

больших глубинах, также они более дорогие, чем шарошечные. Шарошечные долота также обладает высокой износостойкостью, но их ресурс может быть ниже, подходят для глубокого бурения, так как выдерживают высокие осевые нагрузки, для покупки они более доступны по цене.

Для взрыва данных пород были выбраны аммонит БЖВ и детомит М как самые распространённые взрывчатые вещества, которые могут использоваться для сухих и обводненных грунтов. Аммонит БЖВ обладает более высокой мощностью и обеспечивает более эффективное разрушение горных пород. Детонит М имеет несколько меньшую мощность, но также может использоваться для бурения этих пород, особенно при меньших требованиях к производительности. Выбор между аммонитом и детомитом зависит от конкретных геологических условий, требуемой производительности и экономических факторов.

В таблице 2 приведено примерное количество ВВ. Диапазон зависит от взрывчатого вещества и конкретных геологических условий.

Таблица 2

### Возможные варианты решения влияний свойств горных пород

Показатели	Гранит	Гнейс	Сланец	Кварцит
Твердость	114-116	60-70	52	70-80
Тип долота	Алмазные, шарошечные ТЗ	Шарошечные Т	Шарошечные С, СЗ	Шарошечные ТЗ
Пластинчатые свойства	2	1,5	1	1
Тип и мощность взрывчатого вещества	Сильные ВВ (аммонит БЖВ, детомит М)	Сильные ВВ (аммонит БЖВ, детомит М)	Сильные ВВ (аммонит БЖВ, детомит М)	Сильные ВВ (аммонит БЖВ, детомит М)
Плотность	2,63-2,75	2,6-2,9	1,4-1,6	2,6
Примерное количество ВВ на 1м <sup>3</sup> породы	0,5-2 кг	0,5-2 кг	0,3-1,5 кг	0,5-2 кг
Угол естественного откоса	70-80°			

1. Глоба В.М. Буровзрывные работы при строительстве магистральных трубопроводов и подземных хранилищ. – Москва: Недра, 2019. – 239 с.

2. Транспорт нефти – Текст: электронный. – URL: <https://www.neftegaz-expo.ru/ru/articles/2016/transport-nefti/>

3. Перевозка сжиженного газа с помощью автотранспорта – Текст: электронный: URL: <https://avtostradatrade.ru/o-kompanii/blog/perevozka-szhizhennogo-gaza-s-pomoshhyu-avtotransporta/>

4. Транспортировка газа – Текст: электронный. – URL: [https://i-con.su/news/transportirovka\\_gaza/](https://i-con.su/news/transportirovka_gaza/)

5. Новый 800-километровый газопровод построят от Хабаровска до Амурской области – Текст: электронный: URL: <https://prokhab.ru/news/zhkzh/novyj-800-kilometrovyy-gazoprovod-postrojat-ot-khabarovska-do-amurskoj-oblasti-18076.html>

УДК 621.6

## ГАЗОГИДРАТЫ, КАК АЛЬТЕРНАТИВА ЖИДКОМУ ТОПЛИВУ

**В.С. Щеглеватых, бакалавр**

*Владивостокский государственный университет  
Владивосток, Россия*

**Аннотация.** Увеличение темпов развития мировой экономики и использование новейших технологий в области энергетики способствуют более интенсивному развитию энергетического кризиса. На протяжении десятков миллионов лет, природа накапливала огромные объемы минеральной энергии – угля,

нефти и природного газа. Эти ресурсы в течение 100–200 лет могут быть полностью исчерпаны. Необходимо искать и использовать новые источники. Одним из перспективных являются природные газогидраты.

**Ключевые слова:** газогидраты, природный газ, транспорт газа, газогидратные гранулы, метан, российский шельф, жидкое топливо.

## GAS HYDRATES AS AN ALTERNATIVE TO LIQUID FUELS

**Abstract.** The rapid development of the global economy and the widespread use of energy-intensive technologies contribute to the active development of the energy crisis. Over hundreds of millions of years, nature has accumulated huge resources of mineral energy – coal, oil, natural gas, which can be completely exhausted in 100–200 years. It is necessary to search for and use new sources. One of the promising ones is natural gas hydrates.

