

СЕВЕР НАДЫМ-ПУР-ТАЗОВСКОГО РЕГИОНА – ПЕРВООЧЕРЕДНОЙ ОБЪЕКТ ОСВОЕНИЯ ГИДРАТНОГО ГАЗА В РОССИИ

Е.В. Перлова, С.А. Леонов, Ю.А. Ухова (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

Анализ существующих представлений о природных гидратосодержащих породах, а также мирового опыта их исследований показал, что в настоящее время для России перспективным объектом для вовлечения в поиски, разведку и разработку нетрадиционных газовых ресурсов являются природные газогидраты континентального типа. Это обусловлено их значительными прогнозными ресурсами (до 400 трлн м³ по оценкам экспертов ООО «Газпром ВНИИГАЗ») и широким распространением в природе, так как территория РФ, значительная часть которой приурочена к зоне вечной мерзлоты, обладает благоприятными условиями для формирования и сохранения в недрах значительных ресурсов гидратного газа.

Масштабных газогидратных исследований на территории России пока не проводилось. При этом полученный в различные годы фактический материал позволяет наметить первоочередные полигоны для проведения специализированных геолого-разведочных и опытно-методических работ по добыче гидратного газа.

Особый интерес в этом плане могут представлять верхние горизонты осадочного разреза гигантских месторождений Западной Сибири [1], большинство которых вступило (или в скором времени вступит) в стадию падающей добычи. Здесь газогидратные скопления могут быть пространственно совмещены со скоплениями газа в традиционных залежах, что может облегчить как поисковые работы на газогидраты, так и будущую утилизацию газа. Существующие в их ареалах добывающая, транспортная и социальная инфраструктуры могут быть использованы еще длительное время при условии загрузки новыми объемами гидратного газа.

В целом в континентальных условиях процессы образования и сохранения промышленно значимых скоплений природных газогидратов в современной зоне стабильности гидратов (ЗСГ) контролируются рядом факторов, которые можно разделить на две группы.

К первой группе относятся факторы, определяющиеся климатическими и термобарическими условиями разреза: палеоклиматической и климатической обстановкой, благоприятной для образования и сохранения газогидратов, температурой разреза, пластовым и поровым давлением и т.д. Ко второй группе относятся факторы, определяющиеся геолого-геохимическими и тектоническими особенностями района: наличием пород-коллекторов, покрышек, разломных зон, источников газа, его химического состава и т.д.

На основе проведенного анализа геологических, термобарических и геохимических факторов, с учетом опыта специализированных работ по изучению газогидратных скоплений на Аляске и на севере Канады проведено районирование севера Западной Сибири по распространению и мощности ЗСГ, которая во многом определяет перспективы гидратоносности разреза (рисунок).

