

УДК 621.3

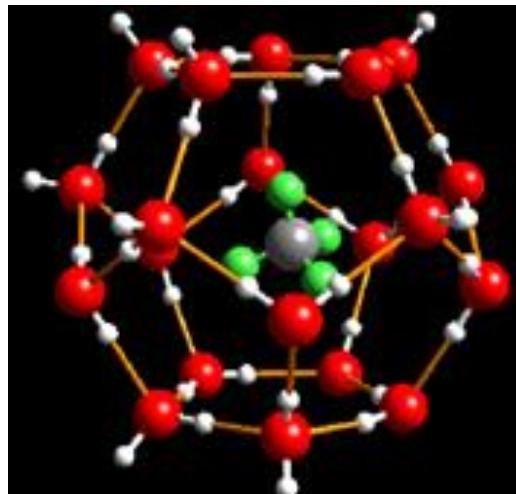
## ГАЗОГИДРАТНОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТАНА – ТОПЛИВО БУДУЩЕГО

Е.А. Соколова, студентка ИХТН, ХНб-141, I курс  
Научный руководитель: И.С. Ёлкин, к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Несмотря на развитие альтернативных источников энергии, ископаемые виды топлива по-прежнему сохраняют и, в обозримом будущем, будут сохранять главную роль в топливном балансе планеты. По прогнозам экспертов ExxonMobil, потребление энергоресурсов в ближайшие 30 лет на планете возрастет наполовину. Так как продуктивность известных месторождений углеводородов снижается, новые крупные месторождения открываются все реже, а использование угля наносит серьезный ущерб экологии. Однако скучеющие запасы обычных углеводородов можно компенсировать [1].

"Новым" источником топлива является газовый гидрат метана.

Гидрат метана - это супермолекулярное соединение метана с водой, образующееся при низкой температуре и высоком давлении. Вокруг молекулы метана образуется решетка молекул воды (льда). В природных условиях обычно образуется зонах вечной мерзлоты или глубоко на дне океана. Внешне гидрат метана похож на лед или рыхлый снег. Существенным отличительным признаком в данном случае является «горение» этого кристалла при нормальных условиях на воздухе. Это соединение устойчиво при низкой температуре и повышенном давлении. Например, гидрат метана стабилен при температуре 0°C и давлении порядка 25 бар и выше. Такое давление имеет место на глубине океана около 250 м и более. Поэтому вблизи беговых шельфовых районах материков находят богатые запасы этого сырья. При атмосферном давлении гидрат метана сохраняет устойчивость при температуре ниже -80°C. Если гидрат метана нагревается, либо повышается давление, соединение распадается на воду и природный газ (метан). Если при этом поднести огонь, гидрат метана будет гореть. Поэтому его иногда называют «горящий лед». По результатам некоторых исследователей, из одного кубического метра гидрата метана можно получить 164 кубических метра природного газа при нормальном атмосферном давлении [1]. Самые большие запасы гидрата метана обнаружены в районах вечной мерзлоты и в океанских приполярных областях.



*Рис. 1. Структура газового гидрата метана*

### Добыча гидрата метана

Полномасштабная добыча этого ценного сырья сдерживается трудностями технологического характера. Свойство газовых гидратов при относительно небольших давлениях концентрировать значительные объемы газа привлекает внимание специалистов длительное время. Исследования по добыче, хранению и транспорту природного газа в гидратном состоянии появились ещё в 40-х годах XX века. Предварительные экономические расчеты показали, что наиболее эффективным является морской транспорт газа в гидратном состоянии, причем дополнительный экономический эффект может быть достигнут при одновременной реализации потребителям транспортируемого газа и чистой воды, остающейся после разложения гидрата (при образовании газогидратов вода очищается от примесей).

Научное изучение гидрата метана набрало обороты за последние десять лет. Недавние исследования в США привели к крупным шагам вперед в понимании внутренних ресурсов гидрата метана. Между тем, международные усилия в Японии, Индии и других странах, помогли определить глобальный ресурс гидратов [2].

Вода в солнечной системе есть не только на Земле. Гидраты метана, с большой долей вероятности, есть на планетах солнечной системы, покрытых льдом и имеющих метановую атмосферу. Это Нептун и Уран. Возможно, гидраты метана содержат лед комет [3].

В связи с выше сказанным является актуальным подробное исследование всех физико-химических свойств газовых гидратов.

В настоящее время свыше 60% всех научных исследований, посвященных газовым гидратам, в основном - это исследования направленные на определение и прогнозирование термодинамических и физико-химических свойств газогидратов. В частности на сегодня известно следующее. Анализ современного состояния исследований основных термодинамических и физико-химических свойств газовых гидратов показал, что [4]:

- исследование процессов образования и разложения свободных газовых гидратов вышло на принципиально новый уровень в связи с появлением

различного программного обеспечения, позволяющего проводить моделирование молекулярной динамики;

- изучение процессов образования и разложения гидратов позволило вывести три основных подхода определения соответствующих термобарических параметров, которые впоследствии легли в основу компьютерных программ позволяющих определять и прогнозировать равновесные параметры гидратообразования; с целью предотвращения образования техногенных гидратов, полученные аналитические модели также интегрированы в программные пакеты, использующиеся при расчётах работы различного технологического оборудования.

- основные физические, механические, тепловые и электрические свойства газовых гидратов близки к свойствам льда, так как в основном газовые гидраты состоят из молекул воды; однако, энталпия плавления газовых гидратов на порядок выше, а их теплопроводность значительно ниже соответствующих значений у льда.

Некоторые теплофизические свойства приведены в таблице.

Таблица

Теплофизические свойства газовых гидратов [4]

Компонент	Тип гидрата	$\Delta H$ , кДж/моль	$c$ , Дж/моль·°C
Метан	I	54,2	40
Этан	I	71,8	43
Пропан	II	129,2	43
Изобутан	II	133,2	45
Лёд	-	6,01	37,1

Не изученность этого нового вида топлива заставляет исследователей искать новые пути и направления исследований свойств и использования этого соединения как топлива в будущем.

## Список литературы

1. <http://www.warandpeace.ru/ru/reports/view/74145/>
2. <http://autoeco.info/hymet.php>
3. <http://mineralys.ru/gidrat-metana-pyilayushhiy-led/>
4. Кэрролл Д. Гидраты природного газа. – М.: ЗАО «Премиум Инжиниринг», 2007. – 289 с.
5. Бык С. Ш., Макогон Ю. Ф., Фомина В. И. Газовые гидраты. – М.: Химия, 1980. – 296 с.
6. Грайсман А. Г. Теплофизические свойства газовых гидратов. – Новосибирск: Наука, 1985. – 94 с.
7. Дядин Ю. А., Гущин А. Л. Газовые гидраты // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – №3, С. 55-64.
8. Инербаев Т.М., Субботин О.С., Белослудов В.Р. и др. Динамические, термодинамические и механические свойства газовых гидратов

- структуры I и II // Российский химический журнал. – 2003. – том 47, №3, С. 19-27.
9. Истомин В.А., Якушев В.С. Газовые гидраты в природных условиях. – М.: Недра, 1992. – 236 с.