 МВт. Часть газа направляется на АГНКС для использования в качестве газомоторного топлива. Прорабатывается вопрос о строительстве опытно-промышленной установки для сжижения газа небольшой мощности с целью отработки малотоннажной технологии сжижения газа и его поставок потребителям, удаленных от существующей газотранспортной системы.

Подготовка к промышленной добыче на Нарыкской площади

С 2012 г. ведутся разведочные работы на Нарыкской площади в Кузбассе с прогнозными ресурсами метана угольных пластов в объеме 410 млрд куб. м. Разведка месторождения ведется с использованием 30 скважин глубиной от 600 до 1200 м, которые вводятся в пробную эксплуатацию для оценки промышленного потенциала. Из них две скважины пробурены с горизонтальным окончанием в угольных пластах длиной 500 м с попаданием в ствол вертикальной скважины, из которой проводится извлечение пластовой воды и газа. В условиях низкой проницаемости угольных пластов осуществляется подбор оптимального состава жидкости для проведения ГРП, планируется строительство многоствольных горизонтально-разветвленных скважин.

По результатам разведочных работ и пробной добычи метана будет разработано обоснование инвестиций в промышленную добычу метана угольных пластов.

Месторождение находится на расстоянии 15 км от существующего газопровода. На первом этапе предполагается подача метана в газопровод в объеме от 1 до 1,5 млрд куб. м в год. Для этой цели необходимо пробурить порядка 1000 скважин.

Главным вопросом, на который должно дать ответ обоснование инвестиций, является экономическая эффективность реализации проекта, зависящая от двух основных факторов:

- продуктивности скважин (дебитов газа);
- затрат на строительство и заканчивание скважин, а также объектов обустройства метаноугольных месторождений.

Средние дебиты метаноугольных скважин в мире

При оценке экономической эффективности проектов добычи газа ориентируются на средние дебиты и извлекаемые запасы газа на скважину. Как показывает мировой опыт, метаноугольные скважины являются относительно низкопродуктивными, хотя имеются месторождения или участки с уникальными горно-геологическими условиями, где дебит газа измеряется сотнями тысяч кубов в сутки. На диаграмме (рис. 6) собраны данные из различных источников за период с 2008 г. по настоящее время по количеству метаноугольных скважин и их средним дебитам по странам и угольным бассейнам в мире, оцененным как отношение годового объема добычи на количество скважин. Хотя эти оценки являются достаточно условными, они помогают сориентироваться в основных показателях добычи (количестве скважин и их дебитам).

За счет совершенства и адаптации технологий добычи метана поставлена задача значительного увеличения дебитов скважин в Кузбассе.

Затраты на строительство скважин

Вторым фактором, влияющим на экономическую эффективность, является уровень затрат на строительство скважин и объекты обустройства метаноугольных месторождений. Опыт Канады и США показывает, что экономически эффективной может быть добыча метана угольных пластов из мелких недорогих скважин, вскрывающих угольные пласты на глубинах до 200–300 м и характеризующихся низкими дебитами и небольшими извлекаемыми объемами газа на одну скважину. Именно такие месторождения и изображены в нижнем левом углу диаграммы, заимствованной из материалов Вуд Мак и ВР (рис. 7). Данные по затратам на строительство скважин относятся примерно к середине прошлого десятилетия и сильно устарели. В 2007–2008 гг.

до мирового финансового кризиса стремительный рост цен на нефть повлек за собой значительное увеличение стоимости услуг сервисных компаний на строительство и заканчивание скважин. Поэтому при актуализации данных на диаграмме по стоимости скважин их необходимо сместить вправо до значений, в 1,5–2 раза превышающих представленные.

На этой же диаграмме приведены данные по стоимости – оценочным предельным извлекаемым запасам (EUR – Estimated Ultimate Recovery) на одну скважину в Кузбассе на этапе разведочных работ и пробной добычи. Для выхода на промышленную добычу метана угольных пластов помимо увеличения дебитов газа и, соответственно, извлекаемых запасов газа на одну эксплуатационную скважину необходимо также существенно сократить затраты на ее строительство и заканчивание за счет увеличения скорости проходки и сокращения времени на производство ГРП.