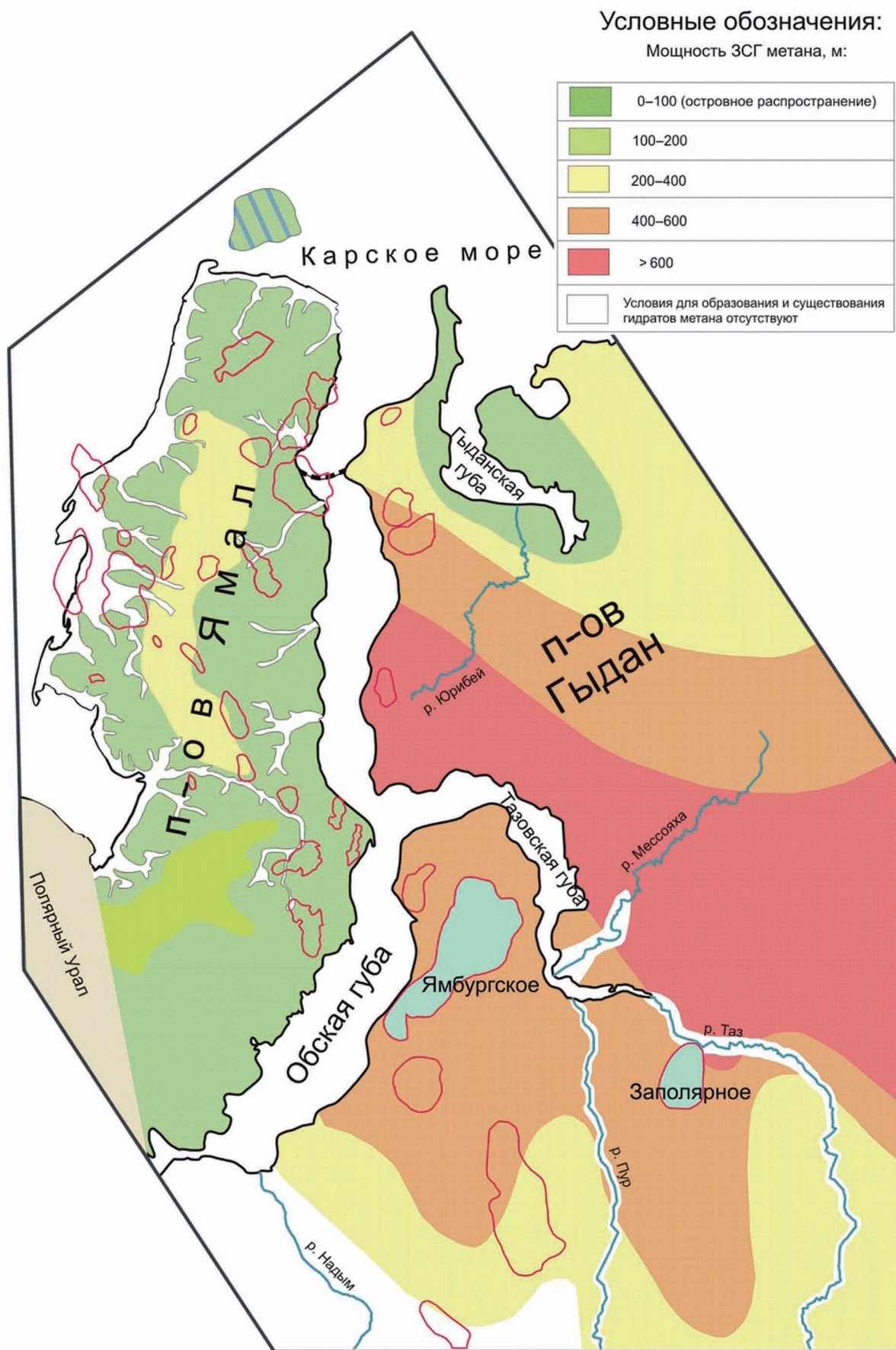
Распространение и мощность ЗСГ определяются, главным образом, распространением и мощностью современной криолитозоны. Север Западной Сибири расположен в области сплошного распространения многолетнемерзлых пород и в зависимости от мощности и температурного режима пород криолитозоны имеет дифференцированный характер распространения ЗСГ.

На п-ове Ямал максимальные мощности криолитозоны приурочены к его осевой части, где развит наиболее древний и возвышенный геоморфологический уровень – салехардская равнина. Мощность криолитозоны здесь достигает 450 м.

Осевая часть полуострова со всех сторон окружена обширными территориями казанцевской морской равнины, морских, лагунно-морских и надпойменных террас. Мощность криолитозоны здесь варьирует от 150 до 300 м. Наименьшие по величине мощности субаэральной криолитозоны (0–150 м) характерны для участков пойм рек, лайд и островов в Карском море.

Температуры пород на глубине нулевых годовых амплитуд составляют $(-7) \div (-9)$ °С, градиент температуры в мерзлой толще составляет 1,5–2 °С/100 м. Ниже подошвы криолитозоны градиент температуры по данным термометрии в глубоких скважинах варьирует от 3 до 5 °С/100 м [2].

По проведенным оценкам, мощность ЗСГ метана в осевой части п-ова Ямал составляет 200–400 м, снижаясь к югу от р. Юрибей до 100–200 м. На более низких уровнях, где мощность



Распространение и мощность зоны стабильности гидратов метана на севере Западной Сибири

криолитозоны не превышает 300 м, ЗСГ гидратов метана имеет островное распространение, мощностью до 100 м (см. рисунок).

На севере п-ова Гыдан в прибрежных районах породы криолитозоны имеют сплошное распространение, мощностью от нескольких десятков до 200–250 м. Мощности и температурного режима пород криолитозоны в этих районах либо недостаточно для существования зоны стабильности гидратов метана, либо ее мощность составляет незначительные величины (0–100 м).

В центральной, южной и восточной частях п-ова Гыдан мощность криолитозоны достигает значений до 500 м и более, что определяет существование ЗСГ метана мощностью до 600 м и более.

Мощность пород криолитозоны в Надым-Пур-Тазовском регионе (НПТР) изменяется от 350 до 500 м. Характерной особенностью криолитозоны данного района является аномально низкий геотермический градиент в мерзлой толще – 0,3–0,5 °С/100 м, что может являться дополнительным признаком наличия в разрезе частично диссоциированных газогидратных скоплений [3].

Мощность ЗСГ метана в НПТР также закономерно зависит от мощности и температурного режима пород криолитозоны. Так, на севере региона мощность ЗСГ достигает 600–700 м, что связано с аномально низким теплопоток из недр.

В районе Ямбургского НГКМ, при мощности криолитозоны около 400 м, мощность ЗСГ метана составляет 470–480 м. На Заполярном НГКМ, где палеоген-четвертичные породы имеют более песчаный состав по сравнению с северными территориями (например, с Ямбургским НГКМ), мощность криолитозоны достигает 500 м, а мощность ЗСГ метана возрастает до 580–600 м.

