



Совет главных механиков  
нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий  
России и стран СНГ

Ассоциация нефтепереработчиков и нефтехимиков  
ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей  
предприятий ТЭК»

## **Материалы совещания**

**ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ  
ПО ДОСТИЖЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА  
НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ В ЧАСТИ ОБОРУДОВАНИЯ  
И МАТЕРИАЛОВ – ОШИБКИ, ПРОБЛЕМЫ И ДОСТИЖЕНИЯ.**

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ  
И РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ,  
ПОСТАВЛЕННОГО ИЗ ДРУЖЕСТВЕННЫХ СТРАН.**

**ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ПРЕУМНОЖЕНИЯ  
КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ РАБОЧИХ КАДРОВ  
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОТРАСЛИ И В ПОДРЯДНЫХ  
ОРГАНИЗАЦИЯХ: АНАЛИЗ, ТЕНДЕНЦИИ, ПУТИ РЕШЕНИЯ**

Москва  
2025 г.

Опыт реализации программ по достижению технологического суверенитета нефтегазовой отрасли в части оборудования и материалов – ошибки, проблемы и достижения. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования, поставленного из дружественных стран. Проблемы сохранения и преумножения квалифицированных рабочих кадров на предприятиях отрасли и в подрядных организациях: анализ, тенденции, пути решения: Материалы совещания. — М.: ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей предприятий ТЭК», 2025. — 278 с.

Представлены избранные доклады участников совещания главных механиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и СНГ «Опыт реализации программ по достижению технологического суверенитета нефтегазовой отрасли в части оборудования и материалов – ошибки, проблемы и достижения. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования, поставленного из дружественных стран. Проблемы сохранения и преумножения квалифицированных рабочих кадров на предприятиях отрасли и в подрядных организациях: анализ, тенденции, пути решения», прошедшего в период с 26 по 29 ноября 2024 г.

Сборник подготовили:

*Составитель* Абдульвапова А.А.

*Редактор* Кудинова А.А.

*Дизайн и верстка* Легкая Е.А.

© Совет главных механиков нефтеперерабатывающих  
и нефтехимических предприятий России и стран СНГ, 2025

© ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей  
предприятий ТЭК», 2025

Тел.: +7 (495) 627-57-27  
<https://www.group-anp.ru>  
e-mail: [info@anpservice.ru](mailto:info@anpservice.ru)

# АНП Сервис

Производство динамического оборудования и запасных частей

15 лет совершенствования — гарантия качества нашей продукции:

- **Насосы и насосные агрегаты** на их основе, соответствующие требованиям ГОСТ 32601-2013.
- **Муфты пластинчатые МПП серии Динатэк®**, соответствующие требованиям ГОСТ 26455-97.
- **Торцевые уплотнения** компонентной или патронной конструкции соответствующие требованиям ГОСТ 32600-2013.
- **Системы охлаждения затворной жидкости** (СО-12 и СО-20), соответствующие требованиям ГОСТ 32600-2013.
- **Испытательные стенды ИСТУ-2** для проверки торцевых уплотнений в статике и динамике.
- **Подшипники скольжения** герметичных насосов, **масленки постоянного уровня** и многое другое.





ГОРОДСКОЙ ЦЕНТР ЭКСПЕРТИЗ-СЕВЕР

**30** ЛЕТ УСПЕШНОЙ РАБОТЫ

ВСЯ ДИАГНОСТИКА И ЭПБ

Собственные аттестованные лаборатории

Эксперты в штате

Санкт-Петербург

**+7 (812) 334-59-83**

E-mail: [nord@gce.ru](mailto:nord@gce.ru)

**[www.gce.ru](http://www.gce.ru)**



**БНП**  
ТЕПЛОБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



## Завод БНП производит:

- аппараты воздушного охлаждения
- теплообменники кожухотрубчатые
- интенсификаторы теплообмена
- жалюзийные устройства АВО
- теплообменные секции
- оребренная труба



Завод  
теплообменного  
оборудования  
БОРНЕФТЕПРОМ

✉ [bnp@b-np.ru](mailto:bnp@b-np.ru)

🌐 <https://b-np.ru>



# ЭНТЕХМАШ

ПРОИЗВОДСТВО | МОДЕРНИЗАЦИЯ | РЕМОНТ

ТУРБОКОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



Повышение  
производительности



Повышение  
надежности



Повышение  
энергоэффективности

Уже 30 лет мы помогаем нашим партнерам  
наращивать мощности, снижать затраты и  
обеспечивать надежную работу предприятий.

**Приглашаем к сотрудничеству!**

Научно-производственная  
фирма "ЭНТЕХМАШ"  
[www.entechmach.com](http://www.entechmach.com)

188682, Ленинградская область,  
Всеволожский район, пос. им. Свердлова,  
ул. Овчинская, 66Д (а/я 33)

e-mail: [etm@entechmach.com](mailto:etm@entechmach.com)  
тел.: +7 (812) 655-77-11  
факс: +7 (812) 655-77-12



ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ  
СЕРВИСНЫЕ РЕШЕНИЯ

E-mail: [info@psr-com.ru](mailto:info@psr-com.ru)  
Тел.: +7(4742)55-10-55  
г. Липецк, ул. Фурманова, влд. 2 Б

## ВИДЫ РАБОТ

- Очистка технологического оборудования
- Реагентная обработка колонного оборудования и теплообменных аппаратов
- Технологии мягкого бластинга

## ДОСТИЖЕНИЯ

- Наивысшие оценки во внутренних корпоративных рейтингах подрядчиков
- Признание «Лучшая практика» за технологии, внедренные на нефтехимических предприятиях
- Только передовые технологии и использование автоматизированных систем

## ОТРАСЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Химическая промышленность

Нефтепереработка

Энергетика

Металлургия

Пищевая промышленность

## НАШИ ЗАКАЗЧИКИ:



# УПЛОТНЕНИЯ И ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ



**ГАСКЕТ СЕРВИС**

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ  
ОПЫТ МИРОВЫХ ЛИДЕРОВ

Адрес: 404119 Россия, г. Волжский  
Волгоградской области,  
ул. им. Ф.Г. Логинова, дом 48



Телефон: 8 800 600 87 33  
E-mail: [info@gasketservice.ru](mailto:info@gasketservice.ru)  
<https://gasketservice.ru>



**Гермет Логистика**  
Технологии герметичности

**ООО «Гермет Логистика»**  
располагается в г. Уфа Республики Башкортостан и специализируется на производстве и поставке уплотнительных материалов с 2015 года.

### **Мы производим:**

- уплотнительные материалы и изделия из терморасширенного графита (набивка сальниковая, прокладки, ленты, шнуры, кольца, листы и пр.);
- уплотнительные изделия из политетрафторэтилена (ленты, шнуры, прокладки);
- прокладки из асбестового и безасбестового паронита;
- спирально-навитые прокладки (СНП);
- металлические прокладки.

### **Наши преимущества:**

- Индивидуальный подход клиентам: консультации по подбору уплотнений и выезд технических специалистов на территорию заказчика.
- Изготовление прокладок любой геометрической формы, в том числе по чертежам заказчика.
- Экстренное изготовление продукции в течении 1 рабочего дня.
- Работа на актуальной нормативно-технической документации.
- Осуществляем комплексные поставки с сопутствующими товарами.

### **Свяжитесь с нами**

450112, РФ, Республика Башкортостан,  
г. Уфа, ул. Ульяновых, д. 83, офис 12  
www.germet.ru  
zakaz@germet.su  
+7 (347) 286-12-61  
+7 927 354 91 33



**ISO 9001:2015**

**КАЧЕСТВО! НАДЕЖНОСТЬ! ГЕРМЕТИЧНОСТЬ!**



# TEXREMEXS<sup>®</sup>

*НПО ООО "ТЕХРЕМЭКС-ЛРГ" является лидером в России и странах СНГ по производству электрического оборудования для развалцовки и торцевания труб в теплообменных аппаратах, а также одним из ведущих изготовителей инструмента для них.*

*Практически все предприятия химического и нефтехимического машиностроения, многие нефтеперерабатывающие, нефтехимические, азотные предприятия, предприятия химической и атомной промышленности, тепловые электростанции, предприятия ГАЗПРОМА, а также их ремонтные подразделения в России и СНГ успешно применяют надёжные и высокотехнологичные оборудование и инструмент ТЕХРЕМЭКС.*

*Вальцовки типа А, Б, АР*

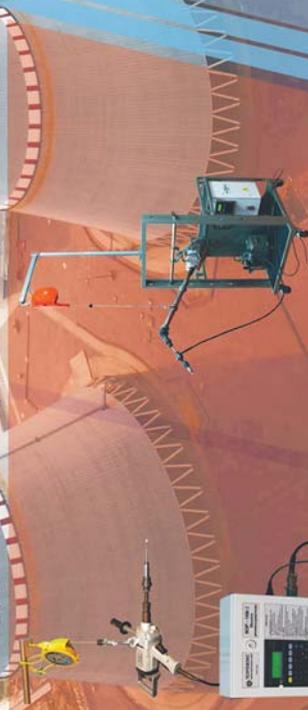


**55  
ЛЕТ**

5 PROMOTERS  
1963-2018



*МЭР-11М МЭТ-2*



*МЭР-16М*

*МЭР-16М-2*



Группа компаний «HESS» – Heat Exchanger & System Solution – российский бренд, российская команда. Российские технологии суверенного поставщика HESS на службе у отечественной промышленности!

Кто мы? Наш бренд объединяет между собой две компании: «Эл Эйч Инжиниринг» и «НТИК». Первая отвечает за разработку инженерных решений, их продвижение, продажу, консультацию клиентов и является контрактодержателем. Вторая отвечает за производство и сервис.

**Опыт в импортозамещении.** Наша компания полного цикла производства: покупаем металл, выпускаем готовое изделие, используем свои расчетные программы, без ширм локализации и изготовления по лицензии. Нами реализовано более 150 проектов. Наше оборудование эксплуатируют ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО НК «Роснефть», ПАО «Новатэк», ПАО «Лукойл», ПАО «Газпром нефть», ПАО «Северсталь», ПАО «ОДК-Сатурн», ПАО «Татнефть», АО «ОХК «Уралхим».

**Опыт в обратном инжиниринге (реинжиниринге).** С 2020 года наши решения уже опробованы и на сегодняшний день мы отремонтировали несколько теплообменников конкурентов разных типоразмеров, сейчас мы реализуем реинжиниринг самого крупного в линейке блока типоразмером 120 (размер пластин 1,2 м × 1,2 м) на 500 пластин, весом более 40 т. Наряду с этим проектом мы изготавливаем два Short-Block один в один для предприятия из группы «Роснефть», при этом силовой каркас выполнен из 09Г2С и пакет пластин из SM0254.

По кожухопластинчатым аппаратам К1 мы успешно заменили финские аппараты на установках ГТД-110 МВт для «ОДК Сатурн» и на предприятиях группы «Лукойл».

**Перспектива.** Наше будущее – это теплообменники-аналоги «Packinox». Мы готовы рассчитать и произвести пластинчатый теплообменник типа «Packinox», есть технологические и инфраструктурные возможности для этого. Мы находимся в поиске заказчика, который согласится дать нам такой проект в реализацию.

Все время своего развития мы находимся в ожесточенном конкурентном противостоянии с западными компаниями, потому как рынок сварных пластинчатых теплообменников определен и заполнен, заказчик не стремится менять привычные отношения с проверенным оборудованием. Но времена меняются и наша компания соответствует духу этого времени, потому что способна решить любые задачи заказчика с пластинчатыми теплообменниками. Мы с оптимизмом смотрим в будущее, продвигая свои решения, и надеемся сделать весь рынок пластинчатых теплообменников отечественным. Это важно и для нас, и для нашего государства.

Мы открыты к диалогу и сотрудничеству там, где требуется наш опыт и поддержка. Выпускаем оборудование: К1 – кожухопластинчатый ТА, К4 – теплоблок, К5 – спиральный ТА, К6 – аналог «Packinox», Обратный инжиниринг – К1, К4.

[hess.su](http://hess.su)

## СПОНСОРЫ МЕРОПРИЯТИЯ

---



Поставка полного спектра технологического оборудования, включая инжиниринг и технический надзор, для нефтегазовой, химической, энергетической, металлургической, пищевой и других отраслей промышленности. Достоянием наших клиентов становится все самое лучшее, что создает промышленная индустрия.

В 2024 году компании «Инициатива» исполнилось 20 лет. Начав свою историю в 2004 году с реализации небольших проектов по поставке продукции производства пензенских предприятий ООО «СКБТ» и ОАО «Пензадизельмаш», на текущий момент ООО «Инициатива» сотрудничает уже более чем с 20 ведущими предприятиями, среди которых как молодые и очень стремительно развивающиеся, так и именитые проверенные временем заводы.

ООО «Инициатива» находится в постоянном контакте с рядом профильных научно-исследовательских и проектных организаций, такими как ВНИИНФТЕМАШ (головной научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт отрасли химического и нефтяного машиностроения), ООО «СамараНИПинефть», ГУП «Институт Нефтехимпереработки РБ» (г. Уфа), ООО «Новомосковский институт азотной промышленности» (НИАП) и т.д., что позволяет компании следовать самым современным технологическим тенденциям и решениям.

Сегодня ООО «Инициатива» – одна из ведущих компаний в России, специализирующаяся на поставке линзовых, сильфонных, сальниковых, резиновых и тканевых компенсаторов; компенсационных устройств; емкостного, сепарационного, теплообменного, колонного, фильтровального оборудования для предприятий нефтегазовой, химической, жилищно-коммунальной, металлургической, энергетической, пищевой и других смежных отраслей промышленности.

ООО «Инициатива» предлагает своим партнерам полный комплекс услуг по инжинирингу, изготовлению, поставке, техническому надзору и контролю качества технологического оборудования, удовлетворяя требования и ожидания заказчиков, действуя в рамках законодательства РФ и учитывая современные тенденции, технологии и запросы рынка.

За 20 лет присутствия на рынке сложного технологического оборудования ООО «Инициатива» зарекомендовало себя как компетентный ответственный поставщик продукции, в полной мере отвечающий всем техническим стандартам и требованиям ведущих компаний России. Нашими заказчиками и постоянными партнерами стали предприятия НК «Роснефть», НК «Башнефть», группа компаний «Сибур», АО «ОХК «Уралхим», МХК «Еврохим», ГК «Металлоинвест», холдинг «ФосАгро», ПАО «Газпром нефть» и др.

Приглашаем вас к сотрудничеству!

[www.init-himmash.ru](http://www.init-himmash.ru)



Общество с ограниченной ответственностью «Завод нефтяного и газового оборудования» (ООО «ЗНИГО») – предприятие машиностроительного комплекса Воронежской области, основанное в 2011 году. Завод специализируется на проектировании, производстве и поставке оборудования для газовой, нефтяной, нефтехимической и смежных отраслей промышленности. Специалистами предприятия выполняется полный цикл работ, включая монтаж, шеф-монтаж, пусконаладку.

Номенклатура производимого оборудования обширна. Основными видами являются:

- аппараты теплообменные кожухотрубчатые;
- емкостные аппараты и резервуарное оборудование;
- колонны;
- аппараты сепарации и фильтрации;
- аппараты воздушного охлаждения (АВО);
- нестандартное оборудование по чертежам заказчика.

### **Достижения ЗНИГО в производственном отношении:**

Освоена технология изготовления оборудования из двухслойной стали. Сейчас наш завод занимает одну из лидирующих позиций по выпуску продукции из двухслойной стали на территории Воронежской области.

В рамках повышения производительности в производство был внедрен робот-сварщик, что позволило обеспечить качественный рост эффективности основных производственных процессов, гарантировало высокое качество получаемых соединений и позволило заметно снизить процент брака.

С 2012 года предприятие является участником Воронежского областного нефтегазового кластера, представляющего собой региональный стратегический альянс производителей нефтегазового и химического оборудования. С 2023 года ООО «ЗНИГО» является членом Технического комитета по стандартизации ТК 270.

Оборудование, выпускаемое под торговой маркой ZNIGO, сертифицировано в соответствии с требованиями технических регламентов Таможенного союза.

[www.znigo.ru](http://www.znigo.ru)

# ИНТРАТУЛ

Группа компаний ИНТРАТУЛ (основана в 2002 году) реализует сложные инженерно-технические проекты, направленные на повышение эффективности и безопасности работы промышленных предприятий.

Компания специализируется на создании и модернизации ремонтной инфраструктуры, развитии и модернизации машиностроительных производств, мобильных трубопроводных системах и системах промышленного мониторинга, реализует проекты слива/налива углеводородного сырья, а также внедряет и модернизирует комплексы для хранения сыпучих продуктов.

### Направления деятельности

#### Технологии машиностроения:

- технологический аудит – аудит технологических участков, аудит производственных комплексов, разработка оптимизационных решений;
- разработка ТЭО, ОТР, ТХ – концепт-проект производства, технико-экономическое обоснование, проектная документация, инженерное сопровождение;
- функции технического заказчика – определение требований к средствам производства, составление ТЗ, техническая конкурсная экспертиза, управление поставкой и ПНР, запуск комплексного производства;
- проектирование и оснащение – механообрабатывающие производства, метрологические лаборатории, гальванические производства, литейные производства и термообработка, цеховая логистика и крановое оборудование.

#### Промышленный мониторинг:

- ИНТРАВИЗОР-СТМ – набор программно-аппаратных средств с компонентами машинного зрения, позволяет получить информацию о распределении температуры на поверхности объекта контроля с целью оценки его состояния и остаточного ресурса.
- ИНТРАВИЗОР-СУВ – уникальная система на основе тепловизионных сенсоров, обеспечивающих обзор на объекте работ без задержек с сохранением возможности идентификации персонала на расстоянии более чем в 20 м сквозь плотную паровую завесу.
- ИНТРАВИЗОР-СВПМ – комплекс для осуществления непрерывного измерения температуры поверхности объекта с целью определения параметров технологического процесса и отклонений от заданных значений в том числе с оповещением о заданных событиях на ранних стадиях.
- ИНТРАВИЗОР-СОУ – функциональные устройства, предназначенные для выявления утечек газов на расстоянии, определения мест их возникновения и распространения.

**Развитие ремонтных и производственных активов:** комплексный технологический аудит; анализ производственного потенциала; концепт-проект; технико-экономическое обоснование; разработка документации; комплексное оснащение и запуск; сервисное обслуживание.

**Эстакады слива/налива:** технический аудит состояния оборудования; проектирование объектов слива/налива; технико-экономическое обоснование; шеф-монтаж и пусконаладочные работы; техническое обслуживание и сервис.

#### Полимерные трубопроводы:

- для транспортировки нефти и нефтесодержащих жидкостей с температурой эксплуатации до +80 °С применяется нефтяная труба из термостойкого полиэтилена на основе этилен-октанового сополимера, позволяющая достигать высоких показателей сопротивления гидростатическому напряжению в широком интервале температур;
- для транспортировки газа и газовых сред применяется газовая труба, состоящая из уникальной пяти-слойной конструкции, обладающей повышенной стойкостью к проникновению газа через внутренний слой;
- для транспортировки воды от кустовой насосной станции (КНС) до нагнетательных или поглощающих скважин применяется труба со специальной усиленной конструкцией с полимерным армирующим слоем;
- для транспортировки метанола и других агрессивных химических сред применяется труба со специальным внутренним слоем высокой плотности.



Компания ООО «НОВОНЕФТЕХИМ» образована в 2013 году и является специализированной инженеринговой компанией по проектированию, изготовлению и поставкам сложного технологического и сопутствующего оборудования для промышленных предприятий.

**Основная специализация** – это оборудование для нефтеперерабатывающих, нефтехимических и нефтегазодобывающих предприятий. Дополнительно ведется работа в металлургической, атомной, горнодобывающей, целлюлозно-бумажной и других отраслях промышленности.

**Цель компании** – обеспечение заказчиков качественным оборудованием, современными технологическими решениями, оптимизация процессов для увеличения энергоэффективности предприятий.

**Особенность** – комплексные и всегда индивидуальные методы решения нестандартных задач заказчиков.

**Преимущества:**

- собственный инженерно-технический отдел;
- собственный закупочный центр в ОАЭ, позволяющий осуществлять закупку и поставку оборудования в Россию из любых стран мира;
- собственный платежный сервис, позволяющий осуществлять платежи по всему миру;
- большой опыт реализации сложных и нестандартных проектов в условиях санкций.

**Краткий перечень сложного и нестандартного оборудования возможного к поставке:**

- аналоги теплообменников типа Packinox;
- теплообменники «Техасская башня» – Texas Towers;
- кожухотрубчатые теплообменники высокого давления с системой закрытия – BreechLock;
- закалочно-испарительные аппараты (ЗИА) – Transfer Line Exchanger;
- кожухотрубчатые теплообменники со спиральными перегородками – Helixchanger;
- спиральновитые теплообменники – Spiral wounded heat exchanger;
- теплообменники и трубные пучки с витыми трубами – Twisted Tube;
- спиральные теплообменники – Spiral Heat Exchanger;
- пластинчатые теплообменники типа Блок (аналог Compabloc Alfa Laval) специального исполнения для применения на высокое давление и тяжелые среды;
- алюминиевые пластинчато-ребристые теплообменники Brazed Aluminum Plate-fin Heat Exchanger & Cold Box;
- устройства безразборной мойки теплообменников и другого технологического оборудования – СІР-мойки (аналог Alfa Laval СІР) во взрывозащищенном исполнении;
- аппараты воздушного охлаждения (АВО) на высокие давления и специального материального исполнения (Hastelloy, Duplex, Inconel, Titanium, Tantalum);
- внутренние контактные устройства колонн, сепараторов и реакторов;
- технологические фильтры и фильтроэлементы (аналоги или оригиналы ушедших производителей Pall, Filters S.p.A, Fuji Filter, 3M, Hydac и др.);
- трубопроводная арматура специального исполнения: класс герметичности «А», высокое давление, высокоточное регулирование;
- импорт оригинального европейского и американского оборудования и запасных частей, которое на сегодняшний день незаменимо отечественным.

## СПОНСОРЫ МЕРОПРИЯТИЯ

---



Промышленные  
решения и сервис

ООО «Промышленные Решения и Сервис» образована в 2016 году, фактическую оперативную деятельность начала являясь официальным представителем на территории РФ, стран СНГ и ближнего зарубежья компаний-производителей инструмента и оборудования для обслуживания и ремонта фланцевых соединений высокого давления.

Основная деятельность компании заключается в обеспечении предприятий промышленного сектора инструментом и оборудованием для проведения оперативного и качественного ремонта. Наша компания осуществляет поставки и сервисное обслуживание оборудования и инструмента на промышленных предприятиях РФ и стран СНГ.

В числе наших постоянных клиентов такие компании, как ОАО «Русская Медная Компания», ЗАО «Полюс», ГМК «Казцинк», АО «Север Минералс», АО «ВетроОГК»-ГК «Росатом», ОАО «Роснефть-АЗП», ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», АО «АК Алтыналмас», AA Engineering Group, Karachaganak Petroleum Operating B.V., ООО «Джой Глобал», ПАО «Северсталь», АО «ЕВРАЗ», АО «Апатит», ООО «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус», ТОО «Корпорация Казахмыс», АО «Павлодарский нефтехимический завод», Sundvik mining and construction, Metso Outotec, ПАО «Лукойл-Узбекистан», АО «ННК-Хабаровский НПЗ», ТНК «Казхром», АО «ПАВЛИК», ООО «БурСервис».

За прошедшие годы совместно с использованием нашего оборудования и инструмента были реализованные масштабные проекты:

- Михеевский ГОК – строительство объекта и монтаж мельниц и дробилок Metso Outotec;
- Томинский ГОК – строительство объекта и монтаж мельниц и дробилок Metso Outotec;
- «Амур Минералс» – строительство объекта и монтаж мельниц и дробилок FL Smidth;
- АО «ПАВЛИК» – монтаж мельниц и дробилок Metso Outotec;
- ПАО «Газпром» «Сахалин-2» – проведение ремонта фланцевых соединений и технологических сосудов под давлением;
- АО «ННК-Хабаровский НПЗ» – ремонт и обслуживание крекинговой установки;
- ПАО «Лукойл-Узбекистан» – строительство объекта переработки Кандымский ГПК и месторождения Хаузак, Гиссар;
- АО «ВетроОГК»-ГК «Росатом» – возведение и обслуживание ветроэнергетических установок в Ставропольском крае и Республике Адыгея;
- АО «НК «Казмунайгаз» – модернизация АО «Павлодарский нефтехимический завод»;
- Евроазиатская группа ERG – модернизация участков АО «Павлодарского алюминиевого завода» по ремонту выпарных аппаратов и шаровых мельниц;
- AA Engineering Group – строительство фабрики Аксу Фаза-2, строительство фабрики Акбакай Фаза-2.

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

# SAFROTECH

ООО «Сафротех» – российская инжиниринговая компания, предоставляющая услуги в сфере обслуживания предприятий нефтегазового сектора.

Благодаря использованию современных технологий, мы минимизируем простои при проведении плановых работ и текущих ремонтов на промышленных объектах.

Компания осуществляет свою деятельность по следующим направлениям:

- проведение остановочных ремонтов;
- супервайзинг;
- комплекс работ по обслуживанию и ремонту фланцевых соединений;
- портативная металлообработка;
- сборка/разборка соединений, затяжка на момент;
- сварочные работы;
- разработка программного обеспечения;
- комплексная поставка и аренда оборудования.

[safrotech.com](http://safrotech.com)



### Производство и поставка насосного оборудования

Насосный завод «КРОН» был образован в 1992 году на базе производственных мощностей Тульского насосного завода и изначально выступал в качестве производителя насосов ЦНС и ЭЦВ.

В компании работают профессионалы, более 20 лет связанные именно с производством насосного оборудования, в том числе, с опытом работы в иностранных компаниях. За время работы реализованы многие проекты и поставлено более 1000 насосных агрегатов на различные предприятия в РФ. Продукция и услуги Насосной компании «КРОН» востребованы в сегментах добычи, переработки нефти и газа, в нефтехимической промышленности, а также на химических предприятиях.

Долгое время компания являлась дистрибьютором и партнером в изготовлении агрегатов на базе насосов нескольких ведущих зарубежных компаний, а также аккредитованным сервисным центром для различных типов насосного оборудования. Это позволило накопить опыт и приобрести необходимые связи на мировом рынке насосостроения. За эти годы мы накопили компетенции, позволившие перенести часть производства в Россию и наладить цепочки поставок, обеспечивающие выполнение контрактов даже в наиболее неблагоприятной обстановке.

Насосная компания «КРОН» обеспечивает конкурентоспособные цены и надежность продукции, благодаря использованию насосных частей самого высокого качества, российских и зарубежных комплектующих, полной сборке насосных агрегатов на нашем производстве с последующей проверкой на сертифицированном испытательном стенде и возможности проведения шеф-монтажных и пусконаладочных работ на объекте компетентными сотрудниками нашей сервисной службы. Производство ООО «НК КРОН» располагается в Туле. Здесь собираются и испытываются насосы, агрегируются насосные части с двигателем, обвязкой, датчиками, а также собираются блочные насосные станции. У компании так же есть офис в Москве и представительства в различных федеральных округах России.

Все процессы компании «НК КРОН» сертифицированы по стандартам ISO 9001 и 140001 и проходят плановую ресертификацию. Компания непрерывно работает над улучшением своих процессов, отслеживает цепочки поставок, что позволяет снизить риски, при этом предоставить заказчику качественное решение и надежное оборудование.

[kron-pump.ru](http://kron-pump.ru)



ООО «АГЛОМЕРАТ» – строительный подрядчик, осуществляющий полный комплекс работ по нанесению антикоррозионных и огнезащитных покрытий, монтажу технической изоляции и устройству промышленных полов на всей территории РФ.

Наша компания получила аккредитацию для проведения работ на таких объектах, как АО «Газпромнефть», ПАО «НК «Роснефть», Филиал «Тюменский НПЗ» ООО «РИ-ИНВЕСТ».

Мы предоставляем полный цикл услуг по анализу и оценке объекта строительства или ремонта, составляем полный расчет по стоимости работ и материалов и их количеству, создаем проекты огнезащиты, осуществляем поставку материалов и несем гарантийные обязательства не только на произведенные работы, но и на системы защитных покрытий.

«АГЛОМЕРАТ» – это команда опытных специалистов с высоким уровнем компетенции в области выбора и применения современных и технологичных материалов, а также богатым опытом работы на крупных предприятиях в различных отраслях промышленности: нефтегазовой, энергетической, химической и др.

Наша компания обладает полным спектром проверенного и качественного оборудования для создания надежных систем огнезащитной и антикоррозионной обработки на металлоконструкциях любой сложности, а также комплексных решений в части теплоизоляции трубопроводов и оборудования.

Компания «АГЛОМЕРАТ» запустила новые окрасочные цеха специализирующиеся на защитной обработке металлоконструкций в Люберцах, Рязани и Можайске. Благодаря быстрой и эффективной работе нашей команды, мы смогли организовать работу цехов всего за 2 месяца, общая площадь которых составляет 9700 м<sup>2</sup>.

С 2021 года нашей командой защищены металлоконструкции общей площадью более 500 тыс. м<sup>2</sup> на таких объектах, как АО «Газпромнефть-МНПЗ» – установка производства водорода/серы; АО «Газпромнефть-ОНПЗ» – установка производства кокса; Филиал «Тюменский НПЗ» ООО «РИ-ИНВЕСТ» – установка производства бензинов, ЭЛОУ-АТ2, эстакада налива светлых и темных нефтепродуктов и многие другие.

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

## СПОНСОРЫ МЕРОПРИЯТИЯ

---



Наша компания основана в 2009 году. С этого года является официальным дистрибьютором Schaeffler Group, подшипников FAG и INA.

Стратегия компании – поставка оригинальных подшипников и комплектующих через консигнационные склады на нефтеперерабатывающие и нефтехимические предприятия.

Активы компании: 12 складов, 5 технических офисов, 2 стенда входного контроля СП-180М.

### **Специалисты технических офисов осуществляют:**

- шеф-монтаж подшипников;
- консультации в подборе подшипников;
- анализ и подбор смазочных материалов;
- установление причин выхода подшипников из строя;
- разработку рекомендаций по увеличению сроков службы подшипников;
- выдачу решений по модернизации подшипниковых узлов;
- организацию обучения персонала заказчика обращению с подшипниками качества с привлечением сертифицированных тренеров.

### **Основные преимущества для предприятия:**

- решение вопроса качества поставляемых подшипников;
- снижение избыточных запасов подшипников;
- квалифицированная техническая поддержка в режиме 24/7;
- уменьшение количества закупаемых подшипников вследствие увеличения межремонтных пробегов динамического оборудования;
- существенное снижение рисков простоя оборудования, ввиду шаговой доступности необходимых для ремонта подшипников.

Данная стратегия реализована на предприятиях ПАО «Лукойл», ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО «НГК «Славнефть», ГК «НИКОХИМ».

В рамках тендерных закупок мы поставляем подшипники на площадки ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «Газпром нефть» и др.

Будем рады видеть вас в числе наших партнеров!

**E-mail: [resursmetprom@mail.ru](mailto:resursmetprom@mail.ru)**

## СОВЕЩАНИЕ ГЛАВНЫХ МЕХАНИКОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ



## И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ И СНГ

С 26 по 29 ноября 2024 г. в подмосковном ДО «Клязьма» состоялось вот уже двадцать седьмое ежегодное совещание главных механиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и СНГ.

В фокусе внимания собравшихся специалистов были: «Опыт реализации программ по достижению технологического суверенитета нефтегазовой отрасли в части оборудования и материалов — ошибки, проблемы и достижения. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования, поставленного из дружественных стран. Проблемы сохранения и преумножения квалифицированных рабочих кадров на предприятиях отрасли и в подрядных организациях: анализ, тенденции, пути решения».

Совещание главных механиков ярко продемонстрировало свою значимость для отрасли: участие в мероприятии приняли 413 человек из 140 компаний. Из них 49 — руководители ремонтно-эксплуатационных служб нефтегазоперерабатывающих и нефтегазохимических предприятий России, Беларуси, Узбекистана, Казахстана;





представители компаний Роснефть, Лукойл, Газпром нефть, Башнефть, Сибур, Татнефть, Нафтан и др. О своей продукции, комплектующих, материалах и инженерных решениях рассказали специалисты, представлявшие широкий спектр изделий и услуг, связанных с технологическим оборудованием НГПЗ и НГХК — заводы-производители, сервисные организации и инжиниринговые компании. Как всегда, организатором совещания выступил коллектив ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей предприятий ТЭК» под руководством Н.А. Егоршевой.

Собрание открыл председатель Совета главных механиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и стран СНГ Игорь Александрович Бабенко, он представил отчетный доклад о работе Совета в течение 2024 года и основных задачах организации на будущий 2025 год.

Со словами приветствия к собравшимся обратился генеральный директор Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков Александр Викторович Иванов. По традиции, заместитель генерального директора Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков Александр Рафаэлович Шахназаров осветил текущее состояние отрасли.



О перспективах развития нефтепереработки России в условиях санкций США и ЕЭС рассказал гость совещания Владимир Михайлович Капустин, профессор, академик РАЕН, зав. кафедрой «Технологии переработки нефти» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.

Выступление Владимира Головачева, президента Ассоциации «ХИММАШ», председателя технического комитета по стандартизации ТК-270 «Сосуды и аппараты, работающие под давлением», было посвящено проблемам стандартизации в отрасли. Докладчик подчеркнул, что устаревающие стандарты создают трудности в производственной деятельности и конфликтные ситуации с заказчиками и при инспекционном контроле. Для решения многих вопросов и сокращения сроков принятия стандартов в рамках ТК-270 в Ассоциации «ХИММАШ» по каждому стандарту созданы временные рабочие группы из квалифицированных представителей членов Ассоциации, с которыми докладчик призвал более активно сотрудничать и машиностроителей, и нефтепереработчиков. «Это новый подход к процессу разработки межгосударственных, национальных и отраслевых стандартов, позволяющий повысить их качество», — резюмировал он.

Перечень продукции предприятий, входящих в Ассоциацию компрессорных заводов, для нефтегазовой отрасли представил Михаил Анатольевич Крюков, председатель правления Ассоциации компрессорных заводов.

Опыт Санкт-Петербургской политехнической школы компрессоростроения в проектировании компрессорного оборудования и подготовке специалистов по его эксплуатации представил Александр Александрович Дроздов, д-р техн. наук, доцент Высшей школы энергетического машиностроения Института энергетике ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», руководитель научного направления «Исследование компрессоров, пневмосистем и объектов компримирования и переработки газа».

Юрий Кожухов, канд. техн. наук, доцент Университета ИТМО, руководитель научной группы «Компрессорная, вакуумная, холодильная техника и системы транспорта и переработки газа» продемонстрировал методику и программный комплекс для определения нерасчетных и перспективных режимов работы объектов газовой



инфраструктуры, компрессорного, детандерного и вспомогательно-го оборудования.

Последующие выступления главных механиков были посвящены заявленным темам совещания, коллеги предметно поделились опытом нефтегазоперерабатывающих и нефтегазохимических компаний в вопросах обеспечения технологического суверенитета и обеспечения надежной работы предприятий в условиях санкций. Выступавшие осветили вопросы эксплуатации, техобслуживания и ремонта оборудования; качество запчастей, комплектующих и материалов, поставленных из дружественных стран. Доклады вызвали активное обсуждение, вопросы и комментарии из зала. Докладчиками этой части совещания стали: Дмитрий Яценюк (главный механик, начальник управления АО «Газпромнефть-ОНПЗ»), Павел Салаш (менеджер ресурсного пула «Переработка нефти и газа (Механика)» ПАО «Газпром нефть» Департамент по логистике, переработке и сбыту), Дмитрий Ларионов (главный механик ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка»), Дмитрий Лутов (главный механик-начальник отдела главного механика ООО «Газпром переработка»), Сергей Горякин (главный механик, начальник отдела

ООО «Газпром переработка», филиал Сургутский завод стабилизации конденсата), Денис Сиротин (главный механик, начальник отдела ООО «Газпром добыча Ноябрьск»), Андрей Стрельченко (главный механик ОАО «Нафтан»), Бобур Туганов (главный механик АО «Узбекнефтегаз»), Болатбек Ескалиев (главный механик ТОО «Атырауский НПЗ»), Рустам Зелетдинов (зам. главного механика ТОО «Атырауский НПЗ»).

В своих выступлениях главные механики затронули ряд тем, задающих тренды дальнейших работ по импортозамещению оборудования и технологий. Так, парк технологических компрессоров в нефтегазопереработке и нефтегазохимии сегодня остается преимущественно импортным; остро стоит проблема производства и сертификации импортозамещающего оборудования; важным направлением развития отрасли является цифровая трансформация — предиктивные технологии, повышение эффективности процессов за счет цифры; наболевшей остается проблема квалифицированных кадров, в том числе, и в подрядных организациях. Как было подчеркнуто в выступлениях механиков, заводам удастся преодолеть перечисленные проблемы, но на поиск альтернативных вариантов



уходит много сил и времени. Ведь реинжиниринг — глобальная, многоплановая инженерная задача, в том числе, и в законодательной части, поэтому особенно важно, чтобы существовало единое отраслевое информационное поле с данными о ведущихся разработ-



ках, о сертификации и стандартизации, о найденных и внедренных решениях.

Далее программу совещания продолжили выступления производителей оборудования и инжиниринговых компаний, предоставляющих сервисные услуги, запчасти, материалы и комплектующие для НПЗ и НХК. Всего прозвучало 46 докладов.

Во время работы совещания механиков была представлена обширная выставка, где на 65 стендах производители оборудования и инжиниринговые компании представляли свои разработки и прогрессивные решения для нефтегазового сектора. В перерывах между заседаниями специалисты знакомились с экспозицией. Нередко прямо здесь, на стендах, решались важные технические вопросы, завязывались профессиональные связи, происходил обмен мнениями.







По итогам совещания Совет главных механиков вынес официальное постановление, принятое единогласно, а в завершение работы участников ждал торжественный дружеский ужин, на котором были объявлены победители конкурса докладов.

Лучшие доклады механиков:

1. Яценюк Дмитрий Николаевич (главный механик, начальник управления АО «Газпромнефть-ОНПЗ»;

2. Горякин Сергей Валентинович (главный механик, начальник отдела ООО «Газпром переработка» филиал СЗСК);

3. Ларионов Дмитрий Алексеевич (главный механик ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка».

Лучшие доклады поставщиков:

1 место — ООО «Силур»;

2 место — АО «Инжиниринговый центр «Кронштадт»;

3 место — АО «ПТПА».

Участники единогласно отметили отличную организацию и дружную работу коллектива ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей предприятий ТЭК» под руководством Натальи Александровны Егоршевой, создавших конструктивную и дружескую атмосферу мероприятия. Собравшиеся от души поблагодарили организаторов и выразили желание в 2025 году посетить очередное мероприятие Совета главных механиков.

*Текст — Ирина Толстенко*

*Фото — Ольга Киселева*



## И.А. Бабенко

Председатель Совета главных механиков

Уважаемые коллеги и гости нашего совещания!

От имени Совета главных механиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и стран СНГ позвольте приветствовать вас на нашем совещании.

Уже 27 лет Совет осуществляет консолидирующую функцию, объединяя представителей разных компаний и предприятий отрасли для профессиональных дискуссий и выработки общих позиций по различным вопросам, касающимся деятельности служб главного механика, возникающим в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта оборудования.

В своей работе Совет главных механиков уделяет большое внимание изучению и распространению опыта работы служб главного механика предприятий по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

С этой целью проводятся выездные заседания Совета на предприятиях отрасли. В этом году, к сожалению, заседание Совета главных механиков было проведено в режиме ВКС. На заседании была определена повестка дня совещания: «Опыт реализации программ по достижению технологического суверенитета нефтегазовой отрасли в части оборудования и материалов — ошибки, проблемы и достижения. Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования, поставленного из дружественных стран. Проблемы сохранения и преумножения квалифицированных рабочих кадров на предприятиях отрасли и в подрядных организациях: анализ, тенденции, пути решения».

Совет поддерживает постоянное деловое общение с главными механиками предприятий, организует совещания и семинары для специалистов механических служб.

В 2024 году нами были организованы и проведены обучающие курсы:

1. Тема: «Устройство, техническое обслуживание, безопасная эксплуатация, энергоэффективность, наладка режимов горения технологических трубчатых печей». Период — 25—26 сентября 2024 г. Место проведения—ООО«Алитер-Акси»,г.Санкт-Петербург.Количествоучастников — 17 человек. Количество предприятий — 7.

2. Тема: «Центробежные компрессоры». Период — 24—27 сентября 2024 г. Место проведения — Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ). Количество участников — 11 человек. Количество предприятий — 6.

3. Тема: «Насосное оборудование». Период — 10—12 сентября 2024 г. Место проведения семинара: ОАО «Волгограднефтемаш», г. Волгоград. Количество участников — 15 человек. Количество предприятий — 10.

Особенно хочется отметить работу руководителя ресурсного пула «Механика (БЛПС)» ПАО «Газпром Нефть» Салаш Павла Вадимовича в организации по привлечению к обучению технических специалистов ПАО «Газпром нефть».

По поручению совещания СГМ в 2023 г. Совету главных механиков продолжить работу с целью решения вопроса о нормативно-правовом урегулировании возможности применения при техническом обслуживании и ремонте оборудования неоригинальных запасных частей, в том числе, изготовленных в рамках обратного инжиниринга — сообщая следующее: изменения в Постановление Правительства Российской Федерации № 353 «Об особенностях разрешительной деятельности в Российской Федерации» об использовании неоригинальных комплектующих и запасных частей, изготовленных в рамках обратного инжиниринга, на опасных производственных объектах в целях поддержания в работоспособном состоянии иностранного оборудования и минимизации повышенного фактора аварийности при его эксплуатации. До настоящего времени Проект постановления в Правительство Российской Федерации не внесен.

Что касается организационных моментов, то по итогам совещания состоится награждение трех коммерческих организаций за лучший тематический доклад. Призовые места за «Лучший тематический доклад» распределяться следующим образом:

I место — бесплатное участие одного представителя компании и печать рекламного модуля в сборнике докладов СГМ-2025;

II место — бесплатное участие одного представителя компании в СГМ-2025;

III место — бесплатная печать рекламного модуля в сборнике докладов СГМ-2025.

Советом будут определены три лучших тематических доклада между главными механиками, за которые номинанты получат сертификат.

В период работы совещания организована работа Telegram-канала, где размещена информация по организационным моментам, также будут размещаться презентации компаний-участников.

В дни работы совещаний проходят выставки фирм-производителей, поставщиков оборудования и комплектующих изделий, материалов, диагностических приборов и инструментов, различных услуг.

Совет главных механиков последовательно осуществляет информационную деятельность. По итогам работы совещаний главных механиков и семинаров для специалистов механических служб издаются сборники материалов, которые рассылаются всем участникам.

Благодарю всех вас за участие в совещании. Выражаю слова благодарности коллективу ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей предприятий ТЭК» и его генеральному директору Н.А. Егоршевой за организацию мероприятия.

От имени Совета главных механиков, организаторов нашего мероприятия и от себя лично желаю вам хорошего настроения, новых идей, которые поспособствуют развитию нефтяной промышленности России и стран СНГ.

## О СОСТОЯНИИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ



### А.Р. Шахназаров

Ассоциация нефтепереработчиков  
и нефтехимиков, г. Москва

Оценка добычи нефти на 2024 г. ожидается на уровне 521,3 млн т (в 2023 г. — 530 млн т). Оценка экспорта нефти из РФ на 2024 г. ожидается на уровне 240 млн т (в 2023 г. — 238 млн т). Оценка экспорта нефтепродуктов в 2024 г. ожидается на уровне 131,6 млн т. (Источник: журнал «ИнфоТЭК» № 10, 2024 г.)

Снижение объемов переработки нефти на НПЗ по итогам года ожидается в пределах 1—2 %, сообщил 6 ноября 2024 г. на форуме «Валдай» вице-премьер Александр Новак. Он также не исключил, что производство нефтепродуктов выйдет на уровень прошлого года, сообщает Интерфакс. В 2023 г. НПЗ России переработали 275 млн т нефти.

### Первичная переработка нефти и производство основных нефтепродуктов

Объемы производства	2024 г. (январь–июнь), млн т	2023 г. (январь–июнь), млн т	Темп роста, % (2024 г./2023 г.)
Первичная переработка нефти (Reuters)	131,8	137,3	96,0
Бензин автомобильный (Reuters)	21,2	22,8	93,0
Авиакеросин			
Дизельное топливо (Росстат)	42,7	44,0	97,0
Мазут топочный (Росстат)	19,0	19,9	95,5
Источник: Журнал «ИнфоТЭК». 2024. № 7.			

## О нефтегазовом оборудовании

Доля российского нефтегазового оборудования к концу 2024 г. должна вырасти до 70 %. В 2023 г. она составляла 65 %. В 2014 г. (на момент введения первых санкционных ограничений) — 43 %.

Начиная с 2015 г. господдержка производителей нефтегазового оборудования составила порядка 60 млрд руб., машиностроительная отрасль за этот период вывела на рынок более 160 импортозамещающих решений.

Выступая 8 июля 2024 г. на VII ежегодной конференции «Технологический суверенитет и импортозамещение в ТЭК» директор нефтегазового комплекса Минэнерго России А.С. Рубцов отметил, что для достижения технологического суверенитета в ТЭК необходимо не только замещать иностранные технологические решения и оборудование, но также создавать российские технологические цепочки. «В соответствии с задачей, поставленной министром, мы стремимся к тому, чтобы 90 % оборудования и технологий, использующихся в ТЭК, были российского производства», — отметил Антон Рубцов.