Государственная поддержка реализации проекта

Третьим фактором, оказывающим существенное влияние на показатели экономической эффективности проектов добычи метана угольных пластов, является их стимулирование государством в виде законодательных инициатив по предоставлению налоговых льгот. На региональном уровне государственная дума освободила предприятия, добывающие метан угольных пластов, от налога на имущество и снизила ставку налога на прибыль, отчисляемого в региональный бюджет. На федеральном уровне принят закон, устанавливающий нулевую ставку налога на добычу полезных ископаемых для метана угольных пластов.

Помимо поощрительных мер, государство обязывает угольные шахты осуществлять заблаговременную дегазацию угольных пластов с газоносностью более 13 куб. м газа на тонну сухой беззольной массы с целью повышения безопасности труда шахтеров. При этом налог на добычу угля, уплачиваемый шахтами, уменьшается на их затраты на строительство дегазационных скважин и системы сбора газа.

Выводы

Прогнозные ресурсы метана угольных пластов значительны, но в настоящее время только шестая их часть представляет интерес для промышленного освоения.

Основными факторами, сдерживающими развитие промышленной добычи метана угольных пластов в Кузбассе, являются:

- большие доказанные запасы газа в традиционных месторождениях, которые обеспечивают надежные и стабильные поставки газа на длительную перспективу;

- низкая экономическая эффективность;

- неопределенность перехода к широкомасштабной добыче.

Для перехода к широкомасштабной добыче необходимо:

- увеличить дебиты скважины за счет совершенствования технологий;

- минимизировать затраты на строительство скважин и объектов обустройства;

- стимулировать реализацию проектов со стороны государства.

ЛИТЕРАТУРА

Карасевич А.М., Сторонский Н.М., Хрюкин В.Т., Швачко Е.В. Основные направления стратегии развития ОАО «Газпром» промышленной добычи метана из угольных пластов // Спецвыпуск журнала «Газовая промышленность» – Метан угольных пластов. 2012. № 672. 04.06.2012.

