

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

При поддержке:



ТПП РФ



Издатель:



Межотраслевой экспертно-аналитический центр

Статьи и комментарии.

Тематическое приложение

сентябрь 2023

Перед Вами очередной выпуск тематического приложения к Бюллетеню Экспертно-аналитического центра Союза Нефтегазопромышленников России.

Текущий выпуск представляет из себя набор тезисов, составленных командой Межотраслевого экспертно-аналитического центра к Международной научно-практической конференции «Перспективы развития нефтегазовых компаний России в современных условиях», которая прошла в рамках Татарстанского нефтегазохимического форума в 2023 году.

Опубликовано в материалах Международной научно-практической конференции «Перспективы развития нефтегазовых компаний России в современных условиях»



1. Инновационное производство СПГ термоакустическим методом
2. Татарстан как важнейшая транспортная артерия страны
3. Элективный курс для студентов профильных вузов: нефть и газ

ИННОВАЦИОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО СПГ ТЕРМОАКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Сергеев С.Н.², Зосимов В.В.², Замрий А.В.¹, Алиева Л.А.¹, Зубарев Т.Т.¹, Папушкина А.А.¹

¹ ООО «МЭАЦ», г. Москва, zav@sngpr.ru.com

² ФГУП «НИИПА», г. Дубна, niipa@dubna.ru

Сжижение природного газа на сегодняшний день является актуальной темой по ряду причин, а именно:

1. Отдаленность газовых месторождений – 60% месторождений ПГ расположены на большом расстоянии от конечного потребителя.
2. Низкий уровень газификации регионов – при среднем по стране показателе в 71% ряд областей остаются на уровне до 20%. В настоящий момент свыше 18 млн домохозяйств не газифицированы.

Благодаря экологичности и экономичности природного газа потребление данного вида топлива будет продолжать расти и на транспорте, так средний расход топлива грузовиков на СПГ составляет около 25 кг на 100 км (при средней массе груза 15,3 тонн). Рынок использования СПГ представлен на рисунке 1.