## О демпфере

Взаиморасчеты по демпферу «бюджет — производители моторных топлив (ПМТ)» в 2019—2024 гг., млрд руб.:

2019 г.: бюджет — ПМТ — 282;

2020 г.: ПМТ — бюджет — 357;

2021 г.: бюджет — ПМТ — 675;

2022 г.: бюджет — ПМТ — 2171;

2023 г.: бюджет — ПМТ — 1588;

2024 г.: бюджет — ПМТ — 1544 (январь— октябрь).

Возвратные выплаты нефтяным компаниям из бюджета по топливному демпферу в октябре 2024 г. составили 107 млрд руб.

Также нефтяники получили из бюджета РФ выплаты по акцизу на нефтяное сырье в октябре в размере 119 млрд руб. За январь—октябрь выплаты по этому акцизу составили 1 трлн 353 млрд. руб. (Источник: журнал «ИнфоТЭК» № 10, 2024 г.)

Примечание: Демпфер выплачивался по итогам каждого месяца из бюджета нефтяным компаниям за оптовые поставки топлива на внутренний рынок, когда экспортная цена сильно превышает российскую; и компаниями в бюджет за поставки на внутренний рынок, когда это оказывается выгодней экспорта. Демпфер покрывал не всю разницу между

внутренними ценами и нетбэком (около 60 %), но позволял сглаживать резкие колебания оптовых цен топлива на российском рынке, связанные с изменениями котировок барреля.

## Развитие бренда и престиж профессий: ключевые факторы привлечения кадров в ТЭК

30 октября, 2024 г. Москва. Минэнерго приняло участие в панельной дискуссии «Диалог с руководителями», состоявшейся в рамках Форума молодых специалистов ПАО «СИБУР-Холдинг».

В рамках диалога представители государственной власти и бизнеса обсудили актуальные вопросы, касающиеся технологического развития нефтехимического комплекса, привлечения и удержания кадров в отрасли, мотивации специалистов к дальнейшему развитию в своей компании и др.

В ходе открытого диалога Анастасия Бондаренко отметила, что несмотря на продолжающуюся «гонку зарплат» компании ТЭК ориентированы на долгосрочные программы удержания персонала. «В настоящее время мы наблюдаем тренд компаний ТЭК на долгосрочное удержание кадров, через управление опытом и мотивацией сотрудников на разных этапах его карьеры», — сказала статс-секретарь, заместитель Министра энергетики РФ. «Сегодня наши компании конкурируют за персонал в большей степени не между собой, а с динамично развивающимися секторами электронной торговли, маркетплейсами и доставками. Нам предстоит выработать единое ценностное предложение работы в отрасли и совместными усилиями с компаниями продвигать его в ТЭК», — заключила Анастасия Бондаренко.

Доктор экономических наук, академик РАН С.Ю. Глазьев, выступая 15 ноября 2024 г. на VI Евразийском Деловом Форуме «Интеграция» в Москве отметил, что главная причина нехватки квалифицированных рабочих — это низкая зарплата. «У нас самая высокая в мире эксплуатация труда. Если брать количество выработки на единицу зарплаты, то наш работник производит в 3 раза больше продукции, чем в Европе или в Америке, да уже и в Китае. То есть у нас труд занижен. Оценка труда, зарплаты занижена в 2—3 раза, по сравнению с международными стандартами оплаты труда на единицу выработки продукции».



ДОКЛАДЫ  
УЧАСТНИКОВ  
СОВЕЩАНИЯ



## КВАЛИФИЦИРОВАННЫЙ ПЕРСОНАЛ – ЦЕННЫЙ АКТИВ!



Д.И. Беджанян  
ООО «РМП», г. Москва

### История компании

ООО «РМП» основано в 2009 г., с этого же года мы начали работу с Шэффлер Групп. С 2010 г. проводим технические семинары по обучению персонала обращению с подшипниками, открываем технические офисы для сопровождения поставок. С 2022 г. наладили прямые связи с зарубежными представительствами для продолжения поставок подшипников премиального качества. Также мы поддерживаем партнерские отношения с ключевыми сотрудниками технического отдела по подшипникам из бывшего штата компании Шэффлер.

### Стратегия компании

Наша стратегия — это поставка оригинальных подшипников и комплектов FAG, INA и TIMKEN через консигнационные склады на нефтеперерабатывающие и нефтехимические предприятия.

Особое внимание мы уделяем технической поддержке потребителям подшипников. Для этого мы организуем технические офисы на базе складов.

### Задачи. Технический офис

В задачи технического офиса входит: шеф-монтаж подшипников, консультации, установление причин выходов подшипников и многое

**SCHAEFFLER**



**FAG**



другое. Одной из задач также является организация обучения персонала заказчика.

## Преимущества

Основными преимуществами работы в тандеме склада и технического офиса:

- решение вопроса качества поставляемых подшипников;
- снижение избыточных запасов подшипников;
- сокращение косвенных затрат и др.

## Статистика выходов

Для того, чтобы обеспечить надежную и долговую работу даже качественных подшипников необходим их корректный монтаж, соблюдение требований к сопряженным деталям, смазка.

По статистике до 20 % повреждений подшипников вызваны ошибками монтажа, некорректным подбором. Этих ошибок можно было легко избежать, при наличии соответствующих знаний.

## Последствия

Следствием незнания или несоблюдения этих правил является сокращение срока службы как подшипников, так и оборудования в целом.

Выход подшипников из строя также влечет вторичные повреждения торцевых уплотнений, рабочих колес, валов и корпусов, что приводит к





дополнительным расходам на ремонты, дорогостоящим простоям и снижению производительности.

## Анализ квалификации персонала

За прошедшие годы, анализ знаний и навыков персонала на предприятиях показал:

- недостаточную квалификацию в области подшипников;
- невнимание к заменяемым подшипникам;
- пренебрежение правилами монтажа;
- несоблюдение допусков посадок;
- неправильно подобранные смазки и прочие негативные факторы, требующие работы с ними.

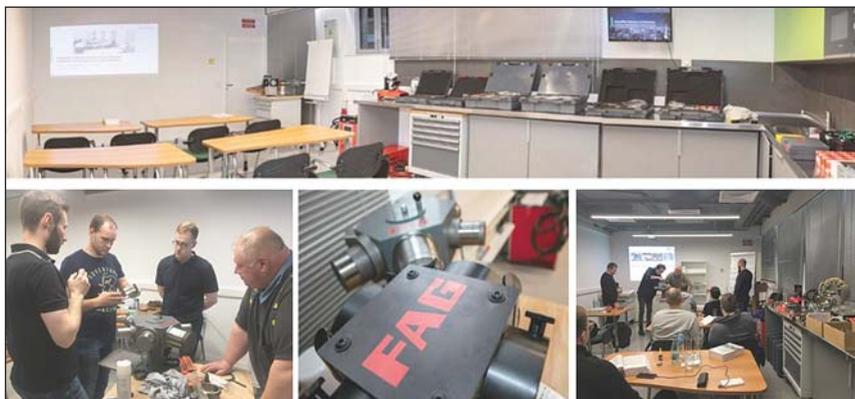
## Учебный класс

Одним из направлений нашей компании стало проведение технических семинаров, основной целью которых является повышение знаний, компетенций и навыков персонала в области подшипников качения.

В теоретической части слушатели получают базовые знания по подшипникам качения и их применению.

Практическое занятие охватывает подготовку к монтажу, проведение измерений, механический, термический и гидравлический способы монтажа/демонтажа разъемных и неразъемных подшипников разных типов.

На примерах разбираются реальные случаи выхода подшипников из строя и их причины.



Семинары проводятся по методике Шэффлер в специально оборудованном учебном классе, расположенном в Москве. Также имеется формат обучающих семинаров, предполагающий выезд к заказчику.

Преподавателями семинара выступают сертифицированные тренеры Шэффлер, обладающие высокой квалификацией и опытом свыше 20 лет в области подшипников.

Возможна адаптация курса под целевую аудиторию слушателей.

Инвестиции в знания всегда приносят наибольший доход. Квалифицированный персонал является ценным активом для любой компании. Овладение персоналом знаниями о подшипниках качения — необходимое условие успешной работы вашего оборудования.

Мы, в свою очередь, готовы рассказать и показать вашим сотрудникам все о подшипниках качения, поскольку с ними связана и наша жизнь. Это более чем 20-летняя работа тренеров у производителя Шэффлер и наша 15-летняя репутация в качестве надежного поставщика.

## ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ НА ПРИМЕРЕ РЕФЕРЕНЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ «НОВОНЕФТЕХИМ»



Д.А. Чужченко

000 «Новонефтехим», г. Новосибирск

Компания «Новонефтехим» на протяжении более 10 лет активно помогает своим заказчикам решать типовые и абсолютно незаурядные задачи, связанные с промышленным оборудованием (рис. 1). Как правило, все начинается с идеи, разработки концепции и проектирования. Далее, идет изготовление и поставка, а при необходимости осуществляются консультации при монтаже и наладка оборудования. Перечисленные компетенции, гарантируют заказчикам достижение желаемого результата даже в условиях отсутствия полноценного технического задания.

### ИНФОРМАЦИЯ О КОМПАНИИ



#### ОСНОВАНИЕ

Компания ООО «НОВОНЕФТЕХИМ» образована в 2013 г.



#### ОСОБЕННОСТЬ

Комплексные и индивидуальные методы решения задач Заказчиков



#### КОМПЕТЕНЦИИ

Разработка и изготовление блочного оборудования  
Поставка высокотехнологичного оборудования  
Импорт оборудования и запасных частей  
Проектный подход к реализации



#### ЦЕЛЬ

Обеспечение Заказчиков качественным оборудованием, современными технологическими решениями, оптимизация процессов с целью увеличения энергоэффективности предприятий

Рис. 1

На рис. 2 показаны некоторые проблематики современных НПЗ в разрезе нашего поставляемого оборудования.

В составе любой технологической линии НПЗ присутствуют теплообменники. Соответственно эффективность их работы влияет на процесс переработки.

Типичные проблемы теплообменников: низкая эффективность, быстрая загрязняемость и, соответственно, малый интервал между очистками. Также сюда можно отнести низкую надежность самих аппаратов как следствие неправильно подобранного материального исполнения, либо выбора неправильной конструкции аппарата.

Хочется затронуть одну из существующих проблематик котельного оборудования, которая заключается в снижении КПД в процессе эксплуатации.

Дополнительно выделим актуальность проблематик колонн, которые связаны с получением заданного качества продуктовых потоков и не достижение требуемой производительности аппаратов.

На рис. 3 приведены некоторые пути решения вышеназванных проблематик.

Для теплообменников один из путей — это замена малоэффективного на более эффективный аппарат. Следующий путь для теплообменников — их модернизация. И отдельным способом оптимизации работы можно добавить безразборную промывку теплообменников.

Для котлов предлагаются такие решения, как пневмоимпульсная и



Рис. 2

паровая очистки конвективных поверхностей. Для колонн — это выполнение технологических и гидравлических расчетов, на основании которых осуществляется подбор и замена внутренних устройств на высокоэффективные массообменные тарелки и насадки.

Портфель технологий и опыт поставок оборудования нашей компании позволяет предложить комплексное решение для оптимизации работы теплообменного оборудования (рис. 4), в том числе, рассмотреть



Рис. 3



Рис. 4

замену одного типа малоэффективного оборудования на другой более эффективный. Например, кожухотрубчатый меняется на пластинчатый. Или несколько пластинчатых меняются на один многопоточный аппарат. Все это мы можем предложить заказчику и выбрать наиболее подходящий тип теплообменника.

Касательно модернизации существующего теплообменного оборудования, обращаем внимание на то, что не все типы теплообменников позволяют осуществить модернизацию. Например, спиральные и алюминиевые не модернизируются, так как у них сварной корпус и теплообменная поверхность не отделима от корпуса. А вот разборные пластинчатые аппараты легко модернизируются путем замены пластин не меняя корпус.

Более подробно расскажем о модернизации кожухотрубчатых теплообменников (рис. 5). Наша компания готова предложить разные способы модернизации, в зависимости от поставленной задачи. Например, модернизация может быть как трубного пространства, так и межтрубного пространства. Для трубного пространства применяются витые трубы, трубы с развитой поверхностью и вставные турбулизаторы (их также называют интенсификаторы).

Для модернизации межтрубного пространства очень хорошим решением будет пучок со спиральными перегородками Helixchanger, а также пучок с витыми трубками, который можно назвать универсальным решением для многих кожухотрубчатых теплообменников.



Рис. 5

Более подробно о теплообменниках со спиральными перегородками, типа HELIXCHANGER® компании Lummus Technology (рис. 6). Спиральная перегородка обеспечивает решение одних из самых распространенных проблем, таких как загрязнение стенок корпуса, высокие перепады давления и вибрация. Перегородки в этом аппарате расположены последовательно под углом к оси труб для создания спирального (винтообразного) потока по межтрубному пространству. В мире насчитывается более чем 4000 таких теплообменников с успешным опытом эксплуатации на нефтеперерабатывающих, энергетических и нефтехимических предприятиях.

Замена трубного пучка с прямыми перегородками на трубный пучок типа Helix позволяет:

- увеличить производительность и расход продукта;
- увеличить глубину рекуперации, либо глубину захлаживания.

А замена всего классического кожухотрубчатого теплообменника на новый типа Helix позволяет:

- уменьшить габариты и массу за счет увеличения теплопередачи;
- уменьшить капитальные затраты на фундамент, металлоконструкции при проектировании новых объектов строительства.

На рис. 7 показан наш опыт в рамках импортозамещения лицензионного оборудования с выполнением расчета и изготовления теплообменника со спиральными перегородками типа Helixchanger. Для



Рис. 6

Московского НПЗ строительство установки УЗК. Здесь приведены фотографии процесса изготовления трубных пучков со спиральными перегородками.

На рис. 8 показан наш опыт изготовления и поставки сварных пластинчатых теплообменников типа «Блок» для Московского НПЗ. По-

**ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

Референция: теплообменники **Helixchanger** для АО «Газпромнефть-МНПЗ» КГПН. Строительство УЗК.

**Задачи и особенности**

- Расчет теплообменников по базовому проекту Chevron Lummus Global
- Сдвоенный теплообменник сырья и продуктового ТКК и два сдвоенных теплообменника сырья и ЦО ТКК
- При расчете аппаратов скорость в трубном пространстве обязательно должна была быть > 1,5 м/с
- Проектирование и изготовление по стандартам ASME и ГОСТ
- Изготовление из материалов по ASME (сталь Cr-Mo)



Рис. 7

**ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

Референция: сварные пластинчатые теплообменники типа **Блок** для АО «Газпромнефть-МНПЗ» КУПН. АВТ.

**Задачи и особенности**

- Замена 6-ти теплообменников Alfa Laval.
- 2 теплообменника – типоразмера **NB120** (аналог **Compabloc CPX120 Alfa Laval**)  
6 теплообменников – типоразмера **NB75** (аналог **Compabloc CPX75 Alfa-Laval**)
- Материальное исполнение пластин - SMO254
- Максимальное испытательное давление 7,4 МПа



Рис. 8

ставка осуществлена в 2024 г. Особенность проекта заключается в типоразмерах некоторых аппаратов: 120 типоразмер — самый большой у данного типа теплообменников и испытательное давление 7,4 МПа, что является достаточно высоким значением.

Расскажем о трубах с развитой поверхностью (рис. 9). Сама технология берет свое начало от компании UOP. Данные трубы разделяют на несколько типов:

1. Трубки с продольными ребрами и развитой поверхностью на внутренней стороне трубы — их задача увеличить поверхность теплообмена трубы для подвода или отвода тепла, а также разбить пристеночный ламинарный слой, так сказать, турбулизовать поток.

2-3. Бывают трубы с развитой поверхностью на внешней и внутренней сторонах трубы, которые применяются в процессах конденсации и испарения. Развитая поверхность наносится на ту сторону трубы, где требуется улучшить процесс конденсации или испарения.

Что такое развитая поверхность? Говоря простыми словами — это такой порошок, который наносится на поверхность трубы и после этого запекается в печи. Задача этого слоя создать зоны шероховатости, как у наждачной бумаги. В этих зонах заметно улучшается процесс конденсации или испарения жидкости, так как значительно увеличиваются места для формирования пузырьков в случае испарения, а в случае конденсации — не формируется стержневое течение жидкости вдоль трубы.



Рис. 9

Развитую поверхность можно наносить как на новый, так и на существующий трубный пучок.

На рис. 10 представлено решение для кожухотрубчатых теплообменников — технология витых труб. Данная технология позволяет решать задачи энергоэффективности предприятий как путем модернизации существующих аппаратов меняя только пучок, так и замены или проектирования нового теплообменника целиком.

### ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

#### Витые трубы – Twisted tube



Рис. 10

### ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

#### Установка для безразборной промывки теплообменников – CIP-мойка



Рис. 11

Теплообменники с витыми трубками активно применяются как на первичных процессах, так и на вторичных процессах переработки. Технология помогает предприятиям не только экономить, но и повышать выработку продукта.

Отдельно выделим то, что первая поставка в России отечественного трубного пучка с витыми трубками была осуществлена нашей компанией в 2021 г. на Ачинский НПЗ.

Компетенции нашего инженерно-технического отдела позволяют проектировать разнообразное комплектное блочное оборудование. Например, установки для безразборной промывки оборудования — СІР-мойки (рис. 11). Они помогают заказчикам производить очистку по месту без демонтажа самого оборудования.

На данный момент у нас в производстве СІР-мойка для компании «Ямал СПГ». На СІР-мойку будет получен сертификат взрывозащиты ТР ТС 012 на комплектное устройство. Также имеется ряд осуществленных поставок СІР, например, для Ачинского НПЗ (фотографии вы видите на рис. 11).

Помимо СІР-моек мы проектируем насосные станции, тепловые пункты, станции дозирования и многое другое комплектное блочное оборудование.

Внедрение системы пневмоимпульсной очистки позволяет поддерживать поверхности нагрева без отложений весь период их эксплуатации за счет того, что очистка происходит на ранней стадии, пока отложения

## КОТЛЫ И ПЕЧИ

### Автоматизированная система пневмоимпульсной очистки - ПИО

- Очистка на ранней стадии конвективных поверхностей котлов утилизаторов и экономайзеров, технологических печей и пр.
- Процесс очистки полностью автоматизирован и выполняется без остановки технологического процесса
- Экономия потребления топлива
- Экономия расходов по золоудалению
- Сокращение плановых ремонтов
- Поддержание КПД котла на уровне номинала

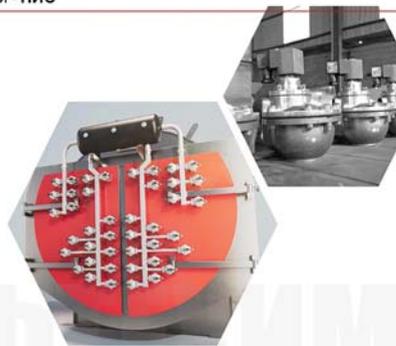


Рис. 12

на поверхности не прикипели к змеевикам (рис. 12). Принцип работы основан на удалении отложений за счет ударной волны воздуха от пневматических импульсных клапанов.

По всем озвученным примерам наша компания обладает компетенциями. Мы готовы рассматривать запросы, касающиеся теплообмен-

### КОЛОННЫЕ АППАРАТЫ

Внутренние устройства колонн, сепараторов

- Выполнение технологических и гидравлических расчетов
- Предоставление гарантий по качеству получаемых продуктов
- Поставка оборудования
- Шеф-монтаж

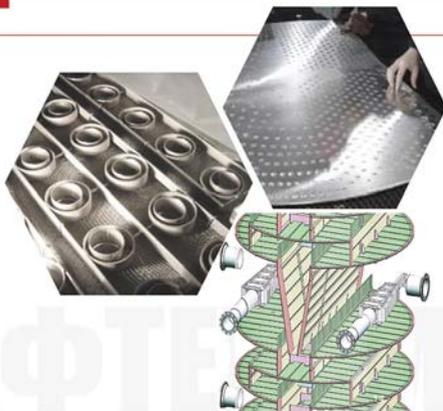


Рис. 13

### СОТРУДНИЧЕСТВО С ВЕДУЩИМИ МИРОВЫМИ И ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ

Transfer Line Exchanger – закально-испарительные аппараты (ЗИА)

Breach Lock – система закрытия кожухотрубчатых теплообменников высокого давления

Аналог Packinox – продуктово-сырьевой кожухопластинчатый теплообменник

Spiral wounded heat exchanger – спиральной витой теплообменник

Brazed Aluminum Plate-fin Heat Exchanger & Cold Box – паяный алюминиевый пластинчато-ребристый

Собственный закупочный центр в ОАЭ, позволяющий осуществлять закупку и поставку оборудования в Россию из любых стран мира

Осуществляется сотрудничество с ведущими мировыми производителями для обеспечения Российских клиентов современным и эффективным оборудованием:

- Насосы
- Теплообменники
- Компрессоры
- Импортные оригинальные запасные части
- Внутренние устройства колонн

Рис. 14



Рис. 15

ного оборудования, котлов, резервуаров, внутренних устройств колонн, аппаратов из спецсплавов, спецназначения и прочего технологического оборудования и запасных частей (рис. 13).

Отдельно выделим наличие в нашей компании собственного закупочного центра в ОАЭ, позволяющего осуществлять закупки и поставки оборудования в Россию из любых стран мира, а также платежи по всему миру (рис. 14).

На рис. 15 приведены некоторые наши реализованные проекты. С каждым годом мы совершенствуем наш подход к работе, подстраиваясь под современные тенденции и высокие требования заказчиков.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ В ЧАСТИ ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ: ПРОБЛЕМЫ И ДОСТИЖЕНИЯ



А.А. Трошин (на фото), И. Бударин  
ООО «НК «КРОН», г. Москва

Насосная компания «Крон» — предприятие, основанное в 1992 г. на базе Тульского насосного завода. В компании работают профессионалы, более 20 лет связанные именно с производством насосного оборудования, в том числе, с опытом работы в иностранных компаниях. За время работы реализованы многие проекты, в рамках которых поставлено большое число насосных агрегатов на различные предприятия в РФ. Продукция и услуги НК «Крон» востребованы в сегментах добычи, переработки нефти и газа, в нефтехимической промышленности, а также на химических предприятиях и в энергетике.



В нашей производственной программе есть, в том числе, насосы, соответствующие требованиям стандартов API-610 и API-685, которые применяют на ответственных производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности: для перекачивания нефтепродуктов (мазута, нефти, сжиженных углеродных газов, воды, которая содержит примеси нефтепродуктов и вязких жидкостей). Герметичные насосы с магнитной муфтой предназначены для



токсичных и взрывоопасных жидкостей. Широкий спектр материалов и типов насосов позволяют нам подобрать герметичный насос практически для любых задач.

На сегодняшний день в собственности НК «Крон» земельный участок 11000 м<sup>2</sup>, цеха общей площадью 4500 м<sup>2</sup>, складские и офисные помещения, что позволяет разместить все необходимое ключевое оборудование для производства и испытаний насосных агрегатов, а также дает возможность дальнейшего развития компании и позволяет внести свой вклад в развитие технологического суверенитета РФ.

В нашем понимании, технологический суверенитет — способность страны самостоятельно разрабатывать, производить и контролировать ключевые технологии и инфраструктуру, необходимые для экономической независимости и национальной безопасности.

Для обеспечения технологического суверенитета необходимо развитие инженерных и производственных компетенций, а также размещение процесса производства в РФ. Как известно, процесс производства



насосных агрегатов затрагивает многих изготовителей оборудования субпоставщиков (электродвигатели, системы затвора), а также сложные технологические операции, такие как литье, что является отдельным производственным процессом, и развитие которого необходимо прежде всего для обеспечения процесса производства именно в РФ. Таким образом, для достижения технологического суверенитета необходимы инвестиции не только в изготовителя оборудования, но и во всю производственную цепочку.

На сегодняшний день ООО «НК «КРОН» запускает полностью локальную линию производства некоторых типов насосов. Кроме того, запущено локализованное производство узлов насосной части, что приводит к значительному увеличению локальной составляющей при изготовлении насосных агрегатов. Без развития компетенций инженерных подразделений в части проектирования оборудования и развития производств субпоставщиков литья и механической обработки в РФ добиться какой-либо локализации не представляется возможным.

Тем не менее, несмотря на принятый курс обеспечения технологического суверенитета, на данный момент мы видим на рынке различные варианты и стратегии закупки технологического оборудования.

**Первый вариант:** закупки оборудования в КНР. В данном варианте есть ряд преимуществ:

- готовая производственная база;
- готовые производственные базы субпоставщиков;
- готовая документация Sulzer, Flowserve и т.п., пусть старая, но готовая;
- низкая закупочная цена;
- сравнительно короткие сроки изготовления.

При этом следует учесть, что при изготовлении оборудования для экспортных проектов, контроль качества изготовителей КНР заметно отличается от контроля для локальных проектов. Наш опыт показывает, при проведении полного спектра инспекций и испытаний на нашем заводе, отбраковка изделий из КНР составляет ориентировочно 30 %. Также, в случае закупок оборудования в КНР, технологический суверенитет никак не может быть обеспечен, документация и производство остаются собственностью компании КНР.

**Второй вариант:** закупка оборудования в КНР, но проверенное и переделанное в РФ. Такой вариант закупки позволяет:

- использовать уже готовую производственную базу КНР и других дружественных стран;



- использовать готовую документацию;
- уменьшить необходимые вложения в производственную базу РФ;
- обеспечить локальную составляющую от 30 до 70 %.

При этом, конечно, стоимость оборудования будет выше, чем при покупке в КНР, тем не менее, данный способ позволяет увеличить технологический суверенитет, так как часть документации и производственной цепочки уже находится в РФ.

**Третий вариант:** оборудование, сделанное в РФ. Данный способ в настоящий момент приведет к наибольшей цене из-за недостаточно развитой производственной базы РФ, отсутствия документации на оборудование, отсутствия массового спроса на оборудование, а также низкой, по сравнению с КНР, государственной поддержкой промышленных предприятий, в том числе, с точки зрения финансовой политики:

- необходимо развитие производственных площадей;
- недостаточно развиты и в недостаточном количестве производственные базы субпоставщиков (наиболее актуальная ситуация с литьем);
- для многого оборудования нет документации, т.е. разработка идет «с нуля»;
- высокая стоимость кредитов на развитие производства.

---

Но при этом будет действительно обеспечен технологический суверенитет.

Соответственно, если мы хотим все вместе обеспечить технологический суверенитет в оборудовании, нам необходимо работать вместе с целью инвестирования в нашу общую производственную базу в РФ. Да, изначально стоимость оборудования, полностью изготовленного в РФ, будет выше, но по мере накопления опыта изготовления оборудования в РФ и увеличения спроса, в том числе, из дружественных стран, стоимость оборудования, сделанного в РФ будет снижаться. Но это возможно достичь только совместными усилиями. Мы готовы к совместной работе на развитие технологического суверенитета РФ, а вы?

## ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ СБОРА ДАННЫХ ОБ ОБЪЕКТЕ РЕКОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ. BIM-МОДЕЛЬ КАК СРЕДА ОБЩИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ



А.В. Глаголев

ООО «ПромИнжСтрой», г. Москва

Добрый день, уважаемые участники конференции! Сегодня я хочу поделиться информацией о современных технологиях лазерного 3D-сканирования и BIM-моделирования и их применении на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях.

Лазерное 3D-сканирование позволяет быстро воссоздать чертежи объекта, которые будут отражать реальное состояние с точностью до нескольких миллиметров и, при необходимости, создать трехмерную цифровую копию объекта. Таким образом, если в ходе эксплуатации объекта производились работы по ремонту, модернизации, реконструкции строительных конструкций и оборудования, которые не были своевременно отражены в исполнительной документации, мы можем в очень короткие сроки восстановить эти изменения. Сроки действительно короткие, от нескольких дней до месяца, в зависимости от масштаба изменений.

Эта технология особенно актуальна, когда проектная организация требует от заказчика реальные чертежи существующих конструкций, а их нет, так как изменения своевременно не фиксировались и не отражались на чертежах.

Как работает лазерное 3D-сканирование:

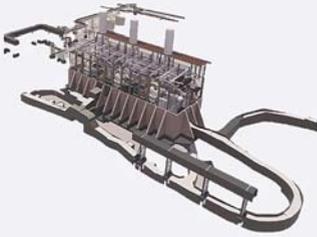
**1. Основные компоненты системы.** Лазерный сканер состоит из нескольких основных компонентов: лазера (или массива лазеров), датчиков, оптических систем и компьютера для обработки данных.

**2. Принцип работы.** Лазерный луч отражается от поверхности объекта и возвращается на сканер. С помощью специальной технологии, измеряющей время пути лазера и времени его возврата, система определяет



The logo for ПромИнжСтрой, featuring a stylized red and blue triangle to the left of the company name.

## Технологии лазерного 3D сканирования и BIM-моделирования в области промышленных нефтеперерабатывающих предприятий



Присоединяйтесь к нашему увлекательному путешествию, где мы изучаем, как революционные технологии, такие как лазерное 3D-сканирование и BIM-моделирование, преобразуют нефтеперерабатывающую отрасль, открывая новые возможности для повышения эффективности, безопасности и рентабельности.

расстояние до точки на поверхности объекта. Этот процесс повторяется для каждой точки на поверхности, создавая трехмерную карту объекта с высокой точностью и детализацией. Скорость работы лазерного 3D-сканера не менее 150 000 таких точек в секунду.

**3. Типы лазерного 3D-сканирования.** Существует несколько типов лазерных сканеров в зависимости от используемых технологий, таких как статические (в основном наземные) и динамические сканеры (Слэм-системы). Статический скан производится с одного положения, в то время как динамическая система может двигаться вокруг объекта для создания полной трехмерной карты.

**4. Виды данных.** Лазерное 3D-сканирование позволяет собирать различные виды данных, такие как геометрические характеристики (размеры, форма и угол), текстуры и цвета. Эти данные могут быть использованы для создания полноценной цифровой копии объекта или территории.

**5. Точность измерений.** Лазерное 3D-сканирование обеспечивает высокую точность измерений, обычно в пределах нескольких миллиметров (1–3 мм). Это позволяет создать детализированные и точные модели объектов.

**6. Обработка данных.** После сканирования получены большие наборы данных, которые должны быть обработаны для преобразования в полезную информацию. Обработка данных включает в себя процессы фильтрации и анализа данных, а также создание трехмерной модели

объекта или территории с использованием специализированного программного обеспечения.

**7. Интеграция с BIM.** Лазерное 3D-сканирование может быть интегрировано с процессом BIM (Building Information Modeling) для создания точных и полных моделей объектов, систем или территорий. Это позволяет принимать службам эксплуатации и проектировщикам обоснованные решения на основе данных о форме, размерах и функциях объекта.

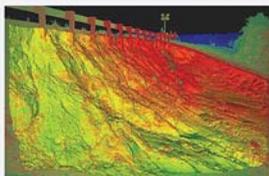


## Введение: значение и преимущества применения технологий лазерного 3D-сканирования

<p><b>Повышение Эффективности</b></p> <p>Лазерное 3D-сканирование и BIM-моделирование позволяют точно визуализировать и анализировать состояние производственных объектов, повышая эффективность обслуживания и оптимизируя производственные процессы.</p>	<p><b>Улучшение Безопасности</b></p> <p>Более точные 3D-модели и доступ к подробным данным способствуют более безопасному планированию модернизации и выявлению потенциальных рисков на ранних стадиях.</p>	<p><b>Снижение Затрат</b></p> <p>Применение этих технологий позволяет сократить издержки на проектирование, строительство и техническое обслуживание производственных объектов.</p>
--	---	---





			
--	--	--	--

## Лазерное 3D сканирование: принципы, оборудование и возможности

 <p><b>Принципы</b></p> <p>Лазерное 3D-сканирование использует лазерные лучи для создания высокоточных трехмерных моделей физических объектов.</p>	 <p><b>Оборудование</b></p> <p>Сканеры различаются по размеру, точности и дальности действия, позволяя выбрать оптимальное решение для конкретных задач.</p>	 <p><b>Возможности</b></p> <p>Получаемые 3D-модели позволяют детально изучать и реконструировать существующие объекты, выявляя скрытые особенности.</p>
---	---	--





**ПромИнжСтрой**

### Практика применения лазерного 3D сканирования на промышленных объектах

- 1 — **Обследование**  
Сканирование действующих производственных объектов для создания точных 3D-моделей.
- 2 — **Модернизация**  
Разработка планов модернизации и расширения с учетом существующей инфраструктуры.
- 3 — **Техническое обслуживание**  
Отслеживание изменений и планирование ремонтных работ на основе регулярного сканирования.

В целом, лазерное 3D-сканирование является мощным инструментом для измерения и создания точных трехмерных моделей объектов или территорий с высокой детализацией и точностью. Этот метод может использоваться на различных участках — непосредственно строительные конструкции, оборудование, эстакады, трубопроводы, мачты, вышки, колонны и прочие элементы предприятия.

Для проектировщиков, которые занимаются разработкой проектов по текущим, капитальным ремонтам и реконструкции объектов, наибольший интерес может представлять возможность создания с помощью лазерного сканирования BIM-модели объекта.

## BIM (Building Information Modeling)

BIM-моделирование и его преимущества:

**1. Составление модели.** BIM-модель является цифровой репрезентацией объекта или территории, которая содержит информацию об элементах проектирования (например, стены, окна и двери), их функциях, материалах, размерах, формах и других характеристиках. Эта модель может быть создана с использованием специализированного программного обеспечения для BIM.

**2. Интеграция данных.** Одним из ключевых преимуществ BIM является интегрирование различных видов данных, таких как геометрические характеристики объектов, их функции и свойства материалов.

Это позволяет создать полную картину объекта или территории с учетом всех аспектов проектирования и строительства.

**3. Обмен данными.** BIM-модели могут быть легко обменены между различными участниками проекта, такими как архитекторы, инженеры и собственники объектов. Это позволяет всем участникам иметь доступ к одному источнику данных и работать вместе для оптимального результата.

**4. Виртуальное моделирование.** BIM-модели также могут быть использованы для виртуального моделирования различных сценариев, таких как изменение материалов или форм объектов, чтобы прогнозировать результаты и принимать обоснованные решения. Это может помочь оптимизировать процессы на предприятии и повысить эффективность работы.

**5. Управление жизненным циклом объекта.** BIM-модели также могут быть использованы для управления жизненным циклом объекта, от проектирования до демонтажа и утилизации. Это позволяет следить за состоянием объекта на протяжении всего его существования и принимать решения о содержании, модернизации или сносе в зависимости от необходимости.

**6. Безопасность.** BIM-модели также помогают улучшить безопасность на предприятии путем идентификации потенциальных проблем, таких как скрытые опасности или несоответствия стандартам. Это может помочь предотвратить аварии и сократить временные затраты на ремонт и восстановление после инцидентов.

**ПромИнжСтрой**

## Основы Building Information Modeling (BIM)

**Информационное Моделирование**  
BIM - это цифровой подход к проектированию, строительству и эксплуатации объектов, основанный на создании интеллектуальных 3D-моделей.

**Повышение Эффективности**  
BIM-технологии позволяют оптимизировать строительные процессы, сократить сроки и затраты, а также улучшить качество и безопасность.

**Управление Жизненным Циклом**  
BIM-модели содержат подробную информацию об объекте, что упрощает его обслуживание и модернизацию в будущем.



**7. Экологичность.** BIM также способствует улучшению энергоэффективности объектов путем оптимизации размеров, форм и материалов. Это может помочь сократить потребление ресурсов и снизить вредное воздействие на окружающую среду.

В целом, BIM-моделирование является мощным инструментом для проектирования, строительства и управления объектами или территориями. Этот подход позволяет принимать обоснованные решения на основе полной картины данных о объекте или территории, что может способствовать оптимизации процессов, улучшению безопасности и экологичности.

Лазерное 3D-сканирование и BIM могут быть использованы вместе для оптимизации процессов, модернизации оборудования и повышения безопасности на нефтеперерабатывающих предприятиях. Далее подробнее о том, как они могут быть применены в конкретном контексте:

**1. Точное измерение и создание трехмерных моделей оборудования и инфраструктуры.** Лазерное 3D-сканирование позволяет точно измерить форму, размеры и детали оборудования на нефтеперерабатывающих предприятиях. Эти данные могут быть использованы для создания точных трехмерных моделей оборудования и инфраструктуры, что может помочь в планировании ремонта или замены компонентов, а также при проектировании новых систем.

**2. Интеграция данных с BIM-моделями.** Лазерные 3D-сканы могут быть интегрированы в BIM-модели для создания полной картины объек-

тов и территорий на нефтеперерабатывающих предприятиях. Это позволяет визуализировать данные о форме, размере и функции оборудования, а также информацию об окружающей среде и других структурах на территории завода.

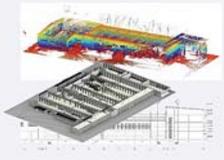
**3. Виртуальное моделирование.** Благодаря совместному использованию лазерного 3D-сканирования и BIM, нефтеперерабатывающие предприятия могут проводить виртуальные эксперименты с различными вариантами изменений в оборудовании или инфраструктуре. Это может помочь принимать обоснованные решения об оптимизации процессов, модернизации оборудования и повышении эффективности работы на предприятии.

**4. Управление жизненным циклом оборудования.** Лазерное 3D-сканирование может помочь в управлении жизненным циклом оборудования — от проектирования до демонтажа и утилизации. Это позволяет следить за состоянием оборудования на протяжении всего его существования и принимать решения о содержании, модернизации или сносе в зависимости от текущих потребностей предприятия.

**5. Сокращение времени и затрат на проектирование.** Лазерное 3D-сканирование может сократить время и затраты, связанные с созданием точных технических спецификаций для оборудования на нефтеперерабатывающих предприятиях. Это позволяет быстрее проводить проектирование новых систем и модернизацию существующего оборудования,

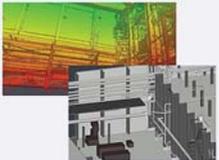


## Реальные кейсы успешного внедрения технологий



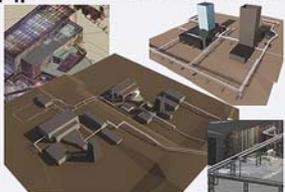
**BIM-модель Щербинского лифтостроительного завода**

Получение фактического высокоточного цифрового двойника для проектирования и реконструкции завода



**Лазерное сканирование и BIM - моделирование Талаханской обогатительной фабрики**

Получение цифрового двойника цеха со всеми инженерными коммуникациями для дальнейшей реконструкции



**Обследование рудника «Таймырский» Норникель с применением BIM технологий**

Проектирование реконструкции в BIM среде Autodesk Revit. Проект реконструкции включал в себя комплекс сооружений и эстакад для техпереворужения, часть зданий сооружений и технологического оборудования подлежащего демонтажу по результатам обследования



что может привести к сокращению сроков реализации проектов и ускорению возврата на инвестиции.

**6. Улучшение безопасности.** Лазерное 3D-сканирование может помочь в оценке состояния оборудования, которое находится под большим давлением или работает с ядовитыми веществами на нефтеперерабатывающих предприятиях. Это позволяет проводить плановые ремонтные работы и замену компонентов, что может улучшить безопасность работы на предприятии.

**7. Управление активами.** Лазерное 3D-сканирование может помочь в управлении активами на нефтеперерабатывающих предприятиях, предоставляя точные данные о форме, размере и функции оборудования. Это позволяет следить за состоянием активов, отслеживать их местоположение на территории завода и принимать решения об оптимизации использования активов для повышения эффективности работы предприятия.

**8. Управление проектами.** Лазерное 3D-сканирование может помочь в управлении проектами на нефтеперерабатывающих предприятиях, предоставляя точные данные о форме, размере и функции оборудования. Это позволяет создавать детализированные планы работ, отслеживать прогресс выполнения проектов и принимать решения об изменении сроков или затрат на основе действительных данных о состоянии объекта.

**9. Управление жизненным циклом зданий.** Лазерное 3D-сканирование может помочь в управлении жизненным циклом зданий на нефтеперерабатывающих предприятиях, предоставляя точные данные о форме, размере и функции инфраструктуры. Это позволяет следить за состоянием зданий, отслеживать их местоположение на территории завода и принимать решения об оптимизации использования объектов для повышения эффективности работы предприятия.

**10. Сокращение времени и затрат на строительство.** Лазерное 3D-сканирование может помочь в сокращении времени и затрат, связанных с проектированием и строительством новых объектов на нефтеперерабатывающих предприятиях. Это позволяет быстрее проводить проектирование новых систем и модернизацию существующего оборудования, что может привести к сокращению сроков реализации проектов и ускорению возврата на инвестиции.

Услуги нашей компании:

— лазерное 3D-сканирование фасадов промышленных зданий и строительных конструкций (результат: облако точек в форматах .gsp, .e57);

— лазерное 3D-сканирование внутренних помещений промышленных и административных зданий (результат: облако точек в форматах .gsp, .e57);

— формирование обмерных чертежей фасадов по результатам 3D-сканирования (результат: чертежи в формате .dwg);

— формирование обмерных планов по результатам лазерного 3D-сканирования (результат: чертежи в формате .dwg);

— формирование цветовой карты отклонений от плоскости по результатам лазерного 3D-сканирования (результат: чертежи в формате .dwg);

— разработка BIM-моделей зданий и сооружений, строительных конструкций, в том числе формирование исполнительной документации (результат: предоставление BIM-модели);

— разработка BIM-моделей инженерных коммуникаций, в том числе формирование исполнительной документации (результат: предоставление BIM-модели);

— обследование строительных конструкций и инженерных систем зданий и сооружений с выдачей технического заключения об их фактическом состоянии;

— восстановление исполнительной документации.

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С ПОДГОТОВКОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ТОиР ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ



С.В. Быков

000 «Балтех», г. Санкт-Петербург

Основная деятельность компании «Балтех» продолжает вращаться вокруг обеспечения надежности и продления межремонтного интервала промышленного оборудования. В данном направлении совместно с промышленными предприятиями мы добились высоких результатов, были организованы отделы прогностического контроля, задача которых сводилась к недопущению аварийных остановов.





За более чем двадцать лет мы остались верны нашим ключевым направлениям:

- производство, поставка и внедрение приборов, систем и оборудования для технической диагностики и ремонта промышленного оборудования;
- обучение по всем представленным нашей компанией направлениям на базе учебного центра или на предприятии заказчика;
- технический сервис;
- сервис поставляемых приборов, систем и оборудования.

Одной из основных задач нашей компании является совершенствование созданной нами технологической экосистемы, которая обеспечивает полный комплекс услуг для реализации безаварийной работы оборудования на предприятии.

Наша компания выделяет следующие основные проблемы при подготовке высококвалифицированных кадров ремонтных и диагностических служб:

- материально техническая база;
- подготовка педагогического состава;
- недостаток качественных учебных центров по направлениям ТОиР;
- отсутствие единой базы знаний в области глубокой диагностики промышленного оборудования;

- недостаточное обеспечение профильных учебных заведений приборами и оборудованием для проведения практических занятий;
- устаревшие методики обучения;
- отсутствие интегрирования цифровизации в процесс обучения;
- проблема с метапрофессиональными образовательными и развивающими компетенциями.





**Лицензированный учебный центр по подготовке квалифицированных кадров  
в области ТОиР на базе ООО «Балтех»**




Обучение в УЦ




Лицензия на осуществление образовательной деятельности №00888-07 от 24.09.2018

 <b>TOP-101</b> ОСНОВЫ ЦЕНТРОВКИ	 <b>TOP-102</b> ДИНАМИЧЕСКАЯ БАЛАНСИРОВКА	 <b>TOP-103</b> ВИБРАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ	 <b>TOP-104</b> ОБКАП ТЕРМОКАБИЛИ	 <b>TOP-105</b> ОСНОВЫ ТЕХНИКИ СМАЗКИ МАШИНЫ
 <b>FIX-300</b> ТЕХНИКА ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ	 <b>HO-2010</b> ТЕХНИКА ОБСЛУЖИВАНИЯ	 <b>PY-201</b> ТЕХНИКА ОБСЛУЖИВАНИЯ УЗЛОВ	 <b>WS-3060</b> ТЕХНИКА РЕМОНТА И МОНТАЖА	 <b>Выездное Обучение</b>

Для решения вышеперечисленных проблем ООО «Балтех» разработало и внедрило несколько инструментов:

1. Создание лицензированного учебного центра по подготовке квалифицированных кадров в области ТОиР на базе ООО «Балтех» — Балтех УЦПК.

2. Разработка и производство учебных стендов для образовательных учреждений и учебных комбинатов на базе промышленных предприятий.

3. Внедрение ПО и обучение специалистов работе с программными модулями по направлениям виброналадки и диагностики промышленного оборудования.

4. Производство и поставка в технические учебные заведения оборудования и приборов для проведения квалификационного экзамена и подготовке к участию в соревнованиях по компетенции «Промышленная механика и монтаж».