Южнее, на основной площади Уренгойского месторождения, мощность криолитозоны сокращается по сравнению с севером НПТР и составляет в среднем около 350 м. Соответственно, мощность зоны стабильности гидратов метана сокращается до 320–330 м. Южнее и юго-западнее мощность криолитозоны снижается до величин менее 250 м и ее недостаточно для существования ЗСГ метана.

В геологическом строении надсеноманской части осадочного чехла, попадающего в ЗСГ на севере Западной Сибири, принимают участие песчано-глинистые отложения позднемелового, палеогенового и четвертичного возраста.

Разрез верхнемеловых пород представлен глинисто-алевритовыми отложениями кузнецовской свиты туронского возраста мощностью от 40–80 м на юге до 200 м на севере и глинами с прослоями алевролитов часельской свиты. На севере территории распространены отложения березовской свиты ипатовского горизонта (коньяк-сантон), представленные опоковидными алевритистыми глинами с прослоями песчаников и алевритов мощностью до 400 м и слабоалевритистыми глинами ганькинской свиты (возраст пород – кампан-маастрихт-дат) мощностью от 25 до 240 м. Описанные породы верхнего мела по своему литологическому составу не являются перспективными с точки зрения гидратоносности.

Восточнее и северо-восточнее (по направлению к Заполярной и Тазовской площадям) верхнемеловые отложения ганькинской свиты фациально замещаются опесчаненными отложениями танамской свиты маастрихт-датского ярусов, которые могут являться перспективным гидратоносным коллектором [4].

Отложения кайнозойского возраста, в которых предполагается широкое распространение скоплений газогидратов, в настоящее время мало изучены. Они представлены чередованием песков, алевролитов, глин и достигают мощности 300–400 м. На рассматриваемой территории отложения кайнозоя сложены породами называемой серии, состоящей из талицкого горизонта палеоцена, представленного тибейсалинской и талицкой свитами, и люлинворской свиты эоцена [5].

Четвертичные отложения перекрывают палеогеновые и распространены практически повсеместно. Их мощность колеблется от 70 до 150 м, достигая в погребенных долинах рек 200 м. На севере района исследования отложения представлены в основном морскими фациями, которые к югу от полярного круга сменяются отложениями континентального, часто ледникового генезиса.

Таким образом, на севере Западной Сибири в надсеноманской части разреза в интервал ЗСГ метана целиком или частично попадают два регионально распространенных стратиграфических комплекса – отложения танамской свиты верхнего мела (в восточной части) и континентальной подсвиты тибейсалинской свиты нижнего палеогена [1].

Для отложений танамской свиты характерно наличие хороших коллекторов, перекрытых литологическими экранами, и крупных структурных ловушек. Породы танамской свиты попадают в ЗСГ в районе Тазовского и Заполярного месторождений. Мощность отложений танамской свиты колеблется от 80 до 160 м. Породы-коллекторы представлены песками и песчаниками. Отложения танамской свиты перекрыты покрывками регионального значения – нижней глинистой пачкой тибейсалинской свиты мощностью более 100 м.

Отложения тибейсалинской свиты на севере Западной Сибири практически полностью попадают в интервал ЗСГ. Породы-коллекторы представлены мелкозернистыми песками с прослоями углей. Мощность отложений колеблется от 100 м на юго-западе и северо-западе региона до 180–220 м в его центральной и восточной частях. Разрезы пород характеризуются наличием региональных коллекторов, перекрытых глинистыми породами люлинворской свиты мощностью более 200 м.

Следует отметить, что в НПТР оба стратиграфических комплекса с перспективными на газогидраты коллекторами тибейсалинского и танамского возрастов практически полностью попадают в интервал ЗСГ, в отличие от остальной территории севера Западной Сибири.

Геологические ресурсы гидратного газа на севере Западной Сибири оценивались с учетом дифференцированных по площади мощностей ЗСГ метана и попадающих в нее потенциально гидратоносных коллекторов. Суммарные геологические ресурсы гидратного газа могут достигать 13,4 трлн м³ (таблица).

Общие геологические ресурсы гидратного газа на севере Западной Сибири

Мощность ЗСГ метана, м	Площадь, тыс. км ²	Общие ресурсы, трлн м ³
200–300	14,9	0,5
300–400	37,3	1,5
400–500	48,7	2,4
500–600	69,5	4,2
Более 600	68,5	4,8
		Итого: 13,4

Исходя из анализа геологических, термобарических и тектонических предпосылок, с учетом экономических факторов, а также наличия фактических данных, указывающих на гидратоносность недр, для постановки опытно-методических работ на континентальные газогидраты. На севере Западной Сибири рекомендуются два объекта – Ямбургское и Заполярное месторождения.