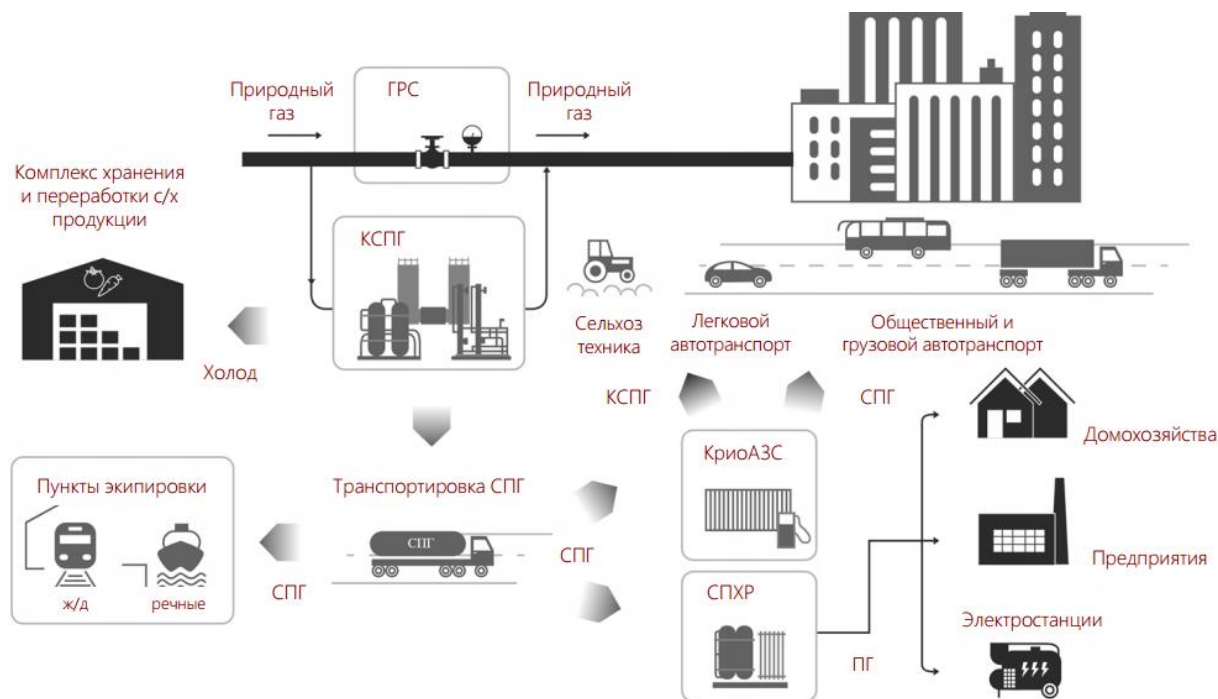


Рисунок 1 – Рынок использования СПГ.

На данный момент в промышленности активно используются традиционные процессы, основанные на смешанных хладагентах, турбодетандерах и каскадных циклах, которые как правило металлоемки и в отличие от термоакустического метода отличаются необходимостью нагнетания высокого давления, что требует большого количества дорогостоящего оборудования [1].

Процесс сжижения проходит ступенями, на каждой из которых газ сжимается в 5-12 раз, затем охлаждается и передается на следующую ступень.

Современные методы:

- теплообменные процессы: рефрижераторный - с использованием охладителя и турбодетандерный/дресселирование с получением необходимой температуры при резком расширении газа;
- конденсация при постоянном давлении (высокая энергоемкость).

Для производства СПГ используют технологии компаний Air Products and Chemical, Copoco Philips, Linde, Shell и Liquefin, каждая из которых применяет три последовательно развивающиеся группы проектно-конструкторских решений: холодильные циклы с чистыми хладагентами, со смесевыми хладагентами и со сложными многокомпонентными смесями углеводородных хладагентов, получение которых осложняется применением дополнительного набора оборудования и сопровождается многократными энергетическими затратами. Кроме того, для их реализации используются большие площади [2].

Одним из перспективных направлений для практической реализации термоакустического эффекта является сжижение природного газа, что подтверждает множество исследований в этой области [3, 4, 5, 6]. Так многоступенчатая термоакустическая холодильная система с бегущей волной подробно освещена в работах [7, 8, 9, 10]. При использовании в качестве рабочего газа гелия под давлением 5 МПа эта система может обеспечить мощность охлаждения около 1410 Вт при -160 °С. Данные исследования указывают на большие перспективы применения установки в области сжижения природного газа с большой охлаждающей способностью и простой конструкцией.

В этой связи, мы продвигаем инновационную технологию, заметно отличающуюся от существующих простотой и надежностью. Технология опирается на хорошо известный термоакустический принцип возникновения акустической волны при создании разницы температур на специальном пористом регенераторе. Усиливая акустическую волну резонатором и устанавливая на ее пути обратный регенератор, мы получаем на нем холод необходимой температуры. При этом можно использовать несколько регенераторов, т.е. варьировать набор оборудования и другие параметры – частота, диаметр сечения и др.

