



ПОЛИМЕРЫ
В КОНСТРУКЦИИ
МНП

АЛЬТЕРНАТИВА
ДЛЯ ОРГСИНТЕЗА



Нефтегаз.RU

ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

ИНТЕРЕСНО О СЕРЬЕЗНОМ

2 [158] 2025

ISSN 2410-3837



ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ:
ОТ МАТЕРИАЛОВ
ДО ТЕХНОЛОГИЙ

Входит в перечень ВАК (К1)

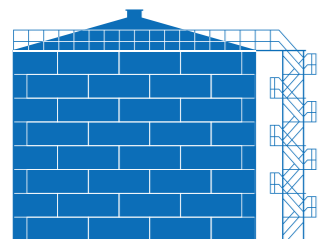
САРАТОВСКИЙ ЗАВОД

РМК

АО «Саратовский завод РМК» —
ведущий производитель
резервуарных
металлоконструкций в России.

АО «СЗ РМК» изготавливает:

- Резервуары вертикальные (РВС),
- Изотермические резервуары,
- Просечно-вытяжные и решётчатые настилы,
- Уплотняющие затворы мягкого типа РУМ-2,
- металлоконструкции по чертежам заказчика,
- Строительные металлоконструкции,
- Технологические конструкции и опоры трубопроводов.



Точно и в срок

77 лет

Огромный опыт,
компетенция и признание
на рынке с 1947 г.

600

квалифицированных
сотрудников

79 000 м²

территория
завода

35 000 м²

Производственная
площадь

36 000 т/год

Производственная
мощность

Наличие собственной производственной базы позволяет специалистам АО «СЗ РМК» выполнять заказы любой сложности, разрабатывать проекты, изготавливать металлоконструкции и изделия как по типовым проектам, так и по индивидуальным чертежам.



САРАТОВСКИЙ ЗАВОД

РМК

410052, г. Саратов, проспект
имени 50 лет Октября, 134/1
+7 (8452) 63-33-77
sales@rmk.ru
www.rmk.ru



ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В ПРОЕКТЕ

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К БЕЗОПАСНОСТИ ТЭК

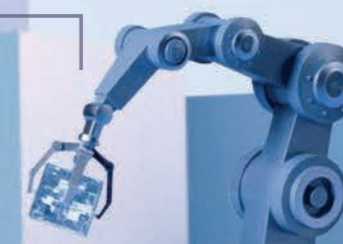
ВЗГЛЯД ИЗ КОСМОСА ↘



ЦИФРОВАЯ БУРОВАЯ —
↙ НОВАЯ СТУПЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ

АВТОМАТИЗАЦИЯ
И РОБОТЫ ↘

ENSMAS



НЕ ВКЛЮЧАТЬ
РАБОТАЮТ ЛЮДИ

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР ↗



↑ ИСКУССТВЕННЫЙ
ИНТЕЛЛЕКТ



ПромМашТест



АБС Электро

ЗАЩИТА ПРОМЫШЛЕННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ↙

КЭАЗ ЭНЕРГИЯ
ЕДИНСТВА

↗ ПОЛИТИКА БЕЗОПАСНОСТИ



Safety.neftegaz.ru

РЕКЛАМА



ANT ENGINEERING

↙ БПЛА: ЗАЩИТА И УГРОЗА

ТЕРРАЛИНК
ТЕХНОЛОЖИС



↑ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

kaspersky



ГАЗСТРОЙПРОМ
СТРОЙТРАНСНЕФТЕГАЗ **СТНГ**

СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЙ ↙



↙ ЗАЩИТА ДАННЫХ



↗ НОВОСТИ

**«Саратовский завод РМК»:
пример эффективного
импортозамещения**



16

**Полимерные и композитные
материалы в конструкции
магистральных
нефтепроводов на участках
с многолетнемерзлыми
грунтами**



18

СОДЕРЖАНИЕ

**Утилизация отработанного
силикагеля на адсорбционной
установке подготовки
углеводородного
газа**



30

**Анализ свойств буровых
растворов на основе прямой
эмульсии и подбор оптимальной
дисперсной фазы эмпирическим
путем**



38

Эпохи НГК 6

РОССИЯ *Главное*

США и Китай померялись тарифами 8

Правительство продлило
разрешение на экспорт бензина
для производителей 10

События 12

Первой строчкой 14

ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

«Саратовский завод РМК»: пример
эффективного импортозамещения 16

Полимерные и композитные
материалы в конструкции
магистральных нефтепроводов
на участках с многолетнемерзлыми
грунтами 18

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

АО «АГВ»: импортозамещение
и инновации для промышленности
России 26

ГАЗОПОДГОТОВКА

Утилизация отработанного
силикагеля на адсорбционной
установке подготовки
углеводородного газа 30

ПРОМБЕЗОПАСНОСТЬ

Активные барьеры
искрозащиты КА5000Ех на страже
взрывоопасного производства 34

ПРОМЫСЛОВАЯ ХИМИЯ

Анализ свойств буровых
растворов на основе прямой
эмульсии и подбор оптимальной
дисперсной фазы эмпирическим
путем 38

**Макрокинетические параметры
процесса замедленного
коксования тяжелых остатков**



56

**Биокаталитические процессы
получения сложных эфиров как
альтернатива традиционному
органическому
синтезу**



62

**Система ценообразующих
факторов стоимости топлива
и НТУ на АЗС на примере
стран ЕС**



88

**Аммиак в России: технологии,
динамика и перспективы
производства**



94

НЕФТЕСЕРВИС

Инновационные технологии
для традиционных методов 42

ПРИКЛАДНАЯ НАУКА

Физико-химические свойства
трудноизвлекаемой нефти НГКМ 48

ПЕРЕРАБОТКА

Макрокинетические
параметры процесса замедленного
коксования тяжелых остатков 56

Биокаталитические процессы
получения сложных эфиров как
альтернатива традиционному
органическому синтезу 62

ГОСРЕГУЛИРОВАНИЕ

Особенности реализации
инвестиционной политики в НГК
на современном этапе
экономического развития 72

Календарь событий 81

ЭКОНОМИКА

Геологическая характеристика
и ТЭО эксплуатации Павловского
газового месторождения 82

Хронограф 87

Система ценообразующих
факторов стоимости топлива
и НТУ на АЗС на примере стран ЕС 88

Россия в заголовках 93

РЫНОК

Аммиак в России:
технологии, динамика
и перспективы производства 94

СПГ в Бразилии:
перспективы развития 98

Новости науки 102

Нефтегаз Life 104

Классификатор 106

Цитаты 112

289 лет назад

В 1736 году в Великобритании построен первый в мире химический завод, на котором выпускалась серная кислота.

212 лет назад

В 1813 году французские инженеры Адам, Берар и Перье получили патент на первую ректификационную колонну непрерывного действия.

202 года назад

В 1823 году братья Дубинины построили в Моздоке нефтеперерабатывающий завод.

134 года назад

В 1891 году В. Шухов с помощником Гавриловым разрабатывают первую в мире промышленную установку непрерывного термического крекинга нефти.

119 лет назад

В 1906 году инженер А. Богусhevский разработал и запатентовал способ закачки цементного раствора в обсадную колонну с последующим вытеснением в затрубное пространство.

106 лет назад

В 1919 году для повышения октанового числа авиационного бензина начали применять первую топливную присадку – «Экстралин» (м-метиланилин).

77 лет назад

В 1948 году впервые для увеличения нефтеотдачи применили метод закачки воды в пласт, эксперимент был проведен на Туймазинском нефтяном месторождении в Башкирской АССР.

74 года назад

В 1951 году была спущена в скважину первая отечественная установка погружного электроцентробежного насоса.

73 года назад

В 1952 году в Советском Союзе был проведен первый гидравлический разрыв пласта с пропантом.

49 лет назад

В 1976 году в Канаде впервые для бурения скважин была применена колонна гибких труб диаметром 60,3 мм.

Издательство Neftegaz.RU

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор
Ольга Бахтина

Шеф-редактор
Анна Павлихина

Редактор
Анастасия Никитина

Аналитики
Анатолий Чижевский
Дарья Беляева

Журналисты
Анна Игнатьева
Елена Алифирова
Анастасия Гончаренко
Анастасия Хасанова
Анна Шевченко

Дизайн и верстка
Елена Валетова

Корректор
Виктор Блохин

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Ампилов Юрий Петрович
д.т.н., профессор, МГУ им. М.В. Ломоносова

Алюнов Александр Николаевич
к.т.н., ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Бажин Владимир Юрьевич
д.т.н., эксперт РАН, Санкт-Петербургский горный университет

Гриценко Александр Иванович
д.т.н., профессор, академик РАН

Гусев Юрий Павлович
к.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО НИУ МЭИ

Данилов-Данильян Виктор Иванович
д.э.н., профессор, член-корреспондент РАН, Институт водных проблем РАН

Двойников Михаил Владимирович
д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский горный университет

Еремин Николай Александрович
д.т.н., профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

Илюхин Андрей Владимирович
д.т.н., профессор, Советник РААСН, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

Каневская Регина Дмитриевна
действительный член РАН, д.т.н., профессор, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина

Макаров Алексей Александрович
д.э.н., профессор, академик РАН, Институт энергетических исследований РАН

Мастепанов Алексей Михайлович
д.э.н., профессор, академик РАН, Институт энергетической стратегии

Панкратов Дмитрий Леонидович
д.т.н., профессор, Набережночелнинский институт

Половинкин Валерий Николаевич
научный руководитель ФГУП «Крыловский государственный научный центр», д.т.н., профессор, эксперт РАН