Компания «Балтех» принимает активное участие в движении «**Профессионалитет**»:

— предоставление оборудования и приборов;

**BALTECH**

**Учебные материалы и оборудование**

**BALTECH WS-3060**

Тренировочный стенд для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке, термографии и монтажу подшипниковых узлов

**BALTECH TSA-4040**

Стенд-тренировочник для обучения центровке валов

**BALTECH TSA-4060**

Стенд-тренировочник для обучения центровке валов

**BALTECH TVP-3040**

Учебный стенд для проведения тренировок по балансировке с частотной регулировкой

**BALTECH FAN**

Тренировочный стенд с регулируемой частотой вращения



Комплект программных модулей для реализации обучения специалистов по различным направлениям технической диагностики

### BALTECH-Expert

Программа ведения баз данных по результатам вибродиагностики, центровки и тепловизионного обследования



TruVu

### Nest i4.0



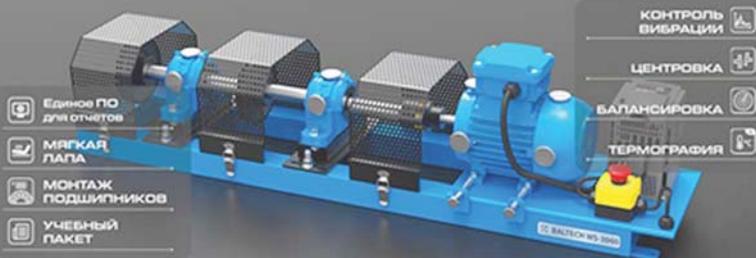
### ПРОТОН-СПП

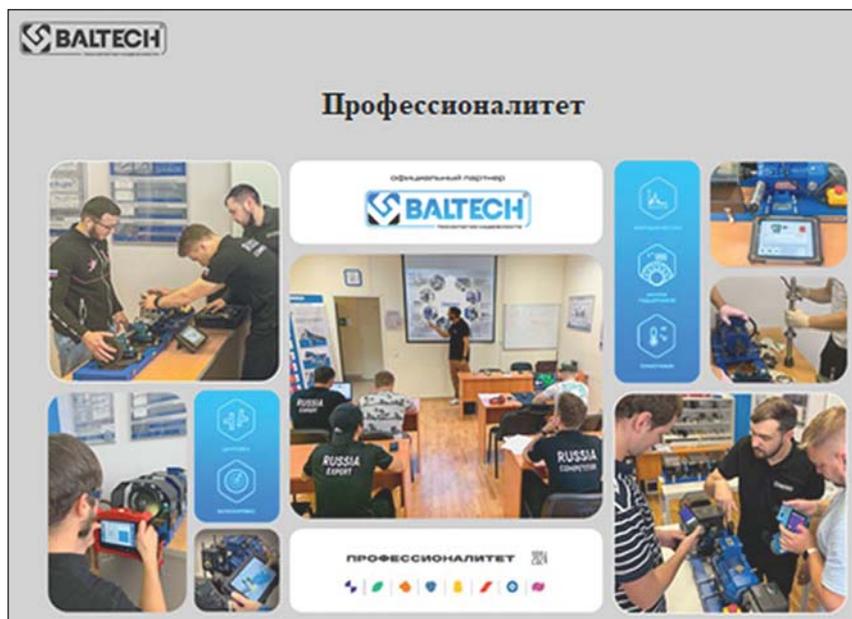


VibView



Обеспечение профильных учебных заведений стандартами, оборудованием, программным обеспечением и методическими материалами для практики под ключ





— тренерская работа наших специалистов для подготовки участников соревнований;

— участие в соревнованиях в качестве судей и экспертов.

В рамках создания технологической экосистемы ООО «Балтех» разработало свое единое программное обеспечение **BALTECH-EXPERT**, которое интегрируется со всеми приборами производства «Балтех» по различным направлениям диагностики и виброналадки роторного оборудования.

В настоящее время промышленные предприятия РФ сталкиваются с рядом проблем в обеспечении надежности оборудования, связанных с качеством подшипниковой продукции. Для решения данных проблем, компания «Балтех» разработала и с успехом реализует стенды входного контроля подшипников серии **ПРОТОН-СПП**.

Стенды **ПРОТОН-СПП-II** предназначены для корректного выявления дефектов подшипников при входном контроле, а также перед их установкой при ремонте промышленного оборудования (как новых, так и бывших в употреблении).



Проектирование стенда основывалось на методике выполнения измерения МВИ ВНИПП.002-2019 вибрации вращающихся подшипников качения с цилиндрическими отверстиями и распространяющейся на следующие подшипники, в том числе, с одной и двумя защитными шайбами и уплотнениями:

- шариковые радиальные однорядные и двухрядные;
- шариковые радиально-упорные однорядные и двухрядные;
- роликовые радиальные с короткими цилиндрическими роликами;
- роликовые конические;
- роликовые радиальные сферические однорядные и двухрядные;
- роликовые радиально-упорные сферические.

В 2024 г. компания «Балтех» запустила в серийное производство инновационную лазерную систему для центровки валов **VALTECH SA-4520**. Данная система по техническим характеристикам и функционалу превосходит не только все российские системы центровки, но и ни в чем не уступает лучшим зарубежным приборам, а стоимость системы доступна любому предприятию.



**ECM** КОНТРОЛЬ ПОДШИПНИКОВ  
Серия «Bearing Check Machine»

## ПРОТОН-СПП

Стенды контроля качества подшипников качения

- ✓ Диагностика шариковых и роликовых подшипников различных типов
- ✓ Ведение базы данных измерений
- ✓ Возможность самостоятельного изменения пороговых значений отбраковки
- ✓ Возможность углубленного анализа сигналов вибрации
- ✓ Обширная база данных отечественных и импортных подшипников

Помимо мониторинга параметров вибрации, температуры, геометрии оборудования, для полного понимания состояния агрегатов необходимо выполнять мониторинг масла.

Специалисты компании «Балтех» разработали стационарную систему мониторинга масла **VALTECH OA-6000**. Данная система позволяет определять состояние масла в режиме реального времени и своевременно предупреждать о дефектах. Также данный подход к диагностике дает возможность осуществлять замену масла по его фактическому состоянию.

Одним из важнейших агрегатов в цикле производства нефтяной отрасли является компрессор. Качественная выверка компрессорного оборудования (перпендикулярность картер-крейцкопф, соосность цилиндры-крейцкопф, плоскостность) позволит избежать аварийных остановов и увеличить межремонтный интервал. С этой сложной задачей позволяет справиться лазерная система выверки геометрии **FixturLaser GEO**.

Для выполнения центровки компрессорного оборудования в линейке приборов компании «Балтех» появилась новейшая система для центровки и выверки геометрии оборудования — **FxturLaser AT-400**.



**SA** | Серия «Shaft Alignment»

## BALTECH SA-4520

Беспроводная система лазерной центровки валов

- ✓ Расстояние между измерительными блоками до 10 метров
- ✓ Встроенные инклинометры (угломеры)
- ✓ Беспроводная технология
- ✓ Очки призмиков 31 мм
- ✓ Планшет промышленного исполнения





**БА** АНАЛИЗ МАСЕЛ  
Серия «OilAnalysis»

## BALTECH OA-6000

Стационарная система контроля параметров масла

- ✓ Непрерывный мониторинг состояния масла
- ✓ Модульная конструкция
- ✓ Набор параметров для полной диагностики масла
- ✓ Беспроводная передача данных
- ✓ Отсутствие расходных материалов
- ✓ Интеграция с ПО верхнего уровня

- ✓ выставление фундамента
- ✓ перпендикулярность оси картера с осью кривокопфа
- ✓ соосность картеров
- ✓ соосность оси кривокопфа с осью цилиндров



#### Основные характеристики FxturLaser AT-400:

- расстояние между блоками до 20 м;
- выравнивание в реальном времени, как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях одновременно;
- функция Multipoint (многоточечный замер);
- функция «SWEEP» производит запись измерений при непрерывном вращении вала;
- мгновенный автоматический отчет в формате PDF на мобильном устройстве прямо на производстве;
- проверка плоскостности фундамента и соосности отверстий без дополнительных излучателей и приемников.

В области реализации контроля и мониторинга вибрации на оборудовании критической группы, компания «Бплтех» разработала систему **ПРОТОН-1000** на базе контроллеров MVX. Автономная интеллектуальная система, предназначенная для многоканального мониторинга вращающихся механизмов в режиме реального времени, позволяет своевременно обнаруживать неисправности даже на самых сложных машинах.



Система универсальна и предлагает от 6 до 32 каналов сбора данных для всех типов сигналов. Благодаря гибким параметрам конфигурации и обширным вычислительным возможностям эта система позволяет реализовать интеллектуальный и целенаправленный локальный мониторинг.

Основные преимущества:

- простота развертывания;
- простота интеграции в систему предприятия;
- умный мониторинг (в зависимости от режима работы);
- удобство коммуникации.

Функциональные возможности:

- мониторинг состояния машины в режиме реального времени;
- настраиваемая архитектура до 32 каналов — 1 контроллер;
- управление различными условиями, в зависимости от рабочих процессов (нагрузка, скорость вращения, температура и т.д.).

Система **EAGLE** — это интеллектуальный беспроводной датчик, который легко настраивается и позволяет осуществлять непрерывный



---

мониторинг состояния вращающегося оборудования. Производители могут повысить надежность своего оборудования самым простым способом, избавившись от ограничений, присущих настройке стандартных проводных решений.

Уникальность EAGLE:

- легко масштабируемая, беспроводная, искробезопасная система, предлагающая автоматический анализ вибрации;

- беспроводные решения для онлайн-мониторинга состояния механизмов;

- умные беспроводные датчики с четырьмя каналами: вибрация по тем осям и температура подшипника

- автономность: датчики собирают данные без внешнего вмешательства; до 5 лет работы без обслуживания;

- масштабируемость: подключение до 150 трехосевых датчиков к одному шлюзу;

- расширение границ: использование беспроводных расширителей для доступа к наиболее изолированным машинам;

- искробезопасность: соответствие IECEx.

## ОПЫТ ПО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ ООО «НПЦ «АНОД»



А.К. Кулдышев

ООО «НПЦ «Анод», г. Нижний Новгород

Научно-производственный центр «Анод» более 30 лет успешно занимается проектированием и изготовлением уплотнений валов, подшипниковых узлов центробежных машин. За эти годы выстроена школа проектирования, налажено изготовление серийных и единичных уплотнений и систем различной категории сложности. Выбраны надежные поставщики комплектующих изделий, отлажены механизмы взаимодействия с ними. Создана и функционирует система качества на предприятии, система контроля и испытаний создаваемых нами изделий. Налажена система сервисного обслуживания изделий.

За прошедшие годы выпущено около 2000 проектов уплотнений и уплотнительных систем. Накоплен богатый опыт работы с различными условиями работы уплотнений и уплотнительных систем, с различными производителями и потребителями насосного оборудования.

Все эти годы нам пришлось работать в условиях конкурентной борьбы не только с отечественными производителями, но и с ведущими мировыми производителями: Eagle-Burgmann, Jone Crane, Flowserve, Aesseal и др.

В первые годы работы организации основное внимание уделялось проектированию уплотнений взамен морально устаревших, неэффективных и не удовлетворяющих правилам безопасной эксплуатации оборудования уплотнений на отечественные насосы. В последние годы, по мере того как большинство предприятий нефтепереработки и нефтехимии были в основном оснащены уплотнительными системами, отвечающими современным требованиям безопасной эксплуатации, НПЦ «Анод» все больше и больше проектирует и производит уплотнения по импортозамещению.

Проанализировав проделанную за эти годы работу, мы пришли к следующим выводам:

1. Уплотнения зарубежных компаний зачастую имеют неоптимальную конструкцию (имеют сложные, подчас неоправданные, формы ке-

рамических или графитовых пар трения, большой набор мелких деталей, очень малые сечения резиновых прокладок, сложные и трудоемкие в изготовлении металлические детали), в результате чего ремонтный персонал предпочитает после выхода из строя все это поменять на новое, нежели ремонтировать. Восстановление требует больших материальных затрат.

2. Несмотря на созданные стандарты API, которые упорядочивают подходы к проектированию уплотнительных систем и присоединительных размеров насосов для установки уплотнений, предлагаемые насосы имеют огромное разнообразие по присоединительным размерам и, как следствие, огромную номенклатуру уплотнений.

3. Применение уплотнений разных фирм производителей несовершенно, так как разнообразие конструкций с различными вариантами на решение однотипной задачи приводит к огромной номенклатуре запасных частей и быстроизнашиваемых деталей, на поддержание которых требуется большие материальные затраты.

4. Не всегда оправдано применение громоздких уплотнительных систем с запредельной стоимостью. Пример: применение 25-литровых сосудов с барьерной жидкостью для уплотнений на вал диаметром более 60 мм по стандарту API682 не оправдано во многих случаях, когда отлично справляется сосуд емкостью 10—12 л.

5. Уплотнительные системы нашего производства ни в чем не уступают импортным аналогам, а во многих случаях превосходя их как по техническим параметрам (по межремонтному пробегу, утечкам), так и по затратам на жизненный цикл. Пример: работа уплотнений марки УТТХ, УТДХ, подшипниково-уплотнительных блоков БПУ для горячих сред с температурой 360—380 °С требует меньших затрат на жизненный цикл, чем прописанные в стандарте сильфонные уплотнения.

6. Уплотнения НПЦ «Анод» имеют очень развитую взаимозаменяемость, их применение требует минимальных затрат на поддержание работоспособности в течение жизненного цикла.

7. Конструкции наших уплотнений отличает простота, абсолютная ремонтпригодность, возможность восстановления в кратчайшие сроки с минимумом затрат при использовании минимального количества запасных частей.

8. В НПЦ «Анод» разработана линейка торцовых уплотнений в соответствии с камерами насосов по стандарту ГОСТ 32601-2022 (ISO13709-2009).

9. Для поддержания эксплуатации и ремонтного персонала на крупных объектах налажена консультативная и сервисная поддержка близко расположенными сервисными центрами.

Мы сегодня готовы обеспечить предприятия нефтепереработки и нефтехимии современными уплотнительными системами с самыми высокими требованиями в соответствии с мировыми стандартами.

Еще одна тема привлекает внимание специалистов — это применение подшипниково-уплотнительных блоков при модернизации насосов импортного производства.

Подшипниково-уплотнительные блоки (БПУ) появились на свет с целью повышения межремонтного пробега подшипниковых и уплотнительных узлов. Ставилась задача уравнивать межремонтный пробег подшипников и уплотнений и довести его до 30—40 тыс. ч. С этой задачей мы успешно справились. На сегодняшний день изготовлено и успешно эксплуатируется более 600 БПУ в различных условиях на 25 предприятиях нефтепереработки и нефтехимии. Общая наработка составляет более 25 млн ч. Нарботка на отказ составляет не менее 30 тыс. ч.

БПУ представляет собой подшипниковую консоль, по концам которой установлены одинарные уплотнения, выполняющие функции контурной и атмосферной ступеней уплотнения типа «тандем» или двойного, в зависимости от решаемых задач. Между уплотнениями располагаются опорные и упорные подшипники скольжения, охлаждаемые и смазываемые затворной жидкостью. Материалы подшипников скольжения и пар трения уплотнений — карбид кремния, силицированный графит, композитные материалы — обеспечивают надежную работу трущихся пар. Насосные агрегаты с блоками БПУ серии 5-АНГК могут обеспечить работу в широком диапазоне рабочих характеристик с расходами до 1200 м<sup>3</sup>/ч и напором до 350 м.

БПУ решает проблему нефтяных консольных и двухопорных насосов, работающих в особо тяжелых условиях эксплуатации (вязкие нефтепродукты, высокие температуры, нестабильные условия работы, химические активные продукты, невозможность изменения условий смазки и охлаждения).

На предприятии создана линейка серийных БПУ с диаметрами валов 30, 50, 70, 90 мм, которая охватывает большую часть серийно выпускаемых консольных насосов для предприятий нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Многие предприятия используют герметичные насосы для перекачивания токсичных, взрывопожароопасных жидкостей. ГОСТ Р 52743-2007

обязывает применять герметичные насосы при перекачке жидкостей категории ПС во взрывоопасных и пожароопасных зонах, в остальных случаях возможно применение насосов с двойными торцовыми уплотнениями или уплотнениями типа «тандем». При этом у герметичных насосов есть очевидные недостатки. Перекачиваемая среда не должна содержать твердых и волокнистых частиц, которые разрушают подшипники скольжения и защитные рубашки, забивают каналы охлаждения и изменяют баланс осевых сил, действующих на ротор. Герметичные насосы не допускают безаварийного прохождения режима с «прохватами», при сухом пуске и отсутствии жидкости в полости насоса, требуя при этом развитой системы автоматического контроля и управления. Ремонт герметичных насосов в условиях эксплуатации практически невозможен из-за его сложности и специфичности. КПД герметичных насосов меньше, чем у обычных.

На практике часто герметичные насосы применяются не всегда обоснованно, не просчитываются риски применения в конкретных производственных условиях, не учитывается экономическая целесообразность применения для конкретных сред. В результате такого применения насосы быстро выходят из строя, не отработав даже и четверти прописанного ресурса, а зачастую и считанные часы. В результате насос снят с эксплуатации, ремонт очень трудоемок и дорог, либо невозможен. Большое количество не отработавших ресурс насосов в результате хранится на ремонтных базах.

Как решить проблему ремонта насоса с магнитной муфтой, вышедшего из строя из-за повреждения муфты? Покупка новой магнитной муфты — это очень дорогостоящая операция, а в условиях сегодняшних реалий иногда и невозможная, и нет гарантий, что отремонтированный насос снова не выйдет из строя по той же причине.

Специалисты ООО «НПЦ «Анод» разработали варианты модернизации тех герметичных насосов, которые неоправданно применены на предприятиях нефтепереработки и нефтехимии.

Замена приводной части насоса на блок БПУ решает не только проблему покупки новой муфты, но и улучшает в целом работу насоса, так как:

— лучше распределяются нагрузки в подшипниковом узле из-за лучшего расположения подшипников на валу;

— улучшаются условия работы подшипников скольжения, так как контурное уплотнение защищает подшипниковую полость от проточной части и в данный контур подается чистая и оптимальная для смазки и охлаждения затворная жидкость;

— повышается КПД насосного агрегата, так как в магнитной муфте теряется большая мощность;

— улучшается ремонтпригодность узла.

Как следствие всего сказанного выше — в несколько раз повышается ресурс модернизированного насоса.

Конструктивно модернизированный насос представляет собой гидравлическую часть имеющегося герметичного насоса с пристыкованным к ней блоком подшипниковым уплотнительным (БПУ), стойку с оборудованием системы обеспечения работоспособности блока и электропривод, собранные на единой раме. С помощью системы обеспечения и контроля ведется мониторинг за работой подшипниковых узлов, что позволяет предупредить их поломку, контроль герметичности контура затворной жидкости, исключаящий утечки перекачиваемой среды в атмосферу.

На Сосногорском ГПЗ произведена модернизация насосного агрегата с магнитной муфтой фирмы НМД. Данный агрегат перекачивает смесь бензина с толуолом, при температурах 180—260 °С. В качестве опор вала ротора использовались подшипники скольжения со смазкой перекачиваемой средой, отбираемой из напорного патрубка насоса.

Без изменения габаритных размеров насоса произведена замена магнитного привода блоком подшипниково-уплотнительным 90БПУ2. В результате, существенно улучшились условия работы подшипников за счет использования автономного контура смазки и охлаждения. Исключенные потери, связанные с использованием магнитной муфты и рециркуляции части перекачиваемой среды на смазке подшипников, позволили снизить потребляемую мощность со 120 до 97 кВт, а предприятию экономить сотни тысяч рублей в год только на электроэнергии.

Это не первая модернизация насосов с магнитной муфтой, проводимая ООО «НПЦ «Анод». На Краснодарском НПЗ в 2010 г. на перекачке мазута с температурой 320 °С модернизирован насос с магнитной муфтой фирмы НМД. В 2009 г. на ОАО «Саянскхимпласт» на перекачке винилхлорида с температурой 130 °С модернизирован насос с магнитной муфтой фирмы Klaus Union. С тех пор насосы работают без ремонтов.

Опыт модернизации насосов с магнитной муфтой, герметичных насосов еще раз подтверждает возможность эффективного импортозамещения сложного насосного оборудования зарубежного производства на насосное оборудование отечественного производства с применением передовых технологий.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСАХ



А.Н. Любимов, Р.А. Штаничев,  
А.Г. Лахман, А.А. Аксенов (на фото)  
ООО «НПФ «ЭНТЕХМАШ», г. Санкт-Петербург

Основным направлением деятельности ООО «НПФ «ЭНТЕХМАШ» является модернизация центробежных компрессоров с целью снижения удельной мощности и повышения производительности [1].

В докладе представлены результаты работы по модернизации прочных частей отечественных центробежных компрессоров попутного нефтяного газа (ПНГ). Компрессор К890 был спроектирован на основе К380 методом подобию на удвоенную производительность. Эти компрессоры были установлены на большинстве газоперерабатывающих предприятий в 1980-х годах. Основные паспортные параметры компрессоров приведены в табл. 1.

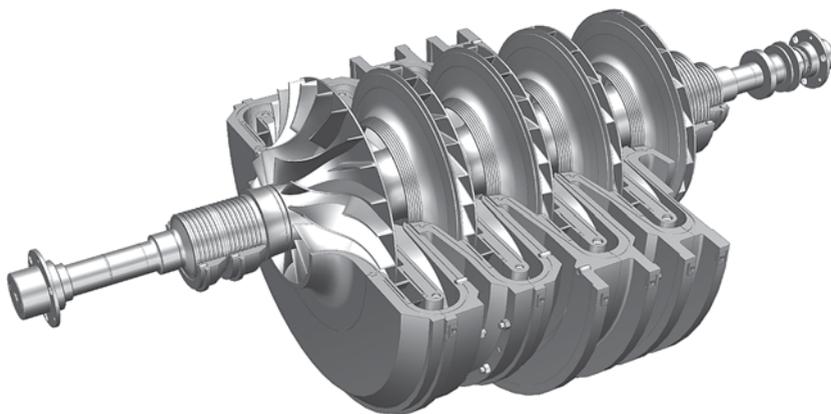
Таблица 1. **Параметры компрессоров**

Параметр	Компрессор	
	К354-101-1, К380-101-1, К380-102-1, К380-103-1	К890-121-1
Производительность на входе $Q_{н.у.}$ (20 °С, 1 физ. атм.), Н.м <sup>3</sup> /ч	30 000–35 000	65 000–75 000
Начальное давление, бар абс.	1,4–2,0	1,4–2,0
Конечное давление, бар абс.	~32,0	~37,0
Номинальная мощность электродвигателя, МВт	6,3	12,5

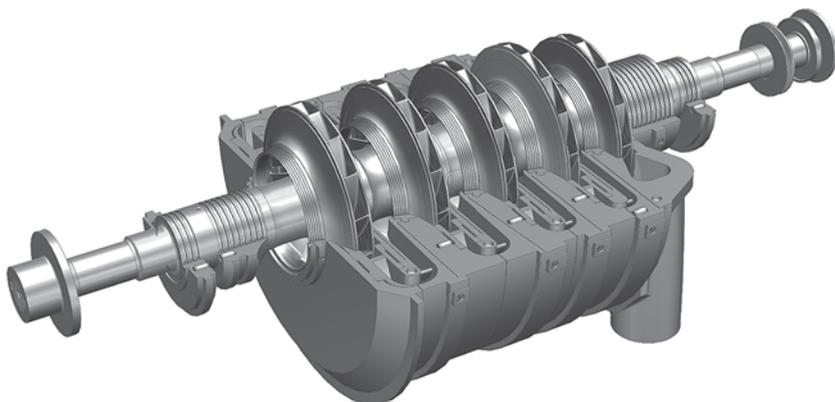
Модернизация двухкорпусных компрессоров попутного нефтяного газа типа К890-121-1 и К380-103-1 направлена на повышение производительности на ~25 % при одновременном снижении удельной мощности на 9 % [2]. Снижение потребляемой мощности позволяет окупить модернизацию только за счет экономии электроэнергии за ~3 года.

Новые проточные части компрессора, включающие ротор и статорные узлы (рис. 1 и 2) устанавливаются в существующие корпуса ЦНД и ЦВД. Снижение удельной мощности достигается за счет установки вновь спроектированной проточной части с увеличенным политропным КПД. Отличительной особенностью является применение полукрытого осерадиального рабочего колеса в качестве первой ступени ЦНД [3]. Это колесо имеет повышенное отношение давлений и повышенный политропный КПД, что не только повышает энергоэффективность, но и обеспечивает запас устойчивой работы компрессора за счет разгрузки последующих рабочих колес.

Новая проточная часть была спроектирована с использованием методов вычислительной газодинамики, что позволило получить требуемые параметры [4, 5]. Накопленный опыт и технические возможности ЭНТЕХМАШ позволяют выполнить замеры корпусов центробежных компрессоров, спроектировать новую проточную часть, отвечающую современным требованиям, изготовить ее, смонтировать в существующий корпус в период остановочного ремонта, провести экспертизу про-



**Рис. 1.** Цилиндр низкого давления компрессора К380-101-1



**Рис. 2.** Цилиндр высокого давления компрессора К380-101-1

**Таблица 2. Компрессоры ПНГ**

Параметр	Компрессор	
	К354-101-1, К380-101-1, К380-102-1, К380-103-1	К890-121-1
Существует	~95	~37
Модернизировано	8	6

мышленной безопасности компрессора и ввести его в эксплуатацию по результатам приемочных испытаний.

В настоящее время ЭНТЕХМАШ успешно выполнил проекты по модернизации компрессоров ПНГ (табл. 2), что подтверждается выполнением гарантийных параметров.

Таким образом, осуществляется повышение производительности газоперерабатывающих комплексов России без изменения машинных залов компрессии ПНГ и с использованием существующих приводных электродвигателей.

## Литература

1. Любимов А.Н., Евдокимов В.Е., Семаков А.В., Репринцев А.И. Об использовании экспериментального и расчетных методов при проектиро-

- вании проточных частей центробежных компрессоров // Компрессорная техника и пневматика 2014. № 6. С. 12–20.
2. *Любимов А.Н.* Модернизация центробежных компрессоров попутного нефтяного газа на газоперерабатывающих комплексах // Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства: Материалы 14-й Международной научно-технической конференции. (Омск, 12–15 марта 2024 г.). Омск: Омский государственный технический университет, 2024. С. 90.
  3. *Любимов А.Н., Неверов В.В.* О рабочих колесах центробежного компрессора // Компрессорная техника и пневматика. 2020. № 3. С. 43–47.
  4. *Неверов В.В., Чеглаков И.В., Любимов А.Н.* Проектирование центробежных компрессорных машин с использованием методов вычислительной газодинамики // Компрессорная техника и пневматика. 2018. № 4. С. 24–28.
  5. *Неверов В.В., Любимов А.Н., Чеглаков И.В.* Вычислительная газодинамика как инструмент повышения качества, надежности и скорости проектирования проточных частей турбокомпрессоров // Компрессоры и компрессорное оборудование: Труды международного симпозиума им. К.П. Селезнева (Санкт-Петербург, 30 мая – 1 июня 2018 г.). Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2018. С. 42–49.

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОРРОЗИОННОГО МОНИТОРИНГА, КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ТЕЛА ТРУБЫ С ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ



А.А. Пестряков

ООО «Центр Цифра», г. Москва

Компания «Центр Цифра» — отечественный разработчик и производитель комплексов цифровой радиографии. Наше оборудование уже давно стало верным помощником на объектах нефтегазовой и химической промышленности.

Анонсированная ранее методика коррозионного мониторинга изменила подход к проведению ремонтных и диагностических работ трубопроводов. Возможность проведения контроля сварных соединений и тела трубы без демонтажа изоляции и отключения от продукта существенно сократила затраты предприятий, связанные с остановкой производства в период ремонта.

В рамках применения методики коррозионного мониторинга с комплектом цифровой радиографии «Цифракон» (рис. 1) можно увидеть:

1. Коррозию под тепловой изоляцией:
  - до 92 % преждевременных остановок работы оборудования в нефтегазовой, химической, энергетической отраслях вызвано КПИ;
  - более 60 % всех расходов на техническое обслуживание трубопроводов приходится на причины, связанные с КПИ.
2. Возможность измерения суммарной толщины двух стенок по величине сигнала (рис. 2).
3. Выявление посторонних материалов внутри трубы (инородных предметов и отложений) (рис. 3).
4. Измерение толщины стенки тангенциальным просвечиванием (профилометрия) (рис. 4). Полученное изображение позволяет:
  - определить наличие осадка в нижней части трубы и измерить его количество;
  - обнаружить дефекты сварного соединения труб;

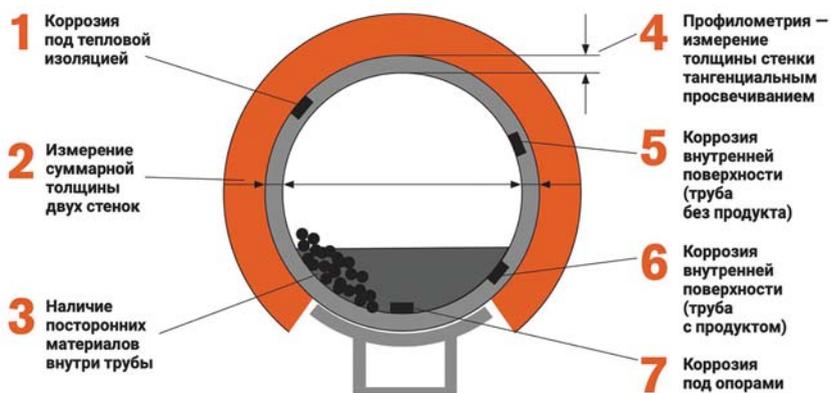


Рис. 1

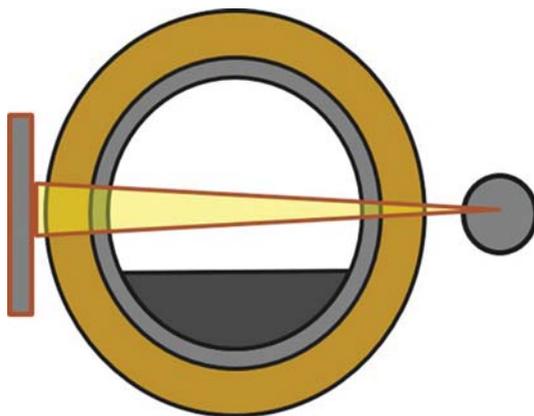


Рис. 2

— оценить толщину стенки в верхней части трубы;

— оценить толщину стенки в нижней части трубы.

5. Коррозию внутренней поверхности трубы с продуктом и без него (рис. 5).

7. Выявление коррозии под опорами. Мониторинг коррозии под опорами проводится для поиска коррозии на стыке опоры и внешней поверхности трубы. Схема просвечивания — горизонтально по касательной к поверхности трубы (рис. 6).

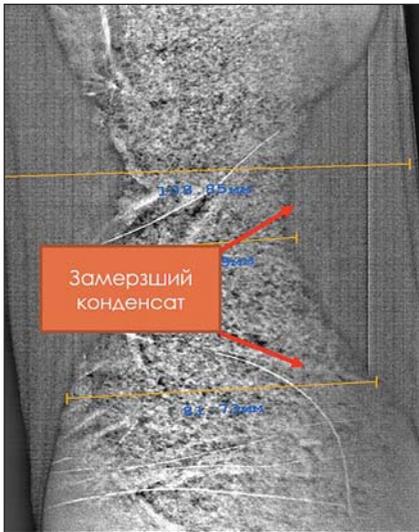


Рис. 3

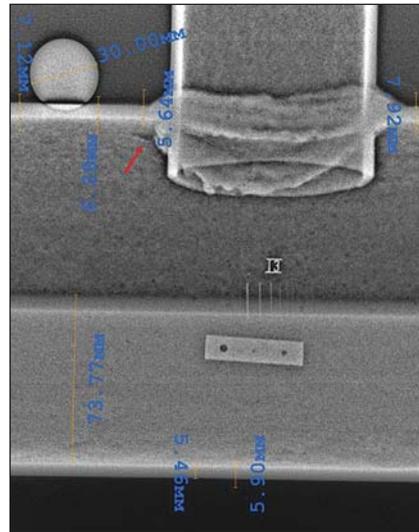


Рис. 4

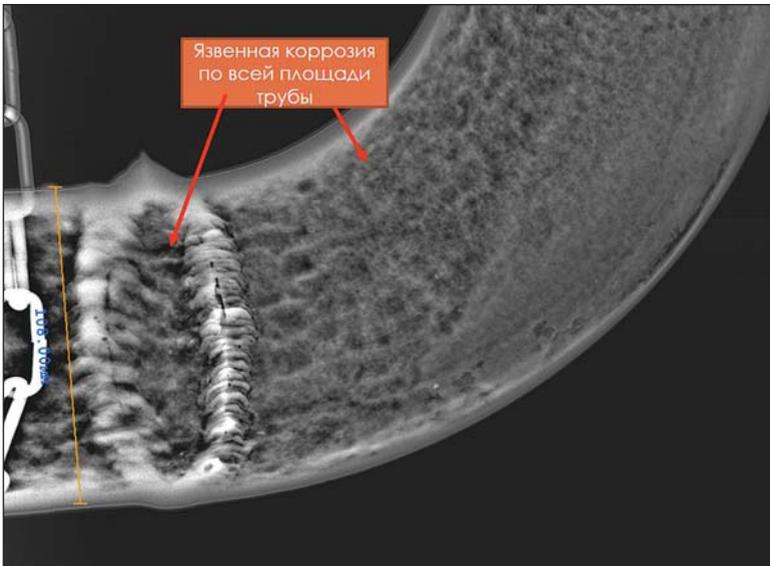


Рис. 5

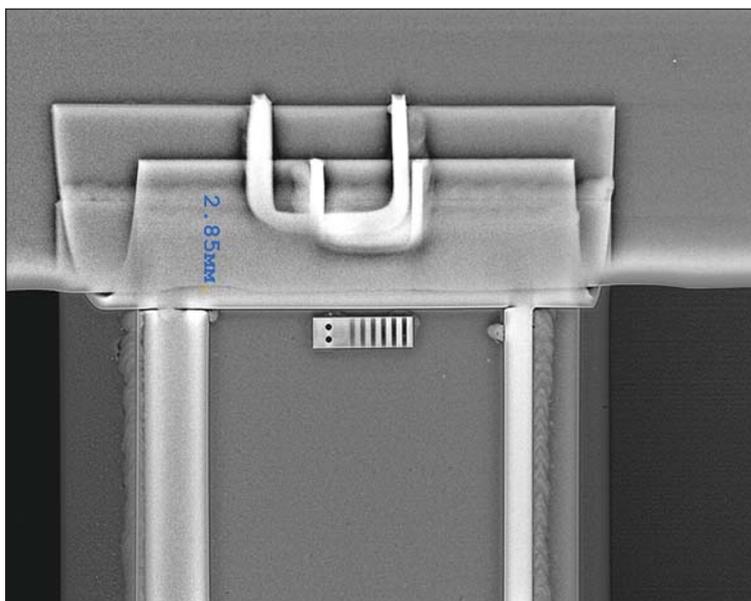


Рис. 6

Для успешного применения указанных способов диагностики необходимо правильно выбирать только источник ионизирующего излучения, исходя из параметров объекта контроля и схемы просвечивания, остальное оборудование универсально.

Оборудование нашего производства предназначено для работы в самых тяжелых погодных условиях при температурах от  $-45^{\circ}\text{C}$  до  $+45^{\circ}\text{C}$ . Снег, дождь, пыль не являются препятствием для работы, защита от пыли и влаги соответствует индексу IP67.

Вы еще не знакомы с цифровой радиографией? В рамках программы повышения квалификации наш лицензированный учебный центр регулярно проводит обучение по радиационному контролю с применением цифровой радиографии. По итогу обучения выдается удостоверение государственного образца.

Мы работаем в сфере неразрушающего контроля более 30 лет и готовы поделиться опытом с вами.

## ГЕРМЕТИЗАЦИЯ. А ЧТО БУДЕТ ЗАВТРА?



Н.С. Подкина

ООО «Силур», г. Пермь

В настоящий момент нефтеперерабатывающие и нефтехимические предприятия России и стран СНГ признают приоритетным сохранение жизни и здоровья работников, рассматривают промышленную и пожарную безопасность как необходимые элементы эффективного управления производственной деятельностью по надежному обеспечению потребителей природными энергоресурсами и продуктами их переработки. Соответственно, предотвращение возникновения происшествий и снижение (исключение) рисков в области производственной безопасности должны быть вынесены на первое место.

Особое место в направлении снижения и исключения рисков занимает качественная герметизация соединений. На текущий момент на рынке уплотнений существует перспективный тип низкоэмиссионных уплотнений — упругие металлические уплотнения (УМУ). Из-за своих рекордных эксплуатационных характеристик УМУ применяются в авиационно-космических конструкциях, а также на особо ответственных узлах атомных станций и т.п.

До последнего времени производством УМУ занималось только несколько зарубежных фирм и ранее на рынке РФ присутствовала только импортная продукция. Однако на текущий момент компания «Силур» первая в России освоила и вывела на рынок данный вид уплотнений и исключила зависимость отрасли ракетного двигателестроения от поставок критически важной продукции из недружественных стран.

Упругие металлические уплотнения производства «Силур» могут обеспечивать сверхнизкие скорости утечки газовых сред, вплоть до 1 кубического сантиметра в три тысячи лет, а также могут выдерживать температуру до 850 °С, давление среды до 200 МПа, а также противостоять агрессивным средам и высоким уровням радиации.

Такие рекордные эксплуатационные характеристики УМУ обеспечиваются применением различных типов основных материалов и



Основные виды упругих металлических уплотнений

материалов оболочек, а также формой сечения уплотнения (см. рисунок).

Упругие металлические уплотнения компании «Силур» могут быть изготовлены практически из любого доступного сплава. Однако, поскольку прочность и температурные свойства являются основным техническим фактором, уплотнения производят, в основном, из жаропрочных сплавов российского производства, например, ХН45МВТЮБР (при необходимости, возможно изготовление из сплавов Inconel X750 или Inconel 718 и др.).

При необходимости обеспечения крайне низких скоростей утечек, УМУ изготавливают с применением гальванических покрытий или оболочек из мягких материалов. Покрытия или оболочки УМУ обеспечивают относительно мягкую поверхность сопряжения уплотнения и поверхности фланца, которая «затекает» в незначительные дефекты фланцев (шероховатости) при монтаже. Выбор гальванопокрытия или оболочки зависит от допустимой скорости утечки, вязкости (плотности) среды, шероховатости фланца и температуры применения.

Так, например, в качестве покрытий или оболочек УМУ могут быть использованы:

- медь — мягкий материал, обеспечивающий хорошую коррозионную стойкость и стойкость к трибоокислению;
- серебро — экономичный вариант, обеспечивающий превосходную стойкость к окислению и химическому воздействию, является альтернативой дорогостоящему золоту;

— золото — обеспечивает исключительную коррозионную стойкость, износостойкость и обрабатываемость, применяется в условиях высоких температур и динамических операций, однако является самым дорогостоящим вариантом покрытия;

— никель — отличается высокой твердостью, износостойкостью и хорошей коррозионной стойкостью.

УМУ, в отличие от овальных/восьмиугольных и др. видов металлических уплотнений, обладают способностью продолжать герметизировать фланцевое соединение при расслаблении крепежа (под действием температур или с течением времени). Возможность УМУ компенсировать «раскрытие» фланца во время эксплуатации связана с исходной высотой, типом материала, термической обработкой и диаметром. При прочих равных условиях, чем больше высота УМУ, тем более упругим будет уплотнение. Более упругие уплотнения допускают некоторый допуск к плоскостности и параллельности фланцев.

За счет термообработки УМУ возможно улучшить как эксплуатационные характеристики, так и срок службы колец:

— механические свойства: термическая обработка улучшает механические свойства металла, такие как твердость, ударная вязкость и прочность на разрыв, что может сделать уплотнительные кольца более прочными и устойчивыми к износу;

— внутренние напряжения: производственный процесс может вызвать внутренние напряжения в металле, если не снять эти напряжения, они могут привести к деформации или выходу из строя уплотнительного кольца во время использования;

— коррозионная стойкость: некоторые процессы термообработки могут улучшить коррозионную стойкость металла к воздействию агрессивных веществ;

— стабильность размеров: термообработка позволяет сохранить свою форму и размер УМУ при различных температурных условиях.

Благодаря многолетнему опыту в области герметизации различного типа соединений, а также опытной эксплуатации в авиационных конструкциях, опыту применения в атомной промышленности, а также сотрудничеству с различными конструкторскими бюро России, компания «Силур» способна не только импортозамещать существующие виды уплотнений, но и создавать более конкурентоспособные и улучшенные решения по упругим металлическим уплотнениям. Сочетание многолетнего опыта и наличие высоко-

квалифицированных специалистов позволяет компании «Силур» разрабатывать уплотнения под нужды заказчиков с учетом условий эксплуатации, снижая или даже исключая риски в области производственной безопасности.

Несмотря на то, что на текущий момент на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях России упругие металлические уплотнения не применяются, но, как показывает история, технический прогресс не остановить, в том числе и в сфере герметизации, и «завтра» обязательно наступит, и упругие металлические уплотнения обязательно придут в нефтепереработку, и в очередной раз нефтепереработка сделает шаг к повышению безопасности процессов!

## УСПЕШНЫЙ ОПЫТ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ НА ПРИМЕРЕ ГЕРМЕТИЧНЫХ НАСОСОВ С ЭКРАНИРОВАННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПРОИЗВОДСТВА АО «ГИДРОГАЗ»



**В.М. Ряполов**

АО «ГИДРОГАЗ», г. Воронеж

Герметичные электронасосные агрегаты полностью исключают утечку перекачиваемой среды в атмосферу и предназначены для перекачивания различных жидкостей, в том числе, химически активных, агрессивных, токсичных, взрывоопасных, горючих, содержащих вредные вещества всех классов опасности по

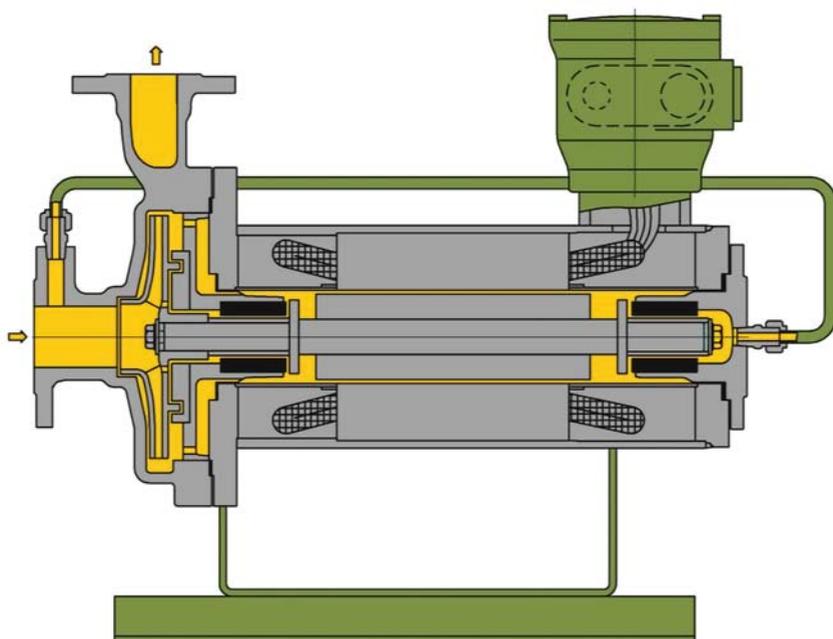
ГОСТ 12.1.007, сжиженных газов, температурой от  $-70$  до  $+360$  °С. Область применения для групп II — взрывоопасные зоны классов 1 и 2 по ГОСТ ИЕС 60079-10-1-2013, согласно маркировке взрывозащиты оборудования, ГОСТ ИЕС 60079-14-2013 и другим нормативным документам, регламентирующим применение оборудования в потенциально взрывоопасных средах.

В распространенных отечественных конструкциях герметичных насосов мощность на вал насоса передается от стандартного автономного электродвигателя с помощью магнитной муфты. Конструкция электронасосного агрегата с экранированным двигателем представляет собой компактный электронасосный агрегат, выполненный в виде моноблока без каких-либо уплотнений вала. Зона ротора электронасосного агрегата образует с гидравлической частью насоса единую проточную часть, а ротор электродвигателя и рабочее колесо насоса расположены на общем валу, который установлен на двух смазывающихся перекачиваемой средой гидродинамических подшипниках скольжения. Статор электродвигателя отделен от гидравлической части насоса тонкостенным экраном, а от внешней среды взрывонепроницаемой оболочкой, которая, в свою очередь, является вторичным герметичным контуром агрегата. Потери электродвигателя в виде выделенного тепла отводятся потоком рабо-

чей среды между ротором и статором, который одновременно смазывает подшипники скольжения.

Описанная конструкция (рис. 1) обладает следующими особенностями:

- абсолютная герметичность;
- двойная защитная оболочка, рассчитанная на номинальное давление;
- компактность и совершенство конструкции, самый низкий уровень шума и вибрации;
- простота монтажа и ремонта, не требуется обеспечение соосности вала;
- более высокий КПД за счет меньших потерь на вихревые токи в экранирующей гильзе в сравнении с герметичными насосами с магнитной муфтой;
- минимальный износ деталей;
- возможность перекачивания чистых жидкостей.



**Рис. 1.** Принципиальная схема электронасосного агрегата с экранированным двигателем в общем виде

Приведенные критерии создают потенциал для оптимизации эксплуатационных затрат:

— высокая экономичность, с учетом самых низких совокупных инвестиционных издержек, включающих затраты на покупку и эксплуатацию;

— максимальная надежность, самый длительный срок службы по сравнению с насосными агрегатами других типов, наибольший срок наработки на отказ.