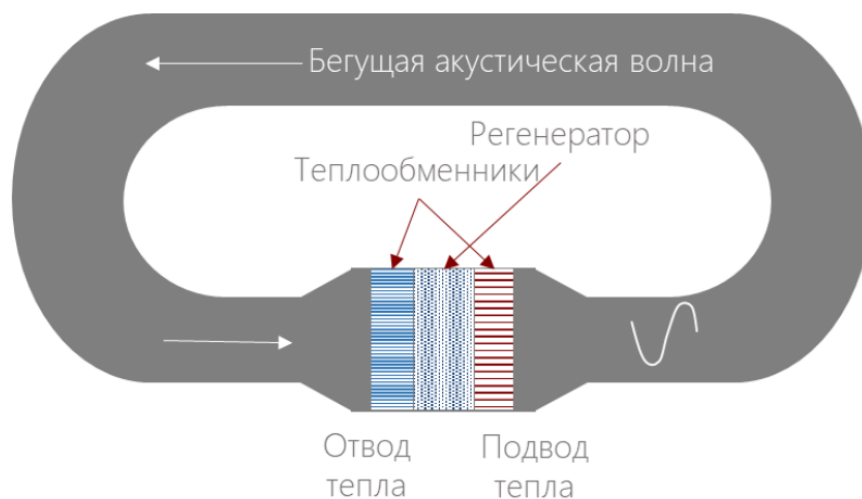


Рисунок 2 – Механизм действия термоакустического принципа

Впервые такая технология получения холода была продемонстрирована американскими исследователями еще в 60-е годы XX века. С нынешним пониманием предмета и хронологией развития метода можно ознакомиться подробнее в работах [11, 12]. В последующем, эта технология активно развивалась в лабораториях Лос-Аламоса. Как итог, американцы успешно применяют эту технологию в закрытых тематиках. Структурная схема технологии представлена на рисунке 3.

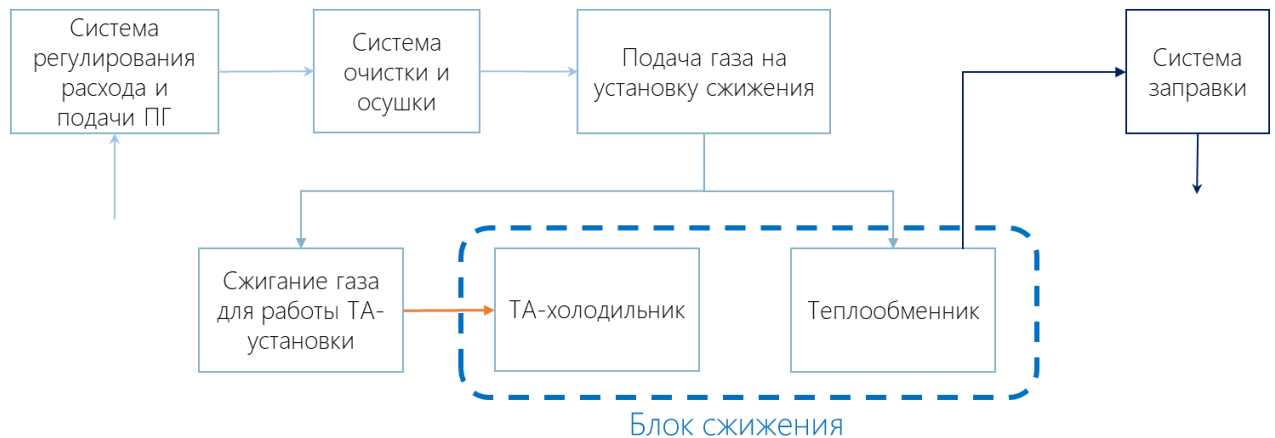


Рисунок 3 – Структурная схема процесса.

В термоакустической установке теплота сжигания газа с КПД до 60% переходит в энергию акустической волны в резонаторе, которая затем приводит в действие термоакустический холодильник.

Экспериментальный образец мощностью 200 Вт, уровень звукового давления 3 кПа был создан на базе научно-исследовательского института прикладной акустики (НИИПА).

В термоакустической установке реализуется по изобарному 1-2 и изотермическому циклам 2-f. На рисунке 4 представлен график термодинамики процесса.

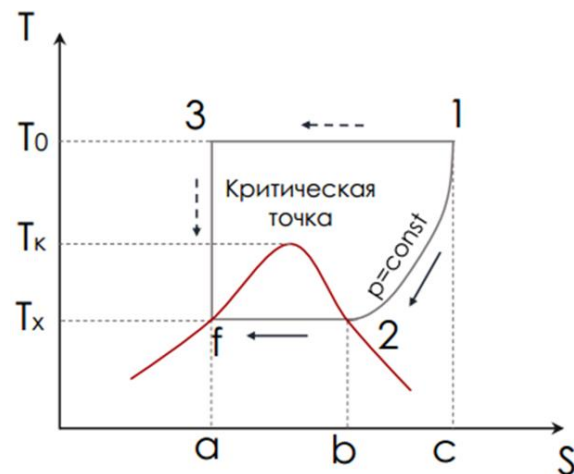


Рисунок 4 – Термодинамика процесса

На данном этапе мы занимаемся разработкой прототипа и отработкой конструктивных решений регенераторов, на рисунке 5 изображен один из вариантов прототипа установки.