ПРИЛОЖЕНИЕ

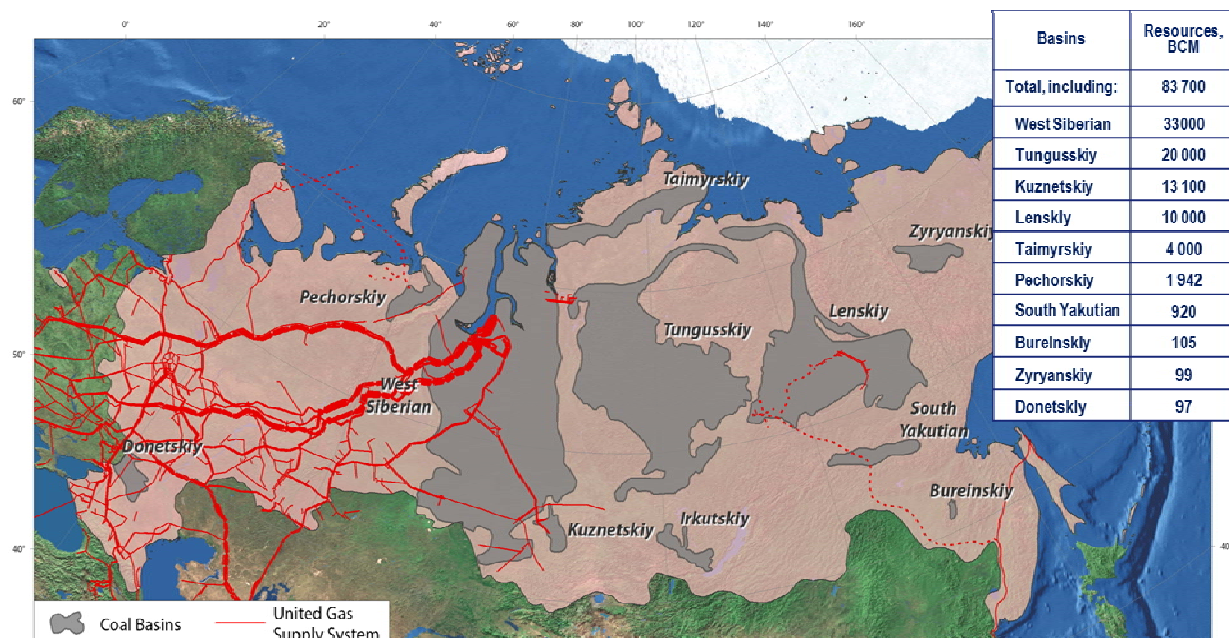


Рис. 1. Прогнозные ресурсы метана угольных пластов в России

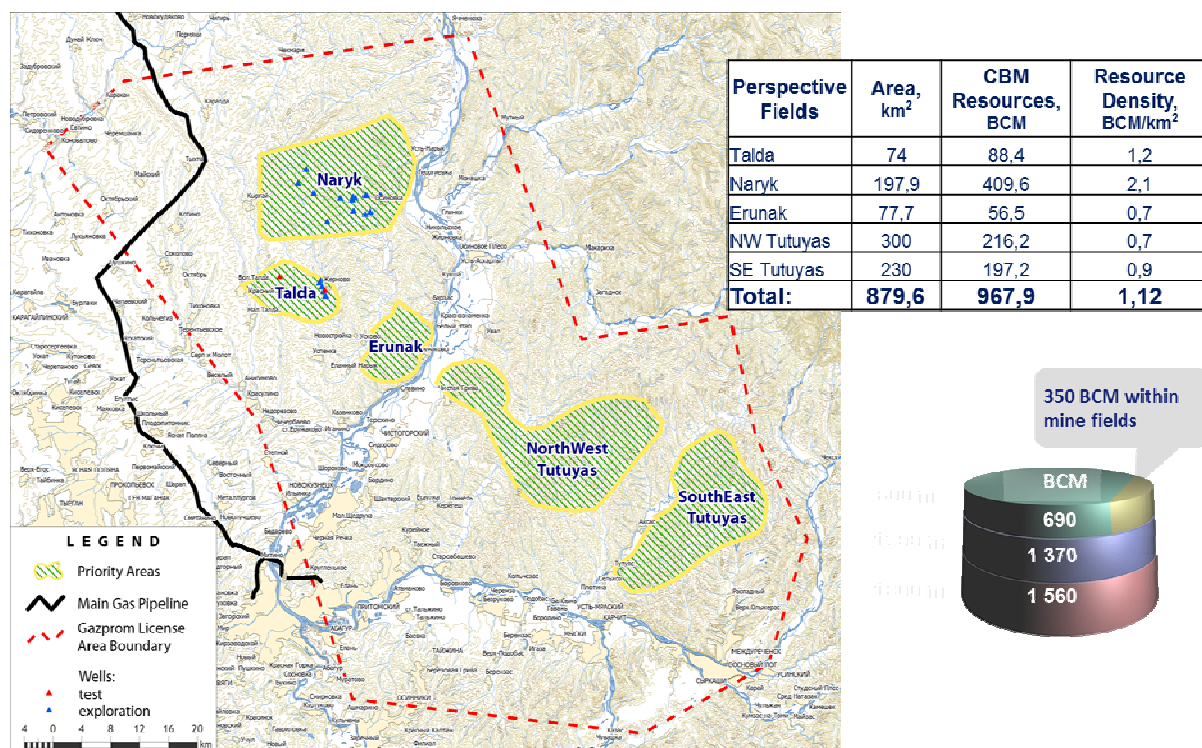


Рис. 2. Лицензионная площадь ОАО «Газпром»

