

## РАЗВИТИЕ МАЛОТОННАЖНЫХ СПГ-ЗАВОДОВ

Степанов И.А.

Санкт-Петербургский горный университет

Стремительное развитие мирового рынка сжиженного природного газа приводит к устойчивому росту его совокупного потребления. Так, согласно данным Международного энергетического агентства (МЭА), мировой спрос на СПГ с 2010 года увеличивается в среднем на 7,6% ежегодно, обуславливая рост его доли, которая по итогам 2017 года составила более 30% мирового потребления газа [8].

Существующие в России запасы газа и наличие собственных технологических разработок по сжижению, по мнению министра энергетики, потенциально могут позволить нашей стране увеличить долю в мировом объеме производства СПГ к 2025 году с 4% до 20% [8]. Для этого ведется разработка целого ряда проектов, среди которых Балтийский СПГ, Печора СПГ, Владивосток СПГ, 3-я очередь Сахалин-2 [2]. На рисунке 1 представлены проектные мощности некоторых планируемых крупных СПГ-заводов.

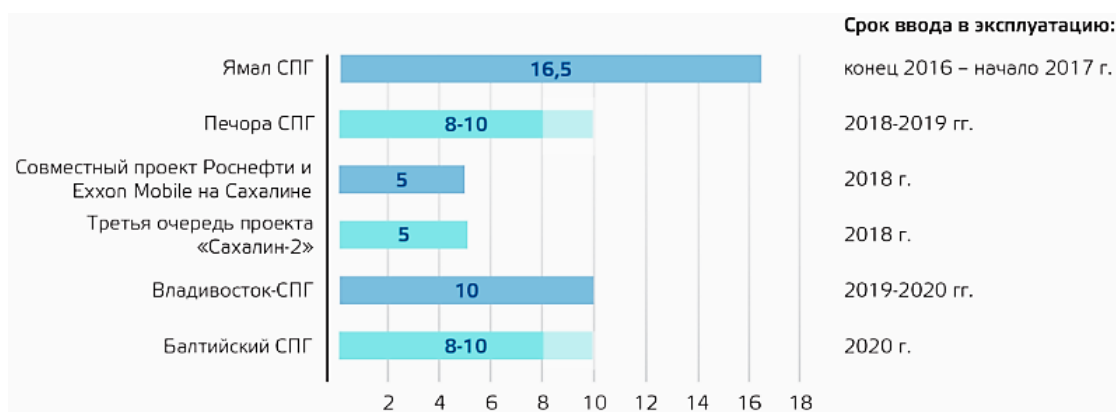


Рисунок 1 – Проектные мощности планируемых российских СПГ-заводов, млн т. [6]

Однако в настоящее время существуют и объективные препятствия, тормозящие ввод в эксплуатацию целый ряд российских СПГ-проектов. Основной причиной является высокий показатель удельных капитальных затрат, связанный с отсутствием отечественных производств мощного турбокомпрессорного оборудования и больших теплообменников, лежащих в основе крупнотоннажных (5 млн т в год и более) СПГ-заводов [2]. Дополнительной проблемой, тормозящей развитие заводов по сжижению газа в России, является сложность с привлечением инвестиций и кредитов для финансирования строительства, поскольку российские крупные проекты не способны выйти на конкурентный уровень доходности и срока окупаемости для проектов отрасли. Стремление развивать крупнотоннажное производство, ориентированное на экспорт, не решает острую проблему дефицита топлива в негазифицированных регионах России [3].