Способ герметичного (бессальникового) ввода энергии посредством экранированного асинхронного трехфазного двухполюсного электродвигателя, непосредственно сопряженного с рабочей машиной — центробежным насосом, широко применяется в нефтехимической и химической отраслях промышленности во всем мире. Ведущим предприятием по разработке и серийному производству электронасосных агрегатов с экранированным двигателем и электродвигателей специального экранированного применения на территории СССР и впоследствии СНГ выступал «Кишневский завод герметичных насосов имени М.В. Фрунзе». На территории Российской Федерации имеются предприятия, обладающие технологией производства герметичных электронасосных агрегатов с экранированным двигателем для нужд судостроения, тепловой и атомной энергетики, но производственных мощностей и номенклатуры освоенного модельного ряда в настоящий момент, к сожалению, недостаточно для обеспечения нужд химической, нефтехимической и энергетической отраслей промышленности Российской Федерации. Данная ситуация к тому же усугубилась из-за ориентации на поставки оборудования из недружественных стран, в результате чего в последнее время стало невозможным обеспечить как закупку нового насосного оборудования, так и ремонт или замену уже имеющихся насосных агрегатов в соответствии с ранее заложенными проектными решениями. При этом парк эксплуатируемых электронасосных агрегатов с экранированным двигателем насчитывает тысячи единиц и представлен в основном продуктами компаний АО «Молдовагидромаш» (бывший «Кишневский завод герметичных насосов имени М.В. Фрунзе»), Hermetic Pumpen GmbH (Германия), Nikkiso (Япония), Teikoku electric (Япония).

Тема разработки отечественной линейки герметичных насосов с экранированным электродвигателем была включена в перечень критического оборудования для нужд компаний нефтегазовой и нефтехимической отраслей. Координационным советом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации по импортозамещению

нефтегазового оборудования сформирована «Тепловая карта», в которой определены критические позиции с точки зрения импортозависимости по типам оборудования. В перечень технологического оборудования для переработки нефти и газа в рамках «Тепловой карты» вошли, в том числе, герметичные электронасосные агрегаты с экранированным двигателем. По результатам конкурса, проведенного «Минпромторгом РФ» на выполнение НИОКР «Освоение технологии производства параметрического ряда герметичных электронасосов с экранированным двигателем, перекачивающих химически взрыво- и пожароопасные среды, работающих в широком диапазоне расходов и температур перекачиваемых сред», АО «ГИДРОГАЗ» реализует данный инновационный проект. Куратором работ по техническим вопросам выступают соответствующие службы ПАО «СИБУР».

Основными целями проекта по созданию параметрического ряда герметичных электронасосов с экранированным двигателем являются:

- обеспечение технических характеристик, в частности КПД и электротехнических параметров на уровне не ниже лучших мировых аналогов;

- обеспечение назначенного ресурса работы агрегата не менее 26 500 ч с межремонтным интервалом не менее 8000 ч;

- обеспечение ремонтпригодности, удобства и экономичности эксплуатации;

- обеспечение взаимозаменяемости на технологических позициях эксплуатируемого насосного оборудования.

Основной задачей создания герметичных насосов с экранированным двигателем является получение максимальных показателей энергоэффективности — КПД и  $\cos\varphi$ .

КПД электронасосного агрегата складывается из КПД экранированного электродвигателя и КПД насосной части — центробежной ступени насоса и контура охлаждения двигательной (ходовой) части.

В результате изучения характеристик экранированных двигателей и разработки методик их расчетов установлено, что показатели энергоэффективности встраиваемых экранированных электродвигателей несколько уступают показателям, характерным для электродвигателей автономного (обыкновенного) исполнения, что обусловлено наличием герметичных экранов статора и ротора и, как следствие, увеличенным немагнитным зазором между ротором и статором.

Основными задачами, решаемыми при разработке экранированного электродвигателя, являются снижение потерь в гильзе статора, потерь

на трение экранированного ротора о перекачиваемую жидкость в зазоре, а также собственных потерь в двигателе (рис. 2).

Проблемой является тот факт, что электродвигатели специального экранированного исполнения не производятся промышленностью Российской Федерации, что ставит перед производителем электронасосных агрегатов с экранированным электродвигателем задачи разработки методик расчетов, проектирования и локализации производства встраиваемых комплектов электродвигателей.

Требуемый КПД центробежной ступени насоса достигается за счет моделирования течения жидкости в профилированной части центробежного насоса в расчетной программе испытаний изготовленной про-



**Рис. 2.** Элементы экранированного электродвигателя электронасосного агрегата

точной части на гидравлическом стенде с дальнейшей оптимизацией гидравлической части насоса по результатам испытаний.

Главной задачей является обеспечение эффективного охлаждения электродвигателя, в том числе, экранирующей гильзы статора, во всем диапазоне работы насоса по производительности. При этом, требуется обеспечить необходимый кавитационный запас электронасосного агрегата, учитывая, что зачастую, перекачиваемые жидкости представляют собой сжиженные газы, близкие к точке кипения уже на входе в насос. Данная задача должна решаться комплексно с обеспечением требуемого высокого уровня энергоэффективности агрегата.

Решение задачи взаимозаменяемости электронасосных агрегатов затрудняется тем, что в большинстве случаев электронасосные агрегаты различных производителей не имеют унификации по габаритно-присоединительным размерам и требуют специальной технологической обвязки трубопроводами с установленными в них КИП. К тому же, для электронасосных агрегатов с экранированным двигателем реализовано множество схем течения жидкости через двигательную (ходовую) часть. Есть как автономные агрегаты, не имеющие внешних трубопроводов, так и электронасосные агрегаты, подключенные к технологическим трубопроводам сложной трубной обвязкой с КИП. При этом заказчик при замене оборудования, как правило, требует полного соответствия насосного агрегата как по габаритно-присоединительным размерам, так и сохранения существующей обвязки без каких-либо переделок. Данный факт значительно усложняет разработку унифицированного модельного ряда электронасосных агрегатов и накладывает дополнительные издержки на производство продукции.

В АО «ГИДРОГАЗ» проведен комплекс расчетно-исследовательских и экспериментальных работ по разработке электродвигателей специального экранированного исполнения. На данный момент изготовлены пилотные партии электродвигателей мощностью от 2 до 55 кВт. Параметры энергоэффективности производимых электродвигателей находятся на уровне лучших мировых образцов. Наименьшие потери в электродвигателе при максимальных прочностных характеристиках экранирующей гильзы статора обеспечивается при использовании экранирующей гильзы из никелевого сплава толщиной 0,5 мм (рис. 3).

В 2024 г. в рамках НИОКР в АО «ГИДРОГАЗ» разработаны и изготовлены опытные образцы насосных агрегатов для перекачивания химически активных, агрессивных, взрывоопасных жидкостей, сжиженных газов с высоким давлением насыщенных паров, температурой

перекачиваемых сред до  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , давлением до 1,6 МПа, плотностью до  $1000\text{ кг/м}^3$  по принципу «обратной циркуляции» охлаждающего контура (рис. 4).

Опытные образцы разработаны с параметрами: подача ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) / напор (м) — 25/80 и 50/50 полезной мощностью двигателя 15 кВт.

В конструкции электронасосных агрегатов разработки АО «ГИДРОГАЗ» (рис. 5) внедрены новые конструкторско-технологические решения, использование которых позволяет повысить кавитационный запас гидравлической части агрегата с наименьшими затратами полезной мощности, то есть более эффективно, чем у известных конструкций электронасосных агрегатов.

Проведены заводские испытания опытных образцов агрегатов НА25/80 и НА50/50 (СМР-ОН) на аттестованном стенде АО «ГИДРО-



Рис. 3. Экранирующая гильза статора

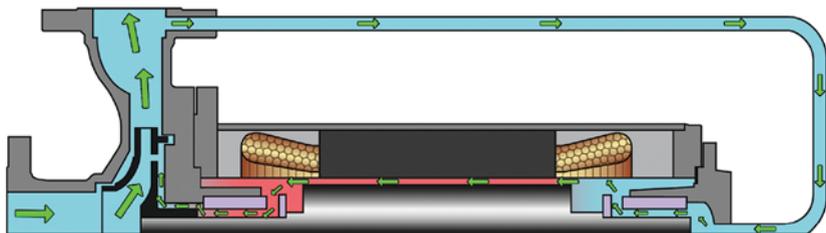


Рис. 4. Принципиальная схема электронасосного агрегата «обратной циркуляции» охлаждающего контура



**Рис. 5.** Электронасосный агрегат НА 25/80 (СМР-ОН)  
производства АО «ГИДРОГАЗ»

ГАЗ» с определением всех необходимых характеристик. Результаты испытаний подтвердили правильность выбранных конструкторско-технологических решений, что позволит в 2025 г. приступить к серийному производству агрегатов в соответствии с техническим заданием.

В планах АО «ГИДРОГАЗ» на 2025—2026 гг. стоит освоение полноценной линейки электронасосных агрегатов с параметрами подачи от 6,3 до 100 м<sup>3</sup>/ч, напора от 32 до 120 м, с плотностью перекачиваемых сред от 400 до 1000 кг/м<sup>3</sup> и температурой от –70 до + 100 °С.

В 2025 г. АО «ГИДРОГАЗ» в рамках освоения специальной номенклатуры электронасосных агрегатов с экранированным двигателем приступило к созданию агрегатов для перекачивания жидкостей, имеющих температуру от 100 до 360 °С. В данных агрегатах смазка и охлаждение радиальных и упорных гидродинамических подшипников скольжения, охлаждение ротора и внутренней поверхности статора, а также экрани-

рующей гильзы статора осуществляется предварительно охлажденной перекачиваемой жидкостью, циркулирующей при помощи дополнительного рабочего колеса через автономный контур охлаждения двигателя, включающий в себя теплообменный аппарат. Отведенное от электродвигателя тепло воспринимает охлаждающая жидкость вторичного контура теплообменного аппарата.

Реализация данного инновационного проекта с частичным финансированием НИОКР за счет бюджетных средств в ближайшие годы позволит закрыть основные потребности отечественной промышленности в данном типе оборудования, в том числе с уникальными техническими характеристиками.

## КОМПЛЕКСНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НПЗ, ПОДВЕРЖЕННОГО ВЫСОКИМ РИСКАМ ВНЕЗАПНОГО РАЗРУШЕНИЯ



А.Н. Кузьмин

ООО «Стратегия НК», г. Екатеринбург

Диагностические работы с оценкой технического состояния объекта часто связаны с испытанием избыточным давлением различного рода оборудования на производстве. Для решения задач диагностики, в частности, определения так называемых «больных» мест производства, такие режимы испытаний избыточны, дорогостоящи и энергозатратны, что в сжатых временных условиях пуска наладки просто неприемлемо. Современные инновационные решения в технической диагностике позволяют в условиях диагностики «на режиме» получать весьма полную и исчерпывающую информацию о техническом состоянии оборудования с применением автоматизированных систем обработки данных.

Особенно такая автоматизация необходима при применении наукоемких интегральных методов технического диагностирования, базовым из которых является метод акустической эмиссии. Метод широко используется сегодня именно на оборудовании НПЗ, подверженном высоким рискам эксплуатации. Однако используемый нами подход в применении метода уникален и прост по сути, с применением систем искусственного интеллекта (ИИ) мы предлагаем максимально уйти от функции человека в области принятия решения о техническом состоянии производственного объекта.

В основе нашей технологии лежит постоянно совершенствуемая программно-аналитическая среда AE-Strategy. Запатентованные нами алгоритмы цифровой обработки сигнала АЭ, применяемые в ней, прошли длительные испытания и адаптацию на реальных производственных объектах.

Структура построения AE-Strategy (рис. 1) обеспечивает полный цикл от создания уникальной технологической карты объекта контроля, про-



Рис. 1

ведения непосредственно измерений «на режиме», обработку и анализ данных акустической эмиссии вплоть до выдачи решения о техническом состоянии объекта контроля и подготовки отчетной документации.

Технология контроля в рамках АЕ-Strategy была адаптирована для проведения контроля «на режиме», т.е. рабочих параметрах эксплуатации в условиях высоких температур, а также производственных шумов и помех. Для этого наша компания разработала и производит целую линейку собственных датчиков и волноводов, представленных на рис. 2. Эти устройства специально разработаны для проведения испытаний «на режиме», в том числе, сложных трубопроводных объектов, а также емкостного оборудования реакторного и колонного типа.

Следующим важнейшим фактором в акустике «на режиме» является борьба с производственными шумами. На рис. 3 представлен вычислительный модуль нашего программного продукта, который посредством многомерного цифрового анализа формы и спектра сигнала позволяет распознавать сигналы от определенных типов дефектов. Алгоритм построен на идентификации в спектрограмме сигнала уникальных признаков наличия трещиноподобных дефектов в объекте контроля, что позволяет в разы увеличить достоверность контроля и повысить выявляемость опасных дефектов в условиях текущего производства.

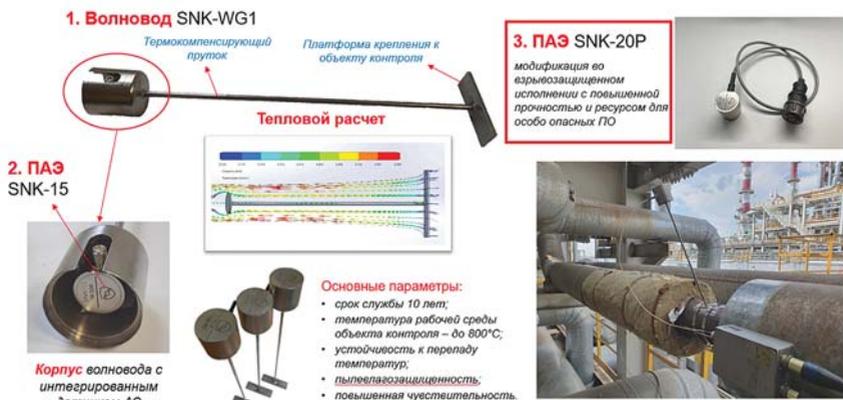
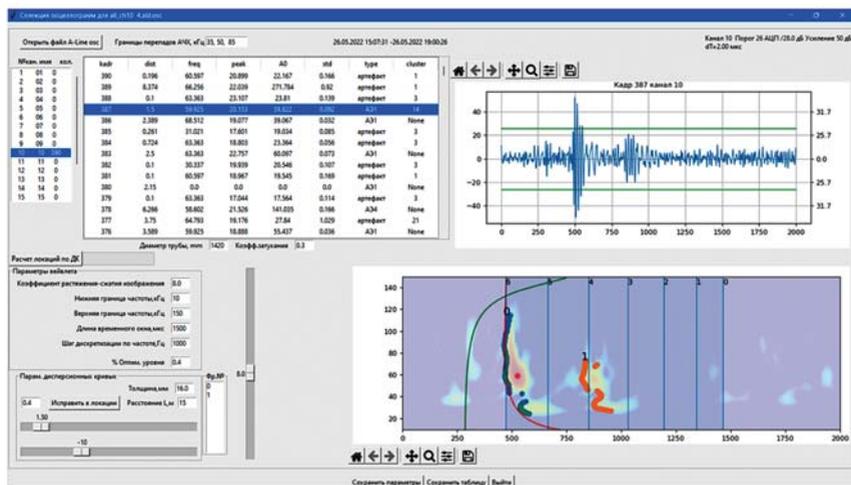


Рис. 2



Ключевым модулем нашей вычислительной оболочки является математический алгоритм принятия решения о техническом состоянии объекта. Алгоритм построен на основе сверхточной математической модели. Этот алгоритм непосредственно относится к глубокому машинному обучению на базе большого числа диагностических признаков регистрируемых сигналов АЭ в процессе диагностики и позволяет в реальном

времени визуализировать матрицу событий АЭ в виде принадлежности к определенному типу опасного дефекта (рис. 4).

Обратимся к примеру работы 2024 г. Речь идет о технической диагностике в процессе пуска с выходом «на режим» реактора жидкой фракции углеводородов комплекса глубокой переработки нефти на одном из НПЗ, рабочие параметры указаны на рис. 5.

**Этапы работы алгоритма:**

I. Использование для типологизации дефектов **многомерного пространства диагностических признаков**, рассчитанных во временной и частотных областях;

II. Редукция размерности пространства признаков методами главных компонент, стохастического вложения соседей, канонических корреляций и дискриминантного анализа;

III. Построение математической модели предсказания типа дефекта на основе анализа обучающей выборки.

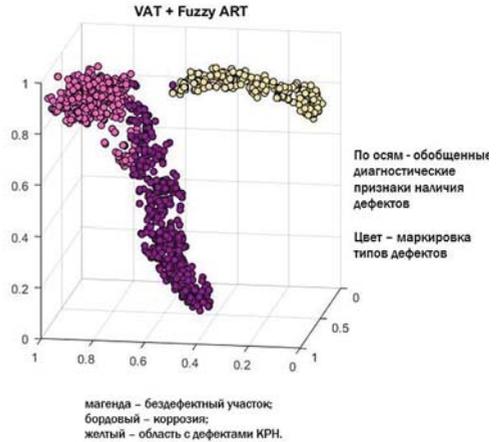


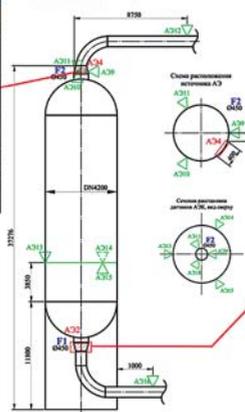
Рис. 4



**Основные параметры:**

- марка материала: SA 336 M Gr. F22V + SS 347 (аналог сталь 12ХМ + сталь 08Х18Н12Б)
- толщина стенки: 214 мм
- диаметр внутренний: 4200 мм
- размер контролируемой зоны: 100 %
- рабочее давление: 21,3 МПа
- рабочая среда: H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, VR
- рабочая температура: плюс 480 °С

**Схема АЭ контроля**

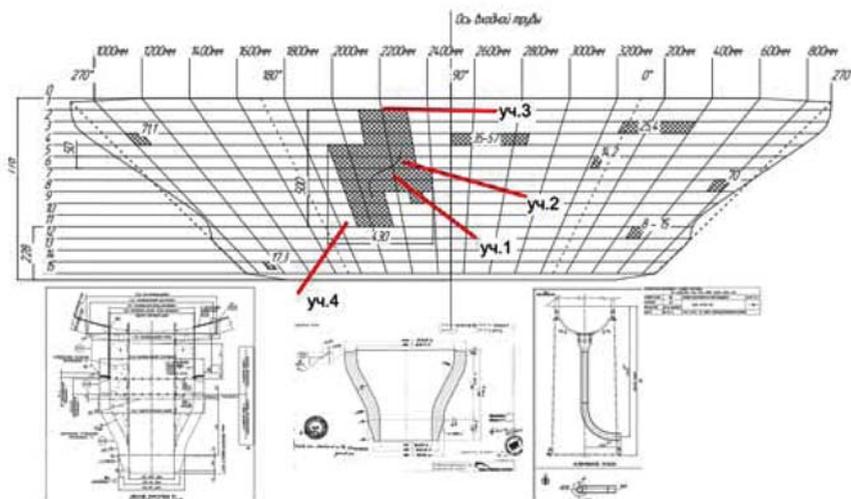


**Условные обозначения:**

- △ AZ1 - место расположения преобразователя АЭ
- ▽ AZ1 - место расположения преобразователя АЭ на противоположной стороне
- AZ1 - область расположения источника акустической эмиссии

Рис. 5

Нами был получен уникальный опыт, так как в ходе первичной АЭ диагностики до ремонта на верхнем и нижнем штуцерах реактора на фоне большого числа производственных помех были обнаружены недопустимые источники по АЭ, расположение которых показано на рис. 5.



**дефекты с вырезанным  
темплетом**

**множественное  
растрескивание основного  
метала после выборки**



Рис. 6

По результатам контроля было выполнено комплексное обследование областей штуцеров с обнаруженными недопустимыми источниками АЭ (ВИК, ПВК, металлографические исследования, расчеты на прочность, спектральный анализ). Так, в областях штуцеров была обнаружена поверхностная сетка сквозных трещин межкристаллитного характера, распространяющихся по границам зерен. Местоположение и вид обнаруженных дефектов также показаны на рис. 6.

Металлографические исследования и расчеты на прочность сложной конструкции штуцеров показали эксплуатационный характер трещин, вызванный локальным перегревом металла и высокими полями напряжений в районе сварных соединений (рис. 7). Именно в этих областях фиксировались основные дефекты. Одна из возможных причин такого явления — предположительно нарушение технологии сварки при строительстве, что вызвало дальнейшее охрупчивание металла, укрупнение зерна и возникновение нерасчетных термических и механических напряжений. Поэтому было принято решение после замены дефектных штуцеров провести повторный АЭ-контроль при пуске, чтобы убедиться в качестве выполненных работ и возможности дальнейшей эксплуатации отремонтированных изделий.

В рамках такой задачи нами был разработан специальный алгоритм системы принятия решения об обнаружении в объекте контроля опасных источников АЭ на фоне помех с учетом предыдущего опыта контроля, где ранее были выявлены и подтверждены дефекты. Концепция это-

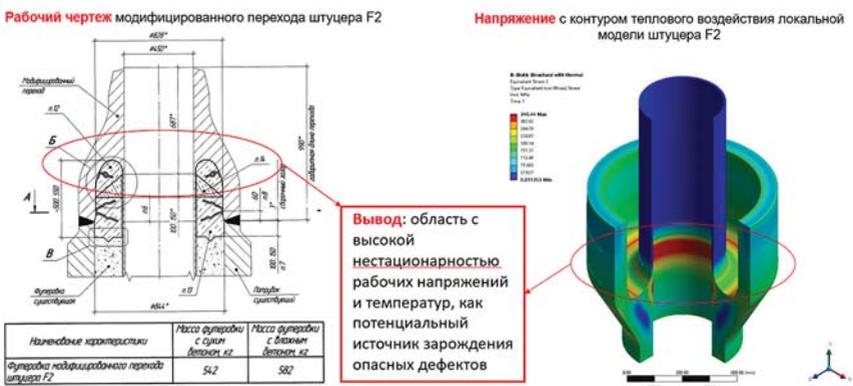
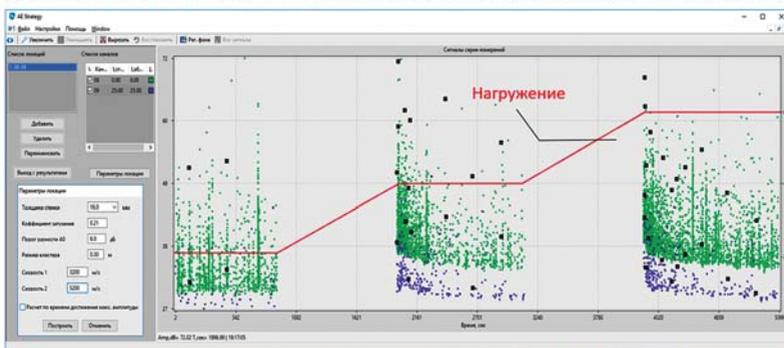


Рис. 7

**Двухкомпонентный поток событий АЭ.** Статистический анализ серий измерений в новой технологии АЭК.



**Вывод:** АЭ сигнал при контроле элементов оборудования со сложной структурой содержит **две** компоненты: 1 - производственные и технологические шумы и помехи, вызванные нагружением оборудования; 2 – образование и рост опасных развивающихся дефектов.  
 Черный на рисунке – сигналы от дефектов

**Рис. 8**

го алгоритма представлена на рис. 8, суть которого заключается в том, что на реальном объекте контроля сигнал АЭ представляет из себя совокупность сигналов от действующих технологических шумов и помех, возникающих в образце в результате нагружения и развивающихся на фоне этого дефектов.

При этом разделение этих источников невозможно осуществить аппаратно серийным способом без специальной процедуры многомерного и многофакторного анализа диагностических признаков сигналов АЭ в спектральной и временной области.

Для иллюстрации этого факта на рис. 9 приведены стандартные средства отображения и анализа результатов АЭ-контроля в рамках предлагаемого производителем серийного ПО. Видно, что по формальным признакам источники АЭ присутствуют как до, так и после ремонтных мероприятий, количество импульсов АЭ и их энергетические параметры также сравнимы по величине. Так на примере нижнего штуцера F1 мы видим, что согласно локационным диаграммам сверху слева и справа, источники расположены в одних и тех же местах и соответствуют местоположению именно потенциально опасной зоны зарождения дефектов на штуцере.

При этом визуальный анализ записанных осциллограмм зарегистрированных сигналов АЭ в области штуцера реактора также не дал нужного результата. По характерным видам этих осциллограмм существенная

разница между ними также не наблюдается. В этих условиях велика вероятность попросту забраковать объект и дать заказчику неверную диагностическую информацию. Соответствующий вывод представлен на рис. 10. В этой связи потребовался углубленный анализ параметров АЭ

**Параметры сигналов АЭ** в процессе нагружения реактора жидкой фазы при пуске

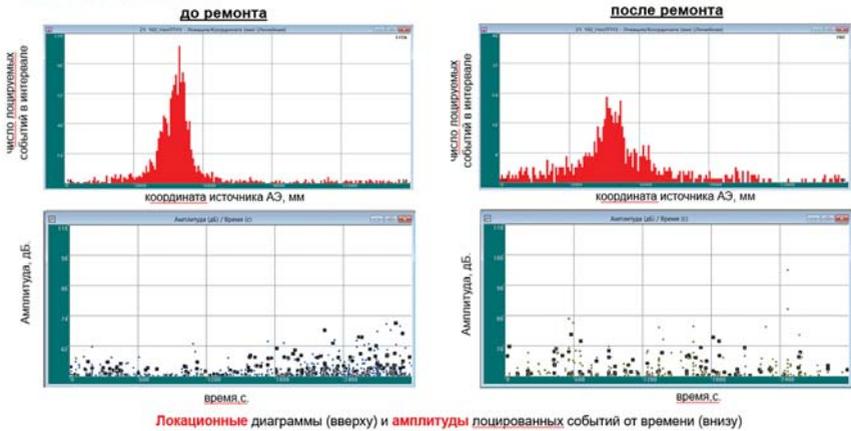
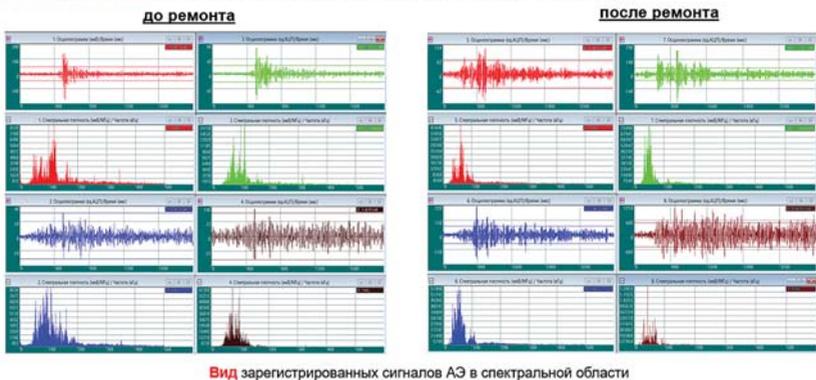


Рис. 9

**Параметры сигналов АЭ** в процессе нагружения реактора жидкой фазы при пуске



**Вывод:** применение стандартных средств анализа данных АЭ, полученных «на режиме» без углубленной цифровой постобработки не позволяет осуществить достоверную оценку технического состояния сложного оборудования НПЗ.

Рис. 10



**Рис. 11**

многомерном пространстве признаков, который и был нами реализован для действующего объекта контроля.

Результаты этого анализа представлены на рис. 11. Суть подхода как раз и заключается в разделении сигнала АЭ как до, так и после ремонта на два типа, а именно, как я уже упоминал ранее, технологические шумы и помехи от пуска оборудования и сигналы от опасных развивающихся дефектов. Для решения этой задачи мы использовали анализ изображений событий АЭ в многомерном пространстве диагностических признаков, а именно взяли все записанные осциллограммы и пропустили их через условную нейросеть. Видно, что сигналы, записанные до ремонта, существенно отличаются по своим признакам от сигналов после ремонта. Об этом свидетельствуют области 1 и 2 на диаграмме. При этом в область двумерного представления 1 по своей локализации обобщенных признаков попадают только сигналы одного цвета, записанные до ремонта и связана эта область именно с развитием дефектов.

В завершении подчеркнем, что в область локализации диагностических признаков 2 попадают сигналы обоих цветов, записанные как до, так и после ремонта, и эта область как раз обусловлена действием помех различной природы.

Таким образом, нейронная сеть сделала вывод, что поскольку сигналы синего цвета на диаграмме, записанные после ремонта (область 2) в области 1 отсутствуют, то опасные дефекты после ремонта в изделии не зарегистрированы, а значит ремонт выполнен качественно и оборудова-

ние может быть допущено к дальнейшей эксплуатации по результатам пусковых испытаний.

**Выводы по проведенной работе:**

— показано, что технология АЕ-Strategy позволяет достичь принципиально новых результатов диагностики и, как следствие, оптимизировать планирование и проведение ремонтных мероприятий;

— с целью минимизации ошибок диагностики реализован алгоритм работы системы принятия решения, исключая влияние «человеческого» фактора на результаты контроля;

— эффективность результатов применения новой технологии в условиях эксплуатации подтверждается на примере сложных опасных производственных объектов НПЗ;

— новые разработки в области ИИ позволяют решать сложные наукоемкие задачи выявления причин разрушения и деградации оборудования.

## КОМПЕТЕНЦИИ В ТОРЦОВЫХ УПЛОТНЕНИЯХ КАК ФАКТОР НАДЕЖНОСТИ



А.Г. Петрушенко

ООО «Флюитен», г. Москва

ООО «Флюитен» было создано в апреле 2019 г. как представительство итальянского производителя уплотнительной техники Fluiten Italia Spa. Коллектив компании составили опытные специалисты в области торцевых уплотнений и ротационного оборудования. Вплоть до июня 2022 г. ООО «Флюитен» оказывала комплекс-

ную техническую и коммерческую поддержку заказчиков на территории России и стран ближнего зарубежья.

Помимо постоянной работы по поставкам новых уплотнений и запасных частей для различных заказчиков, за несколько лет были успешно реализованы комплексные поставки уплотнений для таких амбициозных проектов как Еврохим СевероЗапад1, Арктик СПГ 2, Амурский ГПЗ. Однако эта работа была вынужденно остановлена после введения в санкционный лист Евросоюза таможенного кода на торцевые уплотнения. Прямые поставки стали невозможны, а параллельный импорт не мог обеспечить потребности заказчиков в сложных уплотнениях для тяжелых условий эксплуатации, а они являлись основой поставляемой продукции компании на тот момент.

В этих условиях для сохранения коллектива и обеспечения бесперебойной поддержки заказчиков руководством российского подразделения компании было принято решение о диверсификации на поставки уплотнительной техники из дружественных стран.

Для нас основными критериями в поиске партнера были выбраны компетентность и опыт, наличие конструкторской и производственной базы, технологическая независимость от одной страны.

Таким образом, с июля 2022 г. ООО «Флюитен» имеет надежного технологического партнера в Индии, с которым за 2,5 года работы мы поставили уже более 1500 единиц различных торцевых уплотнений на территорию РФ. Наш технологический партнер — компания Sealmatic India Limited.

Компания Sealmatic India Limited создана 13 лет назад. Владельцы новой компании и костяк коллектива составили бывшие руководители и сотрудники Бургманн Индия с более чем 20-летним опытом работы.

Большой опыт, технические знания, вкупе с нестандартным для Индии жестким немецким подходом к дисциплине и организации дали возможность компании работать не только на локальном рынке, но и сразу включиться в международный бизнес. А большие возможности инвестировать в производство придали существенное ускорение развитию компании.

На данный момент Sealmatic India имеет:

- собственные современные производственные мощности (2 площадки на севере Мумбаи);
- коллектив 350 человек;
- опыт поставок, в том числе, различным производителям насосного оборудования в рамках строительства новых предприятий;
- большой конструкторский коллектив с необходимым опытом новых разработок.

Профессиональные компетенции специалистов ООО «Флюитен» в выборе и анализе работы уплотнений учитывают специфику каждого заказчика и широкие технологические и конструкторские возможности Sealmatic India. Это дает мощный синергетический эффект при решении любых вопросов связанных с торцевыми уплотнениями наших заказчиков.

Как правило, сейчас для решения предлагаются две задачи:

1. В 90 % случаев задача связана с заменой оригинальных уплотнений из недружественных стран. И мы имеем большой опыт успешной замены уплотнений Eagle Burgmann, Jhone Crane, Flowserve, Fluiten, KSB, Aesseal, Chesterton и других производителей на насосах и перемешивающих устройствах, включая сухие и газовые уплотнения. СГУ для компрессоров мы пока не делаем.

2. 10 % задач связаны с поставками уплотнений для новых насосов в рамках перевооружения действующих производств или строительства новых.

Мы имеем возможности работы с любыми производителями насосов которые поставляют насосы в РФ (и конечно производства КНР тоже), включая и отечественных производителей насосов.

В качестве наших конкурентных преимуществ я бы выделил следующие:

- возможность поставки высокотехнологичных уплотнений для тяжелых условий эксплуатации (стандарт API682);

- наличие полного комплекта необходимой документации, включая сертификат ТР ТС 012;
- возможность унификации предлагаемой продукции, и в то же время широкий номенклатурный ряд разных типов уплотнений, возможность поставки унифицированных ремонтных комплектов;
- относительно короткие сроки поставки на данный момент, по сравнению с отечественными конкурентами (2—3 месяца);
- гибкая ценовая политика;
- постоянная квалифицированная техническая поддержка;
- выездные сервисные инженера на ПНР, ШМР;
- возможность организации консигнационного склада;
- большое желание работать и возможности для этого.

## GEA, ALFA LAVAL И ATLAS COPCO УШЛИ. А КТО СТАЛ ДОСТОЙНОЙ ЗАМЕНОЙ?



И.А. Криворотов

ООО «Тобол», г. Омск

Компания «Тобол» была основана в 1993 г. и за последние 30 лет прошла большой путь, завоевав репутацию надежной компании и известность во многих регионах России.

В настоящее время «Тобол» — это достаточно крупное предприятие, которое сочетает в себе компетенции проектной, строительно-монтажной и инжиниринговой компании.

### **Основными направлениями деятельности компании являются:**

**1.** Проектирование технологических трубопроводов, систем холодоснабжения, воздуховодов, оборотного водоснабжения, газовой компрессии, проектирование систем для разделения сред на основе центробежного оборудования. Также специалисты нашей компании проводят изыскательские работы и сопровождение экспертизы промбезопасности выполненной проектной документации.

**2.** Комплекс строительно-монтажных работ, включая строительство технологических трубопроводов, эстакад налива нефтепродуктов, разворачивание резервуаров, электромонтажные работы и работы по монтажу КИП. Собственная производственная база, специальная техника и большой штат специалистов позволяют выполнять строительно-монтажные работы практически любой сложности.

ООО «Тобол» одна из немногих компаний, имеющая сразу 3 допуска СРО: на изыскания, на проектирование, на строительно-монтажные работы, а также обладает специальными лицензиями и допусками для работ на особо опасных объектах.

Особое внимание в своей работе мы уделяем безопасности и качеству, которое контролируется собственной лабораторией неразрушающего и разрушающего контроля (включая рентгенографический контроль сварных соединений, акустико-эмиссионный метод контроля и спектральный анализ), а также электролабораторией с областью аккредитации до 10 кВ.

### 3. Поставки и сервис различного промышленного оборудования.

Долгие годы работы с ведущими западными производителями до санкционных ограничений обеспечили нашей компании огромный опыт по монтажу и пусконаладке разных типов оборудования, а также компетенции в области пэкиджирования газокompрессорного оборудования и оборудования для промышленного холодоснабжения.

Благодаря налаженным связям с индийскими, иранскими и китайскими поставщиками «Тобол» может предложить своим заказчикам качественное оборудование широкого ассортимента.

Одно из особо остро востребованных направлений деятельности связано с технологией самозачистных трубопроводов, актуальных для предприятий имеющих комплексы для перекачки базовых масел и других продуктов.

Применение пиггинг-систем существенно упрощает важную технологическую операцию очистки внутренней полости трубопроводов. Благодаря применению автоматизированных пиггинг-систем достигается максимальная производительность процесса, что безусловно снижает себестоимость конечного продукта.

Наша компания проектирует и поставляет в Россию автоматизированные пиггинг-системы от инновационного китайского завода BJ VP, не имеющие на данный момент аналогов на рынке.

Само внедрение системы достаточно простое и не занимает много времени. Такой проект, например, реализован нашей компанией на Омском заводе смазочных материалов (филиал Газпромнефть-ОМПЗ). В стадии реализации поставка комплекта оборудования на одну из площадок Лукойла в Волгограде.

Еще одним актуальным направлением является подбор оборудования для систем обратного водоснабжения и химводоподготовки.

Сейчас в штате «Тобола» трудятся специалисты из бывшей компании «Балтимор», которые на основе своего технического опыта успешно подбирают аналогичное оборудование из числа российских и китайских поставщиков.

«Тобол» успешно заменяет оборудование Alfa Laval и GEA Westfalia для российских заказчиков. Это направление выделено в отдельный департамент, где трудятся бывшие сотрудники российских представительств Alfa Laval и Flottwegg.

На сегодняшний день, изучив все доступные варианты и рынки дружественных стран, «Тобол» эксклюзивно предлагает индийские декантерные центрифуги производства G-Centri-Force, а также сепараторы и

сепарационные установки, проектируемые и изготавливаемые нашей компанией (в том числе для переработки нефтешлама) на базе оборудования Sarthak Engineering, которые по конструктиву очень схожи с сепараторами GEA. Это оборудование уже внедряется в производственные процессы крупнейших предприятий России, например, в ПАО «Акрон».

Также появилась надежная замена теплообменного оборудования Alfa Laval в лице иранского производителя TGT.

Оборудование этой компании на 95 % заменит всю линейку Alfa Laval, включая пластинчатые, кожухопластинчатые, спиральные, сварные, полусварные теплообменные аппараты, компаблки и аналоги аппаратов Vahterus.

Этот производитель еще не был известен на российском рынке, но безусловно компания TGT достойна внимания как крупнейший и высокотехнологичный производитель теплообменного оборудования на Ближнем Востоке.

Иранский завод выпускает широкий спектр оборудования с использованием передовых технологий и самых современных станков, включая технологию лазерной сварки с уникальным программным обеспечением. Благодаря лазерным технологиям сварки достигается высочайшее качество.

Примечательно также, что наш иранский партнер в кооперации с «Тоболом» способен предложить несколько вариантов технически правильных решений проблемы по замене теплообменников Пэкинокс.

Промышленное воздуходобывание — это еще одно направление нашей компании, остро востребованное после ухода с российского рынка Atlas Copco.

Наши специалисты с большим опытом работы в Atlas Copco могут подобрать для конкретных целей и задач решения, используя наработки компании Atlas Copco и оборудование индийского завода Kirloskar и китайского DenAir.

С целью удовлетворения потребностей заказчиков также был создан сервисный центр в Омске по ремонту компрессорного оборудования.

Квалифицированный штат сервисных инженеров нашей компании выполняет работы на всей территории нашей необъятной страны от Приморья до Калининграда.

При этом мы не только выполняем квалифицированно услуги, но и обеспечиваем поставку оригинальных запасных частей по весьма выгодным ценам.

## СОВРЕМЕННЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, МАШИНЫ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАЗВАЛЬЦОВКИ И ТОРЦЕВАНИЯ ТРУБ В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ. НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ, ОБУЧЕНИЕ ЗАКАЗЧИКОВ



Д.М. Цвилий

ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ», г. Волгоград

Процесс развальцовки труб в трубных решетках теплообменных аппаратов — один из важнейших этапов технологических процессов изготовления и ремонта теплообменных аппаратов.

Его качество напрямую влияет на срок службы, надежность и безопасность эксплуатации этих аппаратов.

Достижение необходимого контактного давления в соединении трубы и трубной решетки, а также обеспечение герметичности соединения при эксплуатации в требуемом диапазоне рабочих давлений и температур — главные условия длительной, безотказной работы аппаратов. Правильный выбор технологического оборудования и инструмента при производстве работ по развальцовке труб в трубных решетках — залог проведения их на высоком техническом уровне.

В 1964 г. создан Всесоюзный (сейчас Волгоградский) научно-исследовательский и проектный институт технологии химического и нефтяного аппаратостроения (АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры»).

В 1966 г. в институте создана научно-исследовательская лаборатория развальцовки труб.

В 1992 г. на базе лаборатории развальцовки труб ВНИИПТхимнефтеаппаратуры было учреждено ООО «Техремэкс», которое разработало и изготавливает усовершенствованную серию развальцовочных установок, развальцовочного инструмента и другие необходимые для производства и ремонта теплообменных аппаратов средства технологического оснащения.

Для затяжки болтовых соединений ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» производит специальную нестандартную оснастку, поставляет современные передовые, зачастую, не имеющие аналогов в России, технологии и оборудование.

Научно-производственное предприятие ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» состоит в подкомитете ПК12 «Оборудование, технологические блоки, работающие под давлением в нефтяной и газовой промышленности». ПК12 является подкомитетом технического комитета ТК023 «Нефтяная и газовая промышленность» (Росстандарт). Разрабатывает национальные стандарты в рамках данного ПК, а также принимает активное участие в обсуждении проектов национальных и межгосударственных стандартов.

ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» является зарегистрированным участником Института нефтегазовых технологических инициатив (АНО «ИНТИ») и принимает активное участие в обсуждении принимаемых стандартов в следующих комитетах:

- 1) по сосудам и аппаратам;
- 2) по энергетике;
- 3) по системам транспортировки нефти и газа.

Результатами совместной работы АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» и ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» являются нормативно-технические документы:

— ГОСТ Р 55601-2013 «Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения. Общие технические требования к креплению труб в трубных решетках»;

— ОСТ 26-17-01-83 (переиздание 2007 г.) «Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения стандартные. Технические требования к развальцовке труб с ограничением крутящего момента по креплению труб в трубных решетках»;

— ОСТ 26-17-02-83 (переиздание 2008 г.) «Инструмент развальцовочный с принудительным охлаждением и смазкой для труб диаметром 10—57 мм»;

— ОСТ 26-02-1015-85 (переиздание 2007 г.) «Крепление труб в трубных решетках»;

— СТО 00220368-014-2009 «Крепление труб в трубных решетках кожухотрубчатых теплообменных аппаратов и АВО»;

— СТО 00220368-015-2009 «Инструмент развальцовочный для труб диаметром 10—57 мм»;

— СТО 00220368-018-2010 «Аттестация технологии развальцовки

труб в трубных решетках кожухотрубчатых теплообменных аппаратов и АВО»;

— СТО 00220368-023-2015 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы за-  
тяжки резьбовых соединений. Общие технические требования».

На производственной базе ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» проведено об-  
учение специалистов по развальцовке труб. За период с 1996 по 2024 гг.  
было обучено более 500 специалистов по развальцовке труб.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», как головная технологическая  
организация по сборочно-сварочному производству и термообработке  
сварных конструкций в отрасли химического и нефтегазового маши-  
ностроения совместно с ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ», разрабатывает и  
обеспечивает предприятия отрасли нормативными документами, яв-  
ляется разработчиком ГОСТ Р 55601-2013 «Аппараты теплообменные и  
аппараты воздушного охлаждения. Крепление труб в трубных решет-  
ках. Общие технические требования», обучает и аттестует специали-  
стов, ответственных за развальцовку труб в трубных решетках, а также  
аттестует технологию и оборудование для развальцовки. Действующие  
правила (ГОСТ Р 55601-2013, ГОСТ 31842-2012, ТУ 3612-023-00220302-01,  
ТУ 3612-024-00220302-02, СТО 00220368-014-2009, СТО 00220368-018-  
2010) требуют проведения аттестации специалистов, технологии и обо-  
рудование для развальцовки труб.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» обеспечивает предприятия от-  
расли химического и нефтегазового машиностроения:

— письмами-разрешениями на отступление от нормативных доку-  
ментов по креплению труб в трубных решетках в тех исключительных  
случаях, когда это не ухудшит надежность аппарата;

— письмами-рекомендациями по технологии крепления труб в труб-  
ных решетках.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» разрабатывает и согласовыва-  
ет в соответствии с требованиями указанных выше нормативных доку-  
ментов:

— технологические инструкции по развальцовке труб;

— положения об инженере, ответственном за крепление труб в тепло-  
обменных аппаратах.

## Развальцовочный инструмент ТЕХРЕМЭКС

В соответствии с базовыми требованиями, разработанными АО  
«ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» совместно с ООО «ТЕХРЕМЭКС-

ЛРТ», прописанными в СТО 00220368-015-2009, ОСТ 26-17-02-83 (перездание 2008 г.) и ГОСТ Р 55601-2013 ООО, «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» выпускает различные виды развальцовочного инструмента.

Кроме серийного модельного ряда ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» выпускает развальцовочный инструмент по специальным техническим заданиям.

Все детали вальцовок обладают высокой прочностью и стойкостью за счет применения легированной стали и специальных режимов термообработки.

Вальцовки ТЕХРЕМЭКС доказали свою высокую надежность и износостойкость, по сравнению с аналогами.