**Keywords:** gas hydrates, natural gas, gas transportation, gas hydrate granules, methane, Russian shelf, liquid fuel.

### Введение

На сегодняшний день природный газ является одним из основных источников энергии, а также сырьем для химической промышленности. В большинстве случаев, природный газ транспортируется в виде сжиженного природного газа по трубопроводам. Известно, что из-за дороговизны заводов системы транспортировки сжиженного природного газа были приняты только для очень крупных газовых месторождений. Следовательно, существует необходимость поиска альтернативных способов транспорта и хранения газа. Таким, на перспективу, является транспортировка в газогидратном виде. Целью исследования является изучение возможности использовать газогидраты как альтернативу жидкому топливу.

### Природные газовые гидраты

Природные газовые гидраты, также известные как "горючий лед", представляют собой твердые кристаллические соединения, которые образуются при определенных термобарических условиях из воды и газа. При повышении температуры и снижении давления гидрат разлагается на газ и воду, при этом поглощается большое количество теплоты. Их характерной особенностью является высокое содержание метана: из одного кубометра ПГГ можно получить более 160 куб. м. этого газа. Структура газовых гидратов представлена на рис. 1.

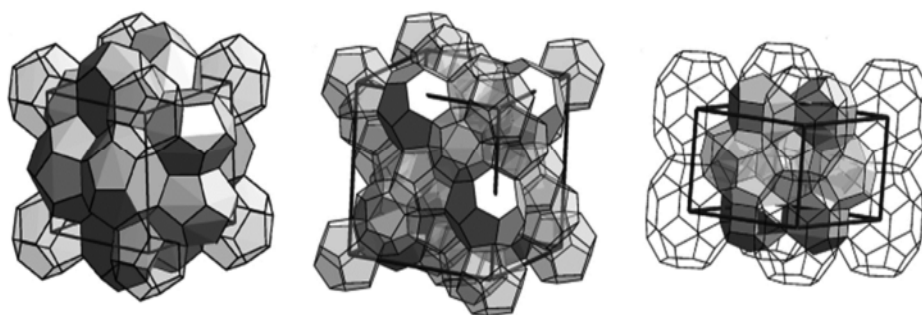


Рис. 3. Схематичные изображения структур газовых гидратов

Различают техногенные и природные гидраты. Природные гидраты могут формировать скопления или находиться в рассеянном состоянии. Они чаще всего встречаются в местах, где сочетаются высокое давление и низкие температуры, таких как глубоководье (на дне глубоких озер, океанов и морей) и зоны вечной мерзлоты (например, арктический регион). Глубина залегания газовых гидратов на морском дне обычно составляет от 500 до 1500 метров, а в арктической зоне – от 200 до 1000 метров. Техногенные газогидраты могут образовываться в системах добычи природного газа (в стволах скважин, трубопроводах, призабойных зонах и так далее).

На сегодняшний день существует несколько методов обнаружения залежей газовых гидратов: сейсмическое зондирование, гравиметрический метод, измерение теплового и диффузного потоков над залежью, изучение динамики электромагнитного поля в исследуемом регионе и др.

Пока их добыча идет в сравнительно небольших масштабах, преимущественно из-за ряда нерешенных проблем. Например, для добычи газовых гидратов в Китае пришлось бурить скважины на

большую глубину, что не только неудобно, но также требует применения дорогостоящих технологий. В общем, стоимость промышленной разработки месторождений газогидратов оценивается в диапазоне \$175–350 за 1000 куб. м., что на данный момент значительно превышает затраты на другие способы добычи природного газа. Кроме того, существует риск для окружающей среды и здоровья людей. При разработке месторождений газогидратов существует высокая вероятность утечек метана. Отдельно стоит проблема их транспортировки.

