

02 December 2022, 12:21

## Сжиженный природный газ (СПГ), технологии сжижения

02 December 2022,  
12:21



Это природный газ, искусственно сжиженный путем охлаждения до  $-160^{\circ}\text{C}$

### Сжиженный природный газ (СПГ), технологии сжижения

Сжиженный природный газ (СПГ) — природный газ, искусственно сжиженный путем охлаждения до  $-160^{\circ}\text{C}$ , для облегчения хранения и транспортировки. СПГ представляет собой бесцветную жидкость без запаха, плотность которой в 2 раза меньше плотности воды.

На 75-99% состоит из метана. Температура кипения —  $158\ldots 163^{\circ}\text{C}$ .

В жидком состоянии не горюч, не токсичен, не агрессивен.

Для использования подвергается испарению до исходного состояния.

При сгорании паров образуется диоксид углерода( углекислый газ,  $\text{CO}_2$ ) и водяной пар.

В промышленности газ сжижают как для использования в качестве конечного продукта, так и с целью использования в сочетании с процессами низкотемпературного фракционирования ПНГ и природных газов, позволяющие выделять из этих газов газовый бензин, бутаны, пропан и этан, гелий.

СПГ получают из природного газа путем сжатия с последующим охлаждением.

При сжижении природный газ уменьшается в объеме примерно в 600 раз.

### Перевод 1 тонны СПГ в кубометры ( $\text{м}^3$ ).

1 тонна СПГ — это примерно 1,38 тыс  $\text{м}^3$  природного газа после регазификации.

Примерно — потому что плотность газа и компонентный на разных месторождения разная.

Формулу Менделеева — Клайперона никто не отменял.

Кроме метана в состав природного газа могут входить: этан, пропан, бутан и некоторые другие вещества.

Плотность газа изменяется в интервале  $0,68 — 0,85 \text{ кг/м}^3$ , но зависит не только от состава, но и от давления и температуры в месте расчета плотности газа.

Стандартные условия для температуры и давления — это установленные стандартом физические условия, с которыми соотносят свойства веществ, зависящие от этих условий.

Национальный институт стандартов и технологий (NIST) устанавливает температуру  $20^{\circ}\text{C}$  ( $293,15 \text{ K}$ ) и абсолютное давление 1 атм ( $101.325 \text{ кПа}$ ), и этот стандарт называют нормальной температурой и давлением (NTP).

Плотность компонентов газа сильно различается:

Метан —  $0,668 \text{ кг/м}^3$ ,

Этан —  $1,263 \text{ кг/м}^3$ ,

Пропан —  $1,872 \text{ кг/м}^3$ .

Поэтому, в зависимости от компонентного состава изменяется и количество  $\text{м}^3$  газа при переводе из тонн.

### Перевод 1 $\text{м}^3$ СПГ в 1 $\text{м}^3$ регазифицированного природного газа

Пропорции тоже зависят от компонентного состава.

В среднем принимается соотношение 1 : 600.

1  $\text{м}^3$  СПГ — это примерно 600  $\text{м}^3$  природного газа после регазификации.

Процесс сжижения идет ступенями, на каждой из которых газ сжимается в 5-12 раз, затем охлаждается и передается на следующую ступень. Собственно сжижение происходит при охлаждении после последней стадии сжатия.

Процесс сжижения таким образом требует значительного расхода энергии — до 25 % от ее количества, содержащегося в сжиженном газе.

Ныне применяются 2 техпроцесса:

- конденсация при постоянном давлении (компримирование), что довольно неэффективно из-за энергоемкости,
- теплообменные процессы: рефрижераторный — с использованием охладителя и турбодетандерный/дросселирование с получением необходимой температуры при резком расширении газа.

В процессах сжижения газа важна эффективность теплообменного оборудования и теплоизоляционных материалов.

При теплообмене в криогенной области увеличение разности температурного перепада между потоками всего на  $0,5^{\circ}\text{C}$  может привести к дополнительному расходу мощности в интервале 2 — 5 кВт на сжатие каждых 100 тыс  $\text{м}^3$  газа.

Недостаток технологии дросселирования — низкий коэффициент ожигения — до 4%, что предполагает многократную перегонку.

Применение компрессорно-детандерной схемы позволяет повысить эффективность охлаждения газа до 14 % за счет совершения работы на лопатках турбины.