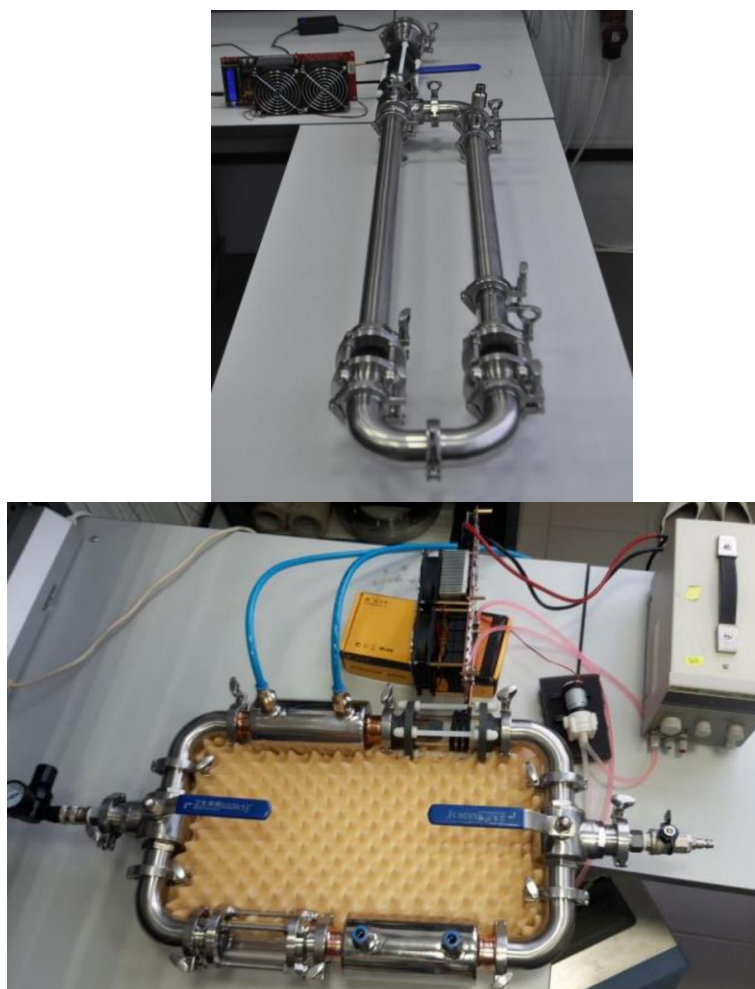


Рисунок 5 – Экспериментальный образец мощностью 200 Вт

Помимо этого, в активной стадии находится процесс построения научно-практической/научно-производственной кооперации, что дает хорошие перспективы для организации производства. Возможность организации такого производственного оборудования в республике Татарстан обсуждалась на совете директоров ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг» 31 января 2023 года.

Литература

1. *Карагусов И. В., Юша В. Л., Карагусов В. И.* ТЕРМОАКУСТИЧЕСКИЙ ОЖИЖИТЕЛЬ ПРИРОДНОГО ГАЗА //Россия молодая: передовые технологии–в промышленность. – 2013. – №. 2. – С. 255-288.
2. *Гусейнов Ч.С., Федорова Е.Б., Кульпин Д.Л., Левдик В.Н.* Новая технология сжижения природного газа //Деловой журнал Neftegaz. RU. – 2023. – №. 2. – С. 14-16.
3. *Xu J. et al.* An efficient looped multiple-stage thermoacoustically-driven cryocooler for liquefaction and recondensation of natural gas //Energy. – 2016. – Т. 101. – С. 427-433.
4. *Luo K. et al.* A multi-stage traveling-wave thermoacoustically-driven refrigeration system operating at liquefied natural gas temperature //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2017. – Т. 278. – №. 1. – С. 012139.
5. *Hou M. et al.* Experimental study on a thermoacoustic combined cooling and power technology for natural gas liquefaction //Energy Procedia. – 2019. – Т. 158. – С. 2284-2289.