В России ситуация с газогидратами складывается таким образом. По оценкам Газпром ВНИИГАЗ, ресурсы метана в газогидратах на территории РФ составляют от 100 до 1000 трлн кубометров, в арктической зоне, в том числе морях, – до 600-700 трлн. Но заявления экспертов и официальные документы говорят о том, что в ближайшие 10-40 лет РФ вряд ли будет вести разработку месторождений ПГТ, главным образом, из-за еще не исчерпавших себя до конца месторождений обычного газа.

Поэтому сейчас основной упор делается на создание технологий для бурения и добычи газа, чем и занимаются российские ученые.

### **Основные проблемы освоения газогидратных ресурсов метана**

**Экологическая опасность.** Разработка газогидратных месторождений неизбежно приведет к увеличению объемов выброса природного газа в атмосферу и, как следствие, к усилению парникового эффекта. Метан является мощным парниковым газом и, несмотря на то, что его время жизни в атмосфере меньше, чем у CO<sub>2</sub>, потепление, вызванное выбросами в атмосферу больших количеств метана, будет в десятки раз быстрее, чем потепление, вызванное углекислым газом. Во избежание этого необходима интеграция данных комплексных анализов разведки, прогнозирование возможных поведения залежей.

**Экономические проблемы.** Необходима разработка таких систем извлечения газа из гидратов и его доставки потребителям, которая обеспечивала бы конкурентоспособность гидратного газа с другими источниками энергии.

**Технологические проблемы.** Отсутствие надёжных, безопасных и экономически оправданных технологий добычи метана из гидратов.

### **Технологии искусственного получения газогидрата**

На сегодняшний день известны следующие методы производства искусственных гидратов природного газа:

- механическое перемешивание жидкой фазы и газовой;
- мелкодисперсное распыление водяной струи в атмосфере газа.

Для интенсивного процесса возможно комбинирование методов, а также применение дополнительных физических воздействий на процесс гидратообразования.

Немецкие ученые предложили непрерывную схему получения газового гидрата, основанную на принципе механического перемешивания с использованием формовочных прессов. Схема состоит из реактора непрерывного перемешивания (далее CSTR), устройств дегидратации, гранулирования, охлаждения. Авторы отметили, что внедрение газогидратных технологий в промышленность требует непрерывности процесса и малой энергозатратности, потому для больших объемов производств подходит именно реактор CSTR, но обязательно в сочетании с другими способами для ускорения процесса гидратообразования.



Рис. 4. Реактор CSTR

Так же был предложен новый ударно-волновой способ получения газовых гидратов, основанный на интенсивном воздействии на газожидкостные среды ударных волн, что приводит к достаточно быстрому процессу гидратообразования. Схема экспериментальной установки показана на рис. 3. Суть эксперимента заключается в следующем. Вода в сосуде охлаждается до температуры гидратообразования (2—8 °С), после чего в него подается газогидратообразователь. Давление газа в баллоне (из которого осуществляется подача) существенно превышает давление в реакторе, а его температура равна температуре в помещении. Поступая в сосуд, газ нагнетает в нем давление, охлаждается до температуры окружающей среды и сжижается. В результате, скапливается либо на дне сосуда, либо на поверхности воды (в зависимости от плотности). Далее сжиженный газ, находящийся под слоем воды, взрывным образом вскипает и активно перемешивается с водой, в результате чего формируется развитая межфазная поверхность. Среда при этом попадает в область гидратообразования, в результате чего на поверхности пузырьков начинает интенсивно расти гидратная корка. Из-за активного кипения поверхность пузырьков постоянно претерпевает внешние воздействия, в результате чего плёнка гидрата имеет пористую структуру (либо вовсе отслаивается в виде хлопьев).