Салыгин Валерий Иванович
д.т.н., член-корреспондент РАН, профессор МИЭП МГИМО МИД РФ

Третьяк Александр Яковлевич
д.т.н., профессор, Южно-Российский государственный политехнический университет, академик РАН



Издательство:
ООО Информационное агентство
Neftegaz.RU

Директор
Ольга Бахтина

Отдел рекламы
Дмитрий Аверьянов
Валентина Горбунова
Анна Егорова
Марина Шевченко
Галина Зуева
Евгений Короленко

account@neftgaz.ru
Тел.: +7 (495) 778-41-01

Служба технической поддержки
Сергей Прибыткин

Выставки, конференции, распространение
Мария Короткова

Отдел по работе с клиентами
Екатерина Данильчук

Деловой журнал Neftegaz.RU зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия в 2007 году, свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-46285

Адрес редакции:
123001, г. Москва,
Благовещенский пер., д. 3, с.1
Тел.: +7 (495) 778-41-01
www.neftgaz.ru
e-mail: info@neftgaz.ru
Подписной индекс Урал Пресс 013265

Перепечатка материалов журнала Neftegaz.RU невозможна без письменного разрешения главного редактора. Редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламных объявлениях, а также за политические, технологические, экономические и правовые прогнозы, представленные аналитиками. Ответственность за инвестиционные решения, принятые после прочтения журнала, несет инвестор.

Отпечатано в типографии
«МЕДИАКОЛОР»

Заявленный тираж
8000 экземпляров



9 772410 383004

Ваши роскошные выходные в Санкт-Петербурге

ОТЕЛЬ «АСТОРИЯ», САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



реклама



HOTEL ASTORIA
ST PETERSBURG

A ROCCO FORTE HOTEL

Исаакиевская пл. / Ул. Большая Морская, 39, Санкт-Петербург, 190031, Россия

Тел. +7 812 494 5757

roccofortehotels.com

Товарооборот между США и Китаем в 2024 году составил

688,28

млрд долл.

В 2024 году Китай закупил у России нефти, угля и газа

на 95

млрд долл.

Экспорт из США в Китай составил

163,62

млрд долл. в 2024 году

Положительное сальдо торгового баланса Китая в 2024 году достигло

990

млрд долл.

США И КИТАЙ ПОМЕРЯЛИСЬ ТАРИФАМИ

Анна Павлихина

Так обычно бывает: когда долго сидишь без дела хочется развернуть небывалую активность. Подобное случилось с недавно избранным президентом Соединенных Штатов. Едва вступив в должность, Д. Трамп подписал ряд указов в духе «сейчас как поработаем!». Согласно документу, с 1 февраля на товары, ввозимые из Мексики и Канады, устанавливаются 25-процентные пошлины, а также вводятся 10-процентные тарифы на ряд товаров из Китая. Американские соседи сразу сообразили, чего от них хотят, и уже пообещали провести многомиллионную политику, направленную на борьбу с наркоторговлей и незаконной миграцией, в обмен на что получили отсрочку (а в перспективе, вероятно, и отмену) действия указа. С Китаем пришлось сложнее. Пошлины в свой адрес он заслужил, по мнению американской стороны, бесконтрольным экспортом прекурсоров, используемых в производстве наркотиков. В ответ на эту меру правительство КНР ввело повышенные тарифы на товары из Соединенных Штатов. В опальный список попали металлы, используемые, в частности, в производстве полупроводников и ракетостроении, а также сельхозтехника и энергоносители – нефть, СПГ, уголь.

Нас в меньшей степени интересует политическая составляющая, а вот на рыночные процессы, изменение которых должны спровоцировать эти события, посмотреть будет интересно, во всяком случае, поразмышлять над вариантами развития ситуации.

Товарооборот между США и Китаем в 2024 году составил 688,28 млрд долл., из которых экспорт из США в Китай – только 163,62 млрд долл. Очевидно, американский президент делал ключевую ставку, руководствуясь соображением, что КНР не захочет терять премиальный для нее рынок сбыта (для сравнения: товарооборот России и Китая за тот же период составил 244,819 млрд долл.). Расчет оказался отчасти верным. Ответная мера со стороны Китая могла



обернуться большим уроном, если бы в «черный» список попали, например, комплектующие или оборудование, заменить которые сложнее (как известно из печального российского опыта).

Тем не менее торговля продуктами, попавшими под повышенный тариф, не будет способствовать улучшению ситуации в экономике обеих стран. Прежде всего, речь об энергоносителях. Крупнейшим поставщиком нефти, газа и угля в Китай по итогам прошлого года стала Россия, которая импортировала в КНР 108,5 млн т сырой нефти, всего Китай закупил у РФ нефти, угля и газа на 95 млрд долл. в то время как Соединенные Штаты поставили КНР этих ресурсов на общую сумму 10,2 млрд долл. Конечно, обе стороны могут принять условия изменившейся тарифной политики, но, скорее всего, делать «хорошую мину при плохой игре» никто не захочет. В первую очередь ситуация отразится на поставках СПГ и нефти.

Объемы газа, предназначенные для китайского рынка, США смогут направить в другие азиатские страны или Европу. На какое-то время это может немного сбить цену на СПГ и заставить других поставщиков переориентироваться и занять освободившуюся нишу. Так, Китай сможет получать газ из Катара или Австралии.

Учитывая мировой опыт, китайцы стараются следовать принципу диверсификации при импорте энергоносителей. Принимая во внимание, какие объемы КНР уже закупает у России, вряд ли эти объемы будут увеличены. Кроме того, эксперты отмечают, что и Россия не сможет нарастить поставки СПГ в Китай из-за отсутствия необходимого количества газозовозов и специальной инфраструктуры в портах Северного морского пути. Но ей вполне под силу увеличить трубопроводные поставки природного газа. Возможно, сложившаяся ситуация подтолкнет решение вопроса с заключением контракта относительно поставок по МГП «Сила Сибири-2» или придаст импульс развитию приостановившихся российских проектов по сжижению газа.

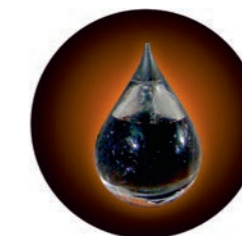
Еще один вариант для Китая пополнить уменьшившиеся объемы энергоносителя – газ из Казахстана. В целом и за США, и за Китай в вопросах импорта-экспорта СПГ волноваться не приходится, каждый найдет для себя новых партнеров, лишь немного усилив активность там, где ее могло бы не быть.

Нефтяные потоки тоже скорректируются, но опять же в тех незначительных объемах, которые вряд ли смогут оказать серьезное влияние. Как правило, рынок быстро

реагирует на любые новые вводные изменением цены, но вряд ли это будет иметь долгосрочный или скольконибудь значимый характер.

Китайцы покупают у американцев легкую малосернистую нефть. Именно на такую они и должны будут ее заменить, учитывая, что каждый НПЗ ориентирован на переработку определенного сорта нефти. Россия как раз может предложить те сорта, которые необходимы китайским нефтеперерабатывающим заводам. В отличие от СПГ для экспорта нефти есть масса логистических возможностей. Для России это может означать возможность нарастить объемы добычи, но захочет ли Китай усилить зависимость от российской нефти при его стремлении к диверсификации – еще вопрос.

Чего в результате следует ожидать? Пока «открытого противостояния» нет. Обе стороны прикрывают свои удары благовидными намерениями: США – борьбой с наркотрафиком и необходимыми мерами протекционизма, Китай – национальной безопасностью и контролем за нераспространением ядерного оружия (в эту причину завернут экспортный контроль за товарами, содержащими вольфрам, теллур, висмут, молибден и индий). Но Китай пожаловался Всемирной торговой организации, и США могут ввести новые пошлины. Это будет еще в большей степени содействовать российско-китайскому сближению, как в торгово-экономической, так, вероятно, и в политической сферах и пошатнет представление о США, как о надежном партнере, ухудшив инвестиционный климат страны. Но элементы нестабильности, которые вносят подобные экономические конфликты, ударят, прежде всего, по США. Китай – третий по объему торговый партнер США, на долю которого приходится больше 10% американской внешней торговли, в то время как китайский экспорт существенно превалирует над импортом: положительное сальдо торгового баланса Китая в 2024 году достигло почти триллиона долларов. Учитывая это, логично предположить, что страны попытаются прийти к компромиссным решениям. Если, конечно, к тому времени мяч все еще будет на стороне США. ●



ПРАВИТЕЛЬСТВО РФ ПРОДЛИЛО РАЗРЕШЕНИЕ НА ЭКСПОРТ БЕНЗИНА ДЛЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Анастасия Хасанова

Правительство продлило временное ограничение на экспорт бензина из РФ до 28 февраля 2025 г., но эта мера по-прежнему не будет распространяться на поставки, осуществляемые непосредственными производителями нефтепродуктов. Это решение принято, во-первых, для сохранения стабильной ситуации на внутреннем топливном рынке, во-вторых, для поддержания экономики нефтепереработки и, в-третьих, в целях противодействия серому экспорту автомобильного бензина. Максимальные объемы российской нефти будут перерабатываться внутри страны и направляться на экспорт в виде нефтепродуктов, в отношении которых нет таких жестких ограничений. С продлением экспорта нефтепродуктов правительство сможет частично компенсировать потери нефтяных компаний от последних санкций США, введенных 10 января 2025 г. В рамках этих санкций в отношении российских нефтедобывающих компаний в черный список попали более 180 танкеров, в основном перевозящих нефть из России, из-за чего у нескольких десятков судов возникли сложности с разгрузкой, а также резко повысились ставки фрахта.