Вальцовки для труб «БР» с регулируемой глубиной вальцевания предназначены для закрепления труб с внутренним диаметром от 12 до 46 мм. Этот тип инструмента имеет более длинный ролик и увеличенную глубину вальцевания. Для большинства типоразмеров глубина рассчитана на два пояса развальцовки.



**Рис. 1.** Вальцовка «БР» (самый распространенный тип вальцовки)



**Рис. 2.** Вальцовка «АР»



**Рис. 3.** Вальцовка «КВ»

Во время работы развальцовочный инструмент сильно нагревается, что может привести к преждевременному выходу из строя по причине разрушения поверхностного слоя роликов и веретена. Для данного типа развальцовок применяется принудительное охлаждение воздушно-эмульсионной смесью, которая приготавливается специальными блоками охлаждения и смазки установок МЭР-11М и МЭР-16М производства ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ». Эта воздушно-эмульсионная смесь подается через узел внутрь корпуса инструмента непосредственно в зону трения веретена и роликов.

Вальцовка «АР» является примером импортоопережения.

В случае комбинированных соединений, для которых приварка труб к трубной решетке должна предшествовать развальцовке, необходимо обеспечить равномерное прилегание наружной поверхности трубы к краю отверстия трубной решетки. Для обеспечения этого требования перед сваркой следует произвести коническую развальцовку трубы вальцовкой «КВ» (без применения смазки) до соприкосновения наружной поверхности трубы с краем трубного отверстия.

Вальцовка «КВ» имеет более высокотехнологичную конструкцию, по сравнению с аналогами других производителей.

ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» также серийно выпускает другие типы и виды развальцовочного инструмента.

## Электрические развальцовочные установки и машины серии МЭР

Электрические развальцовочные машины — наиболее эффективное оборудование для развальцовки труб в кожухотрубчатых теплообменниках и аппаратах воздушного охлаждения. Они обладают наибольшей производительностью, долговечностью и наивысшей точностью отработки заданного крутящего момента.

Электрические развальцовочные машины серии МЭР производятся десятки лет, выпущены сотни машин, которые хорошо зарекомендовали себя на многих предприятиях, занимающихся изготовлением и ремонтом теплообменной аппаратуры. Практически на всех крупнейших предприятиях отрасли — это основа парка установок и машин среди аналогичного оборудования.

За годы производства происходила их постепенная модернизация и совершенствование. В настоящее время ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» разработана и производится целая линейка электрических разваль-

цовочных машин и установок с учетом потребностей и особенностей различных производств и конструкций производимой теплообменной аппаратуры, начиная со **стационарных установок МЭР-11М** для крупных производств и заканчивая **ручными машинами МЭР-16М-2** для небольших ремонтных предприятий, а также для проведения выездных работ.

Современные электрические развальцовочные машины серии МЭР имеют высокую стабильность отключения по достижении заданного крутящего момента, что обеспечивает равномерность остаточного кон-



Рис. 4. Установка для развальцовки труб МЭР-11М

тактного давления между трубой и трубной решеткой. Обладают возможностями визуализации процесса развальцовки и паспортизации достигнутых крутящих моментов при подключении ноутбука с установленным соответствующим программным обеспечением, что может служить доказательством соблюдения технологии развальцовки при приемке теплообменных аппаратов.

Установки и машины серии МЭР оборудованы четырехстрочным цифровым дисплеем для задания и отображения режимов и параметров процесса развальцовки, чтения архива данных по развальцовке каждого соединения. На данных установках, благодаря установке контроллера в системе управления, происходит автоматический выбор оптимальной скорости развальцовки в зависимости от нагрузки, что ускоряет технологический процесс развальцовки и защищает оборудование от перегрузок, связанных с ошибочными действиями оператора. Предназначена для развальцовки труб наружным диаметром от 16 до 63 мм. Наибольший внутренний диаметр теплообменного аппарата, развальцовываемого без перемещения установки — 1900 мм. Вертикальное и горизонтальное перемещения мотор-редуктора главного привода механизированы.

Не имеющая аналогов конструкция рамы установки, на которой смонтированы все основные узлы и агрегаты, а также максимальный уровень механизации и автоматизации производственных процессов позволяет оператору выполнять большие объемы работ по развальцовке на крупных теплообменных аппаратах в минимальные сроки. Это делает установку незаменимой на крупных машиностроительных предприятиях отрасли.

Установка МЭР-11М является еще одним из примеров импортоопережения. Как правило, эксплуатируется в трехсменном режиме в течение многих лет.

**Электронная система управления развальцовкой** организует цикл развальцовки: пуск двигателя, отработка до заданного крутящего момента, остановка, реверсивное включение. В автоматическом режиме циклы повторяются. Продолжительность паузы между циклами может регулироваться.

Также блок управления организует автоматический оптимальный режим охлаждения: автоматическое включение подачи воздушно-эмульсионной смеси после достижения 2/3 заданного значения крутящего момента; отключение после начала реверса.

Блок охлаждения и смазки, поставляемый в качестве дополнительного оснащения, работает от пневмосети, готовит воздушно-эмульси-



Рис. 5. Блок управления МЭР

онную смесь, которая подается непосредственно в зону развальцовки автоматически после достижения заданного крутящего момента, что исключает распыление вне трубы и облегчает условия труда. Смазывание, охлаждение и выдувание продуктов износа производится в процессе работы автоматически. В качестве развальцовочного инструмента, в этом случае использования блока охлаждения, применяются вальцовки типов А и АР.

**Передвижная установка для развальцовки для труб МЭР-16М** предназначена для развальцовки труб наружным диаметром от 16 до 38 мм, при этом наибольший внутренний диаметр теплообменного аппарата, развальцовываемого без перемещения установки достигает 1500 мм.

Благодаря удобной компактной стойке на колесном шасси, на которой располагаются основные узлы установок, а также высокой производительности, идеально подходит как для крупных изготовителей теплообменных аппаратов, так и для ремонтных производств нефтехимического комплекса.

Электронная система управления развальцовкой, аналогичная установке МЭР-11М, организует цикл развальцовки: пуск двигателя, отработка до заданного крутящего момента, остановка, реверсивное включение



**Рис. 6.** Передвижная установка для развальцовки для труб МЭР-16М

ние. В автоматическом режиме циклы повторяются. Продолжительность паузы между циклами может регулироваться.

МЭР-16М при всех ее описанных достоинствах обладает, в сравнении с МЭР-11М, более демократичной (низкой) ценой. И доступна даже малым РМЦ с небольшим бюджетом. Как правило, эксплуатируется в трехсменном режиме в течение многих лет.

**Машина для развальцовки труб МЭР-16М-3-24** является новинкой, не имеющей аналогов на российском рынке электрических развальцовочных машин. Предназначена для развальцовки труб наружным диа-



Рис. 7. Машина для развальцовки труб МЭР-16М-3-24

метром 8—16 мм в замкнутых пространствах, работа человека в которых допускается электроинструментом с напряжением не выше 42 В, например, в котлах, парогенераторах, теплообменных аппаратах и АВО.

Мотор-редуктор выполнен на базе бесколлекторного двигателя постоянного тока с безопасным сверхнизким напряжением 24 В, что делает машину исключительно безопасной, надежной и долговечной. Для подвески и компенсации веса мотор-редуктора используется балансир.

Блок управления машины, выполненный на базе программируемого логического контроллера (ПЛК) Segnetics, организует цикл развальцовки по тем же принципам, как и в развальцовочных установках ТЕХРЕМЭКС старшего поколения.

Безопасное напряжение, малый шум, компактность, возможность долгой непрерывной работы делают эту машину чрезвычайно удобной в эксплуатации при больших объемах работ, особенно внутри камер.

Машина МЭР-16М-3-24 (24В) успешно применяется, в том числе, на Волгодонском заводе «Атоммаш» вместо использовавшегося ранее импортного аналога.

Установка МЭР-16М-3-24 является одним из примеров импортозамещения.

Похожие аналоги машин иностранного производства данного специального класса, использующиеся при производстве технологического оборудования, в том числе, для атомной промышленности, в настоящее время находятся под санкциями и запрещены к ввозу на территорию РФ.

**Машина для развальцовки труб МЭР-16М-2** предназначена, преимущественно, для осуществления ремонта теплообменных аппаратов и АВО с трубами наружным диаметром от 12 до 28 мм. Машина удобна в

работе благодаря дополнительной рукоятке с пластиковой ручкой, компенсирующей реактивный крутящий момент.

Эргономичность, безопасность, малый вес, возможность работы в стесненных условиях, низкий уровень шума, цикл развальцовки с точной отработкой до заданного крутящего момента, организуемый элек-



Рис. 8. Машина для развальцовки труб МЭP-16M-2

тронной системой управления, делает эту машину удачной альтернативой пневматическим вальцовочным приводам.

**Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2** предназначена для торцевания и высверливания труб диаметром 10—38 мм, толщиной стенки 1—3,5 мм и удаления сварных швов в комбинированных (сварка с развальцовкой) соединениях. Может использоваться для нарезания канавок и обработки отверстий шариковым раскатником; для зачист-



**Рис. 9.** Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2

ки внутренней поверхности трубы на длине равной двойной толщине трубной решетки, а также отверстий в трубных решетках; для отрезки труб за плоскостью трубной решетки. Наибольший внутренний диаметр теплообменного аппарата, обрабатываемого без перемещения установки — до 1400 мм.

Блок охлаждения и смазки обеспечивает оптимальный режим охлаждения инструмента. Система управления мотор-редуктором позволяет подобрать оптимальную скорость резания углеродистых, нержавеющей и труб из цветных металлов. Максимальная скорость оборотов — 504 об/мин. Максимальный наружный диаметр обрабатываемых труб — до 38 мм.

Каретка с закрепленным мотор-редуктором главного привода перемещается по вертикальной раме с помощью цепного привода, приводимого червячным мотор-редуктором, имеющим две скорости вращения, высокую и низкую. Это позволяет быстро переместить мотор-редуктор главного привода на нужный участок и затем произвести точное позиционирование.

Не имеющие аналогов установки МЭТ-2 применяются на предприятиях ООО «Томскнефтехим», ООО «Газпром нефтехим Салават», ОАО «Волгограднефтемаш» (МЭТ-2 эксплуатируются, в том числе, на данных предприятиях зачастую в трехсменном режиме) и многих других. На предприятиях, применяющих установку, дорожат высоким качеством ее исполнения, надежностью, качеством обработки, выполняемой установкой, долговечностью установок МЭТ-2, кратно отличающейся производительностью, а также кардинальной экономией ресурса инструмента, благодаря непрерывной автоматической подаче воздушно-эмульсионной смеси (или воздуха) в зону резания.

«ООО ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» настроено на сотрудничество с предприятиями, изготавливающими или ремонтирующими кожухотрубчатые теплообменные аппараты, включая трубные секции АВО, и готово, в кратчайшие сроки, поставить вышеприведенные оборудование и инструмент, всецело гарантируя его производительность и качество.

## ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ БЕЗУПОРНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СИММЕТРИЧНОЙ ТАРИРОВАННОЙ ЗАТЯЖКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ. НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ И ОБУЧЕНИЕ ОПЕРАТОРОВ



**В.Е. Киктев**

ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ», г. Волгоград

Симметричная тарированная затяжка шпилек на фланце несколькими гидравлическими ключами в комплекте (стандартно — четыремя) при изготовлении сосудов и аппаратов, работающих под давлением, являясь операцией, напрямую влияющей на безопасность и продолжительность их работы, не регламентировалась ранее нормативными документами. Важнейшими практическими вопросами, возникающими при этом, являются: правильный выбор необходимого момента затяжки и его контроль, равномерность, отсутствие перекосов при затяжке фланца, аттестация технологии и специалистов по затяжке резьбовых соединений.

Научно-производственное предприятие ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» разрабатывает и внедряет новейшие технологии по симметричной тарированной затяжке резьбовых соединений, согласно разработанному АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» совместно с ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» СТО 00220368-023-2015 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы затяжки резьбовых соединений. Общие технические требования».

При поставке систем для симметричной тарированной затяжки резьбовых соединений ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» проводит обучение операторов технологии затяжки резьбовых соединений по программе, соответствующей СТО 00220368-023-2015 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы затяжки резьбовых соединений. Общие технические требования».

Настоящий стандарт распространяется на затяжку резьбовых соединений при изготовлении сосудов и аппаратов, работающих под давлением, и устанавливает максимальные и минимальные крутящие моменты

затяжки крепежных резьбовых соединений в зависимости от размеров и класса прочности для болтов, гаек, шайб и шпилек, изготовленных по ГОСТ Р 52646-2006 (ИСО 7415:1984), ГОСТ 22032-76. Также данный СТО освещает вопросы технологии тарированной затяжки шпилек фланца одновременно несколькими гидравлическими ключами в комплекте (стандартно — четырьмя), подключенными к одному источнику (гидравлическому насосу). Ранее (до выхода этого СТО) эта стандартно применяемая на отечественных предприятиях технология не была освещена в отечественных стандартах (была указана только в ASME).

### Принцип работы технологии безупорной затяжки резьбовых соединений с применением шлицевых опорных шайб

Существует стандартный набор способов затягивать и ослаблять резьбовые соединения. Способ применения ударных ключей не позволяет гарантированно герметизировать фланцевое соединение. Как правило, после нагрузки во время испытания, требуется подтяжка. На примере метода безупорной затяжки, мы рассматриваем эволюцию выбора оптимальных приемов для конкретных ситуаций.

Применение опорных шлицевых шайб с насечками (рис. 1) на крепеже сосудов и аппаратов позволяют радикально уменьшать возможные утечки во время эксплуатации.

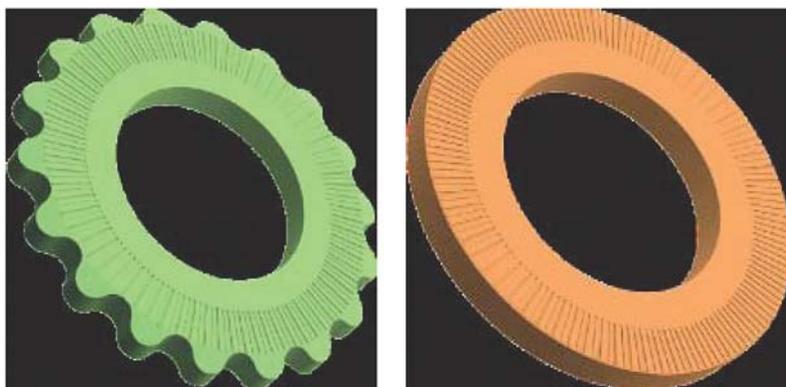


Рис. 1. Опорные шлицевые шайбы

Стороной, имеющей насечки, шлицевая шайба устанавливается под гайку. Гидравлическим, пневматическим и электрическим гайковертам, для создания противодействующей силы, требуется упор. В рассматриваемом случае шайба сама по себе является точкой опоры на активном конце шпильки.

На другом, пассивном, конце шпильки находится вторая гайка. Под эту гайку на пассивной стороне устанавливается стопорная шайба, вследствие чего отпадает необходимость применения контр-ключа или отдельного исполнителя, удерживающего ответную гайку от проворота.

При использовании шайб и механических натяжителей сила затягивания и противодействующая сила направлена по одной центральной оси резьбовой шпильки. За счет этого не возникает боковой нагрузки и не требуется установка упора для компенсации реактивного крутящего момента.

### Пример применения технологии безупорной затяжки резьбовых соединений с применением шлицевых опорных шайб на Волгоградском НПЗ

Одним из примеров применения опорных шлицевых шайб является их внедрение на ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка» на установке УЗК № 59 комплекса переработки тяжелых нефтяных остатков (рис. 2, 3). Эксплуатационный и ремонтный персонал на данной установке постоянно сталкивался с проблемой герметичности крышки корпуса многоходового пробкового устройства переключения. Переуплотнение разъемного соединения проводилось каждый остановочный ремонт, более того, из-за разгерметизации многоходового пробкового устройства, приходилось внепланово останавливать установку для переуплотнения данного фланца. Замена прокладочного материала эффекта не давали, утечки продолжались. Ремонтные работы подразумевали полную разборку этого устройства.

На рис. 3 показаны размеры шайбы. Видно, что это не громоздкое изделие, его надежность обусловлена отсутствием подвижных соединений. Шайбу не надо обслуживать. Допускается многократное ее использование.

В октябре 2018 г. на данном многоходовом пробковом устройстве переключения установки УЗК № 59 на крепеже была внедрена уникальная безупорная технология затяжки болтовых соединений ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» с применением опорных шлицевых шайб (рис. 2). В результате, впервые были остановлены утечки, герметичность восста-



**Рис. 2.** Пример применения опорных шлицевых шайб на Волгоградском НПЗ



**Рис. 3.** Размеры шлицевых опорных шайб

новлена и сохраняется по настоящее время. После данного внедрения в каждый капитальный ремонт шлицевыми опорными шайбами оснащаются все большее количество теплообменных аппаратов.

## **Достигнутые эффекты безупорной затяжки резьбовых соединений с применением шлицевых опорных шайб на Волгоградском НПЗ**

### **Технико-технологические эффекты:**

- снижение сроков и объемов ремонта установки замедленного коксования;
- герметичность процесса, отсутствие утечек, аварийных остановок, предписаний контролирующих органов.

### **Экономические эффекты:**

Прямой экономический эффект обусловлен сокращением сроков ремонта и временем вывода на технологический режим установок за счет:

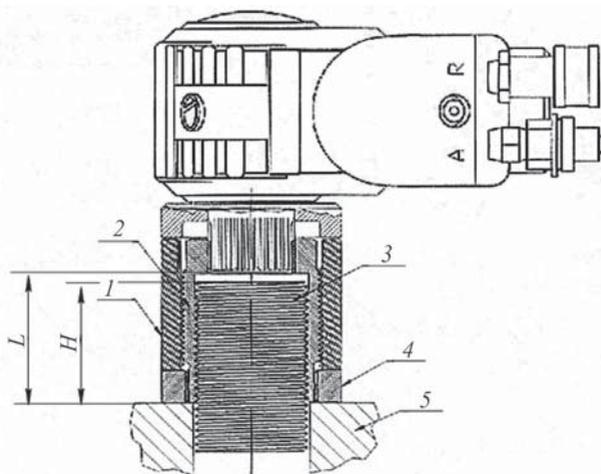
- снижения объемов текущего ремонта из-за сокращения номенклатуры позиций теплообменного и специального оборудования;
- сокращения сроков вывода установок на нормальный технологический режим за счет повышенной надежности фланцевых соединений и значительного снижения времени устранения, выявленных во время пуска неплотностей;
- снижения сроков текущего ремонта на сутки, достигнут значительный экономический эффект.

По результатам данного внедрения, составлен документ «Лучшая практика нефтегазоперерабатывающих нефтехимических организаций Группы «Лукойл»: «Повышение надежности эксплуатации теплообменного оборудования и запорной арматуры для специальных условий с применением тарированной затяжки резьбовых соединений».

Безупорная технология затяжки болтовых соединений с применением опорных шлицевых шайб описана в СТО 00220368-023-2015 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы затяжки резьбовых соединений. Общие технические требования».

## **Принцип работы безупорной технологии затяжки резьбовых соединений с применением гаек – механических натяжителей**

Принципиальная схема работы гайки — механического натяжителя приведена на рис. 4.



**Рис. 4.** Принципиальная схема работы гайки — механического натяжителя:

- 1 — внешняя вращающаяся втулка; 2 — отжимная неподвижная втулка;  
3 — шпилька; 4 — шлицевая шайба; 5 — фланец; б — гидравлический ключ

#### **Принцип работы системы:**

1. Шлицевая шайба 4 надевается на наружную шлицевую поверхность внутренней неподвижной втулки 2 на полную глубину.

2. Внутренняя неподвижная втулка, с надетой на нее шлицевой шайбой 4 накручивается на шпильку до плотного контакта с фланцем 5.

3. Внешняя вращающаяся втулка 1, имеющая в верхней части прямоугольные зубья зацепления, навинчивается на внутреннюю неподвижную втулку до соприкосновения со шлицевой шайбой 4.

4. Гидравлическая болтинг-машина соединяется с данной системой таким образом, чтобы шлицы внутренней неподвижной втулки 2 вошли в зацепление со шлицами внутренней неподвижной оси гидравлической болтинг-машины, а прямоугольные зубья внешней вращающейся втулки 1 вошли в зацепление с ответными зубьями ведущего вала гидравлической болтинг-машины.

5. Устанавливается необходимое предельное давление в гидросистеме, согласно таблице перевода давления в усилие затяжки гидравлической болтинг-машины.

Трехсоставная гайка (рис. 5) обеспечивает высокоточное прижим-

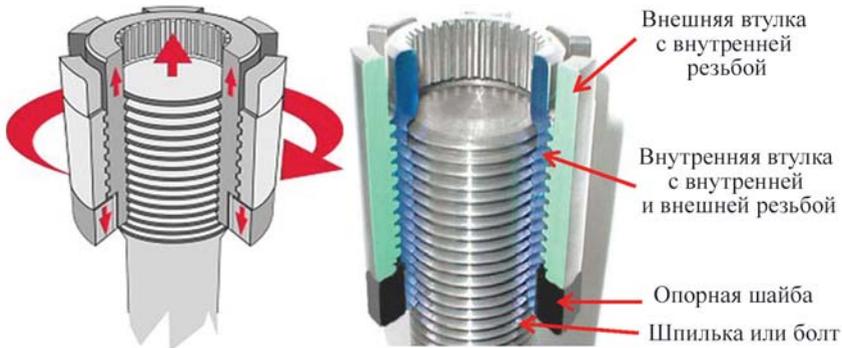


Рис. 5. Трехсоставная гайка

ное усилие без вращения шпильки, гарантирует точность нагрузки на шпильку и, как следствие, герметичность фланца.

Прижимное усилие, без вращения шпильки, позволяет предотвратить повреждение резьбы.

Гайка — механический натяжитель — это единственная на сегодняшний день крепежная система гарантирующая, что резьба на шпильке не будет повреждена при установке и снятии.

Гайка — механический натяжитель легко снимается без повреждения шпильки (болта), что обеспечивает большую экономию благодаря устранению необходимости замены шпилек (болтов).

Срок службы гайки — механического натяжителя — десятки лет в самых высоко-температурных режимах использования.

### Пример применения безупорной технологии затяжки резьбовых соединений с использованием гаек — механических натяжителей М90\*3 на Волгоградском НПЗ

Цикличность нагружения трубопроводов и аппаратов подразумевает знакопеременные нагрузки во фланцевых и резьбовых соединениях и создает предпосылки разгерметизации. Для решения данной проблемы и для повышения надежности эксплуатации теплообменного оборудования и запорной арматуры на ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка» произведено внедрение гаек — механических натяжителей для рабочих условий устройства с рабочей температурой применения до 570 °С и давлением в аппарате до 12 МПа (рис. 6—8).



Рис. 6



Рис. 7



Рис. 8

В 2022 г. на установке № 18 гидроочистки дизельного топлива, для компенсации теплового удара первого ряда сырьевых теплообменников два фланца, по 24 шпильки М90\*3 каждый, оснащены гайками — механическими натяжителями. В 2023 г. оснащен третий фланец. Оснащения продолжаются и планируются на следующие год.

Применение данной технологии безупорной тарированной затяжки резьбовых соединений с использованием высокоточных гаек — механических натяжителей повышает надежность и качество выполнения работ (утечки прекратились) по сборке кожухотрубных теплообменников высокого давления в стесненных условиях и дает дополнительное преимущество — возможность проводить подтяжку без снижения температуры. Ранее данная процедура была недоступна из-за ограничения для рабочих условий устройства с температурой применения не выше 60—80 °С, к любому гидравлическому инструменту.

Уникальная безупорная технология затяжки резьбовых соединений, внедренная ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» с применением гаек — меха-

нических натяжителей М90\*3 (рис. 6—8) на ООО «Лукойл-Волгоград-нефтепереработка», не имеет аналогов в России по масштабу внедрения. В каждый капитальный ремонт гайками — механическими натяжителями в плановом порядке оснащается все большее количество теплообменных аппаратов.

### **Достигнутые эффекты применения безупорной технологии затяжки резьбовых соединений с использованием гаек – механических натяжителей**

#### **Технико-технологические:**

- снижение сроков и объемов ремонта установки № 18 гидроочистки дизельного топлива;
- герметичность процесса, отсутствие утечек, аварийных остановок, предписаний контролирующих органов.

#### **Экономические:**

Сокращение сроков ремонта и временем вывода на технологический режим установок за счет:

- уменьшения объемов текущего ремонта за счет сокращения номенклатуры позиций теплообменного и специального оборудования;
- сокращения сроков вывода установок на нормальный технологический режим за счет повышенной надежности фланцевых соединений и значительного снижения времени устранения, выявленных во время пуска неплотностей.
- снижения сроков капитального ремонта, достигнут масштабный экономический эффект.

По результатам успешного внедрения безупорной технологии симметричной тарированной затяжки резьбовых соединений с применением гаек — механических натяжителей на ООО «Лукойл-Волгоград-нефтепереработка» составлен документ: «Лучшая практика нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических организаций Группы Лукойл» и данная практика рекомендована к применению в нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических организациях Группы «Лукойл».

Безупорная технология симметричной тарированной затяжки болтовых соединений с применением гаек-механических натяжителей указана/описана в СТО 00220368-023-2015 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы затяжки резьбовых соединений. Общие технические требования».

В рамках импортозамещения ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» производит и поставляет стандартную и специальную сложную оснастку для тари-

рованной затяжки резьбовых соединений на АО «Лукойл-Волгоград-нефтепереработка», АО «Волжский трубный завод», АО «Подольский машиностроительный завод», «Ленинградский металлический завод» и на многие другие предприятия машиностроительного комплекса, нефтепереработки и химической промышленности.

ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» предлагает сотрудничество предприятиям в решении задач по обеспечению необходимой герметичности фланцевых соединений сосудов и аппаратов высокого давления, оснастку отечественного производства для тарированной затяжки резьбовых соединений, гарантирующую высокое качество работы оборудования при значительном снижении производственных затрат.

## ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ



А.Ю. Ушаков

Ctrl2GO Solutions (ООО «Кловвер Групп»),  
г. Москва

В современном мире уже практически не найти предприятий без высокотехнологичных систем сбора, обработки, отображения, архивирования и управления данными. Эти системы сообщают информацию о работе различного оборудования и протеканию технологических процессов. На всех современных НПЗ применяются системы класса SCADA. Заводы уже ощутили на себе влияние значимых данных на повседневную деятельность. Данные отображаются в режиме реального времени, что позволяет персоналу легко выявлять нештатные ситуации, сосредоточивать свое внимание на проблемах и взаимодействовать с оборудованием.

Сотрудники НПЗ вынуждены непрерывно контролировать протекающие технологические процессы и оценивать состояние производственного оборудования, постоянно анализируя огромные объемы информации. Но какую часть этих данных они упускают? Как много информации оператор не видит, не интерпретирует и не использует? Эффективно анализируя эти данные и реагируя на них, вы можете получить многое из того, что у вас уже есть сейчас. Управление эффективностью активов помогает оптимизировать технологические процессы, повысить надежность, сократить время простоя и добиться высокой производительности активов.

Повышение надежности, производительности и безопасности являются одними из главных приоритетов НПЗ и других ресурсоемких предприятий. Сегодня предприятия нефтеперерабатывающей отрасли сосредоточивают свои усилия и ресурсы на контроле затрат и максимальной отдаче от уже сделанных инвестиций. Прогнозная аналитика помогает организациям получать максимальную отдачу от использования критически важных активов, поддерживая программы прогнозного технического обслуживания, которые позволяют выявлять проблемы с оборудованием на ранней стадии, опережая существующие аварийные

сигналы. С применением предиктивной аналитики доступно больше информации о состоянии и производительности вашего оборудования, чем когда-либо прежде.

Программное обеспечение «**SmartDiagnostics (Умная Диагностика)**» (далее — SmartDiagnostics) от компании Ctrl2GO Solutions (ООО «Кловвер Групп») дает пользователям возможность быстро проанализировать большие массивы данных в полезную информацию для предотвращения сбоев в работе оборудования и принятия разумных решений, улучшающих его работу. Программное обеспечение может быть сконфигурировано для мониторинга активов независимо от типа оборудования, производителя или локальных систем АСУ ТП и КИПиА без необходимости в информации об активах конкретного производителя.

SmartDiagnostics интегрируется с существующими системами хранения данных и может быть объединена с существующим решением для технического обслуживания на основе состояния оборудования. При данной интеграции формируется набор инструментов промышленной аналитики для комплексного управления активами.

Система обладает высокой масштабируемостью и может использоваться для мониторинга одного объекта, конкретного предприятия или множества распределенных объектов на нескольких площадках. Результаты прогнозных аналитических моделей могут быть легко интегрированы с другими бизнес-системами благодаря использованию доступного веб-сервиса.

SmartDiagnostics включает в себя множество передовых методов построения моделей и инструментов для сравнения на основе моделей

**SmartDiagnostics**

Российская цифровая система для удаленного мониторинга, автоматической диагностики и прогнозирования технического состояния оборудования

01 Непрерывный контроль технического состояния оборудования

02 Выявление отклонений в работе и диагностика неисправностей

03 Предиктивная аналитика для своевременного предотвращения аварий

04 Поддержка принятия решений для управления надежностью

(диагностические и экспертные правила), а также функционал, который позволяет пользователям тратить меньше времени на поиск потенциальных проблем. Пользователи имеют возможность просматривать входные данные телеметрии для обучения, результаты работы моделей, сравнивать производительность аналогичных активов одного типа и настраивать предупреждения по любым типам данным. Статистические модели интерпретируют данные с помощью визуальных представлений, так что специалистам НПЗ будет очень легко интерпретировать результаты.

Есть возможность строить экспертные модели, которые оснащены функциями диагностики (диагностические правила) неисправностей. Они помогают пользователю определить причину выявленной неисправности и способы ее устранения в будущем. Возможности диагностики повышают возможности SmartDiagnostics по раннему выявлению и интерпретации неисправностей. Инженер, работающий с ПО, получает краткий список действий при выявлении признаков того или иного дефекта.

Функционал системы SmartDiagnostics в виде Экспертных правил (ЭП) позволяет обрабатывать и накладывать логику на сырые данные, которые приходят в систему с объекта мониторинга. Данный функционал работает параллельно со статическими моделями. Функция ЭП создается и настраивается с помощью low-code языка, который представляет собой встроенный в ПО редактор. Пользователь системы SmartDiagnostics без навыков программирования может легко создать экспертное правило. ЭП могут быть использованы как для выявления неисправностей, так и для определения ненормальных режимов работы объекта мониторинга. Возможны написания экспертных правил для «оцифровки знаний» опытных специалистов заказчика для выявления различных дефектов и иных проблем с эксплуатацией оборудования. ПО включает в себя усовершенствованный механизм вычислений, который позволяет создавать «виртуальные» теги (сигналы, датчики). «Виртуальные» теги могут быть использованы в системе, а также для создания ЭП.

Программное обеспечение SmartDiagnostics для прогнозной аналитики интегрируется с существующими корпоративными системами безопасности. Система поддерживает единый вход в систему аутентификации, а администраторы имеют возможность ограничивать права доступа пользователей и привилегии редактирования на детальном уровне.

Компания Ctrl2GO Solutions (ООО «Кlover Групп») — российский разработчик системы предиктивной аналитики SmartDiagnostics, также

разрабатывает и другие цифровые решения по управлению техническим обслуживанием и ремонтами производственных активов.

Ctrl2GO Solutions предлагает комплексные услуги по мониторингу активов совместно с заказчиком как удаленно, так и на местах. Наша команда опытных инженеров помогает на каждом этапе процесса — от обучения модели до создания диагностических или экспертных правил и внедрения передовых методов мониторинга активов.

SmartDiagnostics может быть развернута как на серверах заказчика, так и в облаке. При развертывании ПО на серверах заказчика вся работа с данными (получение, обработка и анализ) происходит в контуре заказчика без вывода данных вовне.

Анализируйте свои операционные данные из диспетчерской, сделайте их доступными для раннего выявления отклонения в работе оборудования. Выявите скрытые возможности для снижения эксплуатационных расходов, повышения эффективности активов и достижения лучших производственных результатов. Использование данных прогнозной аналитики позволяет визуализировать процессы и активы, получать оповещения, а также осуществлять техническое обслуживание на основе фактического состояния оборудования.

Ctrl2GO Solutions предлагает комплексный портфель программных продуктов для управления производственными активами компании и ТОиР с применением системы предиктивной аналитики.

## БЫСТРОСЪЕМНАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ FOR PRO



А.Л. Бабичев (на фото), И.З. Салихов,  
Ю. Беяцкая

ООО «ТеплоПромГрупп Проф», г. Новосибирск

Энергетические потери на предприятиях остаются одной из ключевых проблем, особенно, когда речь идет о сложных конструкциях и оборудовании с нестандартными формами. Запорная арматура, ранее практически не изолируемая из-за необходимости регулярного технического обслуживания, сегодня может стать объектом современных изоляционных технологий. В условиях постоянно растущих требований к энергоэффективности и безопасности труда применение инновационных термочехлов становится наиболее рациональным выбором.

Традиционная изоляция из минеральной ваты с металлическим кожухом или стеклопластиковые покрытия не всегда способны обеспечить надежную защиту оборудования. Недостаточное прилегание к поверхностям сложной геометрии ведет к теплотерям и увеличению эксплуатационных расходов. Это касается, в первую очередь, таких объектов, как запорная арматура и другие элементы трубопроводных систем.



Рис. 1. Оборудование в термочехле



Рис. 2. Термочехол в тепловизоре

Инновационное решение — термочехлы — это конструкция из композитных и теплоизоляционных материалов, которая позволяет значительно снизить энергозатраты и повысить безопасность на производстве. Эти изделия выполняют несколько важных функций одновременно: поддерживают необходимую температуру, защищают персонал от ожогов и шумового воздействия, контролируют плотность теплового потока и предотвращают замерзание транспортируемой жидкости (рис. 1, 2).

Современные термочехлы производятся из различных материалов, выбор которых зависит от температурных режимов эксплуатации:

1. Стеклоткань с силиконовым покрытием — до 280 °С. Подходит для большинства стандартных применений.

2. Стеклоткань с полиуретановым покрытием — до 450 °С. Более устойчивый материал для повышенных температур.



Рис. 3. Модель «Стандарт»

3. Кремнеземная ткань с полиуретановым покрытием — до 1100 °С. Идеальное решение для экстремальных температурных нагрузок.

Особое внимание уделяется техническим нитям и системе крепления. Нити подбираются в зависимости от температуры использования, а также применяются специальные сварные полукольца и крепежные ремни. Все компоненты проходят строгий контроль качества и изготавливаются из прочных пожаробезопасных материалов, обеспечивая надежность фиксации на оборудовании.

Наша компания предлагает широкий ассортимент термочехлов, среди которых выделяются следующие модели:

«Стандарт» (рис. 3). Применяется для пластичных теплообменников, крупногабаритного оборудования сложной формы или работающих при



Рис. 4. Модель «Матрас»

высоких температурах. Также используется в случае, когда необходимо изготовить составной чехол из нескольких частей или создать строго определенную форму.

«**Матрас**» (рис. 4). Экономичный вариант, сохраняющий все тепло-технические свойства. Используется преимущественно для менее ответственных задач.

Модели «**Коробка стандарт**» (рис. 5) и «**Коробка матрас**» (рис. 6). Эти варианты имеют жесткую форму и часто оснащаются смотровыми окнами. Широко применяются для приборов контроля и автоматизации (КИПиА).

Каждая производственная среда уникальна, поэтому у нас отсутствуют стандартные решения. Все термочехлы разрабатываются индиви-



Рис. 5. Модель «Коробка Стандарт»



**Рис. 6.** Модель «Коробка Матрас»

дуально командой инженеров-конструкторов, начиная с этапа брифинга. На основе эскиза и анализа особенностей оборудования инженеры подбирают оптимальные материалы и проектируют изделие таким образом, чтобы оно максимально соответствовало условиям эксплуатации и пожеланиям клиента.

Применение термочехлов позволяет предприятиям существенно сократить затраты на электроэнергию, минимизировать риск аварийных ситуаций и улучшить условия труда персонала. Современные технологии позволяют создавать индивидуальные решения, идеально подходящие для любого типа оборудования, независимо от его сложности и специфики эксплуатации.

## ТЕПЛОБМЕННИКИ НЕКСАН – ЛУЧШЕЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ



И.И. Деянов

ООО «НЕКСАН РУС», г. Москва

Многолетний опыт работы компании НЕКСАН в сфере создания теплообменного оборудования для нефтегазовой отрасли позволяет нам утверждать об исключительности нашей компании и технических решений.

НЕКСАН — это:

- расчеты теплообменников всех типов;
- большой опыт работы с двухфазными процессами;
- индивидуальный подход к каждому расчету и заказчику, учитывая специфику процессов.



Теплообменники НЕКСАН — это надежность, качество и гарантия долговечной службы.

Среди наших заказчиков нет простых компаний, все — серьезные организации с высококвалифицированными специалистами, высоко оценивающими нашу работу и продукцию. Многолетний опыт эксплуатации, отсутствие нареканий со стороны заказчиков и выполнение оборудованиям НЕКСАН своих задач и функций является тому подтверждением.

На данный момент мы располагаем тремя производственными площадками, собственным инженерным штатом и сервисной службой, имеющей более 20-летний опыт, что позволяет нам предлагать заказчикам наилучшие решения и обслуживание.



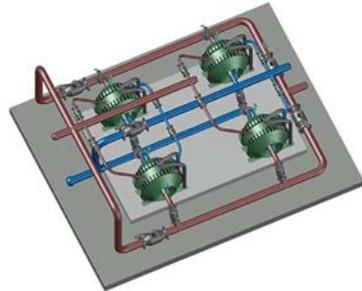
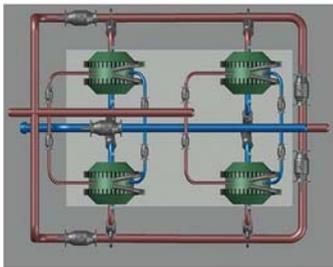
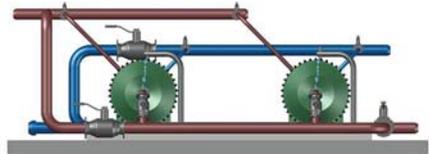
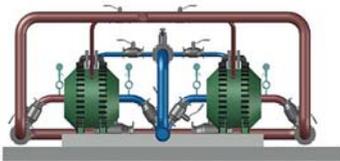


В продуктовой линейке НЕКСАН следующие типы теплообменников:

- спирально-пластинчатые GreenSpiral™;
- кожухотрубные GreenTube™;
- кожухопластинчатые GreenBox™ серии W;
- сварные пластинчатые GreenBox™ серии S;
- разборные пластинчатые GreenPlate™;
- теплообменные модули GreenSkid™;
- кожухотрубные теплообменные аппараты GreenTube™ STX со спиральным трубным пучком (альтернативное решение аппаратам Packinox).

Теплообменники НЕКСАН решают задачи в процессах обессоливания сырой нефти, атмосферно-вакуумной перегонки нефти, на установках каталитического крекинга, гидрокрекинга, висбрекинга, установках замедленного коксования, каталитического риформинга и изомеризации, гидроочистки керосинов и дизельного топлива, битумных производствах, установках аминовой очистки и отпарки кислых стоков.





Теплообменные аппараты НЕКСАН — это новое поколение теплообменников, обладающих усиленной и универсальной конструкцией, позволяющей использовать их в самых разных отраслях промышленности для решения задач теплообмена в условиях повышенной загрязненности сред. Правильно подобранная конструкция и оптимизация условий протекания процессов внутри аппаратов обеспечивают высокую теплопере-



дачу и уменьшают затраты на энергию, обычно требуемую для подогрева технологических потоков, позволяя достичь наилучших температурных градиентов.

Отмечу возможность изготовления и поставки кожухотрубных теплообменных аппаратов со спиральным трубным пучком GreenTube STX в качестве альтернативы теплообменникам Packinox, которые сочетают в себе высокую эффективность теплопередачи, компактность конструкции и небольшой вес пластинчатых теплообменников со стойкостью и надежностью при работе с высокими давлениями и температурами классических кожухотрубных теплообменников.

Наши теплообменники зарекомендовали себя в различных процессах: риформинга, ароматизации, изомеризации, гидроочистки, низкотемпературной метанольной очистки, процессах дегидрирования.

Теплообменники важно адаптировать к условиям предполагаемого применения. Расходы и температурные режимы часто различаются в зависимости от задач и важно, чтобы производитель теплообменного оборудования располагал не только компетенциями для проведения таких расчетов, но и необходимым программным продуктом, позволяющим эти расчеты произвести. Наилучшие результаты показывают оптимизированные теплообменники и именно такие теплообменные аппараты производит компания НЕКСАН.



Эффективность любого теплообменника зависит от двух важных факторов: оптимальное распределение потока и минимальные потери давления. Решив эти задачи, вы получите очень эффективное оборудование для широкого спектра применений. Вот почему мы постоянно разрабатываем новые и лучшие решения.

## ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ НЕГАБАРИТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ТЕРРИТОРИИ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ



Д.Ю. Титов

АО «Белуга Проджектс Лоджистикс»,  
г. Москва

За 15 лет успешной деятельности компании BELUGA TЕС в области инжиниринговых услуг и проектной логистики реализовано свыше 150 комплексных проектов по перемещению и монтажу крупнотоннажных грузов (КТГ) для ключевых отраслей промышленности, таких как энергетика, нефтегазохимия, металлургия и пр.

Компания имеет в собственности большой парк разноплановой техники: грузоподъемное оборудование, автотранспортные средства, баржи и буксиры, что позволяет предлагать комплексные решения для реализации проектов любой сложности.

Особая гордость компании — собственный инженерный центр компетенций, специалисты которого разрабатывают новаторские решения, позволяющие выполнять работы наиболее эффективно. Именно такие решения предлагается рассмотреть на примере проблематики внутриобъектовой логистики КТГ по территории предприятия.

Объекты нефтегазовой отрасли сегодня активно модернизируются, расширяются, перевооружаются, следовательно на них поставляется различное реакторное и колонное оборудование для последующего монтажа.

Зачастую при приобретении данного оборудования клиентом четко не указывается базис поставки. Например, вместо участка монтажа указывается проходная на территории предприятия или склад временного хранения (СВХ). Дальнейшее же перемещение КТГ от склада до площадки производства работ заранее не планируется и остается в «серой зоне» и заранее не прорабатывается, что может создать риски в дальнейшем.

Нефте- и газоперерабатывающие предприятия имеют планшетную структуру, когда различные установки в составе объекта распо-

ложены каждый на своем планшете и связаны друг с другом сеткой коммуникаций, таких как магистральные трубопроводы, кабели КиП и т.д.

Структура предприятия постоянно изменяется и дополняется. И что делать, если подобные коммуникации в виде эстакад являются препятствием для перемещения груза? Чаще всего эти трубопроводы связаны со смежными участками действующих установок и не могут быть отключены.

Существует 4 варианта решения данной задачи (рис. 1):

- 1) углубление дорожного полотна в месте пересечения с препятствием;
- 2) применение специализированных скиддинг-систем для уменьшения габарита по высоте;
- 3) перемещение груза над эстакадой;
- 4) демонтаж и перенос эстакады.

Вариант 4 является практически неосуществимым в условиях работающего предприятия.

Углубление также не всегда возможно, ввиду наличия подземных коммуникаций и большого объема сопутствующих строительно-монтажных работ.

Самыми перспективными с точки зрения экономической эффективности выглядят варианты со скиддинг-системой и перемещением грузов над эстакадами.

В качестве примера практической реализации данных вариантов перемещения предлагаю рассмотреть кейс перемещения реактора дли-

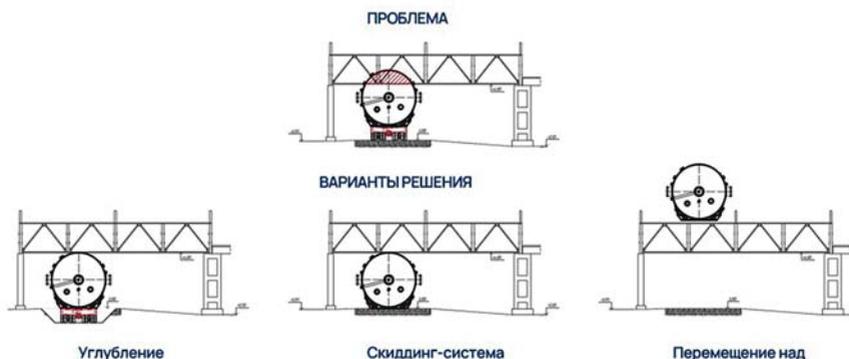


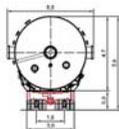
Рис. 1

ной 25,8 м, диаметром 5 м, массой свыше 50 т по территории Куйбышевского нефтеперерабатывающего завода (рис. 2).

Стояла задача по перемещению груза от склада временного хранения до строительной площадки. Учитывая большие габариты груза и расположение участка строительства, было необходимо найти наиболее оптимальный маршрут для перевозки.

Специалистами компании выбран маршрут протяженностью 3,5 км с минимальными количеством препятствий (11 эстакад, 7 из которых — непроходные).

