



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 ПРОВЕДЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ  
ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ ПО ВВОДУ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ  
ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ОБОРУДОВАНИЯ, УЗЛОВ,  
СООРУЖЕНИЙ И ОБЪЕКТОВ В ЦЕЛОМ  
В СУЩЕСТВУЮЩИХ УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ ОГРАНИЧЕНИЙ.  
ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ.**

**СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ И ПРОИЗВОДСТВ  
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ.**

**КАДРЫ И КОМПЕТЕНЦИИ.  
ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ СОБСТВЕННЫМИ СИЛАМИ**

Москва  
2024 г.

Опыт проведения на предприятиях пусконаладочных работ по вводу в эксплуатацию отдельных видов оборудования, узлов, сооружений и объектов в целом в существующих условиях внешних ограничений. Проблемы и решения. Состояние и направления развития ремонтно-механических цехов и производств на предприятиях. Кадры и компетенции. Возможности для выполнения технического обслуживания оборудования собственными силами: Материалы совещания. — М.: ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей предприятий ТЭК», 2024. — 284 с.

Представлены избранные доклады участников совещания главных механиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и СНГ «Опыт проведения на предприятиях пусконаладочных работ по вводу в эксплуатацию отдельных видов оборудования, узлов, сооружений и объектов в целом в существующих условиях внешних ограничений. Проблемы и решения. Состояние и направления развития ремонтно-механических цехов и производств на предприятиях. Кадры и компетенции. Возможности для выполнения технического обслуживания оборудования собственными силами», прошедшего в период с 28 ноября по 1 декабря 2023 г.

Сборник подготовили:

*Составитель* Абдульвапова А.А.

*Редактор* Кудинова А.А.

*Дизайн и верстка* Легкая Е.А.

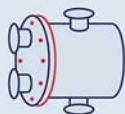
© Совет главных механиков нефтеперерабатывающих  
и нефтехимических предприятий России и стран СНГ, 2024

© ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей  
предприятий ТЭК», 2024

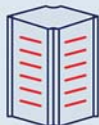
# ГРУППА КОМПАНИЙ HESS – ЭТО ЕДИНОЕ ОКНО ВОЗМОЖНОСТЕЙ.

HESS – HEAT EXCHANGER & SYSTEM SOLUTION

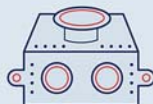
## КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ



К1 — кожухо-пластинчатый  
теплообменник



Импортозамещение/реинжиниринг  
пластинчатых теплообменников



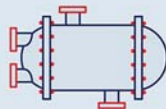
К4 — сварной пластинчатый  
теплообменник типа «Блок»



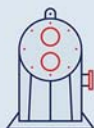
К5 — спиральный  
теплообменник



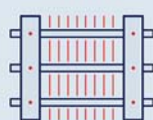
**HESS**



К3 — кожухотрубный  
теплообменник



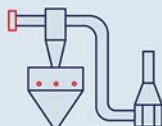
Теплообменники  
специального назначения



Разборный пластинчатый  
теплообменник



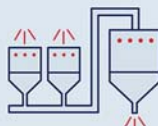
Тепловые пункты



Технологические установки



Метрологическое  
оборудование



Другое оборудование

Больше информации на нашем сайте: [www.hess.su](http://www.hess.su)  
Г. Москва, ул. Нагатинская 16. Тел.: +7(495)975-72-62