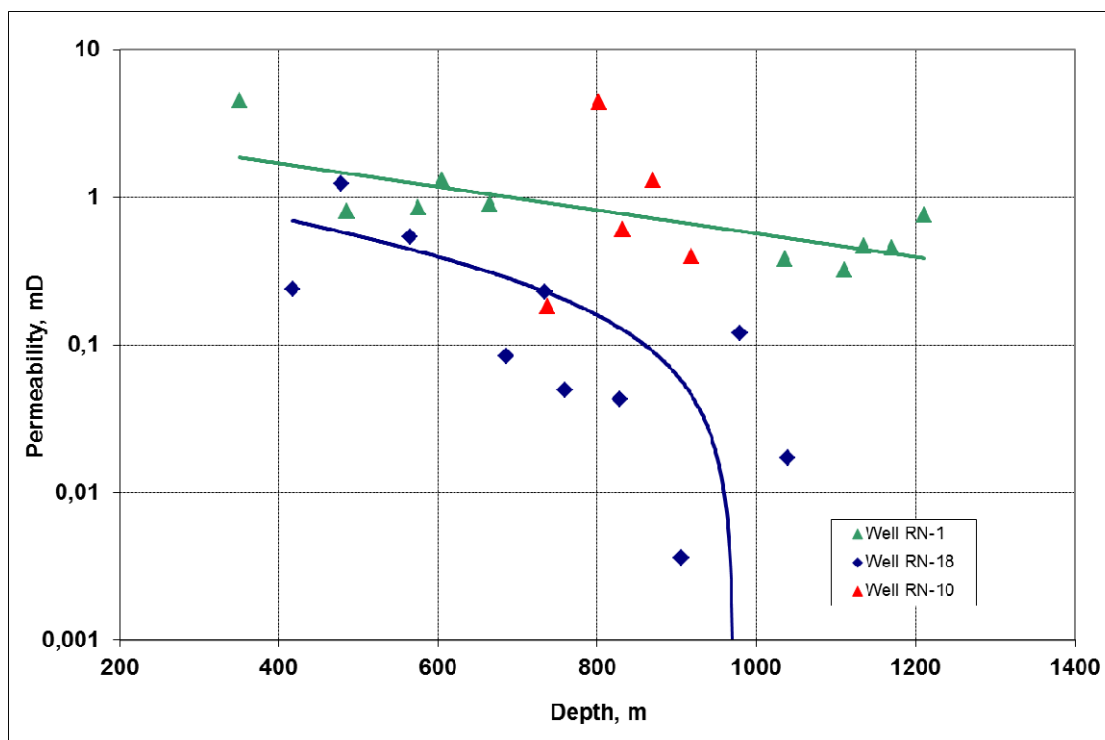


Рис. 3. Зависимость проницаемости угольных пластов от глубины

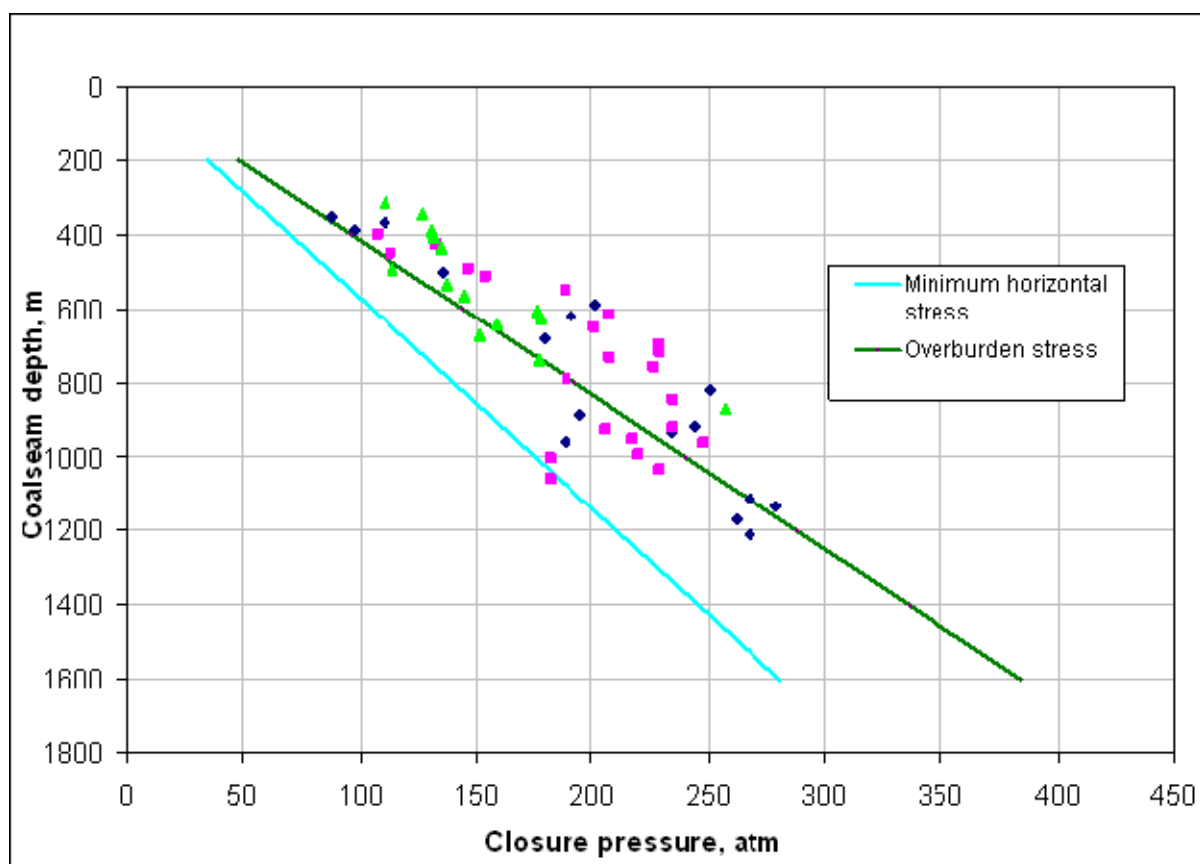


Рис. 4. Зависимость давления смыкания трещины и горного давления от глубины на разведываемых площадях в Кузбассе



Рис. 5. Утилизация газа в пилотном проекте опытно-промышленной разработки
Талдинского месторождения