На Ямбургском месторождении ЗСГ метана расположена в интервале глубин 260–730 м. При освоении месторождения из интервала ЗСГ фиксировались многочисленные интенсивные газопроявления при бурении под кондуктор эксплуатационных скважин (забой 500–550 м), при бурении скважин под электро-химическую защиту газопроводов (забой до 300–350 м) (по данным ООО «Газпром добыча Ямбург» и др.). Часто динамика газопроявлений имела особенности, характерные для разложения газогидратов – интенсивные, быстро затухающие выбросы газа. Эффективная мощность газопроявляющих интервалов здесь достигает 20 м. Например, при бурении эксплуатационных скважин на Анерьяхинской площади (ГП 4) в буровых журналах практически всех скважин в указанном интервале отмечены интенсивные газопроявления – разгазирование промывочной жидкости и выбросы бурового раствора объемом до 120 м³ на высоту до 6 м над устьем скважины.

На основе статистической обработки фактического материала показано, что газопроявления из ЗСГ Ямбургского НГКМ сосредоточены в интервале глубин 400–550 м и приурочены к континентальной подсите тибейсалинской свиты. Отложения представлены песками с редкими прослоями глин.

Оценка прогнозных ресурсов гидратного газа показала, что на Ямбургском месторождении площадь ЗСГ метана мощностью около 500 м составляет 5700 км². При этом суммарная мощность коллекторов тибейсалинского возраста, попадающих в интервал ЗСГ, составляет около 150 м. Общие геологические ресурсы гидратного газа могут составлять около 340 млрд м³. Извлекаемые ресурсы газа в зависимости от коэффициента извлечения с учетом существующих технологий могут варьировать от 100 до 240 млрд м³.

На территории Ямбургского месторождения полигон для опытно-методических работ на природные газогидраты рекомендуется организовать в районе ГП 4 (куст № 433 эксплуатационных скважин).

На Заполярном НГКМ ЗСГ метана залегает в интервале глубин 260–840 м. Выбросы газа из интервала ЗСГ неоднократно фиксировались при бурении разведочных и эксплуатационных скважин в виде фонтанирования газа и разгазирования промывочной жидкости (по данным ООО «Тюменьбурггаз», ООО «Газпром добыча Ямбург» и др.).

Статистическая обработка фактических данных показывает, что газопроявления с динамикой, характерной для разложения газогидратов, на Заполярном НГКМ приурочены к двум интервалам глубин в пределах ЗСГ – 300–400 м (коллекторы тибейсалинской свиты) и 480–580 м (коллекторы танамской свиты). Суммарная мощность потенциально гидратосодержащих горизонтов обеих свит составляет около 200 м. Мощность отдельных газопроявляющих, потенциально гидратоносных интервалов достигает 15 м.

На Заполярном НГКМ ЗСГ метана имеет мощность около 580 м и занимает площадь 1500 км². При этом суммарная мощность коллекторов тибейсалинского и танамского возраста, попадающих в интервал ЗСГ, равна примерно 200 м. Общие геологические ресурсы газа в надсенноманском разрезе могут составлять около 90 млрд м³. Извлекаемые ресурсы газа с учетом существующих технологий, в зависимости от коэффициента извлечения газа могут варьировать от 27 до 63 млрд м³.

По результатам анализа фактических данных, указывающих на возможную гидратоносность разреза, наиболее перспективными площадями для организации опытно-методических полигонов на территории Заполярного НГКМ являются территории в районе ГП 1 и 3 (104 и 307 кусты эксплуатационных скважин).

Список литературы

1. *Перлова Е.В.* Первоочередные объекты для поиска гидратов метана в надпродуктивных толщах действующих месторождений севера Западной Сибири / Е.В. Перлова, В.С. Якушев, Н.А. Махонина, С.А. Леонов // Полезные ископаемые мирового океана – 4: Материалы Международной конференции 12–15 мая 2008 г., г. Санкт-Петербург. – С-Пб.: ВНИИОкеангеология, 2008 (CD).
2. *Строение и свойства пород криолитозоны южной части Бованенковского газоконденсатного месторождения* / Отв. ред. Е.М. Чувиллин. – М.: ГЕОС, 2007. – 136 с.
3. *Романовский Н.Н.* Основы криогенеза литосферы / Н.Н. Романовский. – М.: МГУ, 1993. – 335 с.
4. *Агалаков С.Е.* Ресурсы газа в зонах стабильности газогидратов на севере Западной Сибири / С.Е. Агалаков, А.Р. Курчиков // Наука и техника в газовой промышленности. – 2004. – № 1–2. – С. 26–35.
5. *Строганов Л.В.* Газы и нефти ранней генерации Западной Сибири / Л.В. Строганов, В.А. Ско-робогатов. – М.: Недра, 2004. – 415 с.