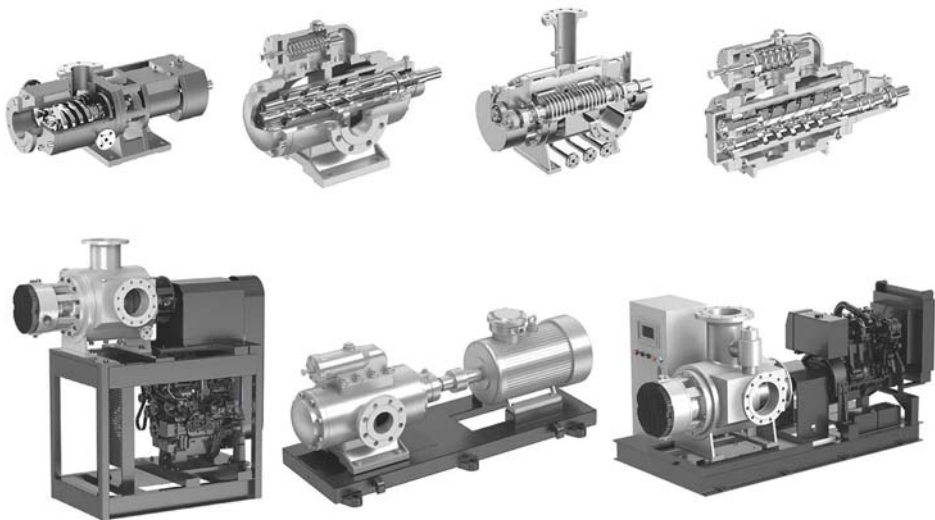
СДЕЛАНО В РОССИИ



Инжиниринговая компания ООО "ЭйПиАй-Технолджи" представляет самовсасывающие винтовые насосы и мультифазные системы производства Хуаньшаньской Насосной Компании ВИГОРОУС.

#### ПРЕДЛАГАЕМАЯ ПРОДУКЦИЯ:

- Самовсасывающие двухвинтовые насосы двойного всасывания W2N, W2M и W2H.
- Самовсасывающие двухвинтовые насосы 2G и W2G.
- Двухвинтовые мультифазные системы HWMPS и WMPS.
- Самовсасывающие трехвинтовые насосы SN и SM.
- Мобильные насосные установки с ДВС ICEP



**Перекачиваемые среды:** Тяжелая нефть, нефтяной шлам, сырая нефть, полиэфирная смола, нефтепродукты, мазуты, масла, вода, морская вода, масложировая продукция, клеи, лаки, пасты

**Преимущества:** Высокая эффективность, стабильная и плавная работа, простота обслуживания, низкий уровень шума и вибрации, компактные размеры, возможность применения среды с содержанием частиц

ООО "ЭйПиАй-Технолджи"

+7 499 322 21 28

[info@api-tech.ru](mailto:info@api-tech.ru)





## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ



Внутренние устройства  
реакторов



Внутренние устройства  
колонн и сепараторов



Внутренние устройства  
колонн синтеза аммиака



Фильтровальное  
оборудование



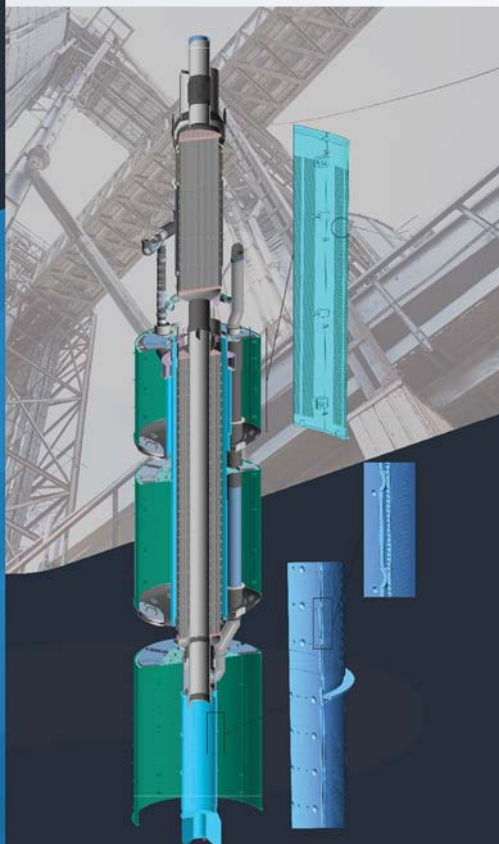
Резервуарное  
оборудование

# be STRONG

+7 (812) 640-63-93  
[info@zaostrong.ru](mailto:info@zaostrong.ru)

АО ПО «СТРОНГ» 195112, г. Санкт-Петербург,  
пр-т Малоохтинский, д. 36, лит. А

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВО, МОНТАЖ



АО ПО «СТРОНГ» более 20 лет развивается в сфере производства и поставки оборудования для предприятий нефтяной и химической отраслей промышленности. В рамках импортозамещения выполняет реконструкцию и модернизацию для всех типов оборудования.

Оказывает: проектные, производственные, шефмонтажные, пусконаладочные работы; гарантийное и постгарантийное обслуживание.

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





## ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР «КРОНШТАДТ»

Российский производитель запасных частей, изделий и принадлежностей для импортного нефтегазового и нефтегазохимического оборудования.

Используя технологии реверс-инжиниринга, мы исследуем импортное оборудование и производим необходимые детали.