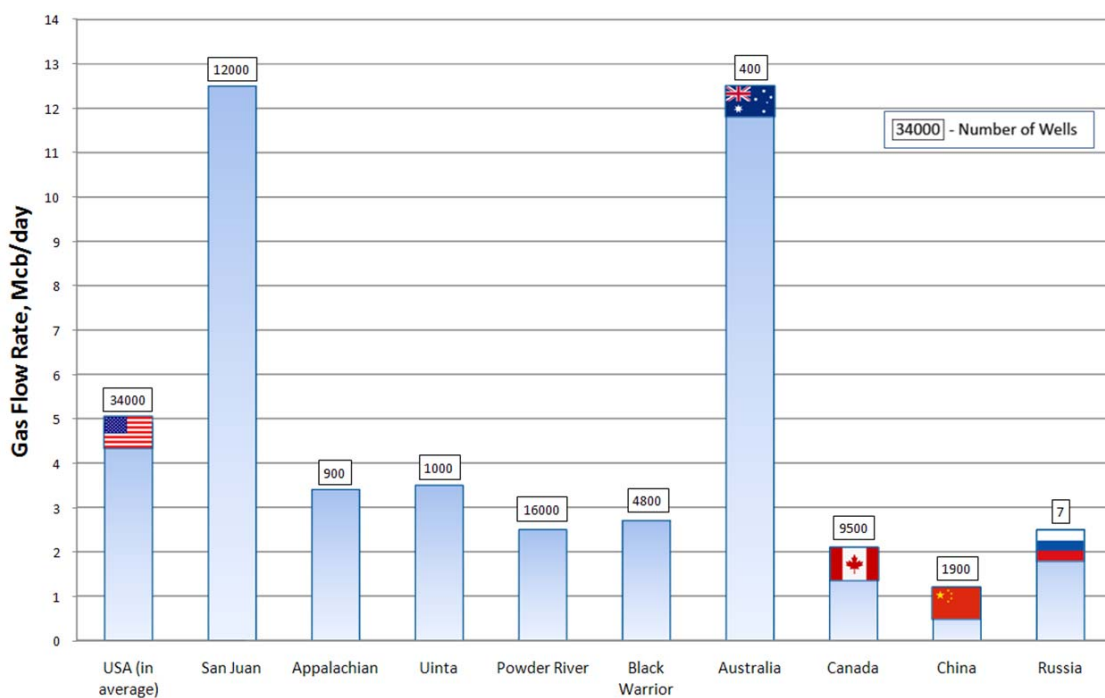


Рис. 6. Средние дебиты метаноугольных скважин в мире

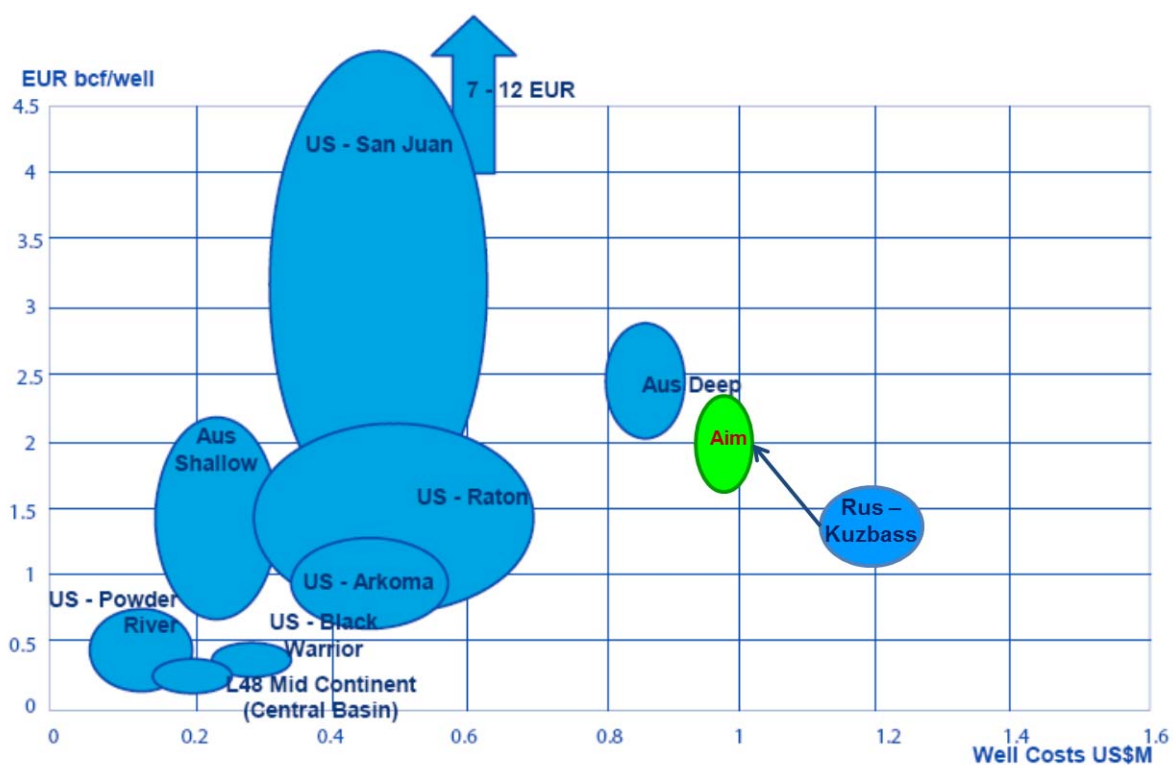


Рис. 7. Затраты на строительство метаноугольных скважин