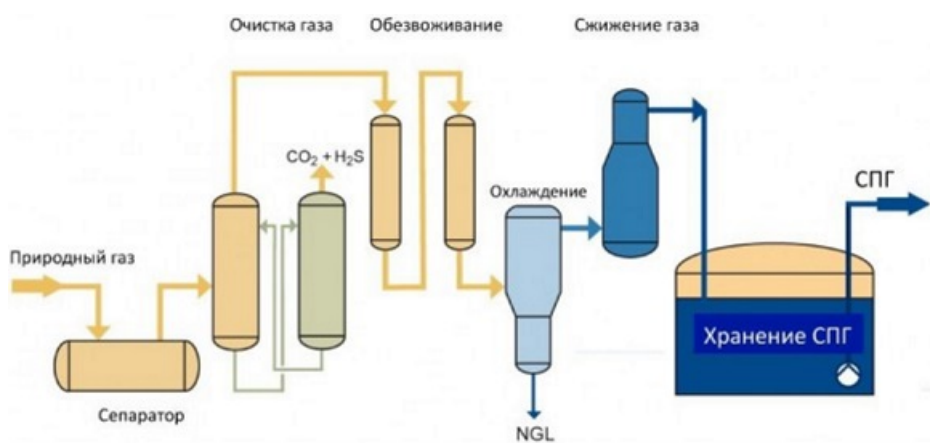
Термодинамические схемы позволяют достичь 100% эффективности сжижения природного газа:

- каскадный цикл с последовательным использованием в качестве хладагентов пропана, этилена и метана путем последовательного снижения их температуры кипения,
- цикл с двойным хладагентом — смесью этана и метана,
- расширительные циклы сжижения.

Известно 7 различных технологий и методы сжижения природного газа:

- для производства больших объемов СПГ лидируют техпроцессы AP-SMR™, AP-C3MR™ и AP-X™ с долей рынка 82% компании Air Products,
- технология Optimized Cascade, разработанная ConocoPhillips,
- использование компактных GTL-установок, предназначенных для внутреннего использования на промышленных предприятиях,
- локальные установки производства СПГ могут найти широкое применение для производства газомоторного топлива (ГМТ),
- использование морских судов с установкой сжижения природного газа (FLNG), которые открывают доступ к газовым месторождениям, недоступным для объектов газопроводной инфраструктуры,
- использование морских плавучих платформ СПГ, к примеру, которая строится компанией Shell в 25 км от западного берега Австралии.

## Процесс сжижения газа



## Оборудование СПГ-завода

- установка предварительной очистки и сжижения газа,
- технологические линии производства СПГ,
- резервуары для хранения, в тч специальные криоцистерны, устроенные по принципу сосуда Дюара,
- для загрузки на танкеры — газовозы,
- для обеспечения завода электроэнергией и водой для охлаждения.

Существует технология, позволяющая сэкономить на сжижении до 50% энергии, с использованием энергии, теряемой на газораспределительных станциях (ГРС) при дросселировании природного газа от давления магистрального трубопровода (4-6 МПа) до давления потребителя (0,3-1,2 МПа):

- используется как собственно потенциальная энергия сжатого газа, так и естественное охлаждение газа при снижении давления.
- дополнительно экономится энергия, необходимая для подогрева газа перед подачей к потребителю.

Чистый СПГ не горит, сам по себе не воспламеняется и не взрывается.

На открытом пространстве при нормальной температуре СПГ возвращается в газообразное состояние и быстро растворяется в воздухе.

При испарении природный газ может воспламениться, если произойдет контакт с источником пламени.

Для воспламенения необходимо иметь концентрацию испарений в воздухе от 5 % до 15 %.

Если концентрация до 5 %, то испарений недостаточно для начала возгорания, а если более 15 %, то в окружающей среде становится слишком мало кислорода.

Для использования СПГ подвергается регазификации — испарению без присутствия воздуха.

СПГ является важным источником энергоресурсов для многих стран, в том числе Японии, Франции, Бельгии, Испании, Южной Кореи.

Транспортировка СПГ- это процесс, включающий в себя несколько этапов:

- морской переход танкера — газовоза,
- автодоставка с использованием спецавтотранспорта,
- ж/д доставка с использованием вагонов-цистерн,
- регазификация СПГ до газообразного состояния.