6. *Xu J. et al.* Numerical study on a heat-driven piston-coupled multi-stage thermoacoustic-Stirling cooler //Applied Energy. – 2022. – Т. 305. – С. 117904.
7. *Luo K. et al.* A multi-stage traveling-wave thermoacoustically-driven refrigeration system operating at liquefied natural gas temperature //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2017. – Т. 278. – №. 1. – С. 012139.
8. *Hou M. et al.* Experimental study on a thermoacoustic combined cooling and power technology for natural gas liquefaction //Energy Procedia. – 2019. – Т. 158. – С. 2284-2289.
9. *Xu J. et al.* Numerical study on a heat-driven piston-coupled multi-stage thermoacoustic-Stirling cooler //Applied Energy. – 2022. – Т. 305. – С. 117904.
10. *Кирилин А. Н., Телегин В. А., Федосеев О. Б.* ТЕРМОАКУСТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СПГ. – 2010.
11. *Avent A. W., Bowen C. R.* Principles of thermoacoustic energy harvesting //The European Physical Journal Special Topics. – 2015. – Т. 224. – №. 14-15. – С. 2967-2992.
12. *Kajurek J., Rusowicz A.* Experimental Investigation on the Thermoacoustic Effect in Easily Accessible Porous Materials //Energies. – 2020. – Т. 14. – №. 1. – С. 83.



ЭЛЕКТИВНЫЙ КУРС ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПРОФИЛЬНЫХ ВУЗОВ: НЕФТЬ И ГАЗ.

Сигов А.С.¹, Мартынов В.Г.², Нургалиев Д.К.³, Чукмаров И.А.³, Сидоров А. Л.⁴,
Аверина Ю.М.⁵, Черных С.П.⁶, Алиева Л.А.⁶, Котикова Е.Д.⁶, Зубарев Т.М.⁶

¹ Акад. РАН, МИРЭА, г. Москва

² Акад. РАО, РГУНГ, г. Москва

³ КФУ, г. Казань

⁴ СурГУ, г. Сургут

⁵ РХТУ, г. Москва

⁶ ООО «МЭАЦ», г. Москва, [esp@sngpr.ru.com](mailto:esp@sngpr.ru)

Рассмотрены пути реализации прикладной профессионально-ориентированной направленности обучения инженерным специальностям в рамках нефтегазового сегмента, с целью расширения возможностей профориентации учащихся и способствования более четкому представлению студентов и старшеклассников о своей будущей учебной и профессиональной деятельности. Акцент при этом сделан на возможностях профессионально-ориентированных элективных курсов.

В докладе уточнены отличия целей и содержания профильного обучения инженерным дисциплинам от базового (общеобразовательного) уровня; конкретизированы положения концепции профильного дополнительного обучения применительно к нефтегазохимическому профилю на примере элективных курсов; разработаны теоретические основы создания прикладного профессионально-ориентированного элективного курса, нацеливающего учащихся школ и ВУЗов на будущую специальность.

Достижение данной цели возможно путем интегрирования студентов в условия структурированной системы, способствующей освоению актуальной информации о современных производствах, промышленных зон, существующих технологиях путем подробного изучения актуальных теоретических материалов и прямого практического взаимодействия с крупными российскими компаниями в рамках решения кейсов.

Практическая значимость освещаемого **проекта** наглядно продемонстрирована на примере курса «Введение в промышленную органическую химию», сделанного совместно с компанией ПАО «СИБУР».

Личностно ориентированный подход как ведущая парадигма образования заставляет по-новому отнестись к вопросам преподавания инженерных дисциплин, исходя из актуальных потребностей, запросов и возможностей самих студентов. Помимо социального эффекта разработка подобных курсов несет с собой и экономический эффект для государства и частных компаний. Ниже представлен график зависимости годового экономического эффекта от снижения отчислений студентов химических ВУЗов на 20%.



СТАТЬИ И КОММЕНТАРИИ. Тематическое приложение



Рисунок 1 – Зависимость годового экономического эффекта при снижении отчислений студентов химических ВУЗов на 20%.