Эмбарго на экспорт бензина (одновременно с дизельным топливом) вводилось осенью 2023 г. для стабилизации ситуации на внутреннем рынке топлива. Затем ограничения корректировались вплоть до полного снятия с последующим восстановлением.

В начале ноября 2024 г. А. Новак сообщил, что Минэнерго готовит предложение в правительство об ослаблении эмбарго на экспорт бензина из РФ. Причем речь шла об отмене запрета на экспорт бензина АИ-92 при подтверждении затоваривания им резервуарных парков на российских нефтеперерабатывающих заводах.

Ранее глава Минэнерго РФ С. Цивилев сообщил, что министерство подготовило соответствующее предложение и внесло в правительство, не уточнив при этом, как именно будет реализовано ослабление эмбарго. Однако в итоге от идеи послабления только по АИ-92 решили отказаться, вероятно, в связи со сложностью экспортного контроля. ●

Рейтинги Neftegaz.RU

В 2024 году количество введенных в эксплуатацию нефтяных скважин в России снизилось на 12 % по сравнению с 2023 г., ВИНКИ ввели 6838 новых скважин, прочие – 772 скважины. С чем связано такое падение?

Почему компании снизили ввод в эксплуатацию нефтяных скважин?

8%

Бурение новых скважин необходимо на этапе ввода новых месторождений, а компании сосредоточены на повышении эффективности разработки действующих месторождений

9%

Зафиксированных в 2024 г. объемов бурения достаточно для поддержания добычи на текущем уровне

26%

На действующих месторождениях целесообразнее осуществлять зарезку БГС: объемы горизонтального бурения выросли на 9,5 %

30%

Добыча нефти в России определяется соглашением ОПЕК+ и логистическими проблемами нефтеэкспорта

27%

Запуску новых месторождений не благоприятствует ключевая ставка и выросшая налоговая нагрузка

В 2024 г. поставки нефти на российские НПЗ сократились на 2,5% по сравнению с 2023 г. и составили 271,4 млн т. В чем причина этого сокращения?

В чем основная причина снижения поставок сырья на российские НПЗ?

15%

Сокращение поставок соответствует уровню снижения добычи нефти

5%

Экспорт нефти вырос на 2,4 %, это сократило возможности поставок на внутренний рынок

8%

Первичная переработка нефти снизилась, но увеличилась глубина переработки

29%

Установление запрета на экспорт бензина, выпуск которого упал на 6,4 %, не способствует поддержанию объемов нефтепереработки

23%

Внеплановые ремонты на НПЗ

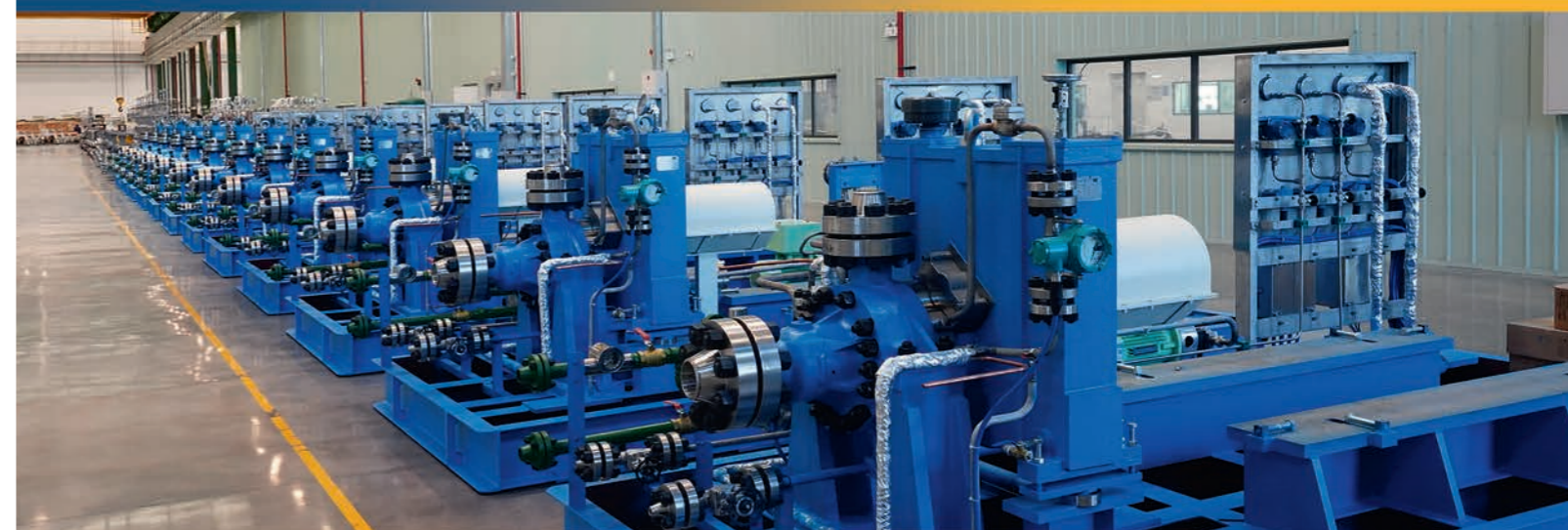
20%

Проблемы с доступностью вагонов-цистерн и возможностью своевременного вывоза нефтепродуктов с НПЗ

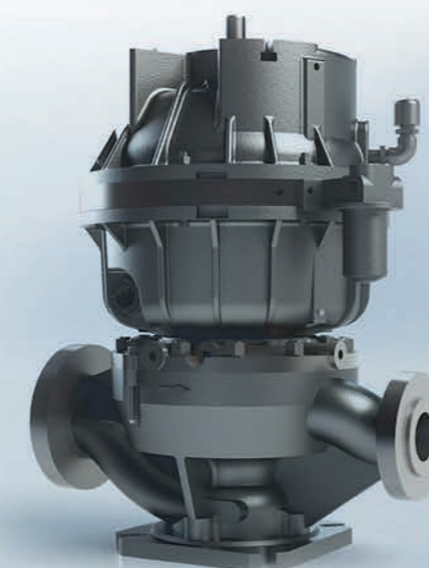


ВАРТЕЕС LTD

ПРЕЖНЕЕ НАЗВАНИЕ «BEIJING AEROSPACE PETROCHEMICAL TECHNOLOGY AND EQUIPMENT ENGINEERING CORPORATION LIMITED»



Высокоскоростной центробежный насос со встроенным редуктором (API 610 OH6)



Вертикальный насос (OH6)

Насосные агрегаты • Запасные части • Сервис

- ▶ **Расход** 1~360 м³/ч, напор: 80~3600 м
- ▶ **Мощность двигателя** 5,5~2000 кВт
- ▶ **Температура** -130~+340 °С
- ▶ **Область применения:** нефтеперерабатывающая, нефтехимическая, химическая отрасли
- ▶ **Типичное применение:** этилен, пропилен, ПЭ, ПП, ТФК и др.
- ▶ **ISO Сертификаты:** ISO9001, ISO14001, OHSAS 18001
EAC Сертификаты: TP TC 010/2011, TP TC 012/2011, TP TC 020/2011
- ▶ **Квалифицированный поставщик:** BASF, BP, CTCL, Daelim, Enter, Fluor, Foster Wheeler, GS, Hyundai, Saipem, Samsung, Tecnimont, Toyo
- ▶ **Насосы применялись** в процессах, лицензированных Invista, BP, Univation, Technip, UOP, Axens, Fluor, Siemens и Johnson Matthey
- ▶ **Конечные потребители в СНГ:** ООО «Амурский газохимический комплекс» (Сибур), Иркутская нефтяная компания, АО «ПОЛИЭФ» (Сибур), Русоско и ПКОП Шымкентский НПЗ



Цех



Испытательный стенд



Сервис на площадке Сибур

Штаб-квартира г. Пекин, Китай
Контактное лицо: Лю Сяо
Тел: +86-10-87094356, 87094328
+8617319371970
E-mail: liux@calt11.cn, burw@calt11.cn

Авторизованный дилер ООО «Юникс Инжиниринг»
Тел/Факс: +7(495) 648-62-78
E-mail: office@unix-eng.ru

www.calt11.com

Обвал рынка акций
Выборы президента
Запуск нового производства
Северный поток
Цены на нефть
Газовые войны
Слияние капиталов
Новый глава Роснефти

В Удмуртии запущено производство комплектующих для УЭЦН

Ижевский опытно-механический завод приступил к выпуску валов и прутков из коррозионностойких сплавов для установок электроцентробежных насосов. Такие валы могут работать в агрессивных средах под высокой нагрузкой, повышая производительность насосного оборудования на 25%. Предприятие инвестировало в производство новой продукции около 180 млн руб. Объем производства валов составит 740 шт. в год.

Общие мощности предприятия выросли почти на 15% – до 6 тыс. изделий в год, что, как ожидается, позволит заводу занять до 47% российского рынка. Валы работают под высокой динамической нагрузкой и в агрессивных средах со значительным содержанием солей, кислот, ионов хлора, сероводорода при температуре выше 80 °С. Они изготавливаются из полуфабрикатов – прутков, которые также являются продуктом ИОМЗ. Прутки и валы производятся по собственной технологии из коррозионностойких сплавов с улучшенными свойствами и увеличенным ресурсом работы.