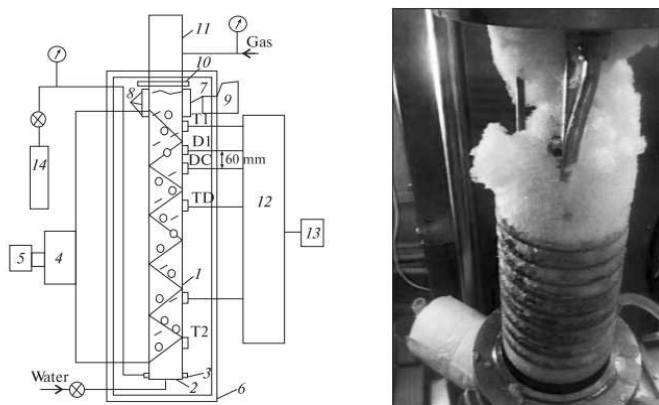


Рис. 5. Схема экспериментальной установки типа «ударная труба»

### Технологии транспортировки газогидрата

Технология транспортировки природного газа в газогидратной форме является наиболее перспективной и безопасной.

В настоящее время основным методом транспортировки гидратов в замороженном состоянии является японская технология. Сначала гидраты замораживаются в специальной установке, затем разделяются на блоки, которые загружаются в специальные контейнеры и отправляются в рефрижераторах к месту назначения. Если речь идет про Арктику, то их можно перевозить, как уголь, в открытых вагонах или любых емкостях.

Кроме того, существует еще одна японская технология, при которой гидраты разделяются на гранулы приблизительно 20 мм в диаметре и транспортируются с помощью специально разработанных автомобилей контейнерного типа. Благодаря своей уникальной метастабильности при атмосферном давлении и температуре, гранулы остаются в твердом состоянии. Транспортировка таблетированного гидрата уже широко используется в Японии для поставки метана как крупным, так и мелким потребителям.



Рис. 6. Газогидратные гранулы

Гранулы твердого газа представляют собой экономичный и перспективный способ хранения и транспортировки этого углеводорода. Для транспортировки требуются температуры в пределах минус 15–20 градусов Цельсия и атмосферное давление. В таком состоянии газ может быть перевезен в обычном холодильнике. При доставке на место и последующем оттаивании газ выделяется и направляется к месту использования. Хранение и транспортировка природного газа в клатратных гидратах обладает значительным потенциалом благодаря ряду преимуществ:

- процесс образования клатратного гидрата является экологически безопасным, поскольку для синтеза требуется лишь вода и природный газ (а также промоторы при необходимости);
- метан хранится в соответствующей молекулярной форме, что обеспечивает его эффективное сохранение;
- для процессов производства и хранения требуются умеренные условия температуры и давления;
- высококомпактный способ хранения с относительно высоким содержанием энергии на единицу объема;

Безопасное хранение благодаря невзрывоопасной природе гидратов.

Природный газ, находящийся в гидратах, может высвободиться без риска взрыва и легко локализуется даже при воспламенении, в отличие от традиционных методов хранения природного газа. При диссоциации гидратов образуется вода, что снижает взрывоопасность газа, в отличие от СПГ или КСПГ, которые могут взорваться при воспламенении. Гидратообразующее вещество можно использовать многократно, что способствует снижению выбросов в окружающую среду.

### **Главное преимущество**

Сегодня активно развивается добыча ресурсов в холодных районах, таких как Арктика и Сибирь с их вечной мерзлотой. Из-за особенностей местности, где грунты могут протаивать и промерзать, строительство обычных трубопроводов может быть нецелесообразным. Однако хранение газа в гидратном состоянии становится все более популярным и удобным в таких условиях. Из одного кубометра газогидратов можно получить более 160 куб. м. метана, что позволяет увеличить объем перевозимого газа на единицу объема, что в итоге приводит к экономии ресурсов и энергии. Низкие температуры, характерные для российского Севера, являются даже преимуществом при использовании гидратной технологии.

### **Вывод**

Гидратные залежи газа представляют значительные потенциальные ресурсы, которые могут надолго обеспечить человечество высококачественным энергетическим сырьем.

Добыча газа из гидратных залежей способна значительно изменить ситуацию на газовом рынке, что может повлиять на экспортные перспективы России.

Газогидраты могут служить в качестве хранения и транспортировки природного газа. Они имеют высокую энергетическую плотность, что позволяет увеличить объем перевозимого газа на единицу объема.

Газогидраты могут служить как способ хранения углекислого газа, который является одним из главных причин глобального потепления. Это может быть полезным для снижения выбросов парниковых газов в атмосферу.