ТАТАРСТАН КАК ВАЖНЕЙШАЯ ТРАНСПОРТНАЯ АРТЕРИЯ СТРАНЫ

А.В. Замрий, С.П. Черных, Е.Д. Котикова, Е.М. Ипполитова

Межотраслевой экспертно-аналитический центр Союза Нефтегазопромышленников России, г. Москва, ked@sngpr.ru.com

Нефтегазовый комплекс Республики Татарстан играет важную роль в экономическом развитии региона. Он является базовым сектором промышленности Республики и составляет 51,9% общего объема выпуска продукции, приносит 86% прибыли в регион, а также предоставляет порядка 28% рабочих мест для жителей. На долю отрасли приходится треть местного ВВП. Комплекс играет определяющую роль во внешней торговле, обеспечивая до 91% всего объема экспорта Республики Татарстан. Республика долгое время занимает второе место среди субъектов Российской Федерации по объемам добычи нефти.

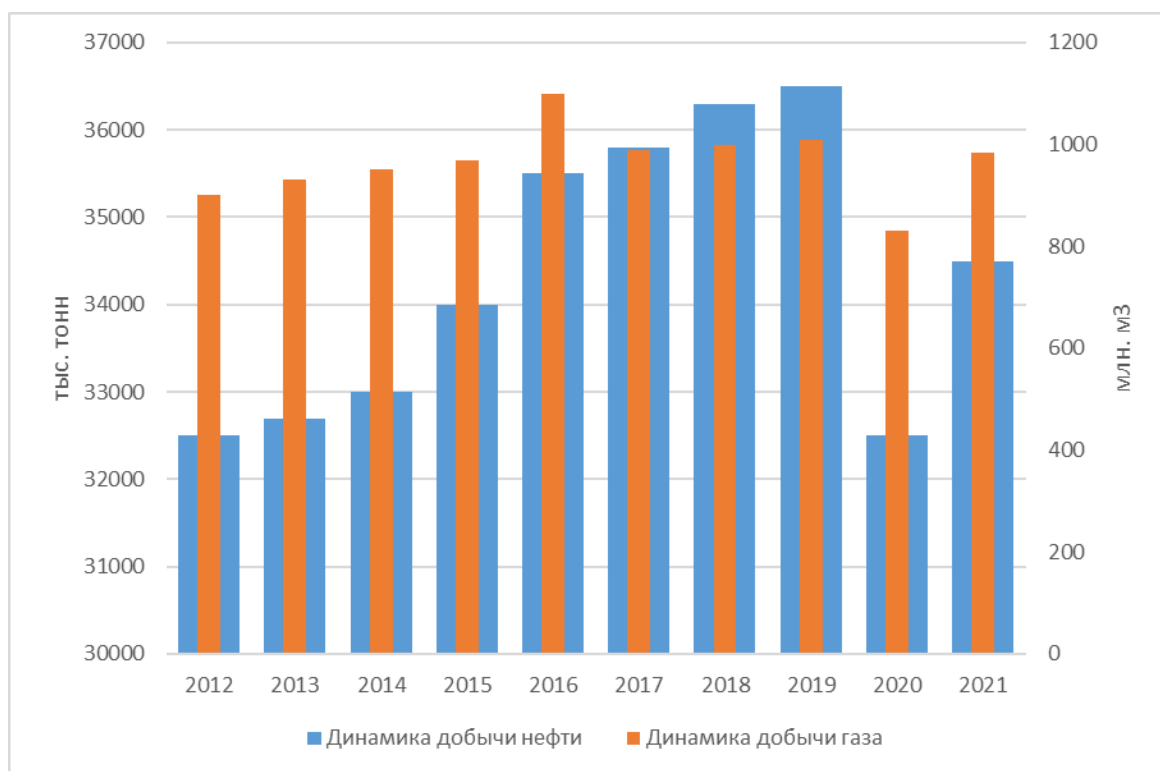


Рисунок 1 – Динамика добычи нефти и природного газа в Республике Татарстан

Достижение подобных результатов было бы невозможным без своевременного развития детально проработанной системы трубопроводов. Оценивая сейчас, можно с уверенностью заявить, что многие из принятых ранее организационных решений относительно приоритетных направлений строительства трубопроводов стали ключевыми для развития страны и Республики Татарстан.