ЛУКОЙЛ ввел в пробную эксплуатацию Северо-Ягунское месторождение в ХМАО. В 2024 г. на месторождении пробурены две многозабойные эксплуатационные скважины, построены линии электропередачи и нефтесборный трубопровод, в планах бурение четырех многозабойных эксплуатационных скважин. По размеру запасов это мелкое месторождение со сложным геологическим строением, но его разработка позволит эффективно использовать инфраструктуру Южно-Ягунского месторождения

Иракская Midland Oil Company разведала крупную залежь нефти на месторождении East Baghdad. Геолого-разведочные работы ICOC проводила в сотрудничестве с иракской дочкой китайской ZhenHua Oil Co., Ltd. Суточный дебит главной разведочной скважины составил 5 тыс. барр. сырой нефти. Согласно прогнозам, новое открытие станет крупнейшим в центральном Ираке и увеличит нефтяные запасы республики более чем на 2 млрд барр.

Российский газ пойдет в Иран через Азербайджан

В ходе официального визита президента Исламской Республики Иран М. Пезешкиана был подписан договор о всеобъемлющем стратегическом партнерстве между Россией и Ираном.

За первые 10 месяцев 2024 г. рост товарооборота между Россией и Ираном составил 15,5%, доля транзакций в российских рублях и иранских риалах превысила 95% от всех двусторонних торговых операций. Иран, основные газовые месторождения которого сосредоточены на юге, а крупные потребители – на севере, в регионе с достаточно суровым климатом, заинтересован в поставках газа из России, как в формате обычного импорта, так и своповых операций. В июне 2024 г. был подписан меморандум о проработке организации поставок 109 млрд м³

в год российского газа в Иран. При этом расходы на создание необходимой инфраструктуры будет нести Россия. С. Цивилев заявил, что Россия и Иран согласовали маршрут газопровода через Азербайджан. Базовым решением по цене является паритет калорийности нефти и газа с коэффициентом, в котором стороны пока имеют расхождения.

Первая в России мусоросжигающая ТЭС

В Московской области (д. Свистягино) введен в эксплуатацию завод энергоутилизации отходов РТ-Инвест (входит в Ростех). Мусоросжигающая ТЭС будет перерабатывать бытовые отходы, так называемые хвосты, оставшиеся после сортировки и не пригодные для вторичной переработки. Отходы на предприятие будут поступать после обязательной промышленной сортировки и отбора полезных фракций. Хвосты используются для выработки электроэнергии по технологии сжигания отходов на колосниковой решетке. Система очистки обеспечивает соответствие завода экологическим стандартам. Проектная мощность предприятия по переработке отходов – 700 тыс. т в год, мощность ТЭС – 70 МВт, после запуска завод сможет производить 520 млн кВт·ч в год энергии. В мире работает порядка 2500 установок такого типа.

Второй в мире ВЭМО

Богучанская ТЭС запущена

Южный поток

Северный поток достроили

Продажа квот

Цены на газ

Дошли руки до Арктики

Доставка российской нефти в Китай подорожала в три раза

Стоимость перевозок российской нефти в Китай увеличилась более чем в три раза на фоне введения санкций. Согласно данным Bloomberg, в середине января цена за транспортировку нефти из порта Козьмино на восточном побережье России в Китай выросла до 5–5,5 млн долл., до введения санкций она составляла 1,5 млн долл. Трейдеры уверяют, что показатель может продолжить рост. 10 января 2025 г. администрация Д. Байдена выпустила масштабный пакет санкций против России. Ограничения затронули нефтяную промышленность страны, а также сектор СПГ. В санкционные списки попали Газпром нефть, Сургутнефтегаз, структуры Роснефти, а также 183 судна, включая нефтеналивные танки, танкеры-продуктово-химовозы, суда-накопители, танкеры-газовозы для транспортировки СПГ, суда обеспечения и буксиры. Согласно данным МЭА, в 2024 г. судоходство, которое попало под ограничения, осуществляло около 22% морских перевозок нефти. Агентство отметило, что новые меры усложнят для этих стран логистику торговли нефтью. В связи с опасениями по поводу возможных перебоев с поставками сырья из России и Ирана, китайские нефтекомпании и крупные НПЗ начали скупать сырую нефть на Ближнем Востоке, в Африке и Южной Америке.

Сверхкрупное месторождение урана разведано в нефтегазоносном бассейне Ордос на северо-западе Китая в р-не Цзинчуань, что открывает перед страной новые возможности, учитывая, что 70% потребностей Китая в уране обеспечивается за счет импорта. Это первое в мире подобное месторождение урана, обнаруженное в регионе, где преобладают золовые отложения

Shell и CNOOC построят третью установку этиленового крекинга на совместном нефтехимическом комплексе в Китае мощностью 1,6 млн т в год и установят оборудование для выпуска химических веществ, включая линейные альфа-олефины, являющиеся сырьем для синтеза высших спиртов, кислот, детергентов, компонентов дизельного топлива, основ синтетических масел и присадок к топливам. Также запланирован запуск нового производства по выпуску 30 тыс. т в год специальных химикатов

Новая СЭС в Калмыкии

Компания Юнигрин Энерджи ввела в эксплуатацию Красинскую солнечную электростанцию мощностью 63 МВт в Лаганском районе Республики Калмыкия. Инвестиции в проект превысили 6 млрд руб. С запуском электростанции общая установленная мощность солнечных генераторов в Калмыкии достигла 297 МВт, что позволяет республике занять одно из первых мест среди российских регионов по этому показателю. Красинская СЭС является четвертой в регионе, присоединившись к уже существующим электростанциям: Малодербетовской (мощностью 60 МВт), Яшкульской (58,5 МВт), крупнейшей в стране Аршанской (115,6 МВт). Совокупная мощность повысила долю солнечной энергетики в структуре энергосистемы Калмыкии до 55,6%. Красинская СЭС занимает площадь 180 га, включает более 150 тыс. двухсторонних солнечных модулей, свыше

800 км кабельных линий, прогнозируемый объем выработки электроэнергии составляет 99,6 млн кВт·ч в год, что позволит снизить выбросы углекислого газа на 35 тыс. т ежегодно. СЭС использует трекерную систему слежения за солнцем, что в среднем увеличивает выработку электроэнергии на 20–25% по сравнению с неизменными углами наклона модулей.

Первый ветрогенератор в Дагестане

Росатом Возобновляемая энергия завершил установку первого ветрогенератора на строительной площадке Новолакской ветряной электростанции, которая станет крупнейшей в России. В планах – установка в общей сложности 120 ветроэлектростанций, мощность которых достигнет 300 МВт.

Высота каждой установки составит 150 м, а длина лопасти – 50 м. Процесс строительства ВЭС будет разделен на два этапа: в 2025 г. будет установлена 61 ВЭУ, а в 2026 г. завершится установка оставшихся 59 ВЭУ. Всего к 2027 г. ветроэнергетический дивизион Росатома планирует ввести в эксплуатацию 1,7 ГВт ветровой мощности. Сейчас в России в целом действует больше 2 ГВт таких мощностей. Совокупная мощность всех объектов генерации России не превышает 270 ГВт. ●

На **2,1%**
 НОВАТЭК в 2024 г. увеличил добычу природного газа, жидких углеводородов — на 11,5%



49,4 МЛН ТОНН
 составил объем добычи угля в Якутии за 2024 г.



На **6,7%**,
 до **381,4** млрд евро, выросли расходы ЕС на НИОКР



На **12,3%**
 сократились объемы ввода новых нефтяных скважин в России в 2024 г.



240 МЛН Т
 нефти добыл РН-Юганскнефтегаз на Усть-Балыкском месторождении



В **3** раза
 выросли запасы лития в Китае



На **33,5** МВт
 РусГидро нарастило общую мощность четырех ГЭС в 2024 г.



На **3%**
 Индия увеличила импорт нефти в 2024 г.



На **3,3%**
 до **8,3** МЛН Т, Россия нарастила поставки СПГ в КНР в 2024 г.




До **124** млрд м³
 Норвегия в 2024 г. нарастила добычу природного газа, в целом добыча углеводородов составила **240** млн м³ н.э.




На **3,6%**
 Азербайджан сократил добычу нефти в 2024 г., добыча газа выросла на **4,1%**



На **2,3%**
 сократился грузооборот морских портов России в 2024 г.



Добыча угля в Кузбассе по итогам 2024 г. сократилась на **7,3%**
 экспорт — на **10,4%**




7,6 млрд м³
 природного газа получила Венгрия от России в 2024 г.



На **22,2%**
 Узбекистан нарастил импорт нефти и нефтепродуктов в 2024 г.



На **26,2%**
 выросли нефтегазовые доходы российского бюджета в 2024 году



На **9,9%**
 Китай нарастил импорт газа в 2024 г., закупки нефти сократились на **1,9%**



На **5,5%**
 Южная Корея увеличила импорт сжиженного газа в 2024 г.



До **96,2** МЛН Т
 Казахстан снизил прогноз добычи нефти на 2025 г.





«САРАТОВСКИЙ ЗАВОД РМК»:

пример эффективного импортозамещения

ПРЕДПРИЯТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА – ЭТО СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ, ОТ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ КОТОРЫХ ЗАВИСИТ НЕ ТОЛЬКО ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КОМПАНИИ, НО И ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ В ЦЕЛОМ. ПОЭТОМУ К МАТЕРИАЛАМ, ЗАДЕЙСТВОВАННЫМ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЭТИХ ОБЪЕКТОВ, ПРЕДЪЯВЛЯЮТ ОСОБЫЕ ТРЕБОВАНИЯ. КАКИЕ РЕШЕНИЯ ПРЕДЛАГАЮТ РОССИЙСКИЕ КОМПАНИИ?