Для оценки и выбора проектов используют множество разных показателей, каждый из которых позволяет сделать вывод о том, стоит ли реализовывать проект или нет. Для СПГ-проектов, где себестоимость тонны продукции для каждого уникальна и складывается из затрат на добычу, сжижение, транспортировку до места назначения, прочих производственных и непроизводственных издержек, а цена формируется исходя из спроса и предложения на рынке, то на передний план выходит показатель удельных капитальных затрат, рассчитываемый как отношение суммарных инвестиций к годовой производственной мощности. Исходя из допущения, что цена – экзогенный фактор, задаваемый рынком, а себестоимость производства тонны продукции – эндогенный фактор, негибкий, трудноизменяемый и уникальный для каждого проекта по причине разных климатических условий, влияющих на затраты энергии для охлаждения, геологических условий месторождений, величина удельных капиталь-

ных затрат напрямую влияет на индекс доходности и срок окупаемости. В формуле 1 вычлена величина удельных капитальных затрат из срока окупаемости.

$$PP = \frac{I}{CF} = \frac{I}{Q} * \frac{1}{(P - TC)}, \quad (1)$$

где  $PP$  – срок окупаемости проекта;  $I$  – суммарные инвестиции в проект;  $Q$  – годовая производственная мощность;  $P$  – цена за тонну СПГ;  $TC$  – суммарные затраты на производство тонны СПГ.

Справочно, средние удельные капитальные затраты для российских крупных заводов находятся в диапазоне 1700-1800 \$/т, в то время как у заводов в США себестоимость варьирует в диапазоне 600-800 \$/т [4]. Такие высокие показатели удельных капитальных затрат у российских проектов, связаны с закупкой дорогостоящего зарубежного турбокомпрессорного оборудования и больших теплообменников. Но необходимо также отметить, что в среднем в России показатель себестоимости производства СПГ является одним из самых низких в мире. Именно поэтому главной задачей стоит снижение удельных капитальных затрат, тем самым повышая инвестиционную привлекательность проектов. В сложившихся условиях актуальным является принятие российскими компаниями-производителями управленческих решений, позволяющих решить главную задачу. Одно из наиболее предпочтительных решений – развитие малотоннажных (предприятия с объемом производства до 100 тыс. т в год) заводов [1]. Это позволит минимизировать риски, существенно сократить срок окупаемости, обеспечив при этом приемлемую себестоимость новых производств СПГ [3].

Определенные преимущества малотоннажных заводов СПГ заключаются в сравнительно низких удельных капитальных затратах на строительство, колеблющихся в диапазоне 550-700 \$/т, что позволяет выводить высококонкурентное топливо как на территории внутри страны, где отсутствуют магистральные трубопроводы, так и на экспорт [6]. Криогенное оборудование таких производств уже разработано и изготовлено российскими машиностроительными заводами, что позволяет снизить до минимума влияние санкций.

Выделяют три основных группы конечных пользователей продуктов таких заводов:

- топливо для судов (бункеровка);
- топливо для большегрузного наземного транспорта;
- энергоснабжение в неэлектрифицированных районах.

Несмотря на неблагоприятную динамику добычи и переработки природного газа на мировых рынках, а именно, низкие цены на сырье, избыток предложения на рынках газа и сосредоточенность на сокращении затрат, ряд факторов свидетельствует о целесообразности развития малотоннажных и заводов СПГ. Среди таких факторов, в первую очередь, следует отметить возможность обеспечить инвесторам более быструю и потенциально более привлекательную доходность в среднесрочной перспективе, что является принципиальным отличием малотоннажных заводов от крупномасштабных проектов производства СПГ [5]. Существующие отечественные технологии позволяют проектам предоставлять услугу по принципу «подключай и работай» с более низкими инвестиционными потребностями и ускоренными графиками ввода в эксплуатацию. Все это позволяет уменьшить неопределенность в отношении времени реализации проекта. Еще одним преимуществом малотоннажных проектов является возможность его масштабирования, позволяющее операторам добавлять производственные мощности для удовлетворения растущего спроса, доводя число производственных линий до 20-30 [2]. И, наконец, именно благодаря своей гибкости такие проекты могут простимулировать спрос в тех областях рынка, которые ранее были непригодны для СПГ в качестве источника топлива, как, например, автономное энергоснабжение на островах и в отдаленной местности [3].