- Протяженность маршрута 3,5 км
- 6 поворотов с углом 90°
- 11 эстакад на маршруте
- 7 из них - непроходные



ПАРАМЕТРЫ ГРУЗА:	
Длина	- 25,8 м
Ширина	- 5,5 м
Высота	- 4,7 м
Масса	- 52 т

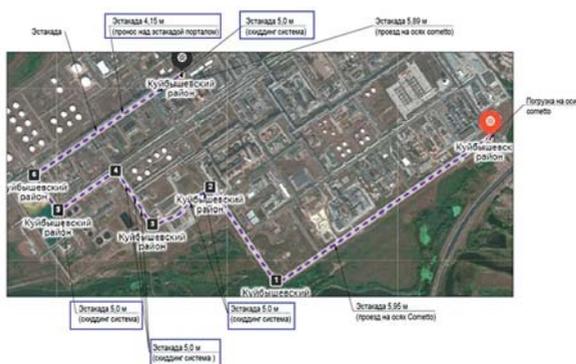


Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

Преодоление 6 препятствий осуществлялось с применением скид-динг-системы (рис. 3).

Скиддинг-система — гидравлическая система перемещения, предназначенная для горизонтального перемещения грузов в стесненных условиях. Состоит из рельсовых направляющих и гидравлических толкателей грузоподъемностью 125 т каждый. Обладая высотой не более 30 см, система обеспечивает перемещение груза на минимальной высоте.

В случае, когда преодоление эстакады было невозможно даже с привлечением скиддинг-системы, перемещение груза осуществлялось над препятствием с привлечением гидравлической порталной системы (рис. 4, 5).

Портальная система — гидравлическая система перемещения, предназначенная для подъема и перемещения тяжеловесных грузов во всех направлениях. Состав системы можно комбинировать под каждый конкретный случай.

Таким образом, в настоящее время существует большой набор эффективных решений по преодолению препятствий при перемещении на действующих производствах, которые не требуют демонтажа и перенос существующих коммуникаций и остановки работ.

## ЗАМЕНА ИМПОРТНЫХ НАСОСОВ «РАЗМЕР В РАЗМЕР» В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛИТИКИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ



В.М. Полунин

ГК «ПромХимТех», г. Новосибирск

Группа компаний «ПромХимТех» является комплексным поставщиком оборудования для предприятий нефтегазовой отрасли с 17-летним опытом работы на рынке. Компания находится в Новосибирске (офис и собственная производственная площадка с испытательным стендом), представительства в Москве, Ангарске и на Сахалине.

ГК «ПромХимТех» доверяют авторитетные клиенты: ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Лукойл», ООО «ЕВРАЗ», ПАО «АКРОН», ПАО «Газпром нефть», КАО «Азот», ПАО «СИБУР», ПАО «Иркутская нефтяная компания» и другие.

Ранее компания являлась официальным дилером известных иностранных брендов, таких как Flowserve, KSB, Leistritz, КАМАТ, ProMinent, Teikoku, Sulzer, Ruhrpumpen и многих других. В результате введения санкционных ограничений большинство этих производителей покинули российский рынок, в связи с чем ГК «ПромХимТех» проработала возможность и предлагает клиентам следующие продукты и услуги:

- поставки оборудования и запасных частей для импортного европейского и американского оборудования посредством параллельного импорта (насосы, компрессоры, турбины, арматура, уплотнения и др.);

- изготовление насосов и различных деталей «размер в размер» на замену оригиналов по чертежам;

- поставки аналогов центробежных, винтовых, дозировочных, поршневых, мембранных и других видов насосов производителей, ушедших с российского рынка.

ГК «ПромХимТех» имеет большой опыт изготовления насосного оборудования в соответствии с размерами старого насоса и его потребляемой мощностью.

**Актуальный список поставляемых ГК «ПромХимТех» брендов**

Тип товара	Бренды
Копии насосов с сохранением размеров и характеристик	KSB Teikoku Electric Blackmer Sulzer (Ahlstrom) ITT Goulds Flowserve Friatec Rheinhütte Lewis Pumps Ensival Moret Hayward Gordon HERMETIC Pumpen ANDRITZ Ritz Ruhrpumpen Lestrütz ITT Bornemann Shin Nippon Machinery Продукция Сумского насосного завода
Торцевые уплотнения	Flowserve John Crane EagleBurgmann AESSEAL Inpro/Seal
Оригинальные насосы	KSB Flowserve Sulzer Ruhrpumpen
Компрессоры	Sauer AERZEN

**Актуальный список поставляемых ГК «ПромХимТех» брендов**

Тип товара	Бренды
Запасные части для насосов	Sulzer (Ahlstrom) ITT Goulds ITT Bornemann Flowserve DURCO Flowserve Worthington Flowserve Sterling SIHI Ruhrpumpen KSB HERMETIC Pumpen ProMinent Milton Roy Netzsch Ebara Teikoku Electric Blackmer Deep Blue NIKKISO Sundyne Pumps Warman Metso
Арматура	Flowserve Fisher Bentley Nevada Masonelian Mokveld Samson
Турбины и ЗИП для турбин	Solar Turbines Rolls-Royce
Насосы для расплавленных полимеров, экструдеры, грануляторы, фильеры	MAAG

**Преимущества данного метода:**

- исключение повторного перепроектирования;
- отсутствие необходимости менять подводящий трубопровод;
- не требуется замена автоматики;
- нет необходимости подводить дополнительные электрические мощности;
- отсутствуют дополнительные строительные работы;
- новый насос устанавливается на старый фундамент;
- быстрый срок замены нового насоса;
- поставка насосов «размер в размер» относится к статье затрат «Ремонт», а не «Покупка нового оборудования».

## ПРЕИМУЩЕСТВА КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ ЛЮКОВ СМОТРОВЫХ ОТВЕРСТИЙ



Н.А. Плаксий

ООО «СмартПромТехнологии»,  
Московская обл., г. Химки

### Описание проблематики и сравнение различных конструкций и подходов к решению

В настоящее время технические службы предприятий вырезают смотровые окна самостоятельно или через подрядные службы. Вырезы не закрыты, делается специальная «заплатка» из покровного слоя изоляции. При таком технологическом решении смотровое окно не является герметичным: под теплоизоляцию постоянно попадает влага, поверхность стенки трубопровода (резервуара) взаимодействует с окружающей средой.

Периодический или плановый осмотр технологического оборудования обычно проводится с использованием неразрушающих методов исследования. Процесс обследования затруднен для изолированного оборудования и обычно требует полного или частичного снятия изоляционного материала и любых металлических оболочек в местах, наиболее подвергнутых влиянию коррозии и эрозии. Согласно «Заявлению», для исключения затрат на снятие и установку изоляционной конструкции при проведении диагностирования оборудования, рекомендуется установить герметизирующие смотровые лючки на местах осмотра. Смотровой люк является герметичным, поскольку выполнен из эластичного полимера и имеет размер, соответствующий размеру отверстия в металлической оболочке.

### Эластичные люки как готовое техническое решение к комплексному применению на всех типах оборудования

Установка лючка выполняется в пять простых операций. С помощью дрели и фрезы в изоляционной конструкции вырезается отверстие, вытаскивается из отверстия мягкий слой изоляции, устанавливается



лючок в жесткий покровный слой, затем обратно укладывается на место мягкая изоляция и закрывается крышкой лючка.

**Материалы герметизирующего люка для инспекционных отверстий:**

1) EPDM-резина твердостью 50 единиц, диапазон рабочих температур от  $-60$  до  $200$  °С, предел прочности при растяжении: 14,8 МПа, сопротивляемость УФ-излучению и озону — превосходная.

2) Силиконовая резина с твердостью 50 единиц, диапазон рабочих температур от  $-90$  до  $280$  °С (кратковременно  $300$  °С), предел прочности при растяжении: 6 МПа, сопротивляемость УФ-излучению и озону — превосходная.

Материалы предназначены для агрессивных сред (кислоты).

**Размеры герметизирующего люка для инспекционных отверстий:**

- герметизирующий люк 3.5 (EPDM) — 8,4 см;
- герметизирующий люк 3.5 (Силикон) — 8,4 см;
- герметизирующий люк 5 (EPDM) — 12 см;
- герметизирующий люк 5 (Силикон) — 12 см.



**Перечень эффектов инновации:**

Эффект 1 — сокращение затрат на оборудование, машины, механизмы (CAPEX) за счет увеличения их срока полезного использования.

Эффект 2 — сокращение затрат на оборудование, машины, механизмы (CAPEX) за счет снижения затрат на ремонт (увеличение длительности межремонтных периодов, сокращение длительности ремонтов, сокращение стоимости ремонтов).

Эффект 3 — сокращение затрат на сырье и материалы, энергию за счет снижения объема потребляемого материала на единицу выпускаемой продукции (OPEX).

Эффект 4 — сокращение затрат на персонал за счет снижения объема выполняемых персоналом операций (OPEX).

Применение герметизирующих лючков для инспекции стенок реактора, теплообменника, дистилляционной колонны, резервуара-хранилища сокращает время подготовки к капитальным ремонтам на 50 %.

## Аналоги и сравнительные характеристики

Базовый аналог — самодельные заплатки из покровного слоя изоляции с крепежом, которые не обеспечивают герметичность, взаимодействуя с внешней средой. Высокая скорость коррозии.

Прочие аналоги — зарубежные производители, поставляющие аналогичную продукцию, состоящую из металлической обечайки (в виде фланца по поверхности покровного слоя) и крышки. Такой конструктив может применяться на исключительно ровных поверхностях без каких либо наклонов и изгибов, а также не способен герметизировать смотровое окно на длительный срок, ввиду микродвижений и расширений в ходе эксплуатации трубопроводов и сосудов.

Смотровые люки, выполняемые согласно предлагаемому технологическому решению, могут применяться многократно (до 200 циклов открытия/закрытия) с увеличенным в 4 раза сроком службы (до 16 лет) во всех изоляционных конструкциях с устойчивостью ко всем факторам эксплуатации, перечисленным в пп. 4.3—4.6 СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Применение эластичных лючков в наиболее труднодоступных и сложных условиях (колена, тройники, врезки, места сужения трубопровода, перед арматурой и после нее, места скопления влаги и продуктов, вызывающих коррозию, застойные зоны, дренажи, а также на прямых участках внутри установочных, внутрицеховых и меж-

цевых трубопроводов и сосудов) позволяет достичь существенной экономии затрат и обеспечить постоянный доступ к смотровому месту.

## Вывод

Исходя из изложенного выше, предлагаемое технологическое решение, предназначенное для оперативного мониторинга скорости коррозии, для проведения регулярного диагностирования толщинометрии трубопроводов и резервуаров, без демонтажа теплоизоляции, в наиболее труднодоступных местах, в том числе, на изгибах и неровных поверхностях, обеспечивающее сокращение затрат (ОРЕХ, CAPEX).

## ОПЫТ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ НА УСТАНОВКАХ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ



Е.И. Фомина

АО «ПТПА», г. Пенза

В настоящее время для российских заводов-производителей открылись широкие возможности для импортозамещения. Отвечая на растущие потребности рынка в специализированной арматуре, специалисты ПТПА сформировали свое особое видение. Мы уходим от ниш с жесткой конкуренцией и движемся в сторону направлений с высоким уровнем экспертизы, где мы можем обеспечить максимальную ценность для нефтеперерабатывающих производств.

ПТПА работает на рынке более 70 лет и насчитывает около 1000 человек в штате, в том числе 45 конструкторов-разработчиков. Компания обеспечивает полный цикл производства: от заготовительных операций до сборки и испытаний готового изделия; имеются собственные лаборатории разрушающего и неразрушающего контроля; отдельно выделены направления сервиса и производства приводов.

В 2019 г. компания выбрала стратегию перехода в сегмент специализированной высокотехнологичной арматуры. Были определены ключевые направления развития: нефтепереработка, СПГ и шельфовая добыча. В области нефтепереработки ПТПА выделила для себя четыре основные установки: установка замедленного коксования, установка каталитического крекинга, установка производства полиэтилена и КЦА.

На сегодняшний день можно сделать вывод, что компания выбрала правильный вектор, поскольку в нефтепереработке 80 % поставок сложного оборудования осуществляли иностранные компании, установки строились крупными международными лицензиарами и ЕРС-подрядчиками, которые в 2022 г. покинули российский рынок. Команда ПТПА смогла оперативно откликнуться на возникшие запросы заказчиков, так как ранее определила перспективы развития в нишах, которые освободили импортные производители. В 2022 г. специалисты и

инженеры ПТПА посетили более 10 нефтеперерабатывающих заводов и объектов, ключевые проектные институты, сформировали общий отраслевой спрос и провели анализ основных импортных компаний. Уже в 2023 г. было реализовано несколько кейсов по ремонту специализированной арматуры и запущено пять проектов по изготовлению опытных образцов.

В настоящее время ПТПА активно взаимодействует с ИНТИ и выступает как эксперт для разработки двух межотраслевых стандартов: задвижки шиберные на УЗК и задвижки шиберные на выгрузку катализатора. Помимо этого, компания активно вкладывается в НИОКР и в текущем году завершает процесс по получению патентов.

Вектор, выбранный компанией, полностью совпал с межотраслевым спросом. В апреле 2024 г. на уровне государства, Министерства промышленной торговли и ключевых ВИНК была подписана дорожная карта по технологическому суверенитету. 80 % номенклатуры, которую ПТПА взяли в освоение, было включено в ДК.

Основной фокус компания сделала на установках замедленного коксования (УЗК), где было освоено четыре направления: краны шаровые системы декокинга, переключающие четырехходовые краны, запорные двухходовые краны и задвижки шиберные. Конструкция четырехходового крана, разработанная ПТПА, запатентована и не имеет аналогов в России.

Ключевыми мировыми производителями двухходовых и четырехходовых кранов выступают Velan, Mogas и Schuff, основную долю российского рынка занимает арматура Velan. На сегодняшний день ПТПА реализовали несколько кейсов по ремонту данного вида изделий для «Газпром нефть» и «Русинвест».

В январе 2023 г. на совместном совещании между АО «ПТПА» и филиалом ПАО «Башнефть» «Башнефть-Новоил» было принято решение о поставке 2 двухходовых шаровых кранов DN 150 PN 10.0 МПа на объект «Башнефть-Новоил». По итогу успешной подопытной эксплуатации был подписан протокол испытаний и ПТПА получили положительной отзыв. Краны по настоящее время находятся в работе на действующей установке замедленного коксования 21-10/700 на трубопроводе «Вторичного сырья из печи П-2 в коксовые камеры Р-1,2,3,4».

Серьезным вызовом при реализации данного проекта стали сроки работы — менее чем за 9 месяцев изделия были разработаны с нуля, изготовлены, испытаны и поставлены на объект к запланированному периоду останова.

На первом этапе (с февраля по май 2023 г.) инженеры ПТПА провели анализ конструкций импортных производителей шаровых кранов Velan, Mogas, VTI на УЗК. На основании полученных данных было предложено четыре варианта конструкции, два из которых были согласованы с «Башнефть-Новойл». Для изготовления были выбраны краны с плавающей пробкой с разными типами основного уплотнения. Для первого крана запланировано применение сильфонного уплотнения — мировое решение типа Velan, для второго — шевронное уплотнение из графита в виде тарельчатой пружины — разработка ПТПА, применяемая на кранах шаровых с высоким давлением.

В июне 2023 г. было запущено изготовление опытных образцов. В процессе изготовления кранов были освоены новые технологии: притирка сильфонов и пружин на шлифовальном столе, сварка жаростойких сталей, а также адаптирована методика проведения прямо-сдаточных испытаний с учетом наличия системы пропарки.



Двухходовой кран на ОПИ «Башнефть»



Четырехходовой кран в цехе

В сентябре 2024 г. в период остановки УЗК был проведен анализ работы кранов с детальной разборкой, ревизией и осмотром деталей и узлов шаровых кранов. По результатам осмотра подтвердилась герметичность затвора и уплотнений шпиндельного узла, а также работоспособность, надежность и безопасность эксплуатации изделий. Зафиксированное фактическое количество циклов открытия-закрытия каждого крана с

момента монтажа — 556 циклов (гарантированное количество, согласно РЭ — 3000 циклов).

Произвести изделия в рекордно короткие сроки удалось с помощью внедрения проектного управления. Впервые в процессе создания нового продукта применялись гибкие методы управления: разработка изделия по спринтам, сверка дизайна с заказчиком, работа с реестрами рисков и оперативное принятие решений по согласованию стальной и т.д.

Внедрение нового формата продаж через технический маркетинг, выезд конструкторов-разработчиков на объект, сбор обратной связи по эксплуатации оборудования от заказчика, а также опыт, полученный при проведении ремонтных работ сервисными специалистами, позволили в разы увеличить эффективность и скорость разработки кранов.

В сентябре 2024 г. специалисты ПТПА установили на подопытную эксплуатацию в «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез» краны диаметром 200 мм и поставили на объект АО «Нафтан» краны диаметром 350 мм.

Однако первым успешным кейсом компании в нише специализированной арматуры для нефтепереработки стал проект по ремонту шибрных задвижек на УЗК для «Лукойл — Нижнегороднефтеоргсинтез».



Приемка ЗИП «Газпром нефть»

В сентябре 2022 г. команда ПТПА восстановила работоспособность двух изделий диаметром 1500 мм и способствовала запуску установки в плановом режиме. На сегодняшний день на предприятии реализуется проект по освоению шибберных задвижек собственного производства.

Что касается систем гидрорезки, то в данном направлении ПТПА были освоены шаровые краны и утверждена постанова на серию. С ноября 2022 г. изделия успешно эксплуатируются в компании «Русинвест».

Также необходимо акцентировать внимание на сервисном обслуживании как отдельном направлении, которое получило максимальную заинтересованность у заказчиков. Специалисты ПТПА готовы оказать полный спектр услуг: реинжиниринг, разработка РКД, поставка ЗИП, ремонт импортного оборудования с применением современных технологий: VR-очков, 3D-сканеров и 3D-принтеров. Традиционно ПТПА всегда оказывали высокий уровень сервиса по арматуре собственного производства, но с 2020 г. распространили услуги на арматуру зарубежного производства.

После ухода с российского рынка европейских и американских поставщиков главные механики производств и установок сталкиваются с невозможностью поставки ЗИП и проведения ремонта импортной арматуры. Обслуживать арматуру необходимо согласно планам капитального ремонта установок, но при этом нет ни подробных чертежей, ни РКД на ЗИП. ПТПА предлагает готовое решение — «пакетное предложение», суть которого заключается в обеспечении непрерывной работы установки за счет планомерного сокращения рисков.

В качестве примера можно привести кейс ООО «Лукойл — Нижегороднефтеоргсинтез». Компания столкнулась с риском выхода из строя четырехходового крана шарового DN350 из-за отсутствия полного комплекта ЗИП и чертежей для его изготовления. В рамках кросс-функциональной команды на ПТПА были последовательно разработаны и реализованы следующие мероприятия:

2023 г. — выезд сервис-инженеров ПТПА на объект и проведение реверсного инжиниринга деталей крана; разработка РКД на ЗИП;

2024 г. — изготовление и поставка ЗИП, плановая замена ЗИП в останочный ремонт;

2025 г. — производство четырехходового крана шарового DN350.

В итоге был пройден полный цикл пакетного обслуживания — от замены ЗИП до поставки готового изделия.

Ориентируясь на опыт своих коллег команда «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез» сразу решила подойти к задаче комплексно и в 2024 г. подписала с ПТПА долгосрочный договор на сервисное обслуживание арматуры двух установок.

Ниша арматуры для установок НПЗ является для ПТПА одним из ключевых направлений развития. Задача ПТПА на ближайшее время — выйти на рынок нефтепереработки не только как производитель высокотехнологичной спецарматуры, но и как комплексный поставщик оборудования для установок НПЗ с полноценной сервисной поддержкой.

## ПРИМЕНЕНИЕ СУХИХ ГАЗОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ В УГЛЕВОДОРОДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Jianrong Liu Melon

000 «Синосил», г. Москва

Основанный в 1978 г. Sinoseal за более чем 40 лет стал флагманом в производстве торцевых уплотнений в Китае. Компания объединяет пять специализированных подразделений, выпускающих механические и сухие газовые уплотнения, резино-пластиковые компоненты, а также специальные клапаны и черпаковые насосы. Годовой выпуск предприятия составляет 4000 комплектов газовых уплотнений для компрессоров и 100 000 механических уплотнений.

Благодаря многолетним исследованиям Sinoseal разработал уникальные технологии: запатентованные одно- и двунаправленные канавки, обеспечивающие стабильность воздушной пленки даже при скорости 1,3 м/с, и собственную методику нанесения алмазного покрытия на кольца диаметром до 300 мм. Прецизионный контроль деформаций осуществляется с помощью лазерного интерферометра и специализированного ПО, что гарантирует высочайшую точность изделий.

Испытательные стенды компании позволяют тестировать уплотнения в экстремальных условиях: при скоростях до 50 000 об/мин, температурах от  $-180$  до  $280$  °С и с имитацией реальных нагрузок, включая вибрации и циклы «старт—стоп». Автоматизированные системы фиксации данных обеспечивают соответствие строгим стандартам.

Наши сухие газовые уплотнения являются самыми востребованными продуктами. Серии СГУ S7, S8 и S9 охватывают диапазон давлений до 30 МПа и скоростей до 50 000 об/мин, подходят для центробежных, винтовых компрессоров и детандеров. Решения соответствуют API 617/692, а для российского рынка доступна сертификация в соответствии с ТР ТС.

Глобальный опыт Sinoseal включает поставки для компрессоров Mitsubishi, Siemens и Shen Drum по всему миру. В 2023 г. компания модер-

низировала уплотнения для этиленового комплекса Sheng Hong Refining, заменив продукцию John Crane.

Сервисная сеть охватывает локализованные команды в России и Центральной Азии, а суперсервисный центр в РФ (5000 кв. футов) обеспечивает ремонт и обучение на месте.

Sinoseal сочетает передовые технологии, проверенную надежность и индивидуальный подход, предлагая комплексные решения для самых важных отраслей. Для деталей — обращайтесь!

## ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА И ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ. МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕРЫ УСПЕШНОГО ПРИМЕНЕНИЯ



Е.И. Тасиц

ООО «Кастолин», г. Москва

Растущий дефицит сырья и вызванный этим непрерывный рост цен на мировых рынках, сбой логистических цепочек, ограничения и запреты на поставку оборудования и критически важных импортных компонентов, сокращение количества квалифицированных трудовых ресурсов — со всеми этими проблемами сталкивается сегодня практически любое промышленное предприятие в РФ. В таких условиях решения позволяющие продлить ресурс оборудования, повысить надежность и безопасность эксплуатации, сократить трудозатраты на ремонты становятся все более экономически выгодны, а иногда и жизненно необходимы.

Castolin Eutectic является мировым лидером по вопросам технического обслуживания, ремонта и защиты от износа промышленного оборудования. Более чем столетний опыт работы с технологиями сварки, твердой пайкой и термического напыления является основой для разработки профессиональных и инновационных решений.

Компания занимается разработкой новых технологий, поставками материалов и оборудования, а также оказанием услуг в собственных технических центрах либо на территории заказчиков, позволяющих повысить ресурс и надежность наиболее уязвимых узлов и деталей, сократить затраты на ремонт и потери от простоев оборудования.

Такое оборудование НПЗ, как абсорберы, скрубберы, регенераторы, сепараторы часто подвержены значительному воздействию высоких температур и агрессивных компонентов, присутствующих в рабочих средах. А абразивные частицы могут вызывать значительный износ газоходов, циклонов, трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры и деталей насосов. Преждевременный износ такого оборудования может

приводить не только к экономическим потерям от простоев, но и к крупным промышленным авариям. Решения компании Castolin Eutectic помогут увеличить ресурс, снизить эксплуатационные расходы и повысить надежность работы оборудования.

Для увеличения срока службы оборудования, подверженного износу в результате воздействия абразивных частиц мы предлагаем использовать специальные износостойкие плиты CastoDur Diamond Plates (плиты CDP®) — являются разработкой Castolin Eutectic.

Данная продукция представляет собой биметаллические износостойкие плиты или трубы, состоящие из стальной основы и наплавленного слоя, стойкого к абразивному и эрозионному износу. Основа выполняется из легкосвариваемой стали (низкоуглеродистой, коррозионностойкой или жаростойкой). Износостойкий слой наносится методом электродуговой наплавки, спеканием самофлюсующегося порошкового сплава, плазменно-порошковой или лазерной наплавкой.

При производстве плит CDP® и труб CastoTube® используется новейшая технология наплавки с использованием автоматической системы, что позволяет достичь высокой стабильности качества продукции.

Плиты CDP® удобно и легко монтируются на защищаемой поверхности. Плиты можно резать с помощью плазменной, лазерной и гидроабразивной резки. CDP® также можно вальцевать. Минимальный радиус вальцовки 120—250 мм в зависимости от толщины плиты. Сборка, соединение и монтаж плит на защищаемой поверхности производится либо с помощью сварки, либо с помощью специальных крепежных элементов. Кроме этого, детали можно изготавливать целиком из плит. На рис. 1—4 приведен пример элементов циклона для очистки от коксовой пыли в установке крекинга с применением плит CDP®, а также элементы трубопровода для подачи суспензии гудрона и угольной добавки с температурой до 400 °С на установку по глубокой переработке тяжелых остатков перегонки нефти.

Тепломассообменные аппараты, такие как скрубберы, абсорберы часто изготавливают из высоколегированных нержавеющей сталей, но тем не менее они так же могут быть подвержены коррозии в результате воздействия растворенных в жидкости агрессивных газов, таких как оксиды серы и фтора, сероводород и т.п. Особенно эти эффекты наблюдаются в нижней части аппаратов, где концентрация агрессивных компонентов становится максимальной.

Для защиты таких аппаратов мы предлагаем применять тонкие (300—500 мкм) металлические покрытия из коррозионностойких спла-



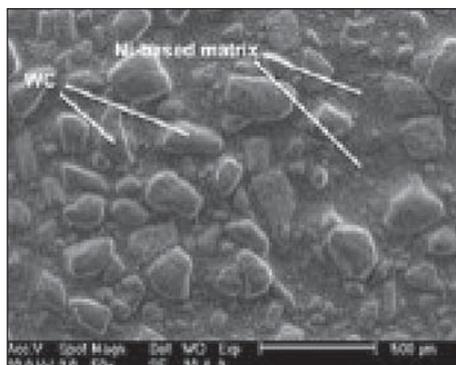
**Рис. 1.** Пример конструкций из плит CDP®.  
Циклон для очистки от коксовой пыли установки крекинга



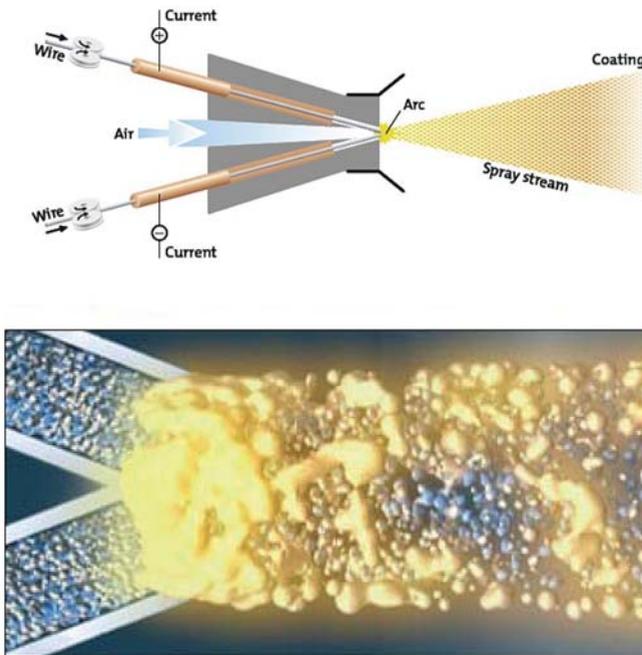
**Рис. 2.** Элементы трубопровода для подачи суспензии гудрона и угольной добавки с температурой до 400 °С на установку по глубокой переработки тяжелых остатков перегонки нефти



**Рис. 3.** Сегмент трубопровода



**Рис. 4.** Структура наплавленного слоя



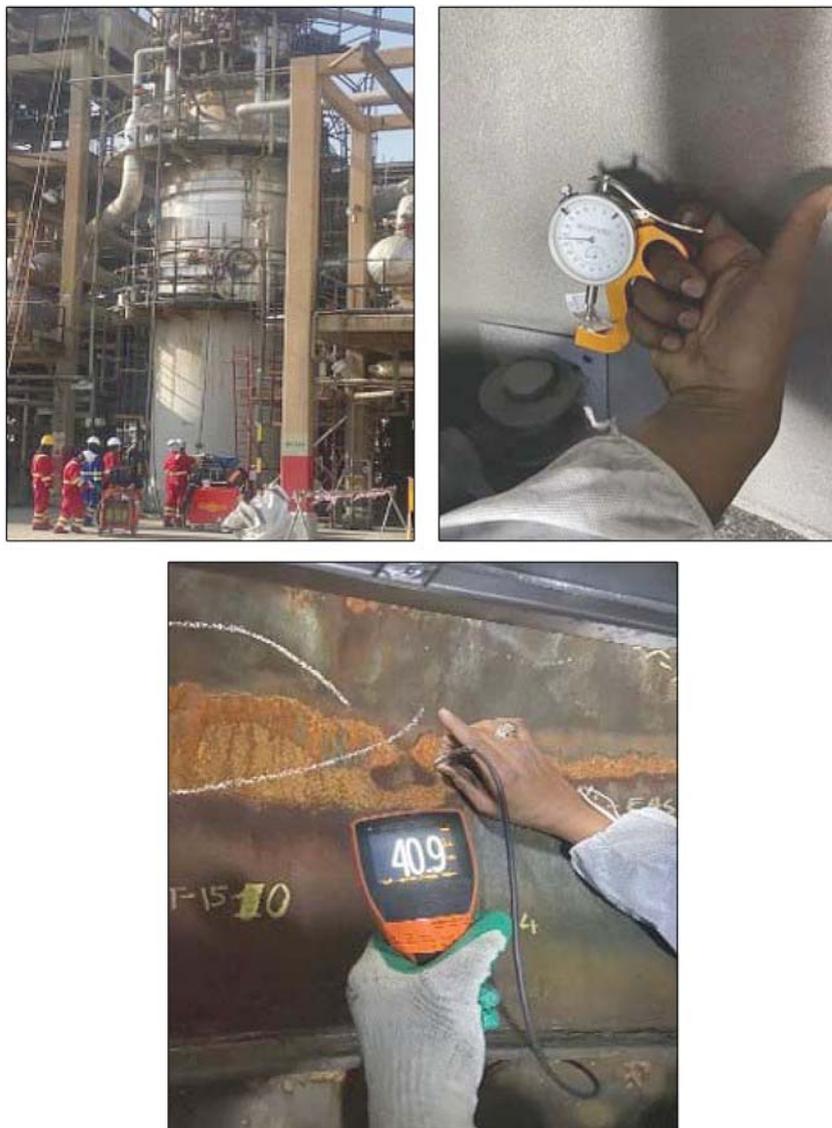
**Рис. 5.** Процесс нанесения металлического покрытия

вов из линейки Chromeclad. Такие покрытия наносятся методом напыления, при котором расплавленный металл распыляется воздухом и затем переносится на поверхность изделия (рис. 5).

Данный процесс отличается очень высокой производительностью (до 40 кг/ч напыляемого металла), что позволяет напылять большие площади поверхности. Оборудование для напыления мобильно, что делает возможным нанесение покрытия на уже смонтированные конструкции непосредственно на объекте чтобы продлить ресурс аппарата.

Тонкий слой специального сплава создает надежный барьер от воздействия агрессивных компонентов среды и при этом не нарушает характеристики теплообмена (рис. 6, 7).

В данном докладе представлены некоторые решения компании. Для более детального изучения вашей задачи, предлагаем посетить наш сайт (<https://castolin-service.ru>), где представлены различные технические решения или обратиться к нашим техническим специалистам.



**Рис. 6.** Процесс нанесения металлического покрытия на внутреннюю поверхность аминного абсорбера



**Рис. 7.** Процесс нанесения металлического покрытия на внутреннюю поверхность аминового абсорбера

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОНАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСНАЩЕНИЯ АГРЕГАТОВ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ И АВТОМАТИКОЙ



И.М. Довгаль

ООО «НТЭ», г. Москва

ООО «НТЭ» непрерывно ведет работу по повышению надежности и безопасности выпускаемого оборудования. Одно из направлений — оснащение насосных агрегатов контрольно-измерительными приборами, которые позволяют в режиме реального времени контролировать значения ключевых параметров работы оборудования и оперативно устранять факторы, которые могут негативно отразиться на его эксплуатации.

К контролируемым узлам агрегата и параметрам его состояния при эксплуатации в рабочем диапазоне относятся:

- герметизирующий стакан: осуществляется контроль его температуры или целостности;
- подшипники качения в электродвигателе и приводных секциях: осуществляется контроль их температуры;
- контроль вибрации агрегата.

Подлежащие контролю технологические параметры агрегата при эксплуатации в рабочем диапазоне:

- наличие перекачиваемой жидкости в трубопроводе, контроль «сухого хода»;
- давление перекачиваемой жидкости на выходе агрегата.

В агрегатах НЦСГ-Е применяются два типа герметизирующих стаканов: из металлических и неметаллических материалов. Для каждого используются разные контрольно-измерительные приборы. В случае с металлическим герметизирующим стаканом устанавливается датчик температуры.

Если герметизирующий стакан изготовлен из неметаллических материалов, то контролировать необходимо его разгерметизацию. Для этого

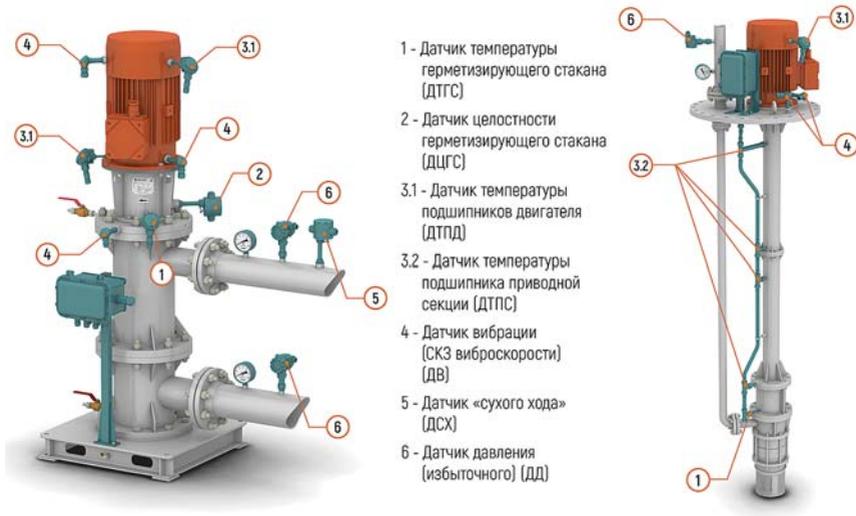


Рис. 1. Комплектация КИПиА агрегатов марки НЦСГ-Е

в агрегат устанавливается «датчик целостности», в качестве которого используется сигнализатор уровня жидкости с «обратной логикой» функционирования: когда прибор уловил наличие перекачиваемой жидкости вне герметизирующего стакана, то в автоматизированную систему управления подается соответствующий сигнал.

В конструкции агрегатов НЦСГ-Е имеются два узла, в которых установлены подшипники качения. Для того, чтобы не допустить выход из строя агрегата по причине поломки подшипников, их заклинивания или разрушения, важно с помощью контрольно-измерительных приборов осуществлять мониторинг температуры. Температура подшипника электродвигателя контролируется переносными или стационарными приборами, контактным или бесконтактным методом на подшипниковом щите электродвигателя. Температура подшипника приводной секции полупогружного агрегата может контролироваться только измерительными приборами, стационарно установленными в нижней части полупогружного агрегата.

Как любая промышленная машина или оборудование агрегат НЦСГ-Е подвержен влиянию вибрации. Кроме того, он сам является источником вибрационных волн. Если от воздействия внешней вибрации (от основания или от присоединяемых трубопроводов) защищает

опорная плита и демпфирующие вставки, то за вибрацией, создаваемой самим агрегатом, необходимо следить. Контроль за вибрацией может осуществляться периодически как с помощью переносных приборов, так и стационарных. Так, в агрегате НЦСГ-Е устанавливаются датчики виброскорости. Основным выходным сигналом является аналоговый токовый сигнал 4—20 мА. Стационарные датчики вибрации позволяют в



**Рис. 2.** Пример комплектации КИПиА агрегата марки НЦСГ-Е

постоянном режиме получать сигналы об общем уровне вибрации агрегата, что, в свою очередь, позволяет определять предаварийное состояние агрегата, требующее планового или экстренного ремонта.

Конструкция агрегата НЦСГ-Е не предусматривает установку датчика «сухого хода» (ДСХ), поэтому данный прибор устанавливается за его пределами, на выходном трубопроводе. В качестве датчика сухого хода мы используем различные сигнализаторы, которые при низком уровне перекачиваемой жидкости в трубопроводе передают в систему противоаварийной защиты сигнал на остановку оборудования. Сигнализаторы не являются средством измерения, поэтому периодическая поверка данных приборов не требуется.

Следующий прибор — датчик давления — требуется не только для алгоритмов противоаварийной защиты, но и для выведения агрегата в рабочую точку. Как и датчик сухого хода, датчик давления устанавливается за пределами агрегата на выходном трубопроводе. Значения давлений рабочего диапазона рассчитываются при подборе агрегата и приводятся на рабочей характеристике в комплекте эксплуатационной документации оборудования. Выход за пределы диапазона приведет к поломке агрегата в результате помпажа или срыва муфты.

Таким образом, применение современных приборов контроля и средства автоматизации позволяет отслеживать процессы, происходящие в насосных агрегатах. Кроме того, благодаря этому повышается вероятность выявления поломок оборудования на ранних этапах, что, в свою очередь, продлевает срок эксплуатации и безаварийной работы насосов марки НЦСГ-Е.

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАТНОГО ИНЖИНИРИНГА



И.В. Новиков

ООО «Инженерно-технологические решения»,  
г. Санкт-Петербург

Компания «Инженерно-технологические решения» (ООО «ИТР») — научно-производственная и сервисная компания, состоящая из высококвалифицированных сервис-инженеров и инженеров-конструкторов с опытом работы в отечественных и международных холдингах (Компрессорный Комплекс, Силовые машины, Sulzer, Flowserve, Howden, KSB, Siemens, GEA, WEG, TECO и др.).

Головной офис ООО «ИТР» расположен в г. Санкт-Петербург. Для оперативной обработки, возникающей потребности в ремонте и обрат-



Рис. 1. География ООО «ИТР»

ном инжиниринге, а также для поддержания оборудования заказчиков в рабочем состоянии у нас есть четыре сервисных центра в Мурманске, Самаре, Ачинске и Южно-Сахалинске, оснащенных стационарными КИМ, мобильными сканерами, станочной базой, стендами для ремонта и испытаний насосно-компрессорного оборудования.

История компании началась в 2015 г. Между ООО «ИТР» и ООО «Газпромнефть шельф» был заключен договор на оказание сервисных услуг по техническому обслуживанию и ремонту 184 ед. насосного и компрессорного оборудования таких производителей, как Flowserve, Sulzer, Weir, Prominent, ITT Goulds Pumps, Framo, KSB с поставкой запчастей на морскую ледостойкую стационарную платформу «Приразломная». Платформа испытала на себе первый удар санкционной политики Запада и мы были вынуждены решать новые для того времени задачи по обратному инжинирингу и импортозамещению запчастей. И вот уже 10 лет наша компания успешно решает подобные задачи на предприятиях и для других заказчиков нефтегазовой и нефтехимической отрасли.

Мы можем поставить как оригинальные запчасти, так и аналоги, прибегая к обратному инжинирингу, когда нет возможности поставить ни оригинальные запчасти, ни аналоги, либо когда заказчик хочет получить библиотеку РКД по имеющемуся у него оборудованию.

За десятилетний опыт работы в сервисе мы можем выделить три основные проблемы при эксплуатации динамического оборудования наших заказчиков:

1. Сохранение моторесурса оборудования, что означает продление срока службы в концепте использования режимов работы оборудования с эффективным КПД.



Рис. 2. Примеры изделий ООО «ИТР»

2. Прогнозирование по срокам выхода из строя элементов силового и/или технологического оборудования, а также оповещение о тенденциях в изменении рабочих характеристик оборудования. Как следствие, принятие превентивных мер в виде профилактических работ, чтобы избежать простоев в производстве.

3. Постоянное наличие запчастей для динамического оборудования к плановому периоду ТО и капремонта. При санкциях и рисках, с ними связанных, поставки оригинального ЗИП затруднены, и все это уже понимают.

Мы предлагаем три варианта решения проблем технологического суверенитета, связанных с указанными выше проблемами:

1. Создание собственного инженерного центра на базе имеющегося РМЦ. ООО «ИТР» предоставляет услуги по обучению персонала, консультации по вопросам 3D-сканирования, проектирования, технологии производства и заказа изделий на современных обрабатывающих площадках и 3D-печати изделий на территории РФ.

2. Использование инженерного центра по ремонту, диагностике, адаптивному управлению и реинжинирингу на аутсорсинге в рамках долгосрочных сервисных договоров. ООО «ИТР» также предоставляет услуги по эксплуатационному сервису, вибродиагностике динамического оборудования (насосы, компрессоры, паровые турбины, электроприводы и газопоршневые двигатели).

3. Поставка редких запчастей по отдельным конкурсам. ООО «ИТР» предоставляет услуги по поиску аналогов запчастей по кодовым номерам, проведению 3D-сканирования деталей для формирования базы данных РКД, поставку запчастей по обратному инжинирингу.

Благодаря комплексному подходу ООО «ИТР» готово предложить сервис насосно-компрессорного оборудования с одновременным выполнением обратного (реверс) инжиниринга запчастей. Детализация этапов обратного (реверс) инжиниринга представлена ниже:

1) получение исходных данных (руководство по эксплуатации, паспорт, чертежи изделия);

2) диагностика оборудования (дефектовка) с получением описания проблем, предложений по улучшению конструкции оборудования;

3) снятие размеров с запасной части (измерение ручным измерительным инструментом, эскизирование, 3D-сканирование, использование КИМ), обязательно выполняется сканирование ответной части соседней детали и ближайшей области для проверки собираемости изделия;



**Рис. 3.** Процесс снятия размеров с изделий

4) проведение материаловедческой экспертизы с использованием портативного анализатора металлов, лабораторных исследований;

5) далее создается 3D-модель сканированных деталей; если деталь изношена или это сложная деталь (например, рабочие колеса), или проблемы с оборудованием, то проводим математическое моделирование (гидро- и газодинамические расчеты), чтобы подтвердить работоспособность детали;

6) выпускаем рабочую конструкторскую документацию в форматах ЕСКД, ISO;

7) готовим технологические карты и изготавливаем запасные части.

За счет выполнения всех этапов одним исполнителем, ООО «ИТР» гарантирует высокое качество выполнения работ и предоставляет гарантию на изготовленные детали.

Одновременно обращаем внимание, что в нашей команде есть высококвалифицированные сервис-инженеры, разработчики, которые могут выполнить диагностику, обслуживание и модернизацию электропри-



Рис. 4. Этапы обратного (реверс) инжиниринга



Рис. 5. Примеры изделий ООО «ИТР»

водов. Также ООО «ИТР» готово выполнить поставку электроприводов производства WEG и TECO.

Учитывая вышеизложенное, наша компания готова предложить различные варианты сотрудничества:

— комплексное обслуживание насосно-компрессорного оборудования, включая настройку, доработку, замену текущих систем управления (переход с зарубежных на отечественные ПЛК);

— модернизация насосно-компрессорного оборудования (увеличение производительности, доработка оригинальной конструкции, исправление конструктивных просчетов оригинального завода-производителя);

— поставка оригинальных запчастей и запчастей аналогов (ООО «ИТР» обладает большой базой конструкторской документации на насосы Flowserve, KSB, Sulzer, ИТТ, компрессоры Howden, Ariel, Burkhard,

Grasso, турбины Siemens, GE, газопоршневые двигатели Ajax, Cooper, Superior);

— выполнение работ по обратному инжинирингу с целью импорто-замещения и дальнейшего производства наших отечественных запасных частей;

— разработка системы управления и замена иностранного ПО на собственный аналог с доработкой адаптивного алгоритма контроля рабочей точки оборудования с целью повышения эффективности или продления моторесурса;

— поставка электродвигателей (электропривода) для насосно-компрессорного оборудования.

В любом из этих вариантов мы поддерживаем постоянную связь со службой главного механика, находясь рядом, и открыты для любых вопросов, связанных не только с ремонтом и техническим обслуживанием, но и с модернизацией динамического оборудования.

## ЗАМЕЩЕНИЕ ЕВРОПЕЙСКОГО И АМЕРИКАНСКОГО НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННЫМИ АНАЛОГАМИ



А.А. Подгурский

ООО «Гематэк Флоу Технолджиз», г. Самара

ООО «Гематэк» — амбициозная команда энтузиастов с богатым опытом работы с различным насосным оборудованием в разных отраслях промышленности.

Компания ведет деятельность на рынке насосного оборудования с 2019 г. За 5 лет существования штат компании вырос почти в 10 раз. Специалисты компании имеют разносторонний совокупный опыт работы с европейским и американским насосным оборудованием более 15 лет, что позволяет решать задачи как по замене недоступной продукции ушедших с рынка РФ европейских и американских брендов качественными аналогами китайского производства, так и разрабатывать собственные решения на базе продукции китайских OEM-изготовителей. Технические специалисты, отвечающие за подбор заказного оборудования, помогают в решении сложных и нестандартных задач заказчиков. Инженеры и специалисты отдела разработки продуктов осуществляют поиск OEM-заводов, оценку технологичности производства, качества применяемых материалов, сборки, тестирования изделий, обеспечивают разработку эксплуатационной документации, маркировку изделий по ГОСТ, сертификацию оборудования под требуемые нормативные документы (ГОСТы, ТРТС012, ТРТС010).