OIL AND GAS COMPLEX ENTERPRISES ARE STRATEGIC FACILITIES. THEIR RELIABILITY DETERMINES NOT ONLY THE EFFICIENCY OF THE COMPANY, BUT ALSO THE ECONOMY OF THE COUNTRY AS A WHOLE. THEREFORE, SPECIAL REQUIREMENTS ARE IMPOSED ON THE MATERIALS USED FOR THE CONSTRUCTION OF THESE FACILITIES. WHAT SOLUTIONS DO RUSSIAN COMPANIES OFFER?

Ключевые слова: металлоконструкции, крупнотоннажные изотермические резервуары, импортозамещение, модернизация производства, энергетическая безопасность.

Анастасия Гончаренко

Вот уже более 70 лет «Саратовский завод РМК» изготавливает высококачественные металлоконструкции для резервуаров.

Продукция предприятия хорошо известна на территории России. Компания входит в реестр надежных поставщиков таких компаний, как ПАО «Газпром», ПАО «Транснефть», АО Роснефть и многих других крупнейших компаний страны. Всего за три года объемы производства выросли в 30 раз. Это свидетельствует не только о доверии к качеству выпускаемой продукции, но и способности предприятия выполнять самые сложные заказы, включая поставки в рамках гособоронзаказа.

В 2021 году началась масштабная модернизация производства, благодаря которой на сегодняшний

день «Саратовский завод РМК» является одним из самых технически оснащенных предприятий в отрасли. Это позволяет не только выпускать востребованную продукцию, но и осваивать выпуск новых наименований.

После введения санкций и ухода с российского рынка зарубежных компаний завод активно занимается импортозамещением, особенно в сфере производства крупнотоннажных изотермических резервуаров. Растущие объемы производства данной продукции обусловлены увеличившимся спросом на СПГ, который используется в различных отраслях промышленности. Кроме того, сжиженный природный газ широко востребован в качестве альтернативного топлива, а в силу низкого углеродного следа по праву может считаться энергоносителем будущего.

Все эти факторы приводят к значительному увеличению объемов транспортировки и хранения газа, что, в свою очередь, стимулирует спрос на изотермические резервуары.

До недавнего времени российский рынок крупнотоннажных изотермических резервуаров практически полностью зависел от импорта, поскольку их производство осуществлялось иностранными компаниями по техническим стандартам EN (Германия, Финляндия, Швеция) и из импортного металла, произведенного по нормам Американского института нефти API. Ввиду санкций в отношении нашей страны хранение и транспортировка СПГ в России оказались под угрозой. Последующий за санкциями уход ведущих западных производителей еще больше обострил проблему

и поставил сложные задачи перед отечественными компаниями, занимающимися производством и транспортировкой сжиженного топлива.

«Саратовский завод РМК» стал первым российским предприятием, которое смогло успешно преодолеть эти вызовы. Завод разработал и внедрил собственную технологию производства крупнотоннажных изотермических резервуаров с использованием отечественных материалов, в том числе металла.

При изготовлении используется отечественная низколегированная сталь, обладающая повышенной прочностью, стойкостью к коррозии и независимая от перепадов температур. Жесткий контроль качества, включая методы неразрушающего контроля, позволяет обнаружить мельчайшие дефекты и своевременно их устранить. Все этапы производства от проектирования до монтажа соответствуют нормам взрыво- и пожаробезопасности, регулируются национальным стандартом ГОСТ Р 58032-2017 и сводом правил СП 495.1325800.2020.

«Саратовский завод РМК» активно сотрудничает с ведущими российскими проектными и научно-исследовательскими институтами нефтегазовой отрасли, что открывает возможности к совершенствованию технологических процессов и поиску новых решений по улучшению характеристик резервуаров.

Разработанные саратовским предприятием изотермические резервуары отвечают строгим требованиям безопасности и надежности, превосходя по некоторым параметрам зарубежные аналоги. Они способны выдерживать экстремально низкие температуры и давления, обеспечивая безопасное хранение СПГ.

Подтверждением высокого уровня разработанных технологий и оптимизации производственных процессов стал первый проект, успешно завершённый АО «СЗ РМК» в 2023 г.

При сотрудничестве с проектным институтом «НПК Изотермик» саратовское предприятие спроектировало, изготовило и смонтировало изотермический резервуар объемом 5000 тонн для хранения аммиака.

Конструкция резервуара представляла собой сложное инженерное решение. Тип «стакан в корпусе» с внутренней подвесной крышей, которая обеспечивает дополнительный уровень защиты и безопасности, предотвращает возможные утечки и повреждения. Наружная крыша представляет собой ребристо-кольцевой купол, который равномерно распределяет нагрузку и способен выдержать перепады температур и механические воздействия. Внутренняя крыша – плоская подвесная с настилом полистовой сборки.

Изотермический резервуар оснащен системой технической диагностики и оперативного контроля, что обеспечивает автоматизированную оценку целостности и герметичности резервуара.

В августе 2024 года «Саратовский завод РМК» построил криогенный резервуар для хранения жидкого азота объемом 1200 м³. Резервуар, выполненный по технологии «стакан в корпусе», предназначен для работы при экстремально низких температурах – минус 197 градусов Цельсия. Вакуумная изоляция между внутренней и внешней стенками резервуара помогает поддерживать заданную температуру и дополнительно защищает от тепловых потерь. Конструкция наружной и внутренней крыши, так же как и в случае с резервуаром для аммиака, представляют собой ребристо-кольцевые купола, что оптимально распределяет нагрузку и обеспечивает герметичность.

В настоящий момент «Саратовский завод РМК» участвует в реализации проекта по возведению изотермического резервуара для хранения пропана и бутана объемом 48 000 м³. Монтажные работы начались в сентябре 2024 г. и должны завершиться к апрелю 2025 г. На текущий момент уже смонтированы днище и 5 поясов стенки пропановой фракции; а также днище и четыре пояса стенки бутановой фракции. Разделение на фракции позволяет осуществлять независимое хранение и отпуск этих газов, повышает безопасность и эффективность эксплуатации.

Конструкция включает в себя внутренний и внешний резервуары, надежно защищенные от внешних воздействий. Между внутренними и внешними стенками, для обеспечения дополнительной устойчивости к нагрузкам, установлены кольца жесткости, которые предотвращают деформацию стенок под воздействием внутреннего давления и температурных колебаний. Резервуар предполагает купольную и подвесную крыши.

Параллельно с этим проектом на объекте газоперерабатывающего комплекса ведутся работы по монтажу металлоконструкций купола гигантского изотермического резервуара объемом 240 000 м³ для хранения сжиженного газа. Купол был спроектирован и изготовлен на «Саратовском заводе РМК». Он состоит из изогнутых стальных радиальных двутавровых балок. Для соединения радиальных балок между собой используются дополнительные двутавровые элементы, расположенные в горизонтальных плоскостях и образующие замкнутые кольца. Такая конструкция обеспечивает максимальную жесткость и устойчивость всей системы.

Деятельность «Саратовского завода РМК» – это наглядный пример того, как российские предприятия успешно решают задачу поставленную президентом РФ по импортозамещению в стратегически важных для отечественной экономики отраслях.

Наша работа способствует укреплению энергетической безопасности России и открывает широкие возможности для продолжения практики импортозамещения. ●

KEYWORDS: metal structures, large-capacity insulated tanks, import substitution, modernization of production, energy security.

ПОЛИМЕРНЫЕ И КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В КОНСТРУКЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ на участках с многолетнемерзлыми грунтами

Жданович Михаил Францевич
доцент кафедры «Переработка нефти и газа»,
к.т.н.

Глазунов Александр Михайлович
доцент кафедры «Переработка нефти и газа»,
доцент, к.т.н.

Майорова Ольга Олеговна
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный
университет», ассистент кафедры
«Переработка нефти и газа»

Мозырев Андрей Геннадьевич
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный
университет», заведующий кафедрой
«Переработка нефти и газа», к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный
университет»

В ДАННОЙ СТАТЬЕ РАССМАТРИВАЕТСЯ ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ И КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КОНСТРУКЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ НА УЧАСТКАХ С МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫМ ГРУНТОМ С ЦЕЛЮ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА РЕМОНТ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА НЕФТИ. РАБОТА НАПРАВЛЕНА НА АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА РЕМОНТ И ОБСЛУЖИВАНИЕ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА, А ТАКЖЕ НА ИЗУЧЕНИЕ РЫНКА ПОЛИМЕРНЫХ И КОМПОЗИТНЫХ ТРУБ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ ТРЕБОВАНИЯМ ПРОЧНОСТИ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ НЕФТИ. ЗАТЕМ БУДЕТ ПРОВЕДЕН ПОДБОР НАИБОЛЕЕ ПОДХОДЯЩЕГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГРАММЕ ANSYS С УЧЕТОМ СЕЗОННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВКЛЮЧАЮТ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ И КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЗВОЛЯТ ВЫБРАТЬ ТРУБУ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОНСТРУКЦИИ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА НА УЧАСТКАХ С МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫМИ ГРУНТАМИ. БЫЛ ПРОВЕДЕН ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРУБЫ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ НЕФТИ, СОДЕРЖАЩЕЙ РАЗЛИЧНЫЕ СОЛИ И КИСЛОТЫ, ЧТО ПОДТВЕРЖДАЕТ ПРИГОДНОСТЬ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕФТЕПРОВОДА

THIS ARTICLE DISCUSSES THE POSSIBILITY OF USING POLYMER AND COMPOSITE MATERIALS IN THE DESIGN OF MAIN OIL PIPELINES IN AREAS WITH PERMAFROST SOIL IN ORDER TO REDUCE THE COST OF REPAIR AND MAINTENANCE OF OIL PIPELINE TRANSPORT. THE WORK IS AIMED AT ANALYZING EXISTING METHODS FOR REDUCING THE COSTS OF REPAIR AND MAINTENANCE OF THE MAIN OIL PIPELINE, AS WELL AS STUDYING THE MARKET FOR POLYMER AND COMPOSITE PIPES THAT MEET THE STRENGTH REQUIREMENTS FOR OPERATION IN OIL PIPELINE TRANSPORT. THEN THE MOST SUITABLE MATERIAL WILL BE SELECTED FOR FINITE ELEMENT MODELING IN THE ANSYS PROGRAM, TAKING INTO ACCOUNT THE SEASONAL DEFORMATIONS OF FROZEN SOILS. RESEARCH METHODS INCLUDE ANALYSIS OF THE CHEMICAL RESISTANCE OF POLYMER PIPES AND FINITE ELEMENT MODELING TO VERIFY THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF THE MATERIAL. THE RESULTS OF THE STUDY WILL MAKE IT POSSIBLE TO SELECT A PIPE FOR USE IN THE CONSTRUCTION OF A MAIN OIL PIPELINE IN AREAS WITH PERMAFROST SOILS. A CHEMICAL ANALYSIS OF LOW-PRESSURE POLYETHYLENE PIPES WAS CARRIED OUT FOR RESISTANCE TO THE AGGRESSIVE ENVIRONMENT OF OIL CONTAINING VARIOUS SALTS AND ACIDS, WHICH CONFIRMS THE SUITABILITY OF POLYETHYLENE PIPES FOR THE CONSTRUCTION OF AN OIL PIPELINE

Ключевые слова: многолетнемерзлые грунты, магистральный трубопровод, полимерные и композитные трубы.

Многолетнемерзлые грунты занимают более шестидесяти процентов территории России, здесь сосредоточено более тридцати процентов нефти от общего объема добываемой в стране нефти [11]. Добытая нефть транспортируется на большие расстояния с помощью системы магистральных трубопроводов. Трубопроводный транспорт нефти осуществляется с применением стальных труб, изготовленных из специализированных марок сталей.

Согласно ГОСТ 1510-2022 «Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение», нефть транспортируют с температурой не более тридцати градусов Цельсия [5]. Средняя температура мерзлых грунтов доходит до минус трех градусов Цельсия. Из-за свойства теплопроводности происходит оттаивание грунта, также трубы могут быть подвержены процессу коррозии, в последующем происходит разрушение труб.

Принимая во внимание, что многолетнемерзлые грунты создают неблагоприятные условия для стальных конструкций, обслуживание и ремонт магистральных трубопроводов обычно сопряжены со значительными затратами для компаний, работающих на территориях с распространением многолетнемерзлых грунтов.

Цель данного исследования заключается в изучении возможностей использования полимерных и композитных материалов в конструкции магистральных трубопроводов. Для реализации цели исследования были поставлены следующие задачи:

- Проанализировать современное состояние мировых и отечественных исследований в области применения полимерных и композитных материалов в нефтегазовой отрасли;

ФАКТЫ

1,5-
2 Мпа

составляло рабочее давление стеклопластиковых труб на основе эпоксидных связующих, используемых на месторождениях в 60-х гг. XX в.





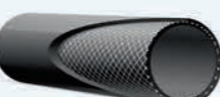
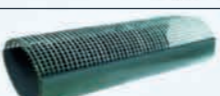

- Проанализировать рынок полимерных и композитных труб, подходящих для строительства магистрального нефтепровода;
- Анализ химической стойкости полимерных труб;
- На основе конечно-элементного моделирования выполнить численный эксперимент по обоснованию возможности применения полимерных и композитных труб в условиях многолетнемерзлых грунтов.

Прокладка трубопровода в многолетнемерзлых грунтах

В районах распространения многолетнемерзлых грунтов отрицательная температура грунта сохраняется в течение всего года, что может вызвать деформации [8] и разрушения трубопроводов, расположенных под землей. Деформации многолетнемерзлых грунтов могут быть нескольких видов:

- морозное пучение – увеличение объема грунтов при промерзании из-за образования внутри них линз льда;

ТАБЛИЦА 1. Рынок полимерных и композитных труб

Название	Страна	Ассортимент	Давление, МПа	Температура, °С	Изображение
NOV-Fiberspar	США	Диаметр 50–254 мм, армирование высокопрочными нитями	до 13,8	до 104,4	
FlexSteel	США	Диаметр 50–203 мм, стальное армирование	от 5,0 до 20,6	до 80	
Polyflow	США	Диаметр 101–152 мм, армирование нитями	до 3,5	до 65	
Soluforce	Нидерланды	Диаметр 101–177 мм, армирование нитями	до 8,0	до 100	
ANACONDA	Россия	Диаметр 74–160 мм, армирование трубы полиэфирными малоусадочными нитями с повышенной адгезией	от 1,2 до 4,0	до 65	
СИБМАШПОЛИМЕР	Россия	Диаметр 50–600 мм, армирование с металлическим каркасом	от 1,0 до 4,0	до 80	
НордВест	Россия	Диаметр от 50 мм до 200 мм	от 4,0 до 18,0	до 80	

- морозное выдавливание – подъем и деформация грунтов вследствие морозного пучения нижележащих слоев;
 - морозное растрескивание – образование трещин в грунтах при их промерзании и охлаждении;
 - морозная коррозия – разрушение поверхности грунтов талыми водами, поступающими в трещины и при замерзании увеличивающими их размеры.
- Причинами этих деформаций являются:
- замерзание воды в грунте – при понижении температуры ниже нуля вода в почвенных порах замерзает, образуя кристаллы льда, которые увеличиваются в объеме, что приводит к расширению грунта;
 - перенос влаги в грунт – при замерзании поверхностного слоя грунта в грунте создается градиент влажности, и вода начинает перемещаться в незамерзшие слои, что приводит к образованию линз льда и увеличению объема грунта;
 - усадка грунтов при промерзании – при промерзании грунта уменьшается объем незамерзшей воды, что приводит к уменьшению объема грунта;
 - неравномерное промерзание грунтов – если грунт промерзает неравномерно, в нем возникают напряжения, которые могут привести к деформациям.

ФАКТЫ

45%

утечек в регионе Нимр происходит на месторождениях Варад и Сим-Сим, где использовались металлические трубы

Опыт применения полимерных и композитных трубопроводов в нефтегазовой отрасли

Основываясь на исторических сведениях, использование труб из полимерных и композитных материалов в нефтегазовой отрасли началось в конце 1950-х годов. Широкое распространение неметаллических трубопроводов произошло в начале 1960-х годов, когда стали использовать стеклопластиковые трубы на основе эпоксидных связующих с рабочим давлением 1,5–2 МПа на месторождениях таких компаний, как Total во Франции, Amoco и ExxonMobil в США, Shell в США и Канаде, что стало решением проблемы коррозии металлических трубопроводов на Западе.

Современное состояние мировых и российских предприятий в сфере использования полимерных и композитных материалов в нефтегазовой индустрии характеризуется интенсивным развитием и непрерывными исследованиями новых материалов и технологий. Зарубежные компании, использующие неметаллические трубопроводы,

РИСУНОК 1. Индекс цен на ПНД в России



Последняя цена за тонну: 151583 на 24.05.2024
Последняя цена за тонну: 151583 с 24.05.2023 по 24.05.2024

могут служить примером успешного внедрения таких систем. Цель применения неметаллических трубопроводов заключается в сокращении потерь нефти при транспортировке и улучшении экологической ситуации. В регионе Нимр 45% утечек происходит на двух месторождениях Варад и Сим-Сим. В связи с этим было принято решение о полной замене низконапорных стальных трубопроводов на полиэтиленовые трубы высокого давления. Для этой цели были выбраны трубы местного производства Borealis [9].

Анализ рынка полимерных и композитных труб

В таблице 1 представлены компании, изготавливающие трубы из полимерных материалов.

NOV-Fiberspar, США – линейная труба, наматываемая на барабан, состоящая из внутреннего термопластического слоя, армированного высокопрочным стекловолокном, внедренным в эпоксидную матрицу. Является первой гибкой трубой, соответствующей трем стандартам [2].

FlexSteel, США – преимущество данной трубы заключается в революционной технологии намотки труб, разработанной на основе более чем 30-летнего опыта работы в сложных морских условиях. Труба обладает повышенной безопасностью – коррозионной стойкостью и отсутствием деградации, также выдерживает циклические нагрузки в условиях окружающей среды, что обеспечивает значительно более низкие затраты на техническое обслуживание и снижение антикоррозионных мер почти до нуля [3].