Началом нефтедобычи в Республике считается 1943 год, когда впервые на территории Татарстана была найдена нефть. Особо значимым событием в истории региона является открытие уникального Ромашкинского месторождения, входящего в первую десятку крупных месторождений мира. Оно и по сей день остается одним из главных в России. Половина объемов нефти, около 15 млн тонн, добываемых в Республике Татарстан,



приходится именно на Ромашкинское месторождение. Для транспортировки нефти из Республики в центральную часть России, а далее и в Европу в 1964 году был запущен магистральный нефтепровод «Дружба», который по сей день является самым известным трубопроводом страны. Так, татарстанская нефть пошла на экспорт.

Еще одним из важнейших этапов развития нефтяной промышленности России можно назвать запуск в 1973 году нефтепровода «Усть-Балык – Курган – Уфа – Альметьевск», связавшего нефтяные месторождения Западной Сибири с Европейской частью СССР [1]. Конечной точкой был выбран Альметьевск, поскольку именно оттуда начинался нефтепровод «Дружба», к которому впоследствии и был присоединен УБКУА. Так, нефть Западной Сибири через Республику Татарстан достигла Европы. Благодаря этому Татарстан стал главной нефтетранспортной артерией СССР, а позднее и России.



Рисунок 2 – Исторические фотографии с места строительства

С середины 1950-х годов газовая отрасль стала объектом пристального внимания государства. Газовая отрасль Республики Татарстан началась в 1953 году со строительства газопровода Миннибаево – Казань, занявшего третье место по протяженности среди газопроводов, построенных на территории СССР в послевоенные годы. Газопровод Миннибаево – Казань стал проводником газа к столице республики, вскоре после этого в Казани начались работы по прокладке внутригородской распределительной сети [2]. Газовое хозяйство республики развивалось динамично и поступательно, число сданных в эксплуатацию газопроводов постоянно возрастало.

В 1965 году были сданы в эксплуатацию участок газопровода «Миннибаево –Ижевск» и газопровод «Казань – Йошкар-Ола». В 2003 году была введена в эксплуатацию перемычка между магистральными газопроводами «Уренгой – Ужгород» и «Казань – Нижний Новгород», позволившая обеспечить надежное газоснабжение районов Чувашской республики и Ульяновской области. Перемычка стала важным элементом завершения газификации республики [4]. И к этому моменту общая протяженность газопроводов на территории Республики Татарстан составила 1273 километра. Так, Татарстан вышел на лидирующие позиции в Российской Федерации по уровню газификации природным газом.

На данный момент на территории Республики Татарстан насчитывается около 210 месторождений нефти, несколько из них квалифицированы как крупные, одно как уникальное. Добыча нефти на месторождениях в 2022 году составила 35,7 млн тонн. В 2023

году поставлена задача сохранения уровня добычи по сравнению с предыдущем годом [3]. Ведется большая работа по содержанию и обеспечению нефтепроводов Татарстана, общая протяженность которых составляет 6 тысяч километров. Система нефтепроводов Республики показана на Рис. 2.