### Поставляемое оборудование

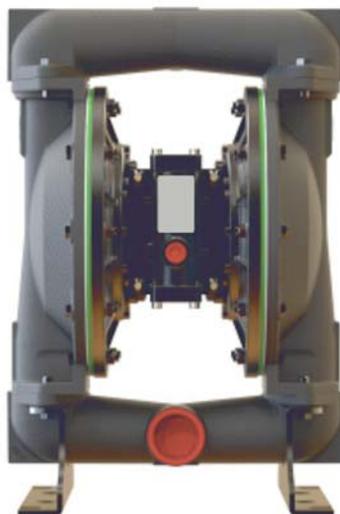
Основной продуктовый портфель компании — насосное оборудование для предприятий химической отрасли:

— мембранные насосы с пневматическим (GT1, GT2) и электрическим (GT4) приводом;

— бочковые насосы (центробежные, винтовые, поршневые) серий GTB, GTB4, GTB5, в том числе взрывозащищенного исполнения;



GT1-80



GT2-50



GT4-S50



- центробежные насосы:
  - серий GCP, GCM;
  - герметичные (с магнитной муфтой);
  - типов GCP-HM, GCM-HM;
  - серии GTO (GCP-HR) с полимерной проточной частью из PE1000 (UHMWPE), PTFE, PFA, PVDF, (аналоги немецких Munsch, Rheinlutte, итальянских Afetti);
  - футерованные насосы типа GCM-L;
  - вертикальные полупогружные типов GCM-VS, GCP-VS;
- шланговые насосы серии GTN (замена Bredel, Albin Pump, Boyser, PCM);
- одновинтовые насосы серии GTS;
- дозировочные насосы:
  - мембранные с электромагнитным приводом, серии GTD1;
  - мембранные с механическим (GTD2) и гидравлическим нагружением (GTD3), плунжерные (GTD4).

Вся поставляемая продукция обеспечивается требуемой эксплуатационной документацией (ПС, Ф, РЭ, КИ) по ГОСТ, заводскими протоколами испытаний.



GCP-HM



GCM-HM



GTO



GCM-L



GCP-VS\_SH



GCP-VS-LN



GCM-VS



GTH-25



GTH-50



GTS



GTD1



GTD2



GTD3



GTD4

Для минимизации рекламаций на поставляемую продукцию и поддержания стабильного уровня качества мы осуществляем двухступенчатый входной контроль изделий — на заводе перед отгрузкой (ВИК + выборочное видео тестирования) и при приемке на складе.

## Направления разработки на ближайшую перспективу

1. Центробежные секционные насосы для воды и горячих жидкостей.
2. Дозировочные мембранные, плунжерные насосы.
3. Комплектные дозировочные установки и станции на базе своих продуктов.
4. Насосы для нефтяной промышленности, изготовленные по требованиям API610.
5. Насосные установки и станции на базе центробежных насосов по ТЗ заказчика.

Для обеспечения регулярного 100 %-ного входного контроля качества китайских OEM-заводов по заявленным характеристикам продукции, а также испытаний собственных разработок в Санкт-Петербурге строится собственный испытательный стенд для проверки рабочих параметров объемных и динамических насосов с мощностью привода до 37 кВт.

## Склад

Складская программа охватывает ходовые позиции мембранных, бочковых, центробежных герметичных и вертикальных многоступенчатых центробежных насосов и запчасти к ним. Склад в Санкт-Петербурге площадью более 2000 м<sup>2</sup>. По договоренности с заказчиком возможно поддержание запаса критических или требуемых для регулярного ТО запчастей на поставленное ранее оборудование для сокращения сроков поставки с завода.

## Сервисная и послепродажная поддержка

В составе компании есть своя сервисная служба для оперативного реагирования на вопросы монтажа, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и ремонта поставляемого оборудования. При поставках сложного и дорогого оборудования к ПНР при необходимости привлекаются специалисты OEM-завода.

В зависимости от типа оборудования возможна расширенная гарантия до 24/36 мес.

Заявляемый срок службы поставляемых насосов (в зависимости от конструктива и назначения): от 10 до 20 лет, в планах довести этот показатель до 30 лет.

## Референс поставленного оборудования:

**Химические центробежные насосы ГТО.** Замена насосов брендов Munsch, Rheinlutte, центробежными насосами аналогичной конструкции на производственных площадках химических и металлургических комбинатов: 7 агрегатов с подачей 120 м<sup>3</sup>/ч напором 30 м, эксплуатируются без нареканий; 4 агрегата с подачей 140 м<sup>3</sup>/ч напором 15 м, материал полипропилен — 2024 г. Агрессивные жидкости + твердые включения + высокая температура.

**Винтовой вертикальный полупогружной насос GTS.** Замена винтового полупогружного насоса Netzch, с сертификацией по ТРТС012 — объект «Роснефть», подача 65 м<sup>3</sup>/ч давление 1,2 МПа, высота погружной части 3,7 м — декабрь 2023 г.

**Многосекционный насос ГТО (питательный).** Поставка 2 секционных 3-ступенчатых центробежных насосных агрегатов подачей 135 м<sup>3</sup>/ч и напором 148 м на воду — май 2024 г.

**Центробежные полупогружные насосы ГТО.** Поставка двух вертикальных полупогружных насосов из стали AISI904L на жидкую серу: 9 м<sup>3</sup>/ч — 30 м, температура продукта 200 °С, длина погружной части — 1 м — 2023 г.

**Бочковые насосы ГТВ.** Поставка бочковых центробежно-осевых насосов для растарки бочек 200 л и еврокубов (1000 л) на площадки группы компаний «Роснефть», СИБУР, АО «ОКБМ АФРИКАНТОВ». Сертификат ТР ТС012.

**Шланговые (перистальтические) насосы ГТН.** Замена перистальтических насосов марки Bredel в линии утилизации опасных отходов (перистальтический насос ГТН-25 ARVNR-1.1/43-VDR-2FD3G, известковое молоко 10 %).

**Мембранные пневматические насосы ГТ1, ГТ2.** Поставка мембранных насосов для откачки буровых растворов и шламов, топлива, вязких продуктов.

**Мембранные электрические насосы ГТ4.** Поставка электромембранных насосов на очистные сооружения (складирование и утилизация отходов): из полипропилена ГТ4М-162 РТТР — на флокулянты, из PVDF ГТ4М-162 КТТК — на кислоты.

**Дозировочные насосы.** Замена российских дозировочных насосов на площадке производства синтетического каучука (толуол, дизопропиловый эфир; 150 л/ч — 6 бар, корпус — сталь 316. Поставка дозировочных насосов на хвостовое хозяйство горно-обогатительного комбината (реагенты, 25—400 л/ч — 12 бар, сталь 316).

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ И МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЕНОСТЕКЛА НЕОПОРМ® ДЛЯ КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ДНИЩ ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ



Д.И. Велес

ООО «Навитэс», г. Москва

Компания «Навитэс» — российский производитель теплоизоляционной продукции из инновационного материала — пеностекла НЕОПОРМ®. Выпуск изделий из НЕОПОРМ® осуществляется по уникальной российской технологии на территории современного производственного комплекса, расположенного в г. Владимире. Пеностекло НЕОПОРМ® является высокоэффективной импортозамещающей продукцией и может быть использовано в составе систем тепловой и акустической изоляции трубопроводов, оборудования, зданий и сооружений.

Пеностекло представляет из себя вспененную стекломассу и обладает уникальным комплексом свойств, проиллюстрированным на рис. 1.

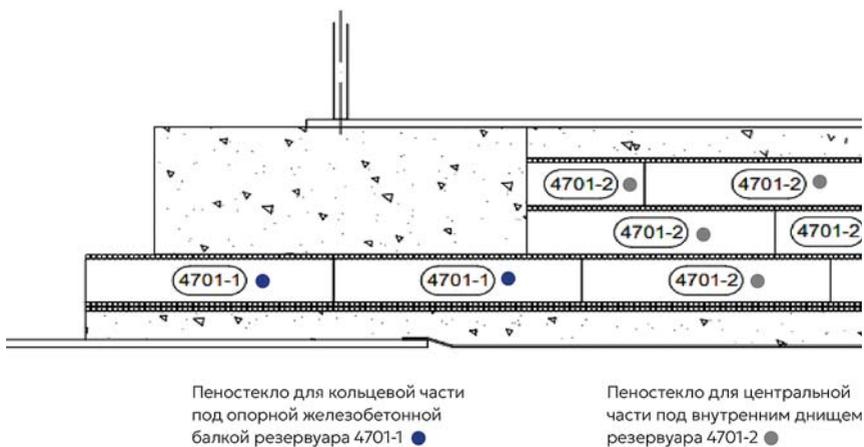
В тепловую изоляцию днища резервуара изделия из пеностекла входят в следующие конструкции (рис. 2):

- центральная часть под внутренним днищем резервуара;
- кольцевая часть под опорной железобетонной балкой резервуара.

Один из ключевых параметров, определяющих выбор материала для возможного применения в составе данных конструкций, это прочность



Рис. 1. Свойства пеностекла



**Рис. 2.** Конструкция дна изотермического резервуара

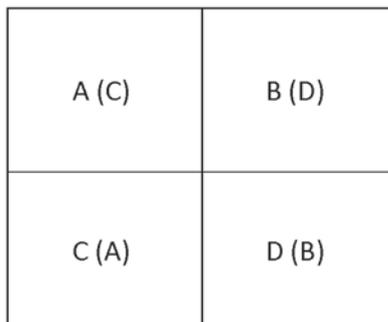
при сжатии (прочность при 10 %-ном относительном поверхностном разрушении). Для подтверждения соответствия прочностных показателей изделий из пеностекла НЕОПОРМ<sup>®</sup>, компанией «Навитэс» совместно с партнерами отработана программа и методика испытаний по контролю данного параметра.

Для обеспечения высокой вероятности приемки партии приемлемого качества и максимальной из реально возможных вероятности не приемки партий продукции низкого качества в соответствии с ГОСТ Р ИСО 3951-1-2015 (ISO 3951), были выбраны следующие условия:

- уровень контроля S-4;
- допустимый уровень качества 1,0 %;
- метод «S».

Образцы для испытаний по определению прочности изготавливались из готовых плит, которые распиливались по схеме, приведенной на рис. 3.

Изделия с маркировкой B(D) и C(A) сразу испытываются на гидравлическом стенде при положительной температуре.



**Рис. 3.** Разрезка блоков

Изделия с маркировкой А(С) и D(B) помещаются в изотермический бокс для охлаждения до заданной температуры (в наших испытаниях это  $-163^{\circ}\text{C}$ ), после достижения которой образцы извлекаются и незамедлительно испытываются на гидравлическом стенде.

Дополнительно программа проверки дополнена испытаниями по определению температуры внутри испытываемых образцов. Для этого перед проведением основных испытаний по измерению прочности в изотермические ящики помещались образцы, в которых рассверливалось отверстие глубиной в половину толщины испытываемого блока, в данное отверстие устанавливался термопреобразователь сопротивления для контроля температуры в центре образца. Для устранения влияния температуры внутри изотермического ящика на показания термопреобразователя, он дополнительно изолировался.

На основании данных испытаний определялся режим подачи жидкого азота в изотермический ящик и строился график охлаждения, используемый в последующих испытаниях по определению прочности.



**Рис. 4.** Испытание двойной кладки на гидравлическом стенде после выемки из изотермического бокса (6D, 7D)



**Рис. 5.** Испытание двойной кладки на гидравлическом стенде при положительной температуре (9А, 10А)

Кроме единичных образцов дополнительно были испытаны кладки из пеностекла (рис. 4, 5).

Разработанная программа и методика испытаний позволила:

- подтвердить высокое качество пеностекла НЕОПОРМ®;
- подтвердить возможность применения пеностекла НЕОПОРМ® марок D130 и D150 в составе конструкций для центральной части под внутренним днищем и под опорной железобетонной балкой резервуара.

## ЛОКАЛИЗАЦИЯ И РЕИНЖИНИРИНГ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ. ОПЫТ В КИТАЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В РОССИИ



С.А. Стерелюхин (на фото), О.А. Кобец  
Hefei Huasheng Pumps & Valves Co., Ltd.,  
г. Москва

Huasheng Pumps & Valves занимает лидирующие позиции на рынке Китая по производству ключевых насосов для нефтяной и нефтехимической промышленности, будучи одним из основных поставщиков компаний Sinopec и CNPC.

- В перечень инновационной продукции нашего предприятия входят:
- осевые насосы петлевых реакторов установок полимеризации полиэтилена и полипропилена;
  - горизонтальные и вертикальные насосы по API 610, в том числе высокоскоростные насосы OH6;
  - насосы BB5, в том числе с гидравлическими рекуперационными турбинами (HPRT);
  - эбуляционные насосы реактора гидрокрекинга;
  - нефтешламовые насосы с двойным корпусом.

Кроме выпуска насосного оборудования для новых проектов, Huasheng Pumps & Valves имеет обширный и успешный опыт реинжиниринга и поставки насосов — аналогов ведущих иностранных производителей по программе импортозамещения критических насосных позиций в КНР.

В качестве обратного инжиниринга Huasheng Pumps предлагает заказчикам различные варианты, в том числе:

- производство запчастей методом адаптации уже разработанных компонентов под условия заказчика;
- замеры и 3D-сканирование для репликации отдельных компонентов;
- полная замена насосной части с точным соответствием присоединительных и установочных размеров.



Компания Huasheng Pumps уделяет большое внимание инновационным исследованиям и разработкам, постоянно внедряя новейшие технологии и материалы для повышения эффективности производства и качества продукции. Эти инициативы позволяют Huasheng Pumps оперативно реагировать на запросы рынка и закладывать прочную основу для будущего роста. Недавнее расширение производственных мощностей, включая новый завод с цехами для тяжелых грузов площадью 40 000 м<sup>2</sup> с передовым оборудованием для мехобработки и испытательными стендами, подчеркивает стремление Hefei Huasheng развивать свои производственные возможности и сохранять лидерство в отрасли.

В распоряжении Huasheng Pumps научно-исследовательский и испытательный центр площадью 6000 м<sup>2</sup>, на котором специалисты компании проводят всесторонние испытания насосов, включая вибрационный анализ, переходные режимы, гидростатические испытания, испытания на максимальной подаче, кавитационные испытания, испытания с дистанционным управлением.

Испытательные стенды оснащены дистанционными камерами и интерактивной системой измерения данных для удаленного мониторинга. Это обеспечивает заводской контроль строгих требований к качеству выпускаемой продукции и предоставляет широкие возможности по разработке новых моделей насосов.

Цели и задачи локализации и реинжиниринга, которыми руководствуется Huasheng Pumps:

- уйти от зависимости поставок импортных запчастей для критически важных единиц оборудования;

- сократить сроки поставки запчастей;
- сократить закупочную стоимость запчастей;
- продлить срок службы оборудования, если требуется модернизация/модификация оборудования, или невозможен капитальный ремонт;
- сократить энергопотребление в случаях, когда КПД оборудования не удовлетворяет современным требованиям.

Программа импортозамещения в Китае в значительной степени базируется на сотрудничестве с одним из основных партнеров — с компанией Sinopet Group, которая поставила на повестку дня задачу локализации основного оборудования на ряде крупных проектов по переработке нефти и этилена, реализовав крупные установки по переработке нефти мощностью 10 млн т, крупные установки по производству этилена мощностью 1 млн т, а также установки по производству п-силола (PX), очищенной терефталевой кислоты (РТА) и полиэфиров путем самостоятельной разработки, внедрения ключевых технологий и реинновации.





Именно благодаря собственным исследованиям и опытно-конструкторским работам удастся лучше адаптироваться к изменившимся условиям работы и решить проблему замены иностранного оборудования:

- научный подход Hefei Huasheng в вопросах реинжиниринга (собственное КБ насчитывает более 90 инженеров);
- замена критически важных единиц оборудования;
- уход от зависимости в поставках запчастей к критически важным единицам оборудования;
- сокращение сроков поставки и закупочной стоимости запчастей;
- модернизация/апгрейд оборудования при изменении условий работы установки;
- решение существующих проблем эксплуатации (перепроектирование гидравлики, улучшение всасывающей способности, снижение уровня вибрации, замена конструкционных материалов, повышение КПД).

Использование локализованного оборудования значительно снижает стоимость строительства новых проектов, инвестиции в локализованное оборудование, по сравнению с импортным, могут быть сокраще-

ны на 30—50 %, что особенно важно для малых и средних предприятий или частных компаний.

Срок поставки локализованного оборудования короче и более гибкий — срок для импортных насосов, как правило, составляет не менее 10—12 месяцев, а для локализованных 6—8 месяцев.

Запчасти локализованного оборудования дешевле, их сроки поставки также короче, что облегчает проведение работ по ремонту и модернизации.

Локализация критически важных единиц насосного оборудования на заводах группы Sinopac и других китайских предприятиях:

- на установках АВТ;
- на установках замедленного коксования;
- на установках каталитического крекинга;
- на комплексах этилена.

В рамках программы локализации и реинжиниринга были успешно реализованы проекты на объектах нефтеперерабатывающих, нефтехимических и энергетических предприятий в городах Ухань, Чанлин, Аньцин, Чженьхай, Циндао, Хайнань, Шанхай, Юйлинь, Маомин, Цзясин, Урумчи, Гулей/Чжанчжоу, Цзинмэнь, Чженьцзян, Хуэйчжоу, Ордос.

Наших заказчиков и заинтересованных в сотрудничестве партнеров мы всегда рады видеть на нашем производстве в г. Хэфэй (провинция Аньхой).

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КЛАПАНОВ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ УСТАНОВОК КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА



А.В. Терентьев

АО «АГВ», г. Москва

### Компания АГВ: опыт и специализация

Компания «АГВ» более 15 лет специализируется на производстве деталей для поршневых компрессоров и газопоршневых двигателей. С 2014 г. она входит в состав группы компаний «ТРЭМ Инжиниринг» — крупнейшего в России производителя торцевых уплотнений для насосов. Основная специализация компании — производство комплектующих для поршневых компрессоров и их сервисное обслуживание. На территории России и СНГ эксплуатируется огромное количество импортных компрессоров, которые требуют регулярного обслуживания.

Наша компания производит комплектующие для всех основных производителей компрессоров и работает с любыми типами промышленного газа. Часто мы сталкиваемся с вопросом: «Есть ли у вас опыт работы с импортными компрессорами, когда поставки запчастей прекратились?». Ответ: опыт у нас есть, особенно в обслуживании вторичных процессов нефтепереработки.

Компания начинала свою деятельность с производства клапанов цилиндров, которые, по статистике, являются самыми часто выходящими из строя деталями. Затем в ассортимент добавились и другие элементы цилиндропоршневой группы. На сегодняшний день мы закрываем порядка 95 % перечня запасных частей, необходимых для проведения ежегодных обслуживаний.

### Роль клапанов в поршневых компрессорах

На нефтеперерабатывающих заводах поршневые компрессоры установлены на множестве объектов. Все эти компрессоры соответствуют стандарту API 618, что учитывается при проектировании комплектую-

щих. Они размещены на установках гидроочистки, изомеризации, крекинга, производства водорода и других. Большинство компрессоров работают без смазки цилиндров, так как попадание масла в перекачиваемую среду недопустимо. Исключение составляют компрессоры высокого давления, где давление превышает 20 МПа.

В поршневых компрессорах клапаны играют ключевую роль как с точки зрения производительности, так и с точки зрения механической надежности. Более 50 % всех отказов поршневых компрессоров связано именно с клапанами. Дожимным компрессорам, работающим с водородосодержащим газом (ВСГ), приходится сталкиваться с загрязненным газом, что делает правильный подбор клапанов особенно важным.

## Распространенные проблемы и их причины

На рис. 1 представлены распространенные проблемы дожимных компрессоров, работающих с загрязненным газом. Например, гидронные отложения («зеленое масло») на клапанах приводят к перегреву, поломке запорного элемента и, как следствие, к повреждениям других компонентов компрессора, таких как шатун, поршень и шток. Одной из причин образования «зеленого масла» является каталитическая реакция  $\text{HCl}$  с углеводородами, образующая хлорированные



Рис. 1



Рис. 2

углеводороды. Наличие оксидов железа и хлоридов вызывает полимеризацию остатков сырья, что приводит к образованию липких отложений.

Эти отложения становятся причиной залипания клапанов. Залипание происходит из-за попадания инородного вещества между седлом клапана и пластиной, что увеличивает дифференциальное давление и приводит к сильным ударам запорной пластины об ограничитель. Наибольшая нагрузка приходится на наружную часть пластины, которая ломается первой (рис. 2).

## Решения для повышения надежности

Для решения проблемы перегрева и отказов клапанов мы предлагаем следующие меры:

**Очистка катализаторов.** Катализаторы, такие как  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Cl}_2$ , должны быть полностью удалены из трубопроводов и барабана-отбойника в нагнетательной линии во время капитального ремонта.

**Корректировка условий эксплуатации.** В процессе риформинга следует уменьшить количество легких олефинов и скорректировать условия для снижения содержания хлоридов. Дополнительно рекомендуется установить адсорбер хлора для очистки водородосодержащего газа.

**Контроль температуры.** Снижение температуры всасываемого газа минимизирует перенос тяжелых углеводородов.

**Установка дренажных устройств.** В конечной точке всасывающего коллектора необходимо добавить дренажные сливы, а трубопроводный коллектор установить под наклоном для предотвращения накопления конденсата.

## Механические решения: клапаны AGV с профилированными кольцами

С точки зрения механики, оптимальным решением является применение клапанов AGV с профилированными, независимо движущимися запорными кольцами (рис. 3).

Преимущества данных клапанов (рис. 4):

- аэродинамический профиль кольца обеспечивает свободный проход посторонним включениям, снижая риск повреждений;
- независимо расположенные кольца уменьшают температуру газа на выходе;



Рис. 3

### Конструкция профилированных запорных колец

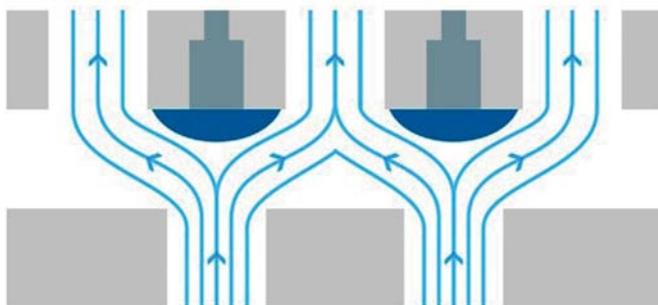


Диаграмма газового потока

Рис. 4

- низкая масса колец обеспечивает их быструю реакцию на изменения давления;
- минимальная площадь контакта запорных колец с седлом предотвращает эффект «залипания».

## Заключение

Срок службы клапана зависит не только от его конструкции, но и от условий технологического процесса. Хорошо спроектированный кольцевой клапан с профилированными кольцами позволяет продлить срок службы оборудования и снизить влияние негативных факторов.

Наш опыт показывает, что системный подход, включающий корректировку технологических условий и использование современных конструкций клапанов, может значительно повысить надежность компрессоров.

Глубокая техническая экспертиза и многолетний опыт сервисных инженеров АО «АГВ» позволяют оперативно определять причины неисправностей и предотвращать потенциальные проблемы в эксплуатации. Это помогает избежать повреждений поршней, поломки штоков и других дорогостоящих последствий.

Сервисная служба АО «АГВ» успешно выполняет задачи любой сложности, включая пусконаладочные работы, капитальный и аварийно-восстановительный ремонт, а также регулярное техническое обслуживание с постоянным присутствием специалистов на объекте.

Благодаря клиентоориентированному подходу и высокой культуре производства компания смогла выстроить прочные партнерские отношения с ключевыми предприятиями российского ТЭК. Среди них ПАО «Газпром», ПАО НК «Роснефть», ПАО «Газпром нефть», ПАО «Лукойл», ПАО «Новатэк», ООО «Сибур», АО «Концерн Росэнергоатом». Кроме того, мы успешно сотрудничаем с партнерами из стран СНГ, ОАО «Мозырский НПЗ», ОАО «Нафтан», ПО «Белоруснефть», что подтверждает нашу репутацию надежного и профессионального поставщика решений для отрасли.

АО «АГВ» способствует достижению технологической независимости наших клиентов и оптимизации затрат, обеспечивая надежную и бесперебойную работу вашего оборудования.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ СТРАНЫ – ОСНОВА РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ



Л.С. Щелкунов

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры»,  
г. Волгоград

В докладе изложены вопросы импортозамещения, снижения влияния зарубежных нормативных документов и обеспечения технологического суверенитета страны в области повышения качества соединений труба—трубная решетка теплообменных аппаратов.

Всесоюзный (сейчас — Волгоградский) научно-исследовательский и проектный институт технологии химического и нефтяного аппаратостроения (ВНИИПТхимнефтеаппаратуры) с 1966 г. стал головной технологической организацией по сборочно-сварочному производству и термообработке сварных конструкций в отрасли химического и нефтяного машиностроения. Институт — технологическая организация и по всем технологическим переделам, включая развальцовку соединений труба—трубная решетка, располагает необходимыми исследовательско-экспериментальными подразделениями (отделы, лаборатории) и опытно-экспериментальным цехом для изготовления разработанного оборудования и средств технологического оснащения. Многолетняя практика работы с заводами химического и нефтегазового машиностроения, нефтегазодобывающими и перерабатывающими предприятиями позволила разработать целую базу нормативной научно-технической документации (НТД) в своей сфере деятельности, включая технологию развальцовки труб.

ВНИИПТхимнефтеаппаратуры является одним из основных разработчиков, в том числе, первой редакции — ОСТ 26-291-71 «Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия», послужившим основой для создания ГОСТ Р 51364-99 и ГОСТ 34347-2017.

В настоящее время в ТК 023 поступили на рассмотрение проекты межгосударственного стандарта на аппараты воздушного охлаждения (АВО) и государственного стандарта на аппараты типа «Труба в трубе», разработанные АО «ВНИИНЕФТЕМАШ», совместно с

ЗАО «Петрохим Инжиниринг», АНО «ИНТИ» и ФГБУ «Институт стандартизации».

Как отмечает разработчик данных проектов ГОСТ в таблицах отзывов и замечаний «требования к развальцовке труб в трубной решетке приведены на основании положений ISO 13706:2011 и API 661 7 ed. 2013». Анализируя эти проекты ГОСТов, АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», как член ТК023 и ПК012, вынужден констатировать, что они имеют значительные противоречия с действующими и успешно применяемыми на протяжении многих лет национальными стандартами и, в частности, с ГОСТ Р 55601-2013. Имея стабильные производственные контакты, можем также отметить недоверие многих заводских специалистов к этим проектам.

Зарубежные стандарты ориентированы на высокоточные трубы со стабильными механическими характеристиками (пределом текучести, относительного удлинения и т. д.). В наших условиях, при использовании отечественных труб, это приведет к неизбежным остановкам в производстве и необходимости согласования возникающих отклонений в большей части выпускаемых аппаратов с разработчиками данного стандарта. Это также может вынудить изготовителей аппаратов использовать трубный прокат европейского производства, что и создаст серьезные проблемы в условиях санкционного давления и неминуемо приведет, в том числе, к удорожанию аппаратов, увеличению срока их изготовления и т.д.

По проекту ГОСТа на аппараты воздушного охлаждения допускается применять трубы только высокого класса точности. Дело в том, что у нас в стране подавляющее большинство АВО и кожухотрубчатых теплообменных аппаратов проектируются по третьему классу точности соединения, периодически, по второму. С высоким классом точности труб работают единичные предприятия, такие, как производители теплообменных аппаратов для подводных лодок, иногда — производители аппаратов Росатома для своей отрасли. При производстве АВО и кожухотрубчатых теплообменных аппаратов для нефтегазовой и химической промышленности трубы высокой точности применяются крайне редко. Кроме того, у нас в стране, трубы высокой точности, аналогичные зарубежным трубам (из передовых производственно-развитых стран), отдаленно соответствуют только углеродистые и низколегированные и то, только по допускам на размеры, но не по пределу текучести. Отечественные трубы высокой точности из нержавеющей сталей не соответствуют импортным. На практике, ма-

шиностроительные заводы, практически постоянно, сталкиваются с проблемой отклонения отечественных труб по допускам на геометрические параметры, таким как внутренний диаметр, толщина стенки, овальность.

К сожалению, следует отметить, что в некоторых проектах национальных стандартов подвергались серьезному пересмотру фундаментальные положения и основополагающие понятия в отечественных успешно действующих в течение долгого времени и адаптированных к отечественным реалиям стандартов (в том числе национального стандарта) по креплению труб. Это было отражено и в докладе некоторых разработчиков данных проектов стандартов на данной конференции. На самом деле, именно вальцовочный пояс воспринимает сдвиговые циклические осевые нагрузки, возникающие от воздействия давления и температурного расширения, воздействующие на трубу при работе аппарата. Сварной шов, не защищенный развальцовкой, разрушится. Поэтому во всех нормативно-технических документах ВНИИПТхимнефтеаппаратуры по креплению труб в трубных решетках указаны два основных вида соединений: вальцовочное и комбинированное (сварка с развальцовкой), где сварка обеспечивает, в основном, повышение уровня герметичности, а механические напряжения, в большей степени, воспринимает вальцовочный пояс. Это также подтверждает и зарубежный опыт. Развальцовка с уменьшенным крутящим моментом применяется только для второго и последующих поясов вальцовки, с целью выбрать целевой зазор для уменьшения вероятности целевой коррозии.

Авторы проектов вышеперечисленных стандартов пытаются ввести, на наш взгляд, очень некорректные понятия «минимальной деформации теплообменной трубы» и «отсутствие остаточных напряжений в трубных решетках». Это в корне противоречит физическим основам процесса развальцовки, где ставится задача по созданию контактного давления, за счет совместной пластической деформации трубы и упругой деформации решетки, необходимой для получения прочно-герметичного соединения. Для чего в наших стандартах и было введено понятие оптимальной степени развальцовки и оптимального крутящего момента.

Предлагается необоснованная замена расчетной формулы и таблиц для определения оптимальной степени развальцовки, учитывающей все конструктивные параметры соединений (диаметры труб, наличие уплотнительных канавок) и успешно применявшейся десятилетиями на предприятиях отрасли, на упрощенные эмпирические формулы, взятые из иностранных источников.

Также в этих проектах произошла отмена принятых и успешно применявшихся десятилетиями классов точности соединения трубы с

трубной решеткой. Эти классы точности, в свое время, были введены ВНИИПТхимнефтеаппаратуры в ОСТ 26-1015-85. Они были введены по просьбе крупнейших машиностроительных предприятий отрасли, чтобы дать возможность изготавливать аппараты из отечественного трубного сортамента. Предлагаемый же в этих проектах подход устанавливает избыточно высокие требования к точности соединений, который, во многих случаях, может привести к невозможности сборки аппаратов из отечественных труб, в частности, аппаратов с оребренными трубами, длиной менее пяти метров, аппаратов с толстыми трубными решетками. Номинальный размер трубного отверстия имеет привязку только к ГОСТам на трубы, но не учитывает возможность ремонтных соединений, когда трубное отверстие подвергается дополнительной механической обработке после удаления труб. Причем, данное ужесточение точности соединений не приведет к существенному повышению качества аппаратов, поскольку правильно проведенная операция развальцовки труб с регулировкой крутящего момента, компенсирует небольшие погрешности точности изготовления трубного проката. ОСТ 26-1015-85 официально и фактически разработан нашим институтом. Заведующий лаборатории крепления труб ВНИИПТхимнефтеаппаратуры В.М. Бриф указан в качестве руководителя темы в данном ОСТе. Также наш институт является единственным разработчиком его переиздания с изменениями в 2007 г.

Авторы данных проектов ГОСТов безосновательно изменили обозначения соединений, которые были приняты ранее в отечественной нормативной документации, применяемой в течение многих десятилетий. Такие изменения внесут постоянную путаницу во всю конструкторскую документацию.

Также в данных проектах предлагается изменить проверенную временем конструкцию вальцовочных соединений, в частности, расположить уплотнительных канавок.

Возникает вопрос, для чего это нужно? Каким образом это может «повысить безопасность и надежность аппаратов», кроме очевидного отрицательного эффекта?

Некоторые замечания АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» по вышеперечисленным проектам уже были учтены, приняты разработчиками и наш институт предлагает полноценное сотрудничество по созданию данных стандартов, чтобы они отвечали современным научным достижениям и в то же время учитывали технологические возможности нашей промышленности.

Следует отметить, что только институт ВНИИПТхимнефтеаппаратуры, среди упомянутых в данном докладе организаций, уже более 55 лет имеет специализированную лабораторию по креплению труб и является автором практически всех нормативных документов в данной области, в том числе, основным разработчиком ГОСТ Р 55601-2013, целиком посвященного вопросам крепления труб. Данный ГОСТ Р актуален, соответствует фундаментальным основам современного развития науки и техники и базируется на пятнадцати НТД ВНИИПТхимнефтеаппаратуры (СТО, ОСТ, ТУ, РТМ и др.), посвященных креплению труб в трубных решетках и учитывающих отечественный производственный опыт изготовления аппаратов, начиная с 1970-х годов, когда были разработаны первые НТД по креплению труб, а также опыт производства нашей лабораторией оборудования и инструмента для крепления труб.

ГОСТ Р 55601-2013 разработан двумя институтами: ВНИИПТхимнефтеаппаратуры (основной разработчик) и ВНИИНМАШ (сейчас его преемник ФГБУ «Институт стандартизации»). В настоящее время в нашем институте на финальном этапе ведется разработка Изменения № 1 к ГОСТ 55601-2013, которое сейчас находится в стадии согласования.

В данном Изменении отражены назревшие обновления его содержательной части, связанные с получением новых экспериментальных данных по развальцовке труб и испытаниям аппаратов из аустенитных сталей и титановых сплавов с уточнением технологических параметров развальцовки. В частности, произошли обновления в описании общего технологического процесса крепления труб в трубных решетках. В связи с расширением номенклатуры применяемых теплообменных труб, корректировкой геометрических и технологических параметров процесса развальцовки, изменением материального исполнения, в соответствии с новыми технологическими параметрами, а также с учетом введения зависимости оптимальной степени развальцовки и новых конструкций применяемого развальцовочного инструмента, обновлены данные в таблицах ориентировочных крутящих моментов и степени развальцовки внутренних диаметров труб после развальцовки. Произведена также корректировка данных в таблице способов контроля герметичности.

Изменение стандарта даст возможность предприятиям-изготовителям теплообменной аппаратуры разработать на его основе технологические процессы крепления труб в трубных решетках, позволяющие точнее подбирать необходимые технологические параметры вальцовочных

соединений и тем самым повышать их качество и надежность, а также уменьшать расход развальцовочного инструмента.

По результатам публичного обсуждения проекта, были учтены замечания по оформлению, построению и изложению материала, введены термины «развальцовка» и «гидравлическая раздача труб», учтены предложения предприятий по возможности корректировки требований к параметрам соединений для технически обоснованных случаев.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» является общепризнанным ведущим институтом в отрасли по вопросу оребрения труб. Кроме внедрения технологии и оборудования для изготовления оребренных труб методом накатки, на всех заводах, изготавливающих АВО, интенсивно разрабатывалась технология и станы для навивки L-образной алюминиевой ленты на стальную трубу. Институт разрабатывал всю технологию и оборудование для этого процесса оребрения, включая резку труб, иглофрезерную зачистку стальных труб, механизированную проточку их концов, установку для резки алюминиевой ленты и прочие средства механизации к станам для оребрения.

ВНИИПТхимнефтеаппаратуры уже много лет, как указан в качестве специализированной организации в области технологии изготовления, сварки, металловедения, термообработки в ГОСТ Р 51364-99 «Аппараты воздушного охлаждения. Общие технические условия» (взамен которого в настоящее время «ВНИИНЕФТЕМАШ» разрабатывается данный проект ГОСТ на АВО), в ОСТ 26-291-94, Изменения № 1 1995 г. «Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия», ПБ 03-384-00 «Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных, сварных». С учетом принципа преемственности в стандартизации, с целью роста качества и снижения затрат при производстве аппаратов, необходимо дополнить проекты стандартов понятием «Специализированная организация». Ранее во всех НТД в нефтегазохимической отрасли в стандартах приводился перечень специализированных организаций. Эта система достаточно эффективно работала при взаимодействии заводов-изготовителей и эксплуатантов оборудования с профильными институтами. В настоящее время указывать наименование специализированных организаций в международных и национальных стандартах запрещено. Однако есть принятый и применяемый способ привести специализированные организации в данных стандартах — это ввести понятие специализированной организации и сформулировать ее определение.

ВНИИПТхимнефтеаппаратуры разработал более 120 нормативно-технических документов. Используя свой научный потенциал и опыт, институт продолжает заниматься их разработкой. В настоящее время прорабатывается предложение одного из старейших машиностроительных заводов о совместной разработке ГОСТ на основе, хорошо зарекомендовавшего себя в производстве, СТО нашего института по сварке сталей.

Заканчивая доклад хочу сказать, что институт готов к научно-техническому сотрудничеству с промышленными предприятиями и организациями по всем направлениям своей деятельности.

## ЗАВОД НЕФТЯНОГО И ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ – ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



А.А. Масликов

ООО «ЗНИГО», г. Воронеж

Общество с ограниченной ответственностью «Завод нефтяного и газового оборудования» (ООО «ЗНИГО»), основанное в 2011 г. предприятие машиностроительного комплекса Воронежской области. Завод специализируется на проектировании, производстве и поставке оборудования для газовой, нефтяной, нефтехимической и смежных отраслей промышленности. Специалистами предприятия выполняется полный цикл работ, включая монтаж, шеф-монтаж, пусконаладку.

Номенклатура производимого оборудования обширна. Основными видами являются:

- аппараты теплообменные кожухотрубчатые;
- емкостные аппараты и резервуарное оборудование;



- колонны;
- аппараты сепарации и фильтрации;
- аппараты воздушного охлаждения (АВО);
- нестандартное оборудование по чертежам заказчика.

На нашем заводе используются передовые технологии, обеспечивающие высочайшие стандарты качества, эффективности и безопасности. Ключевые технологические достижения включают следующие направления:





**Автоматизация и роботизация.** Использование роботов и автоматизированных систем для повышения точности, производительности и сокращения времени производства.

**Передовые материалы.** Использование высокопрочных сплавов, композитов и других материалов, обеспечивающих долговечность, коррозионную стойкость и надежность оборудования.

**Неразрушающий контроль.** Применение передовых методов неразрушающего контроля, таких как ультразвуковое и рентгеновское обследование, для обеспечения целостности и безопасности оборудования.

**Моделирование и симуляция.** Использование компьютерного моделирования и симуляции для оптимизации конструкций, прогнозирования производительности и выявления потенциальных проблем.

Наша компания стремится к постоянному развитию и совершенствованию производственных процессов, чтобы удовлетворить все потребности и ожидания наших заказчиков.

На данный момент введено в эксплуатацию и активно применяется следующее оборудование:

- роботизированный сварочный комплекс GSK RHOGA3-2076 в количестве двух комплектов (радиус = 2076 мм,  $Q$  детали = до 1500 кг);
- токарно-карусельный станок с ЧПУ ALCK 5123 (диаметр детали 2000 мм,  $Q$  детали = до 8000 кг);
- порталный сверлильно-фрезерный станок РНД3020 (габаритные размеры детали до 3000 × 2000 мм, высота детали до 600 мм);
- горизонтально-расточной станок Lucas 40Т (рабочая зона 2500 × 1700 × 800 мм,  $Q$  детали = 10 000 кг).

Современное оборудование позволяет нам изготавливать оборудование из следующих марок стали:

- углеродистые (ст.20, ст.3 и аналоги);
- низколегированные (09Г2С, 16ГС или аналоги);
- высоколегированные (08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, AISI 316, 904 L или аналоги);
- теплоустойчивые (15ХМ, 12ХМ);
- двухслойные марки стали (основной слой низколегированная или теплоустойчивая сталь, плакирующий слой — высоколегированная сталь).

Нефтегазовая отрасль является одной из самых значимых для мировой экономики, обеспечивая не только энергией, но и сырьем химическую промышленность. Эффективность и безопасность операций в





этой сфере во многом зависят от качества и надежности оборудования. Заводы, производящие специальные устройства и машины, должны соответствовать высоким стандартам качества и безопасности. Оборудование, выпускаемое под торговой маркой ZNIGO, сертифицировано в соответствии с требованиями технических регламентов Таможенного союза.

С 2012 г. ООО «ЗНИГО» является участником Воронежского областного нефтегазового кластера, представляющего собой региональный

стратегический альянс производителей нефтегазового и химического оборудования.

С 2023 г. завод является членом Технического комитета по стандартизации ТК 270.

Мы готовы к сотрудничеству с новыми партнерами и уверены, что наш опыт и качество нашей продукции будут оправдывать доверие, которое нам оказывают наши заказчики.

ООО «ЗНИГО» — ваш надежный партнер в области производства и поставки оборудования для нефтегазовой промышленности.

## ОПЫТ ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА НА ПРИМЕРЕ МОДЕРНИЗАЦИИ КОМПРЕССОРА ЖИРНОГО ГАЗА УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА



И. А. Максименко

АО «НПФ «НевИнтерМаш», г. Санкт-Петербург

Развитие технологии переработки нефти в настоящее время характеризуется тенденциями увеличения глубины переработки сырья и роста единичной мощности технологических установок. Основным технологическим процессом, используемым при вторичной переработке нефти, является каталитический крекинг. В установках каталитического крекинга одной из наиболее ответственных позиций в технологической схеме можно считать компрессор жирного газа, предназначенный для сжатия и подачи сероочищенного газа в систему газодифракционирования.

В установках каталитического крекинга многих отечественных предприятий нефтегазового комплекса эксплуатируются центробежные компрессоры жирного газа зарубежного производства, ввиду чего одной из наиболее актуальных задач в условиях мировой напряженности и санкционной политики является обеспечение технологического суверенитета как в изготовлении деталей и узлов при отказе производителей в поставке оригинальных запасных частей, так и в проектировании сменных проточных частей для модернизации оборудования при интенсификации технологических процессов.

АО «НПФ «НевИнтерМаш» уже более 30 лет специализируется на решении полного спектра технических задач от идеи до внедрения центробежных компрессоров предприятий нефтегазоперерабатывающего комплекса. Специалистами фирмы выполняется газодинамический расчет, проектирование, изготовление и поставка как отдельных узлов агрегатов, так и целых компрессорных установок.

Примером успешного опыта в достижении технологического суверенитета отрасли является модернизация компрессора жирного газа установки каталитического крекинга, выполненная специалистами

АО «НПФ «НевИнтерМаш» в 2024 г. для одного из отечественных предприятий в Республике Татарстан.

Техническому перевооружению в обозначенном проекте подлежал центробежный компрессор, произведенный в 2005 г. фирмой Siemens (модель 06МН6А) и модернизированный в 2011 г. фирмой Dresser-Rand (модель D08A4S). При этом в соответствии с техническим заданием обеспечена совместимость всех разработанных в ходе модернизации узлов и существующего компрессора.

Исходный компрессор Siemens модели 06МН6А имел шестиступенчатое исполнение; рабочие колеса первых трех ступеней выполнены осерадиальными, остальных ступеней — радиальными; соединение дисков рабочих колес первых двух ступеней паяное, остальных ступеней — сварное; материал рабочих колес — сталь перлитного класса 14CrMoV6-9. Модернизированный компрессор Dresser-Rand модели D08A4S имел четырехступенчатое исполнение; рабочие колеса всех ступеней выполнены осерадиальными; соединение дисков рабочего колеса первой ступени сварное, остальных ступеней — паяное; материал рабочих колес — сталь мартенситного класса ASTM A 705 gr. 630 AOD.

Модернизированный компрессор АО «НПФ «НевИнтерМаш» Н157-51-1 проекта НИМ-121 спроектирован в пятиступенчатом исполнении; рабочие колеса всех ступеней выполнены радиальными, что упрощает и ускоряет процесс изготовления; соединение дисков рабочего колеса первой ступени паяное, остальных ступеней — клепаное; материал рабочего колеса первой ступени — титановый сплав ВТ6с, остальных ступеней — сталь перлитного класса 14Х2ГМР.

Материальное и конструктивное исполнение рабочих колес компрессора Н157-51-1 выбраны из условия обеспечения максимальной надежности эксплуатации на возможном режиме сульфидирования, т.е. для условий технологического газа, которые вызывают сульфидное коррозионное растрескивание под напряжением (СКРН). При выборе материального и конструктивного исполнения рабочих колес компрессора соблюдены положения наиболее часто применяемых в практике турбокомпрессоростроения стандартов API 617 / ISO 10439 и NACE MR-0103 / ISO 15156 (частичная локализация в РФ: СТО ИНТИ S.60.2—2022 и ГОСТ Р 53678, 53679), а также применены собственные разработки фирмы в части технологии высокотемпературной вакуумной пайки титановых сплавов аморфными ленточными припоями и в части технологии термообработки стали 14Х2ГМР для получения микроструктуры, обеспечивающей стойкость стали к СКРН.