Soluforce, Нидерланды – гибкая композитная труба, уникально изготовленная из связующего алюминиевого слоя, что, в свою очередь, не позволяет проникать газам из трубы, тем самым это устраняет возможные проблемы безопасности окружающей среды. Основное преимущество такой трубы в отличие от других конструкций: вентиляция проникших газов не требуется, что снижает затраты на монтаж и техническое обслуживание. Газонепроницаемые

ФАКТЫ

Трубы из ПНД

находят широкое применение в различных отраслях промышленности благодаря своей прочности, долговечности и устойчивости к воздействию внешних факторов

решения SoluForce устойчивы ко всем химическим веществам, участвующим в транспортировке жидкости [1].

ANACONDA, Россия – гибкая полиэтиленовая высоконапорная труба монолитной конструкции. Обладает высокой коррозионной и гидроабразивной стойкостью, повышенной пропускной способностью. Трубопроводы, транспортирующие сырую и очищенную нефть, многофазные смеси и эмульсии (нефть, газ, вода, в т.ч. с высоким содержанием H₂S и CO₂), попутный нефтяной газ, под давлением от 1,2 до 4,0 МПа. Наружный и внутренний слои выполняются из трубного полиэтилена с минимальной длительной прочностью MRS 10,0 МПа (ПЭ 100). Армирование трубы производится полиэфирными малоусадочными нитями с повышенной адгезией с пределом прочности 900 МПа [12].

В результате анализа труб, представленных в таблице 1, с учетом их технических характеристик, структуры и различных показателей можно сделать вывод, что в настоящее время производство стеклопластиковых труб в России значительно не соответствует промышленным стандартам зарубежных стран. Применение композитных материалов будет увеличиваться по мере роста потребности нефтегазовой промышленности в материалах с уникальными механическими, химическими и физическими свойствами, что обусловлено современными тенденциями в добыче и транспортировке нефти и газа.

Трубы из полиэтилена низкого давления (ПНД) находят широкое применение в различных отраслях промышленности и строительства благодаря своей прочности, долговечности и устойчивости к воздействию внешних факторов. Тем не менее стоимость таких труб может изменяться в зависимости от нескольких аспектов, таких как используемое сырье, производственные издержки, логистика и рыночные условия.

Для проведения анализа стоимости труб ПНД необходимо учитывать следующие аспекты:

- **Сырье.** Сырьем для производства труб ПНД является полиэтилен, который может быть получен

из различных источников, таких как нефть или природный газ. Стоимость сырья может колебаться в зависимости от мировых цен на энергоносители и доступности ресурсов.

- **Производственные затраты.** Производственные затраты включают в себя расходы на оборудование, электроэнергию, рабочую силу и другие ресурсы, необходимые для изготовления труб. Эти затраты могут различаться в зависимости от масштаба производства, уровня автоматизации и других факторов.
- **Логистика.** Доставка сырья и готовой продукции также влияет на конечную стоимость труб. Расходы на транспортировку, хранение и обработку могут существенно повлиять на итоговую цену.
- **Рыночные условия.** Спрос и предложение на рынке труб ПНД также влияют на их стоимость. В периоды высокого спроса цены могут расти из-за ограниченного предложения, а в периоды низкого спроса – снижаться.

Таким образом, анализ стоимости труб ПНД требует учета множества факторов, влияющих на производственный процесс и рыночную ситуацию. Это позволяет более точно определить ценообразование и прогнозировать возможные изменения в будущем.

Для расчетов мы используем международные стандарты, так как производство труб более развито в зарубежных странах. В соответствии с ISO 12162 и ISO 9080 допустимая нагрузка на трубу при равных условиях зависит от минимальной длительной прочности материала (MRS). Этот показатель характеризует напряжение, при котором материал (полиэтилен) может работать в течение определенного срока службы при постоянной температуре. MRS применяется для оценки пригодности полиэтилена для разных областей применения, включая строительство трубопроводов. Чем выше значение MRS, тем более прочным и устойчивым к нагрузкам является материал. Напряжение в стенке трубы прямо пропорционально гидростатическому давлению и обратно пропорционально толщине стенки и среднему радиусу трубы [4, 7].

$$MOP = \frac{2 \cdot MRS}{C \cdot (SDR - 1)}$$

MRS – минимальная длительная прочность материала; C – коэффициент запаса прочности; SDR – стандартное размерное соотношение.

$$SDR = \frac{d_n}{e}$$

d_n – наружный диаметр трубы; e – толщина стенки.

Максимальное рабочее давление рассчитывается по формуле:

$$p = \frac{2\sigma \cdot e}{d - e}; \quad \sigma = \frac{MRS}{C}$$

σ – допускаемое напряжение в стенке трубы, МПа.

Используя эти математические зависимости, можно провести оценку долговременной гидростатической прочности термостатического материала.

В качестве агрессивных сред нефти мы будем рассматривать ее соли и кислоты. Следует отметить, что материалы классифицируются по химической стойкости на различные классы [10]:

ТАБЛИЦА 2. Характеристики материала

Свойство	Полиэтилен
Плотность, кг/м ³	950
Коэффициент теплового расширения, 1/С°	0,00023
Модуль Юнга, ГПа	1,1
Коэффициент Пуассона	0,42
Модуль сдвига, МПа	387,32

ФАКТЫ

MRS

применяется для оценки пригодности полиэтилена для разных областей применения, включая строительство трубопроводов

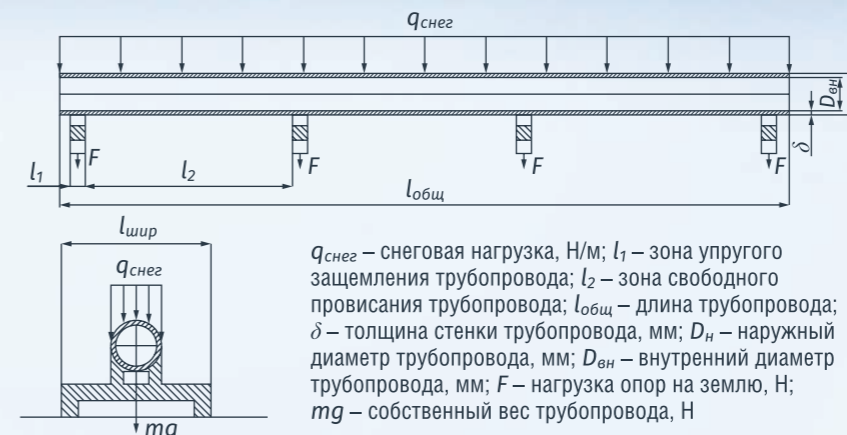
- Класс 1 – высокий уровень химстойкости (антикоррозионный) всех материалов данной группы к воздействию рабочей среды в указанных условиях рабочего режима;
- Класс 2 – ограниченный уровень химстойкости всех материалов данной группы, то есть материалы частично подвержены воздействию рабочей среды; их возможный период эксплуатации сокращается; поэтому рекомендуется выбрать материал более высокого уровня стойкости;
- Класс 3 – отсутствие химической стойкости у всех материалов данной группы, то есть материалы подвержены воздействию транспортируемой жидкости и использовать их невозможно.

Конечно-элементное моделирование

В данной научной статье мы используем конечно-элементное моделирование для изучения поведения конструкции, расположенной на мерзлом грунте с учетом сезонных деформаций при различных условиях нагружения. Результаты моделирования позволяют оптимизировать конструкцию, снизить вес и повысить надежность, что делает его незаменимым инструментом для инженеров и исследователей. В ходе анализа химической стойкости было решено, что наиболее подходящим материалом для изготовления трубы является полиэтилен низкого давления (ПНД). Характеристики этого материала представлены в таблице 2.

Для проверки влияния внутреннего рабочего давления на напряжение в стенке трубы при минусовой температуре окружающего воздуха была использована программа ANSYS Workbench. Согласно ГОСТ 18599-2001 «Сортамент труб из полиэтилена», трубы могут иметь наружный диаметр

РИСУНОК 2. Расчетная схема



$q_{снег}$ – снеговая нагрузка, Н/м; l_1 – зона упругого защемления трубопровода; l_2 – зона свободного провисания трубопровода; $l_{общ}$ – длина трубопровода; δ – толщина стенки трубопровода, мм; D_n – наружный диаметр трубопровода, мм; F – нагрузка опор на землю, Н; mg – собственный вес трубопровода, Н

от 20 до 1200 мм. С помощью формул, приведенных в экспериментальной части, были определены толщина стенки и рабочее давление в трубе. Это позволило провести детальный анализ и оценить прочность и надежность конструкции.

Расчет толщины стенки и рабочего давления

На основе проведенного анализа были рассчитаны следующие параметры:

- толщина стенки трубы;
- рабочее давление внутри трубы.