#### Список использованных источников

1. Амбиции без технологий: сможет ли Россия сама строить заводы СПГ // РБК. 12 сентября 2017. [Электронный ресурс]: [сайт] URL: <https://www.rbc.ru> (дата обращения 01.03.2018).

2. Малотоннажные российские заводы по производству СПГ захватывают свою долю европейского рынка // Региональная энергетика и энергосбережение. 17 апреля, 2017. [Электронный ресурс]: [сайт] URL: <https://energy.s-kon.ru> (дата обращения 01.03.2018).
3. От малого к большому. Почему малотоннажное производство СПГ может стать новой «большой волной» // PwC. [Электронный ресурс]: [сайт] URL: <https://www.pwc.ru/publications/Small-going-big.pdf> (дата обращения 01.03.2018).
4. Пределы гибкости: сможет ли рынок СПГ повторить путь нефтяного рынка? // Forbes, 19 июля 2017. [Электронный ресурс]: [сайт] URL: <http://www.forbes.ru> (дата обращения 01.03.2018).
5. Россия выходит на рынок СПГ не поздно и не рано – вовремя // Газета «Ведомости» от 14.02.2018 [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://www.vedomosti.ru/> (дата обращения 09.03.2018).
6. Сжиженный природный газ в мире и России: текущее состояние и перспективы развития // Vostock Capital, 12 Февраль, 2017. [Электронный ресурс]: [сайт] URL: <https://www.vostockcapital.com> (дата обращения 01.03.2018).
7. Global LNG: Gorgon & the Global LNG Monster // Deutsche Bank Markets Research, 17 September 2012 (дата обращения 01.03.2018).
8. World Energy Outlook 2017 // International Energy Agency, 14 November 2017 (дата обращения 01.03.2018).

УДК 678.8

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ, АРМИРОВАННЫХ ВОЛОКНАМИ, ДЛЯ МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ**

*Татаринovich А.В.*

*Белорусский национальный технический университет*

Быстрый прогресс в технологии строительных материалов привел к появлению новых материалов со специальными свойствами, направленными на безопасность, экономичность и функциональность структур. Класс конструкционных материалов, который был изначально разработан много лет назад, но в последнее время привлек внимание инженеров, участвующих в строительстве различных сооружений, в том числе мостов и тоннелей, – это армированные волокном полимерные композиты. Результаты многих исследований показали, что этот вид материалов обладает такими выдающимися свойствами, как высокая удельная прочность, высокая усталость и сопротивление окружающей среде, легкий вес, жесткость, высокая рентабельность и быстрая сборка, но в то же время изготовление данного материала требует больших финансовых затрат, также, все еще ничего неизвестно о его долговечности и, к тому же, армированные волокном полимерные композиты имеют низкий класс огнестойкости.

Использование материалов из армированного волокном полимера для восстановления повреждений распространено во всем мире из-за его легкости, высокой прочности и коррозионной стойкости. Поскольку традиционные методы укрепления стандартных сооружений являются дорогостоящими и трудоемкими, ученые разработали много новых, которые упрощают армирование полимерного волокна для ремонта и модернизации различных сооружений. Волокнистые полимерные композиты представляют собой смесь полимерной смолы (например, сложного полиэфира, эпоксидной смолы) в качестве связующего вещества и материала с жесткими волокнами (например, стеклом, углеродом, бором), действующими в качестве фазы консолидации.

Существует много различных типов волокон, которые можно комбинировать с различными полимерными материалами. Наиболее распространено стекловолокно и углеродные волокна. Выбор волокон для композитов полимерных материалов зависит от того, где этот материал будет использоваться. В настоящее время волокнистые композиты используются в различных деталях для военных самолетов: фюзеляжи и крылья, армированные углеродным волокном полимера и т.д., для коммерческих самолетов: первый авиалайнер Boeing 787 с металлическими композитными трубками, используемыми в качестве элементов рамы и фермы ребер в средней части фюзеляжа, а также в качестве рычага перетяжки шасси на одном из орбитальных аппаратов, для космического телескопа: антенная стрела, для граждан-