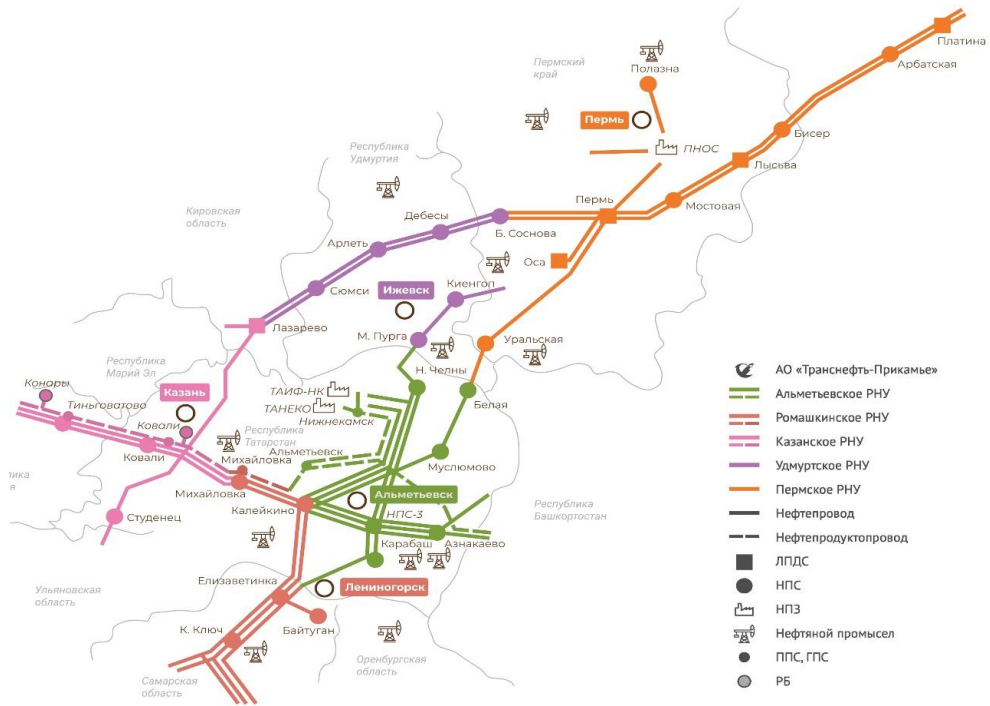


Рисунок 3 – Система нефтепроводов Республики Татарстан (открытые данные АО «Транснефть - Прикамье»)

Развитие газовой промышленности тоже не стоит на месте. На территории Республики Татарстан пролегает более 5,8 тысяч километров магистральных газопроводов. Ежегодно в центральные районы Российской Федерации и страны зарубежья экспортируется татарстанский природный газ. Помимо этого, по территории Республики проходят магистральные газопроводы, по которым природный газ Уренгоя и Ямбурга направляется в Европу. Система газопроводов Республики показана на Рис. 3.



Рисунок 4 – Система газопроводов Республики Татарстан (открытые данные ООО «Газпром трансгаз Казань»)



Подводя итог, можно сказать, что нефтегазовая отрасль Татарстана продолжает свое успешное развитие, сохраняя главенствующую роль в экономическом развитии региона.

При этом не стоит останавливать развитие трубопроводной инфраструктуры региона. Необходимо продолжать решение важнейших стратегических задач, не только сегодняшнего, но и завтрашнего дня. Для обеспечения развития нефтеперерабатывающего комплекса Республики Татарстан потребуется соответствующее развитие транспортной инфраструктуры, в частности, строительство дополнительного нефтепровода для транспортировки нефти в район г. Нижнекамска. Основные задачи, которые потребуется решить специалистам, описаны в стратегии развития транспортного комплекса Республики Татарстан и стратегии социально-экономического развития Республики до 2030 года.

Кроме того, с недавнего времени, Российская Федерация стала переориентировать вектор нефтяного экспорта с запада на восток. В значительной мере энергетические ресурсы были перенаправлены на новые рынки. Так, в 2023 году в восточном направлении планируется запустить около 140 млн тонн нефти и нефтепродуктов. Тем не менее на западном направлении останется 80-90 млн тонн нефти.

Республика Татарстан занимает центральное положение в системе межрегиональных транспортных связей европейской части России. Несмотря на описанные изменения, Республика Татарстан продолжит играть существенную роль в формировании нефтегазового и экспортного комплексов Российской Федерации, поскольку выгодное географическое положение региона позволяет осуществлять сбыт в новых направлениях.

Литература

1. Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Республики Татарстан на 15.06.2022 г.
2. «Нефтепровод «Усть-Балык – Курган – Уфа – Альметьевск». — Москва, 2023.
3. «60 лет «Газпром трансгаз Казань». История в пятилетках». — Казань: Издательство «Kazan-Kazan», 2015. — 304 с.: ил.
4. Тухватуллина Г.З. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «История нефтегазовой отрасли (в т.ч. история нефтегазодобычи в РТ)». Альметьевск: типография АГНИ, 2011.
5. Программа развития нефтегазохимического комплекса Республики Татарстан на 2020 - 2024 годы и перспективу до 2034 года.

Ответственный редактор

Сергей Черных

При использовании данного материала обязательна ссылка на источник
info@sngpr.ru www.sngpr.ru