РИСУНОК 3. 3D-модель трубы

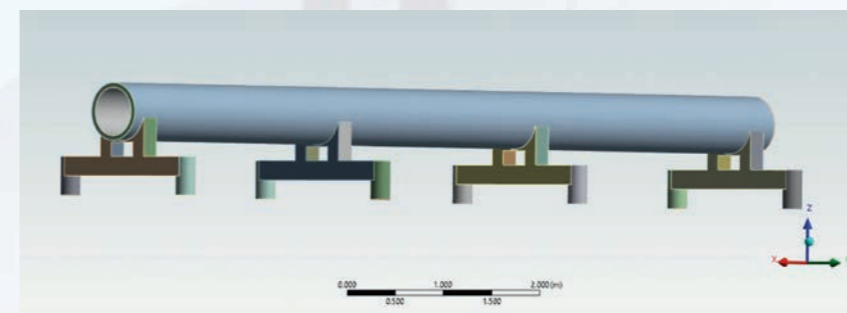
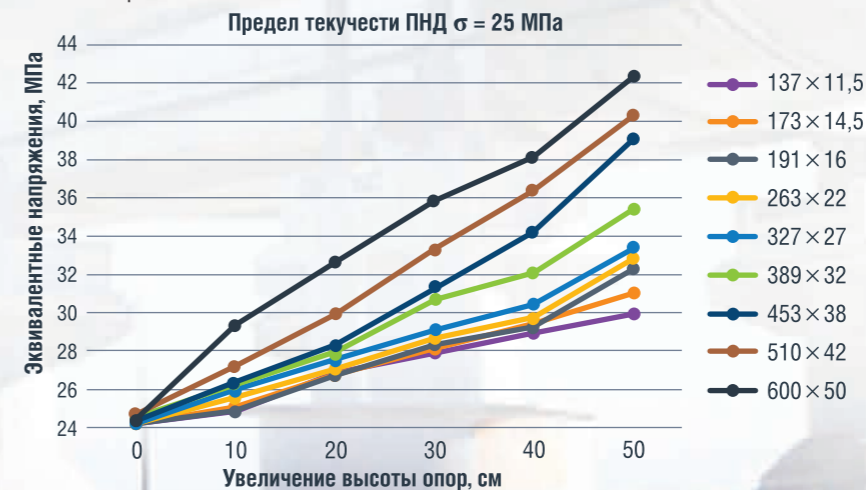


РИСУНОК 4. Изменение эквивалентных напряжений в материале трубы при изменении высоты опор



Эти параметры являются важными для обеспечения прочности и долговечности конструкции. Расчеты проводились с учетом требований ГОСТ 18599-2001 и других нормативных документов. Таким образом, использование ПНД в качестве материала для трубы позволяет обеспечить высокую химическую стойкость, прочность и долговечность конструкции при различных условиях эксплуатации [6].

График на рисунке 4 показывает, что изменение высоты опор влияет на эквивалентные напряжения в материале трубы. При снижении высоты опор напряжения уменьшаются, а при увеличении – увеличиваются. Это связано с перераспределением нагрузки на трубопровод и изменением его прогиба. Для обеспечения надежной работы трубопровода необходимо принимать во внимание эти факторы при проектировании и эксплуатации системы.

При рабочем давлении 6 МПа в стенках трубы возникают напряжения, которые могут вызвать деформацию или разрушение трубы. В связи с этим было решено снизить рабочее давление до 4 МПа. Давление 4 МПа создает в стенках трубы напряжения, способные выдерживать нагрузки. Это указывает на то, что труба была спроектирована и изготовлена с учетом требований к прочности и безопасности и она способна выдерживать давление перекачиваемой среды без деформации или разрушения.

В данном случае выбор рабочего давления обусловлен необходимостью обеспечения надежности и безопасности работы трубопровода. Труба с рабочим давлением 4 МПа может использоваться для транспортировки различных сред при соблюдении всех необходимых мер безопасности. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Выводы

Применение полимерных и композитных материалов для строительства магистральных нефтепроводов в многолетнемерзлых грунтах возможно, но требует тщательного анализа и учета специфических условий эксплуатации.

ФАКТЫ

4 МПа

составляет максимальное рабочее давление российских полимерных труб

- Проведен анализ рынка полимерных труб, используемых в нефтегазовой отрасли. Зарубежные страны пока что опережают Россию по этим показателям: им удалось разработать трубы с рабочим давлением 13,8 МПа. В России также проводятся исследования и разработки в этой области. На данный момент максимальное рабочее давление российских полимерных труб составляет 4 МПа, что значительно ниже показателей зарубежных производителей.
- Стоимость труб из полиэтилена низкого давления составляет 160 000 рублей за тонну, а стоимость труб из стали 09Г2С – 225 000 рублей за тонну. Это означает, что трубы из стали 09Г2С примерно на 40 % дороже, чем трубы из полиэтилена низкого давления.
- Трубы из полиэтилена обходятся дешевле по сравнению со стальными трубами, что позволяет снизить затраты на строительство магистральных трубопроводов. Более того, материал из полиэтилена низкого давления является более долговечным по сравнению со сталью. Это означает, что мы можем снизить затраты не только на строительство, но и на ремонт и обслуживание трубопроводной системы в долгосрочной перспективе.
- По результатам конечно-элементного моделирования мы определили допустимое внутреннее рабочее давление и рассчитали оптимальную толщину стенок труб. Это позволило нам обеспечить надежность и долговечность трубопроводной системы при минимальных затратах на материалы.

Для успешного применения полимерных и композитных материалов в многолетнемерзлых грунтах необходимо провести детальный анализ условий эксплуатации, разработать специальные технологии монтажа и обеспечить устойчивость нефтепровода к воздействию вечной мерзлоты. Таким образом, применение полимерных и композитных материалов для магистрального нефтепровода в многолетнемерзлых грунтах возможно при условии соблюдения всех необходимых требований и условий эксплуатации. ●

Литература

1. Advanced Flexible Pipeline Systems for Oil, Gas and Water [Электронный ресурс]. – Solu Force. – Режим доступа: <https://www.soluforce.com/content/dam/pipeline/soluforce/marketing/general/brochures/soluforce-general-brochure.pdf>. Дата обращения: 01.04.2024. – Загл. с экрана.
2. FIBERSPAR [Электронный ресурс]. ЛИНЕЙНАЯ ТРУБА FIBERSPAR. – Режим доступа: <https://fg-rus.ru/products/lineynye-truby-dlya-neftedobychi/gibkiy-truboprovod-fiberspar>. Дата обращения: 01.04.2024. – Загл. с экрана.
3. FlexSteel Pipe [Электронный ресурс]. – FlexSteel Pipeline Technologies – Режим доступа: <https://www.flexsteelpipe.com/flexsteel-pipe.html>. Дата обращения: 01.04.2024. – Загл. с экрана.
4. ГОСТ ISO 12162-2017. Материалы термопластичные для напорных труб и соединительных деталей. Классификация, обозначение и коэффициент запаса прочности: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 октября 2017 г. № 1459-ст: взамен ГОСТ ISO 12162-2006: дата введения 2018-07-01 / разработан ООО «Группа ПЛАСТИК». – Москва: Стандартинформ, 2017. – 15 с.
5. ГОСТ 1510-2022. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июня 2022 г. № 518-ст: взамен ГОСТ 1510-84: дата введения 2023-01-01 / разработан АО «ВНИИ ПН». – Москва: Российский институт стандартизации, 2022. – 72 с.

ТАБЛИЦА 3. Углеродородный состав фракций

Двн, мм	δ, мм	Дн, мм	σ, мм
114	11,5	137	24,3
144	14,5	173	24,4
159	16	191	24,6
219	22	263	24,2
273	27	327	24,5
325	32	389	24,6
377	38	453	24,3
426	42	510	24,7
500	50	600	24,4

ФАКТЫ

6 МПа
составляет рабочее давление, при котором в стенках трубы возникает напряжения, способные вызвать деформацию или разрушение

6. ГОСТ 18599-2001. Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия: государственный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 23 марта 2002 г. № 112-ст: взамен ГОСТ 18599-83: дата введения 2003-01-01 / разработан Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 241 «Пленки, трубы, фитинги, листы и другие изделия из пластмасс». – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. – 76 с.
7. ГОСТ Р 54866-2011 (ИСО 9080:2003). ТРУБЫ ИЗ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ. Определение длительной гидростатической прочности на образцах труб методом экстраполяции: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2011 г. № 1572-ст: введен впервые: дата введения 2013-01-01 / разработан ОАО «Научно-исследовательский институт санитарной техники», ООО «Группа ПОЛИПЛАСТИК». – Москва: Стандартинформ, 2012. – 23 с.
8. Свод правил «Магистральные трубопроводы»: СП 36.13330.2012: утв. приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой) от 25 декабря 2012 г. № 108/ГС: введ. в действие с 01.07.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 92 с.
9. Иран планирует серьезно модернизировать свою трубопроводную инфраструктуру [Электронный ресурс]. НефтеРынок. – Режим доступа: <http://www.nafterynok.info/novosti/iranplaniruet-serezno-modernizirovat-svoyu-truboprovodnyuinfrastrukturu>. Дата обращения: 01.04.2024. – Загл. с экрана.
10. Классы химической стойкости [Электронный ресурс]. Таблица химической стойкости пластиков. – Режим доступа: https://izpolimera.ru/docs/him_stoykost_polimerov.pdf. Дата обращения: 01.04.2024. – Загл. с экрана.
11. Котляков В.М. Россия. Природа. Многолетняя мерзлота / Котляков В.М. [Электронный ресурс]. Большая Российская Энциклопедия. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/rossia-priroda-mnogoletniaia-merzlota-7b5b33>. Дата обращения: 01.04.2024. – Загл. с экрана.
12. Производство полиэтиленовых труб ANACONDA. [Электронный ресурс]. Технология композитов. – Режим доступа: <https://www.tk.perf.ru/anakonda/>. Дата обращения: 26.04.2024. – Загл. с экрана.
13. Трухонин А.Н. Счет на километры / А.Н. Трухонин // РГК Пермская нефть. – 2004. – № 8.

KEYWORDS: *hard-to-recover reserves, bituminous oil, physico-chemical properties, fractional composition.*



НЕФТЕГАЗ

24-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

«ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА»

14–17.04.2025

Подробности на сайте
www.neftegaz-expo.ru

Реклама 12+



Полная версия журнала
доступна по подписке