Проектирование новой проточной части — внутренний корпус в сборе с ротором — выполнено из условия обеспечения максимальной эффективности с увеличением производительности компрессора ввиду интенсификации технологического процесса, для чего службами эксплуатирующей организации была запланирована и реализована замена приводного электродвигателя на более мощный (2000 кВт против 1630 кВт). Увеличение передаваемой компрессору мощности явилось причиной замены мультипликатора, проектирование и изготовление которого было также успешно реализовано специалистами АО «НПФ «НевИнтерМаш». При этом требуемое увеличение производительности достигнуто при уменьшении частоты вращения ротора компрессора, что понижает нагруженность узлов компрессора, а, соответственно, повышает их надежность.

Эффективность компрессора Dresser-Rand модели D08A4S до модернизации определялась уровнем политропного КПД на расчетном режиме, составляющим ~80 % по данным имеющейся технической документации. Эффективность же модернизированного компрессора H157-51-1 АО «НПФ «НевИнтерМаш» характеризуется уровнем политропного КПД на расчетном режиме, составляющим ~85 %, что подтверждено при проведении приемочных газодинамических испытаний.

Таким образом, модернизированный специалистами АО «НПФ «НевИнтерМаш» центробежный компрессор жирного газа установки каталитического крекинга не только не уступает, но и превосходит исходный компрессор как в эффективности, так и в надежности, а реализованные при проектировании и конструировании технические решения упрощают и ускоряют изготовление отдельных деталей и узлов, что является ярким примером успешного опыта в достижении технологического суверенитета отрасли.

## СПИСОК УЧАСТНИКОВ СОВЕЩАНИЯ

### Совет главных механиков

Бабенко Игорь Александрович	председатель Совета главных механиков
Юшин Андрей Вячеславович	зам. председателя Совета главных механиков

### Ассоциация нефтепереработчиков и нефтехимиков

Тел.: (499) 238-03-89

Иванов Александр Викторович	генеральный директор
Шахназаров Александр Рафаэлович	зам. генерального директора, член Совета главных механиков
Абрамов Владимир Владимирович	член правления, председатель комитета по эксплуатации и модернизации

### РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Капустин Владимир Михайлович	д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технологии переработки нефти
------------------------------	--

### Ассоциация компрессорных заводов

Крюков Михаил Анатольевич	председатель правления
Бауэр Андрей Александрович	советник председателя правления

### АО «АНПЗ ВНК»

Нешин Игорь Владимирович	главный механик
--------------------------	-----------------

### ТОО «Атырауский НПЗ»

Ескалиев Болатбек Ахметович	главный механик
Зелетдинов Рустам Рашидович	зам. главного механика

### ООО «Балтийский химический комплекс»

Шильников Дмитрий Владимирович	начальник ОТН
Истомин Евгений Александрович	главный механик

### АО «Березка Газ Югра»

Копытов Денис Сергеевич	главный механик
-------------------------	-----------------

**УДП «Бухарский НПЗ»**

Мирзажонов Хамидулло Усанбоевич      главный механик

**АО «Воронежсинтезкаучук»**

Лихацкий Алексей Викторович      главный механик,  
член Совета главных механиков

**ПАО «Газпром нефть»**

Салаш Павел Вадимович      менеджер ресурсного пула  
«Переработка нефти и газа (Механика)»

**АО «Газпромнефть-МНПЗ»**

Андреев Павел Александрович      главный механик

**АО «Газпромнефть-ОНПЗ»**

Яценюк Дмитрий Николаевич      главный механик, начальник управления,  
член Совета главных механиков

**ООО «Газпром добыча Ноябрьск»**

Сиротин Денис Геннадиевич      главный механик, начальник отдела

**ООО «Газпром переработка»**

Лутов Дмитрий Юрьевич      главный механик, начальник отдела главного  
механика, член Совета главных

**ООО «Газпром переработка» Астраханский ГПЗ**

Сальбаев Руслан Сатыбалович      главный механик, начальник отдела

**ООО «Газпром переработка» Сосногорский ГПЗ**

Матвеев Андрей Олегович      главный механик, начальник управления

**ООО «Газпром переработка» Оренбургский ГПЗ**

Рыжков Вячеслав Геннадьевич      главный механик, начальник отдела

**ООО «Газпром переработка»**

**филиал Завод по подготовке конденсата к транспорту**

Жогин Денис Юрьевич      главный механик, начальник отдела

**ООО «Газпром переработка»  
филиал Сургутский завод стабилизации конденсата**

Горякин Сергей Валентинович      главный механик, начальник отдела

**ОАО «Красноярский завод синтетического каучука»**

Попов Сергей Леонидович      главный механик, служба управления

**ООО «ЛИНК»**

Артемов Андрей Иванович      начальник лаборатории методологии  
подготовки и проведения капитальных ремонтов

Копалиди Евгений Иванович      начальник лаборатории управления рисками  
и надежностью

Нестеров Максим Васильевич      ведущий инженер лаборатории  
управления рисками и надежностью

Харитонов Илья Геннадьевич      начальник центра локализации  
оборудования и ЗИП

**ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка»**

Ларионов Дмитрий Алексеевич      главный механик

**ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка»  
ТПП по газопереработке в г. Котово**

Сокрюкин Юрий Васильевич      главный механик

**Департамент по логистике, переработке и сбыту ПАО «Лукойл»**

Белякин Евгений Андреевич      главный специалист,  
член Совета главных механиков

**АО «Метафракс Кемикалс»**

Коцолойнен Дмитрий      главный механик

Вахрушев Денис Олегович      зам. главного механика

**ОАО «Нафтан»**

Селиванов Сергей Анатольевич      главный механик завода «Полимир»

Стрельченко Андрей Николаевич      главный механик, член Совета главных механиков

Шупейко Сергей Александрович      зам. начальника производства МСИБ  
(по механической части) механика

**АО «ПОЛИЭФ»**

Акатьев Руслан Викторович менеджер-главный механик СУН

**ООО «Ставролен»**

Бураков Олег Иванович главный механик

**ПАО «Саратовский НПЗ»**

Кондратьев Антон Олегович главный механик

**ПАО «Славнефть-ЯНОС»**

Кучин Дмитрий Павлович главный механик

**ООО «СИБУР»**

Каменских Александр Сергеевич менеджер Центра компетенций «Статическое технологическое оборудование»

**АО «ТАИФ-НК»**

Багавиев Рустам Айдарович главный механик

**АО «ТАНЕКО»**

Данилов Алексей Аркадьевич главный механик,  
начальник отдела главного механика

**ООО «Татнефть-Самара»**

Данилов Олег Валерьевич главный механик

**ООО «Томскнефтехим»**

Бикбаув Ринат Ильясович главный механик  
Герман Антон Александрович руководитель службы  
управления надежностью

**Филиал «Тюменский НПЗ» ООО «РИ-ИНВЕСТ»**

Игнатьев Константин Сергеевич главный механик

**АО «Уралоргсинтез»**

Фальшунов Александр Николаевич главный механик,  
член Совета главных механиков

**АО «Узбекнефтегаз»**

Туганов Бобур Шакирович                      главный механик

**ООО «Шуртанский газохимический комплекс»**

Аллаяров Худойназар Шамсиддинович                      главный механик

**ОАО «Ямал СПГ»**

Бекшенев Ильдар Зиннатович                      главный механик, начальник цеха

**Яйский НПЗ – филиал АО «НефтеХимСервис»**

Ваулин Константин Петрович                      главный механик

**ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей предприятий ТЭК»**

Тел.: (495) 737-92-94

Егоршева Наталья Александровна                      генеральный директор

Белоусов Юрий Леонидович                      зам. генерального директора,  
член СГМ

Луценко Людмила Владимировна                      помощник генерального директора

Пармёнов Игорь Сергеевич                      служба транспортного обеспечения  
и безопасности

Студилин Андрей Игоревич                      служба технического и компьютерного  
обеспечения

Орлов Денис Николаевич                      организация работы выставки

Абдульвапова Анна Антоновна                      секретарь

**АО «ВНИИНЕФТЕМАШ»**

Тел.: (495) 954-89-20

Головачев Владимир Леонидович                      технический директор

**АО «ВНИКТИНХО»**

Тел.: (8442) 43-72-15

Кравченко Александр Андреевич                      главный специалист управления  
исследования и испытаний

**ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого»**

Тел.: (951) 680-59-64

Дроздов Александр Александрович      руководитель научного направления  
«Исследование компрессоров»

**Qingdao NPA Industry Co., Ltd**

Тел.: (961) 069-96-87

Абакумов Александр Леонидович      представитель компании в России  
Хомутов Руслан Владимирович      официальный представитель в России

**АО «Белуга проджектс Лоджистик»**

Тел.: (495) 926-16-43

Титов Дмитрий Юрьевич      главный инженер

**АО «Гидрогаз»**

Тел.: (473) 206-51-12

Крючков Михаил Михайлович      руководитель департамента «Нефть и газ»

Ряполов Василий Михайлович      руководитель направления «Нефтехимия»  
департамента «Нефть и газ»

Бражников Евгений Андреевич      менеджер направления «Нефтепереработка»  
департамента «Нефть и газ»

Шульдишов Роман Владимирович      менеджер направления «Нефтепереработка»  
департамента «Нефть и газ»

**Hefei Huasheng Pumps&Valves Co. Ltd.**

Тел.: (909) 685-99-26

Кобец Олег Александрович      коммерческий директор

Стерелюхин Сергей Александрович      региональный менеджер  
по продажам

**АО «АФ Турботехсервис»**

Тел.: (4822) 61-78-77

Флусов Григорий Алексеевич      генеральный директор

**АО «АГВ»**

Тел.: (495) 777-01-35(36)

Неделько Олег Федерович	коммерческий директор
Земятов Илья Николаевич	руководитель отдела продаж
Терентьев Артём Владиславович	специалист отдела продаж

**ООО «Рифинг-Сервис»**

Тел.: (3513) 53-60-77

Шишкин Дмитрий Юрьевич	директор
Смирнова Ольга Валерьевна	руководитель отдела развития
Мотовилов Данила Александрович	главный конструктор

**АО «ГМС Процессинг Текнолоджис»**

Тел.: (495) 730-66-12

Зигангиров Наиль Габдулахатович	директор филиала (г. Казань)
Реусов Николай Николаевич	зам. директора по насосам АРІ, АУП
Забейворота Кирилл Алексеевич	менеджер по развитию продаж сервиса и инжиниринга в регионах ЮФО
Ханунова Марианна	менеджер отдела продаж

**АО «ДС Контролз»**

Тел.: (8162) 94-67-77

Томак Владимир Викторович	технический директор
Коновалов Александр Викторович	руководитель направления по подбору динамического оборудования

**АО «Инжиниринговый центр «Кронштадт»**

Тел.: (931) 240-50-00

Третьяков Александр Иванович	директор по операционной деятельности
Медведев Андрей Владимирович	начальник отдела
Петров Владимир Игоревич	руководитель направления
Семенов Дмитрий Валерьевич	руководитель центра

**АО «Искра-Р»**

Тел.: (342) 206-19-69

Лапочкин Александр Александрович	начальник проектного офиса
----------------------------------	----------------------------

**АО «МАГИКРОТ»**

Тел.: (926) 937-25-18

Федяков Денис Дмитриевич                      руководитель коммерческого отдела

**АО «НПО «АХТУБА»**

Тел.: (84479) 5-41-60

Циплис Илья Сергеевич                      коммерческий директор

Ольшанский Андрей Владимирович        ведущий менеджер по продажам  
промышленного оборудования

Почеховская Татьяна Сергеевна        ведущий менеджер по продажам  
промышленного оборудования

**АО «НПФ «НевИнтерМаш»**

Тел.: (812) 677-07-71

Максименко Иван Алексеевич            зам. главного конструктора по новой технике

Мозолев Олег Игоревич                      зам. главного конструктора

**АО «Промышленная Компания «Теплообменные Технологии»**

Тел.: (35130) 4-51-15, 4-51-44, 4-07-72

Смирнов Владимир Владимирович        технический директор

Шагин Алексей Васильевич                зам. коммерческого директора

Форсов Андрей Анатольевич              руководитель коммерческих проектов

**АО «ПТПА»**

Тел.: (8412) 47-01-47

Фомина Евгения Игоревна                директор департамента переработки,  
химии и СПГ

Фриновский Антон Александрович        зам. директора департамента переработки,  
химии и СПГ

**АО «С.П.Р.»**

Тел.: (495) 231-77-71

Богунов Сергей Дмитриевич              руководитель направления

Солодовник Денис Александрович        руководитель направления

Куликов Александр Степанович        менеджер

**АО «Теккноу»**

Тел.: (812) 324-56-27

Севастьянов Владимир Владимирович	руководитель учебного центра
Лебецкий Никита Александрович	ведущий специалист оборудования неразрушающего контроля (НК)

**АО «ТРЭМ Инжиниринг»**

Тел.: (495) 780-76-76

Шапов Михаил Михайлович	инженер
Барышников Алексей Викторович	инженер
Скорынин Алексей Анатольевич	инженер

**АО «ЦТК-ЕВРО»**

Тел.: (495) 640-28-64

Симагин Денис Сергеевич	директор по развитию
-------------------------	----------------------

**АО «НПО «Спецхимагрегат»**

Тел.: (473) 233-11-52

Семенов Олег Владимирович	директор
Емельяненко Владимир Валерьевич	зам. директора
Григорьев Сергей Васильевич	главный конструктор

**АО «НПО «УНИХИМТЕК»**

Тел.: (495) 580-38-98

Бабыкин Константин Леонидович	коммерческий директор
Малахо Артём Петрович	технический директор
Тенсин Денис Иванович	зам. коммерческого директора
Пешехонов Александр Леонидович	ведущий менеджер
Гегер Екатерина Владимировна	менеджер по продажам

**АО «НПХ «ВМП»**

Тел.: (343) 267-91-82

Песков Павел Александрович	директор нефтегазовой дирекции
Горбунов Михаил Владимирович	руководитель направления «Нефтехимия»

**АО «ПО «Компрессормаш»**

Тел.: (8412) 20-44-75, 20-40-41

Щетинин Олег Георгиевич	зам. генерального директора
Михайлов Дмитрий Владимирович	старший менеджер по продажам
Горбачева Екатерина Васильевна	офис-менеджер

**АО «ПО «СТРОНГ»**

Тел.: (812) 640-63-93

Попова Галина Сергеевна	руководитель отдела нефтеперерабатывающего оборудования
Лучкин Андрей Сергеевич	руководитель отдела нестандартного оборудования
Данелян Татьяна Юрьевна	ведущий менеджер по продажам

**ЗАО «Анод»**

Тел.: (831) 233-77-01

Чулков Павел Николаевич	зам. генерального директора
Ягольник Юрий Николаевич	руководитель проектов, руководитель группы

**ООО «НПЦ «АНОД»**

Тел.: (831) 273-01-77

Кулдышев Александр Константинович	главный конструктор
-----------------------------------	---------------------

**ЗАО «ПКТБА»**

Тел.: (8412) 20-02-01, 95-75-07

Воронков Сергей Дмитриевич	главный менеджер департамента продаж
Пчелинцев Евгений Васильевич	главный менеджер департамента продаж
Басов Андрей Алексеевич	менеджер департамента продаж
Соловьев Сергей Владимирович	менеджер департамента продаж

**Институт нефтегазовых технологических инициатив (ИНТИ)**

Анищенко Алексей Григорьевич	руководитель направления
Сопкин Данил Евгеньевич	руководитель направления

**ИП «Промпоставка»**

Тел.: (707) 039-17-72

Титченко Александр Михайлович директор

**Компания ЭТМ**

Тел.: (800) 775-17-71

Вахитов Тимур Айратович начальник товарного отдела подшипники, смазки и тех. жидкости

Наумов Александр Александрович руководитель отдела продаж

Захаров Кирилл Иванович управляющий каналом продаж

Самсонова Евгения Сергеевна продакт-менеджер отдела подшипники, смазки и тех. жидкости

**ОАО «Волгограднефтемаш»**

Тел.: (8442) 40-72-55, 40-72-09, 40-72-20

Дулевский Сергей Александрович главный конструктор

Шелестов Денис Сергеевич зам. главного конструктора по насосному оборудованию

Кокин Александр Андреевич руководитель отдела продаж по насосному оборудованию

Каледин Иван Александрович начальник отдела продаж

Перепелицина Мария Владимировна ведущий специалист отдела маркетинга

Маркеева Ольга Владимировна специалист отдела продаж по насосному оборудованию

**ООО «Автоматизация Систем»**

Тел.: (495) 775-04-80

Шванд Руслан Александрович директор

**ООО «АГЛОМЕРАТ»**

Тел.: (495) 968-28-46

Рагулин Евгений Александрович зам. генерального директора

Минаев Дмитрий Вадимович руководитель проектов

**000 «Автоматика-сервис»**

Тел.: (812) 493-21-62

Астахов Максим Сергеевич	директор дирекции управления жизненным циклом активов
Письменный Владимир Сергеевич	директор департамента систем управления надежностью
Беляев Александр Николаевич	главный специалист управления систем надежности

**000 «АМС групп»**

Тел.: (495) 748-08-89

Митюшкин Алексей Дмитриевич	директор департамента «Промышленность»
-----------------------------	---

**000 "АНОД-ЦЕНТР"**

Тел.: (495) 995-35-05

Маковой Владимир Степанович	директор
Овчинников Александр Владимирович	технический директор

**000 «АНП Сервис»**

Тел.: (495) 627-57-27

Генералов Кирилл Сергеевич	генеральный директор
Карманов Денис Владимирович	руководитель направления

**000 «Арматурный Завод»**

Тел.: (987) 139-99-99

Работягов Дмитрий Анатольевич	директор по качеству
Сафина Айгуль Ямгинуровна	руководитель отдела продаж

**000 «Балтех»**

Тел.: (812) 335-00-85

Лисицкий Максим Владимирович	генеральный директор
Быков Сергей Владимирович	руководитель ОМиС
Калинкин Михаил Юрьевич	ведущий специалист ОМиС

**ООО «БОРНЕФТЕПРОМ»**

Тел.: (981) 718-90-43

Сирооченко Максим Юрьевич	зам. директора
Сирооченко Екатерина Владимировна	руководитель проектов

**ООО «ВАРК»**

Тел.: (347) 226-00-00

Халиков Денис Ильдусович	директор департамента по работе с ПАО «Лукойл»
Зигануров Рустам Мухтарович	директор департамента по работе с перспективными направлениями
Кливленок Марина Александровна	ведущий специалист

**ООО «Вектор-СМ»**

Тел.: (913) 970-49-59

Тришкин Александр Олегович	зам. генерального директора
----------------------------	-----------------------------

**ООО «ВекФорт»**

Тел.: (495) 150-19-00

Павлов Евгений Игоревич	генеральный директор
Соломенцев Евгений Михайлович	руководитель спецпроектов

**ООО «ГАСКЕТ СЕРВИС»**

Тел.: (904) 424-71-04

Сафонов Евгений Валериевич	генеральный директор
Мокеев Игорь Александрович	коммерческий директор

**ООО «Гематэк Флоу Технолоджиз»**

Тел.: (927) 000-19-19

Макаров Владимир Сергеевич	технический директор
Коновалова Екатерина Валерьевна	руководитель проектов
Подгурский Александр Анатольевич	руководитель отдела разработок продукта
Щукин Вячеслав Анатольевич	руководитель отдела продаж
Шалунов Алексей Павлович	ведущий инженер по разработке насосного оборудования

**ООО «Гермет Логистика»**

Тел.: (347) 286-12-61

Черечон Алексей Алексеевич	директор по развитию
Черечон Анастасия Алексеевна	исполнительный директор

**ООО «ГК «ИНТРАТУЛ»**

Тел.: (812) 313-50-92

Крайнов Андрей Владимирович	руководитель департамента ремонтной инфраструктуры
Ляпинский Антон Алексеевич	зам. руководителя департамента ремонтной инфраструктуры
Моторный Владимир Владимирович	руководитель направления
Швайбович Людмила Александровна	директор филиала в г. Тюмень

**ООО «ГК «ИНТРАТУЛ» Департамент развития ремонтных  
и производственных активов**

Шевченко Алексей Анатольевич	директор по развитию
------------------------------	----------------------

**ООО «ГЦЭ – Север»**

Тел.: (812) 334-59-81

Черенковский Денис Борисович	региональный директор
------------------------------	-----------------------

**ООО «ДИНАМИКА ПОТОКА»**

Тел.: (499) 130-19-33

Игнатъев Дмитрий Валерьевич	менеджер по продажам
-----------------------------	----------------------

**ООО «ДКР»**

Тел.: (495) 150-14-72

Горбачёв Олег Владимирович	генеральный директор
Андреев Роман Олегович	начальник службы продаж
Нестеров Александр Сергеевич	менеджер по продажам

**ООО «Завод Турбинных Запчастей»**

Тел.: (812) 409-99-90

Прозоров Денис Александрович	генеральный директор
Новиков Виктор Иванович	технический директор

**ООО «Завод ВДМ «Пигмент»**

Тел.: (812) 703-40-61

Сивцов Николай Евгеньевич	коммерческий директор
Хомутова Светлана Константиновна	директор по развитию
Додон Евгений Викторович	ведущий специалист

**ООО «ЗНИГО»**

Тел.: (47354) 6-81-72

Кот Андрей Иванович	зам. генерального директора
Масликов Александр Андреевич	инженер отдела маркетинга

**ООО «ИК «Теплопроект»**

Тел.: (962) 515-43-32

Салин Евгений Николаевич	руководитель департамента продаж
Размярчик Сергей Геннадьевич	менеджер по продажам

**ООО «Индустрия-Сервис»**

Тел.: (347) 246-10-29

Хабибуллин Линар Айратович	директор
Краев Константин Александрович	технический директор
Тимофеева Елена Николаевна	менеджер по продажам

**ООО «Инициатива»**

Тел.: (8412) 50-56-06, 50-59-09, 50-57-07

Ткаченко Игорь Вячеславович	генеральный директор
Чумаков Артур Игоревич	директор по продажам
Скидан Александр Валерьевич	зам. директора по продажам
Безруков Дмитрий Александрович	менеджер по работе
Горячева Юлия Викторовна	менеджер по работе с ключевыми заказчиками

**ООО «Илотехника»**

Тел.: (495) 956-06-06, 739-51-15

Юргин Олег Борисович	генеральный директор
Малькова Татьяна Геннадьевна	глава представительства «НОВОТЕКС»
Халфин Марат Рафаилович	региональный представитель

**ООО «ИТР»**

Тел.: (812) 407-12-84

Логинов Владимир Владимирович	директор по развитию бизнеса
Пескишев Евгений Викторович	коммерческий директор
Новиков Илья Владимирович	руководитель отдела продаж

**ООО «К.Т.Р. ИНЖИНИРИНГ»**

Тел.: (342) 206-98-08

Королёв Денис Иванович	начальник коммерческой службы
------------------------	-------------------------------

**ООО «Кастолин»**

Тел.: (495) 212-13-51

Тасиц Евгений Игоревич	руководитель отдела технологии покрытий
Замятин Максим Михайлович	ст. специалист по развитию сервисных и производственных услуг

**ООО «Кельвион Машимпэкс»**

Тел.: (495) 234-95-03

Байнова Алена Александровна	руководитель обособленного подразделения г. Екатеринбург
Клыков Павел Николаевич	руководитель проекта направления «Нефтехимия»
Соколов Антон Владиславович	ст. менеджер по продажам направления «Нефтехимия»

**ООО «Кlover Групп» (Ctrl2GO Solutions)**

Тел.: (499) 136-76-00

Рыбаков Андрей Константинович	директор по развитию программных продуктов Ctrl2GO Solutions
Ушаков Александр Юрьевич	специалист по развитию бизнеса и поддержке продаж из Группы пресейла в Ctrl2GO
Харчев Максим Сергеевич	менеджер по работе с ключевыми клиентами в Группе продаж и развития клиентов в Ctrl2GO

**ООО «Константа-2»**

Тел.: (8442) 97-26-40

Зерщиков Данила Константинович зам. директора по развитию

**ООО «КТС»**

Тел.: (495) 988-91-25

Манаенков Константин Юрьевич генеральный директор

Бычков Вадим Андреевич слесарь МСР

**ООО «КСК-Сервис»**

Тел.: (3812) 71-01-17

Дударенко Александр Павлович директор

Дударенко Денис Александрович главный инженер

**ГК «ЛЕСАВИК»**

Тел.: (800) 551-62-73

Быстранов Александр Юрьевич президент

**ООО «ЛЕСАВИК»**

Тел.: (800) 551-62-73

Бобков Даниил Валерьевич руководитель отдела маркетинга

Завылов Дмитрий Михайлович руководитель отдела продаж

Цветков Пётр Иванович руководитель промышленных проектов

Федотов Евгений Викторович менеджер по работе с ключевыми клиентами

**ООО «МЕТМАШЭКСПОРТ»**

Тел.: (986) 888-00-00

Сидоренко Сергей Анатольевич генеральный директор

Соклаков Владимир Дмитриевич технический директор

Сидоренко Владимир Сергеевич управляющий проектами

**ООО «МЕТПРОМГРУПП»**

Тел.: (495) 363-24-73

Хохлов Дмитрий Сергеевич коммерческий директор

**ООО «МОТОВЭЛВ»**

Тел.: (499) 682-72-49

Мухамбетов Булат Есболатович	коммерческий директор
Саржан Александр Валерьевич	руководитель проектов
Черкашин Иван Дмитриевич	руководитель отдела продаж

**ООО «Навитэс»**

Тел.: (495) 775-02-27

Велес Дмитрий Игоревич	начальник отдела развития
Жарков Александр Николаевич	руководитель проектов промышленного направления
Шипилов Андрей Александрович	руководитель проектов

**ООО «НЕКСАН РУС»**

Тел.: (495) 937-46-86

Аллахвердов Николай Михайлович	генеральный директор
Деянов Ильдар Ибрагимович	коммерческий директор
Коньшин Юрий Геннадьевич	главный инженер

**ООО «Нижегородский Завод Теплообменного Оборудования»**

Тел.: (962) 515-43-32

Рюмин Евгений Анатольевич	зам. генерального директора по коммерческим вопросам
---------------------------	---

**ООО «НИКС»**

Тел.: (495) 740-37-59

Емельянов Евгений Андреевич	коммерческий директор
Емельянова Анна Юрьевна	руководитель отдела продаж
Зубова Наталия Петровна	руководитель проектов
Комисова Иоланта Мирославовна	руководитель проектов

**ООО «НК «КРОН»**

Тел.: (499) 371-03-10

Трошин Алексей Андреевич	директор по развитию
Бударин Иван	руководитель проектов
Менагаришвили Никита	руководитель отдела поддержки продаж

**ООО «НОВОНЕФТЕХИМ»**

Тел.: (383) 383-24-24

Лещинский Иван Сергеевич	директор
Чужченко Дмитрий Андреевич	главный менеджер проектов

**ООО «НТЭ»**

Тел.: (495) 055-11-26

Мальчиков Юрий Николаевич	зам. генерального директора
Довгаль Иван Михайлович	маркетолог по газовым проектам
Шуструйский Артур Всеволодович	начальник отдела маркетинга

**ООО «ПАТРИОТ»**

Тел.: (964) 710-64-81

Тихон Алексей Александрович	руководитель проектов
-----------------------------	-----------------------

**ООО «ПГИ»**

Тел.: (351) 220-83-03

Теплоухов Тимофей Александрович	менеджер по продажам
---------------------------------	----------------------

**ООО «Первый инженер»**

Тел.: (495) 643-18-78

Гуляев Вадим Геннадьевич	генеральный директор
--------------------------	----------------------

**ООО «ПЕРИ»**

Тел.: (495) 642-81-13

Земзюлин Максим Александрович	коммерческий директор отдела «Промышленность»
-------------------------------	--

**ООО «ПИК «ДИАД»**

Тел.: (495) 226-06-50

Фирсов Артем Анатольевич	генеральный директор
Брехов Александр Владимирович	менеджер отдела продаж

**ООО «ПНПК»**

Тел.: (342) 206-58-18

Генералов Дмитрий Александрович	зам. генерального директора по маркетингу
Санников Виталий Николаевич	технический директор

**ООО «ПОЛАТИ»**

Тел.: (499) 647-88-66

Власов Александр Викторович	главный менеджер коммерческих проектов
Насретдинов Раис Зиннурович	главный менеджер коммерческих проектов
Суруджиев Александр Михайлович	главный менеджер коммерческих проектов

**ООО «Поток Сервис»**

Тел.: (977) 497-09-64

Иванов Максим Борисович	генеральный директор
Миреева Анна Николаева	исполнительный директор
Смирнов Александр Владимирович	исполнительный директор

**ООО «ППР»**

Тел.: (915) 195-35-48

Кисиль Владислав Анатольевич	генеральный директор
Черняк Дмитрий Алиевич	технический директор

**ООО «ПромИнком»**

Тел.: (846) 248-03-36

Сипайлов Андрей Владимирович	зам. генерального директора
Гудков Михаил Владимирович	коммерческий директор
Сержантов Дмитрий Владимирович	руководитель отдела продаж

**ООО «ПромИнжСтрой»**

Тел.: (495) 778-30-48

Глаголев Александр Владимирович	управляющий
Шилов Николай Ильич	ведущий специалист

**ООО «ПромХимТех»**

Тел.: (800) 250-01-54

Полунин Владимир Михайлович	директор
Низамов Рустам Ирсальевич	коммерческий директор
Голиков Константин Павлович	региональный менеджер продаж

**ООО «Промышленные решения и сервис»**

Тел.: (495) 902-70-12

Коробов Сергей Александрович	ведущий специалист
Пахтусов Александр Валерьевич	ведущий специалист
Петрова Ирина Андреевна	ведущий специалист

**ООО «Профессиональные сервисные решения»**

Митин Сергей Владимирович	технический директор
Шелудченков Павел Владимирович	директор по развитию

**ООО «ПСК «ПетербургНефтеСтрой»**

Тел.: (812) 560-95-00

Тишкина Ольга Борисовна	генеральный директор
-------------------------	----------------------

**ООО «РЕД БИЛД»**

Тел.: (965) 241-04-26

Лежнев Игорь Игоревич	зам. генерального директора
Розенко Юлия Владимировна	руководитель проекта
Степанова Екатерина Валерьевна	руководитель проекта

**ООО «Ридан Трейд»**

Тел.: (495) 792-57-57

Уточкин Евгений Владимирович	руководитель направления «Нефтегазовая и атомная промышленность»
Киселев Денис Александрович	руководитель группы расчетов
Виноградов Егор Дмитриевич	менеджер по работе с ключевыми клиентами

**ООО «РК «Росконтракт»**

Тел.: (800) 770-05-71

Мунтян Александр Вадимович	руководитель отдела продаж
Ноговицын Алексей Афанасьевич	менеджер по продажам

**ООО «РСГ»**

Тел.: (343) 363-03-05

Чиканцев Станислав Сергеевич	руководитель отраслевого направления
------------------------------	--------------------------------------

**ООО «РМП»**

Тел.: (800) 770-05-71, (495) 781-93-32

Ермаков Николай Леонидович	коммерческий директор
Беджанян Давид Имранович	технический представитель
Горин Николай Алексеевич	руководитель технического отдела
Круглов Василий Александрович	ведущий специалист

**ООО «РТГ»**

Тел.: (910) 360-82-82

Балабанов Александр Сергеевич	технический директор
Ковалев Владимир Викторович	коммерческий директор
Пономарев Филипп Юрьевич	начальник производства РТИ
Дашин Михаил Николаевич	специалист по продажам

**ООО «РусГазКрио»**

Тел.: (495) 165-77-94

Нефедов Сергей Иванович	руководитель проекта
Ковалев Михаил Юрьевич	ведущий менеджер по продажам

**ООО «Сафротех»**

Тел.: (812) 218-88-88

Сафронов Роман Анатольевич	коммерческий директор
Вострилов Иван Алексеевич	технический директор
Аппазов Тимур Юсупович	руководитель отдела продаж
Бруданова Кристина Сергеевна	руководитель отдела PR и маркетинга
Сыса Юлия Сергеевна	менеджер отдела продаж

**ООО «Сервисная Компания «ИНТРА»**

Тел.: (812) 740-87-87

Гусева Евгения Вячеславовна	менеджер по продажам
Любимцев Илья Александрович	менеджер по продажам
Юрьева Ксения Михайловна	менеджер по продажам

**ООО «Сахалинский Высотный Сервис»**

Тел.: (4242) 26-44-99

Волосович Данил Александрович	директор
Коновалов Евгений Валерьевич	зам. директора

**ООО «Силур»**

Тел.: (342) 270-05-99

Бурчиков Игорь Петрович	коммерческий директор
Бахарев Николай Николаевич	зам. коммерческого директора
Исаев Александр Олегович	зам. генерального директора по внедрению и сопровождению продукции
Подкина Наталья Сергеевна	начальник испытательного участка отдела технического сервиса

**ООО «СИНОСИЛ»**

Тел.: (495) 220-00-84

Плутахин Дмитрий Иванович	генеральный директор
Новиков Александр Игоревич	технический директор
Jianrong Liu Melon	
Мойсов Александр Леонидович	инженер
Усаченко Константин Юрьевич	региональный представитель
Чуруткин Роман Евгеньевич	региональный представитель

**ООО «СмартПромТехнологии»**

Тел.: (921) 409-92-70

Плаксий Наталья Александровна	руководитель проекта
-------------------------------	----------------------

**ООО «С-Матик»**

Тел.: (910) 874-07-55

Шутов Илья Юрьевич	генеральный директор
--------------------	----------------------

**ООО «СЭТЗ»**

Тел.: (383) 362-28-90

Майков Максим Викторович	зам. генерального директора
--------------------------	-----------------------------

**ООО «Спецдеталь»**

Тел.: (999) 759-10-00

Минебаев Ильнар Расимович	главный эксперт по динамическому оборудованию и импортозамещению
Мусин Ильназ Фаритович	руководитель офиса продаж

**ООО «СПЛИТЕКС»**

Тел.: (926) 230-63-52

Новиков Александр Анатольевич	руководитель направления сервиса колонного оборудования
Чиков Андрей Николаевич	координатор проектов по монтажу оборудования

**ООО «СТИМ»**

Тел.: (903) 668-08-64

Потылицын Максим Николаевич	директор
Кабаев Алексей Васильевич	директор по продажам

**ООО «Стратегия НК»**

Тел.: (343) 287-55-66

Кузьмин Алексей Николаевич	генеральный директор
Дудолодав Андрей Геннадьевич	коммерческий директор
Шагалова Ксения Андреевна	директор по развитию бизнеса

**ООО «ТД «Компрессормашремсервис»**

Тел.: (843) 590-62-16

Назмудинов Зуфар Адгамович	зам. директора по коммерческим вопросам
Пузаков Андрей Владимирович	зам. директора по техническим вопросам

**ООО «ТД «НовомосковскГазДеталь»**

Тел.: (48762) 6-78-78

Воронцов Владимир Александрович	генеральный директор
---------------------------------	----------------------

**ООО «Тегира»**

Тел.: (800) 333-13-16

Терентьев Андрей Сергеевич	руководитель направления продаж гидравлического направления
----------------------------	---

**ООО «ТеплоПромГрупп Проф»**

Тел.: (383) 362-00-64

Бабичев Антон Леонидович	региональный представитель
Салихов Ильдар Загирович	региональный представитель
Беляцкая Юлия Георгиевна	сервис-менеджер

**ООО «Технологические Элементы»**

Тел.: (846) 207-49-25

Андоскин Алексей Андреевич	коммерческий директор
Калмыков Сергей Иванович	менеджер по продажам

**ООО «ТЕХНОСНАБ»**

Тел.: (903) 588-59-99

Шарутин Андрей Юрьевич	генеральный директор
Щипило Андрей Александрович	руководитель отдела продаж

**ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ»**

Тел.: (8442) 23-10-04

Киктев Владислав Евгеньевич	главный инженер проектов ЦФО и СНГ
Цвилий Дмитрий Михайлович	главный инженер проектов по ПФО и УФО

**ООО «Тобол»**

Тел.: (495) 568-11-01

Ляврик Вячеслав Владимирович	генеральный директор
Криворотов Илья Александрович	директор департамента газокompрессорных и специальных технологий
Алексашин Павел Викторович	руководитель отдела продаж департамента сепарационных технологий
Панков Алексей Владимирович	менеджер по развитию бизнеса департамента газокompрессорных и специальных технологий

**ООО «ТРИМИКС»**

Тел.: (917) 250-03-62

Волков Андрей Валерьевич	коммерческий директор
Пичкасов Илья Михайлович	ведущий инженер-технолог

**ООО «Униор Профешнл Тулз»**

Тел.: (812) 449-83-50

Петров Дмитрий Александрович	зам. коммерческого директора
Алексеев Андрей Владимирович	руководитель направления продаж гидравлического направления

**ООО «ФЛЮИТЕН»**

Тел.: (495) 008-86-15

Березин Сергей Викторович	генеральный директор
Петрушенко Андрей Григорьевич	зам. генерального директора
Иванов Глеб Владимирович	руководитель технического отдела

**ООО «Химагрегат-Паблисити»**

Тел.: (499) 730-03-03

Толстенко Ирина Евгеньевна	главный редактор
Резникова Екатерина Игоревна	PR-менеджер

**ООО «Центр Цифра»**

Тел.: (800) 600-49-33

Беньяминова Людмила Евгеньевна	директор
Колодеев Александр Александрович	исполнительный директор
Пестряков Андрей Александрович	руководитель проектов

**ООО «Челябинский компрессорный завод»**

Тел.: (351) 216-50-50

Резанцев Михаил Сергеевич	руководитель департамента газового оборудования
---------------------------	---

**ООО «ЭйПиАй-Технолджи»**

Тел.: (920) 777-33-48

Лактохин Игорь Александрович	технический директор
Тарасов Александр Сергеевич	коммерческий директор
Максимов Владимир Дмитриевич	руководитель проектов
Хачатурян Вильям Генрихович	руководитель отдела

**ООО «Эл Эйч Инжиниринг»**

Тел.: (985) 765-73-20

Моисеев Роман Вячеславович	генеральный директор
Мальков Александр Алексеевич	коммерческий директор
Маховиков Денис Валерьевич	технический директор
Голик Илья Евгеньевич	руководитель отдела продаж
Солдатов Игорь Александрович	руководитель отдела по работе с клиентами
Миροнова Татьяна Владимировна	менеджер по продажам
Савельев Виталий Павлович	менеджер по продажам

**ООО «ГК «Интерпромо»**

Тел.: (863) 310-02-80

Варламов Александр Андреевич	генеральный директор
------------------------------	----------------------

**ООО «ЗСЛ «СОЮЗ»**

Тел.: (800) 234-99-00

Кузьмин Александр Сергеевич	руководитель проектов (г. Москва)
Минеахметов Станислав Владиславович	руководитель отдела продаж
Потехин Дмитрий Владимирович	руководитель проектов
Строколист Надежда Ивановна	руководитель отдела продаж
Денисова Елена Андреевна	

**ООО «НПФ «ЭНТЕХМАШ»**

Тел.: (812) 655-77-11

Аксенов Алексей Александрович	специалист по компрессорным машинам
Данилишин Алексей Михайлович	специалист по компрессорным машинам

**ООО «ПК «Флагман»**

Тел.: (499) 558-49-42

Рожнов Михаил Владимирович	руководитель проектов
----------------------------	-----------------------

**ООО «Торговый Дом «Тулаэлектропривод»**

Тел.: (4872) 72-45-11

Джалилов Сергей Евгеньевич	исполнительный директор
----------------------------	-------------------------

**ООО «ТПК «Полидэк»**

Тел.: (351) 220-83-03

Фатеев Александр Викторович      главный инженер

**ООО «ТПП «Титан»**

Тел.: (3812) 39-74-74

Каргапольцев Сергей Владимирович      технический директор

Марчук Данил Васильевич      менеджер по продажам

**ООО «Завод Блочных Конструкций и Технологий»**

Тел.: (977) 810-28-80

Пилипака Анатолий Борисович      генеральный директор

Стаценко Борис Васильевич      руководитель отдела

**ТОО «Brucke Energy»**

Тел.: (701) 952-52-00

Сергеев Константин Николаевич      директор

**ТОО «Тотал Сервис»**

Тел.: (777) 222-77-87

Тлепбергенов Марат Жумабаевич      директор

**Университет ИТМО**

Тел.: (812) 715-41-64

Кожухов Юрий Владимирович      руководитель научной группы

Карташов Сергей Владимирович      зам. руководителя научной группы

**Издание «Газовая промышленность»**

Тел.: (903) 002-47-67

Логунова Камилла Германовна      руководитель проектов

Никора Карина Борисовна      директор по развитию

**Издательство «Надежная книга»**

Зырянов Константин Александрович

## СОДЕРЖАНИЕ

### **И.А. Бабенко**

Приветственное слово..... 32

### **А.Р. Шахназаров**

О состоянии нефтеперерабатывающей отрасли..... 35

## Доклады участников совещания

### **Д.И. Беджанян**

Квалифицированный персонал – ценный актив! ..... 41

### **Д.А. Чужченко**

Импортозамещение оборудования и повышение энергоэффективности нефтеперерабатывающих заводов на примере референций и технологий «Новонефтехим»..... 45

### **А.А. Трошин, И. Бударин**

Технологический суверенитет в части оборудования и материалов: проблемы и достижения ..... 56

### **А.В. Глаголев**

Лазерное сканирование как инструмент сбора данных об объекте реконструкции и эксплуатации. BIM-модель как среда общих данных для проектирования и реконструкции..... 62

### **С.В. Быков**

Решение проблем, связанных с подготовкой квалифицированных специалистов в области ТОиР промышленного оборудования нефтегазовой отрасли..... 71

### **А.К. Кулдышев**

Опыт по импортозамещению ООО «НПЦ «Анод» ..... 86

### **А.Н. Любимов, Р.А. Штаничев, А.Г. Лахман, А.А. Аксенов**

Модернизация центробежных компрессоров попутного нефтяного газа на газоперерабатывающих комплексах ..... 91

**А.А. Пестряков**

Опыт применения методики радиографического коррозионного мониторинга, контроля сварных соединений и тела трубы с теплоизоляционным покрытием ..... 95

**Н.С. Подкина**

Герметизация. А что будет завтра? ..... 99

**В.М. Ряполов**

Успешный опыт импортозамещения электронасосных агрегатов на примере герметичных насосов с экранированным двигателем производства АО «Гидрогаз» ..... 103

**А.Н. Кузьмин**

Комплексное техническое диагностирование оборудования НПЗ, подверженного высоким рискам внезапного разрушения..... 112

**А.Г. Петрушенко**

Компетенции в торцовых уплотнениях как фактор надежности ..... 122

**И.А. Криворотов**

GEA, Alfa Laval и Atlas Copco ушли. А кто стал достойной заменой?..... 125

**Д.М. Цвилий**

Современные отечественные электрические установки, машины и инструмент для развальцовки и торцевания труб в теплообменных аппаратах. Национальные стандарты, обучение заказчиков ..... 128

**В.Е. Киктев**

Гидравлические безупорные системы для симметричной тарированной затяжки резьбовых соединений. Нормативно-технические документы и обучение операторов ..... 141

**А.Ю. Ушаков**

Предиктивная аналитика оборудования нефтеперерабатывающих заводов..... 152

**А.Л. Бабичев, И.З. Салихов, Ю. Беляцкая**

Быстросъемная теплоизоляция FOR PRO ..... 156

**И.И. Деянов**

Теплообменники НЕКСАН – лучшее решение для нефтегазовой отрасли ..... 161

**Д.Ю. Титов**

Практический опыт реализации перемещения негабаритного оборудования по территории действующего предприятия..... 168

**В.М. Полунин**

Замена импортных насосов «размер в размер» в рамках реализации политики импортозамещения ..... 173

**Н.А. Плаксий**

Преимущества комплексного применения герметизирующих люков смотровых отверстий ..... 177

**Е.И. Фомина**

Опыт импортозамещения трубопроводной арматуры на установках замедленного коксования..... 182

**Jianrong Liu Melon**

Применение сухих газовых уплотнений в углеводородной промышленности ..... 189

**Е.И. Тасиц**

Технологии ремонта и повышения надежности оборудования. Материалы, технологии, примеры успешного применения ..... 191

**И.М. Довгаль**

Повышение надежности работы электронасосного оборудования: эффективность оснащения агрегатов контрольно-измерительными приборами и автоматикой ..... 198

**И.В. Новиков**

Решение задач импортозамещения динамического оборудования с помощью технологий обратного инжиниринга ..... 202

**А.А. Подгурский**

Замещение европейского и американского насосного оборудования качественными аналогами ..... 208

**Д.И. Велес**

Разработка программы и методики испытаний по контролю качества изделий из пеностекла НЕОПОРМ® для конструкции тепловой изоляции днищ изотермических резервуаров.....217

**С.А. Стерелюхин, О.А. Кобец**

Локализация и реинжиниринг насосного оборудования.  
Опыт в Китае и возможности его применения в России .....221

**А.В. Терентьев**

Повышение надежности клапанов поршневых компрессоров установок каталитического риформинга.....226

**Л.С. Щелкунов**

Технологический суверенитет страны – основа разработки нормативных документов .....231

**А.А. Масликов**

Завод нефтяного и газового оборудования – производство и поставка оборудования для различных отраслей промышленности .....238

**И.А. Максименко**

Опыт достижения технологического суверенитета на примере модернизации компрессора жирного газа установки каталитического крекинга .....244

**Список участников совещания .....247**