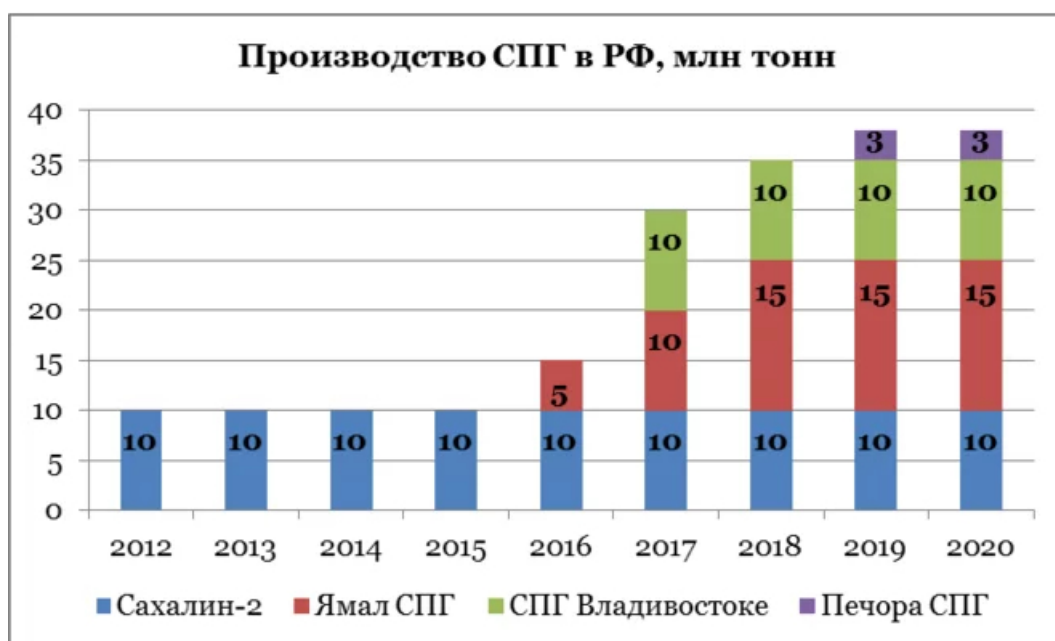
Регазифицированный СПГ транспортируется конечным потребителям по газопроводам.

## Основные производители СПГ по данным 2009 г:

Катар -49,4 млрд м³, Малайзия — 29,5 млрд м³; Индонезия-26,0 млрд м³; Австралия — 24,2 млрд м³; Алжир — 20,9 млрд м³; Тринидад и Тобаго -19,7 млрд м³.

Основные импортеры СПГ в 2009 г: Япония — 85,9 млрд м³; Республика Корея -34,3 млрд м³; Испания- 27,0 млрд м³; Франция- 13,1 млрд м³; США — 12,8 млрд м³; Индия-12,6 млрд м³.

## Производство СПГ в России



На 2021 г в РФ действует 4 СПГ-завода.

СПГ-завод проекта Сахалин-2 запущен в 2009 г, контрольный пакет принадлежит Газпрому, у Shell доля участия 27,5%, японских Mitsui и Mitsubishi — 12,5% и 10% .

По итогам 2015 г производство составило 10,8 млн т/год, превысив проектную мощность на 1,2 млн т/год.

Однако из-за падения цен на мировом рынке доходы от экспорта СПГ в долларовом исчислении сократились по сравнению с 2014 г на 13,3% до 4,5 млрд долл США/год.

2м крупным игроком на рынке российского СПГ становится компания НОВАТЭК, которая в январе 2018 г ввела в эксплуатацию СПГ — завод на проекте Ямал-СПГ.

Новатэк-Юрхаровнефтегаз (дочернее предприятие Новатэка ) выиграл аукцион на право пользования Няhartинским участком недр в ЯНАО.

Няhartинский участок недр нужен компании для развития проекта Арктик СПГ. Это 2й проект Новатэка, ориентированный на экспорт СПГ.

В США введены в эксплуатацию 5 терминалов по экспорту СПГ общей мощностью 57,8 млн т/год.

На европейском газовом рынке началось жесткое противостояние американского СПГ и российского сетевого газа.

[neftegaz.ru](http://neftegaz.ru)

[Прогноз биржевых цен на 2 декабря 2022](#)