---

1. Пичугин З.А., Гулый Н.И. Газогидраты: условия залегания, технологии обнаружения и добычи // Инновационная наука. 2017. №5

2. Обжиров А.И. Газогидраты как альтернативный источник углеводородов // НефтеГазоХимия. 2016. №4.

3. Гошовский С.В., Зурьян А.В. Обзор технологий искусственного получения газогидратов // Геология и полезные ископаемые мирового океана. – 2019. – № 1(15). – С. 97–114.

4. Хавкин А.Я., Табакаева Л.С. Инновационная технология разработки месторождений газогидратов // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. 2012. №1 (5)

5. Гошовский С.В., Зурьян А.В. Обзор технологий искусственного получения газогидратов // ГПИМО. 2019. №1 (55)

6. Караичев К.Н. Перспективы разработки газогидратных залежей // Россия в глобальном мире. 2017. №10 (33)

7. Надараина К. В. Технологические возможности извлечения газа из природных газогидратов // Вологодские чтения. 2009. №72

## Секция. ИННОВАТИКА НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 656.13

### ВНЕДРЕНИЕ ОЧКОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СКЛАДСКИХ ПРОЦЕССОВ

**Н.А. Бубнова, И.А. Кравченко**, бакалавры  
**Г.И. Попова**, старший преподаватель

*Владивостокский государственный университет  
Владивосток. Россия*

**Аннотация.** В настоящее время все сферы общественной жизни подвержены цифровизации и введению новых технологий. В статье рассмотрены преимущества и недостатки использования очков дополненной реальности на примере двух компаний города Владивосток. Также предложен алгоритм внедрения дополненной реальности на предприятиях.

**Ключевые слова:** автоматизация работы складов, дополненная реальность, очки дополненной реальности, складская операция, недостатки очков дополненной реальности.

### IMPLEMENTATION OF AN AUGMENTED REALITY SYSTEM IN AN ENTER-PRISE TO OPTIMIZE WAREHOUSE PROCESSES

**Abstract.** Currently, all areas of public life are subject to digitalization and the introduction of new technologies. The article discusses the advantages and disadvantages of using augmented reality glasses using the example of two companies in the city of Vladivostok. A diagram of the implementation of augmented reality in enterprises is also provided.

**Keywords:** warehouse automation, augmented reality, augmented reality glasses, warehouse operation, disadvantages of augmented reality glasses.

**Цель:** Определить целесообразность использования очков дополненной реальности для оптимизации складских процессов на предприятиях

Актуальность работы заключается в необходимости сократить денежные и временные затраты на складские операции. Этого можно добиться с помощью применения инновационных технологий, одной из которых является дополненная реальность. Цифровизация, которая затрагивает практически все области экономики, подталкивает компании к развитию. В настоящее время область логистики подвергается значительным изменениям, так как появляются инновационные технологии и девайсы. Для того чтобы улучшать эффективность и оставаться конкурентоспособными, компании должны повышать уровень сервиса.

**Научная новизна:** заключается в описании примеров использования устройств дополненной реальности на складах различных предприятий. А также в разработке алгоритма внедрения данной технологии на предприятиях.

**Методы исследования:** наблюдение, анализ научной литературы, метод сравнения.

Дополненная реальность или AR – это технология, которая объединяет реальный и виртуальный мир, накладывая изображения на физические объекты. Виды систем дополненной реальности: головные дисплеи, мобильные и стационарные экраны, устройства пространственной дополненной реальности.

**Принцип работы системы:** Камера, находящаяся в девайсе, захватывает и анализирует окружающий мир. После этого программное обеспечение накладывает на реальный мир виртуальный объект и синхронизирует его с физическим миром. Далее программа показывает изображение на экране электронного девайса.

Существуют 3 основных технологии системы дополненной реальности:

1. Безмаркерная, в ее работе физические объекты сами по себе служат маркерами.
2. Технология на базе маркеров предполагает специальные метки-маркеры, которые будут считываться сканером. К таким маркерам относятся QR-код, RFID-метки.