Наши производственные мощности позволяют выпускать необходимые запасные части для импортного технологического оборудования, что способствует достижению технологического суверенитета страны и обеспечивает независимость нефтегазовых производств от внешнего рынка.

### НАШИ УСЛУГИ

- Производство необходимых ЗИП для импортного оборудования
- Реверс-инжиниринг деталей и разработка КД на основе Ваших образцов
- Модернизация исходных изделий путем внесения изменений и доработки продукции
- Организация отраслевых мероприятий по вопросам импортозамещения
- Развитие стартапов и новых технологий

тел.: 8(812)982-55-96  
email: info@ic-k.ru

## СОВЕЩАНИЕ ГЛАВНЫХ МЕХАНИКОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ



## И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ И СНГ

В период с 28 ноября по 1 декабря 2023 г. состоялось ежегодное совещание главных механиков со следующей повесткой дня: «Опыт проведения на предприятиях пусконаладочных работ по вводу в эксплуатацию отдельных видов оборудования, узлов, сооружений и объектов в целом в существующих условиях внешних ограничений. Проблемы и решения. Состояние и направления развития ремонтно-механических цехов и производств на предприятиях. Кадры и компетенции. Возможности для выполнения технического обслуживания оборудования собственными силами».

В совещании приняли участие главные механики и представители нефтеперерабатывающих, нефтехимических и газоперерабатывающих предприятий России, Республик Беларусь и Узбекистан, компаний ПАО НК «Роснефть», ПАО «Лукойл», ПАО «Газпром нефть», ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО «Татнефть», АО «ТАИФ-НК», ООО «Белнефтехим-РОС», АО «Узбекнефтегаз» и др.

Участники совещания почтили минутой молчания память Бориса Ильича Микерина, ушедшего из жизни 15 октября 2023 г., бывшего главного механика ВПО «Союзнефтеоргсинтез», посвятившего свою жизнь отечественной нефтепереработке, Почетного члена Совета главных механиков, принимавшего самое активное участие в организации Совета, его становлении и развитии, подготовке мероприятий и реализации принимаемых решений.



В своем выступлении председатель Совета главных механиков поблагодарил главного механика Бухарского НПЗ Х.У. Мирзажоннова за прекрасную организацию выездного заседания Совета в г. Бухара; сообщил о текущей работе Совета главных механиков за прошедший год и планах на будущее; проинформировал о принятых действиях и контактах, обращениях в государственные органы с целью нормативно-правового урегулирования вопроса о применении неоригинальных запчастей и узлов при эксплуатации и ремонте как импортного, так и отечественного оборудования, что предписано в инструкциях по эксплуатации фирм-изготовителей. Эта работа будет продолжена.

ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей предприятий ТЭК» проведено несколько обучающих семинаров для специалистов нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий (ИТР и рабочего персонала) по печному и насосно-компрессорному оборудованию на производственных площадках ООО «Алитер Акси» (г. Санкт-Петербург), АО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» (г. Казань) и ОАО «Волгограднефтемаш». Планируется разработка новых программ обучения.

Вниманию участников совещания был представлен доклад В.М. Капустина, заведующего кафедрой технологии переработки нефти РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, о состоянии российской нефтепереработки и возможностях глубокой переработки нефти в России в условиях санкций со стороны стран ЕС и США. Главные механики предприятий обменялись опытом и результатами





работы по направлениям, обозначенным в повестке дня совещания. Решаются вопросы импортозамещения узлов и деталей оборудования с перепроектированием, с привлечением отечественных предприятий-изготовителей. Остается востребованным параллельный импорт. Совершенствуется работа по сервисному обслуживанию оборудования, на предприятиях организуются сервисные подразделения, которые также занимаются импортозамещением. Приглашаются сервисные инженеры, ранее работавшие в иностранных фирмах. Компании предпринимают серьезные усилия по подготовке

квалифицированных кадров в собственных обучающих центрах, используют дистанционные методы обучения, различные тренинги и т.д. В выступлениях представителей фирм-производителей оборудования вниманию участников







совещания была представлена информация о новых разработках, произошедших изменениях и развитии производственных возможностей, совершенствовании выпускаемой продукции, расширении направлений сотрудничества с потребителями.

Традиционно мероприятие, привлечение к участию порядка 350 человек, из них 60 представителей механических служб, стало одним из самых значимых событий отрасли. Организатором совещания выступил коллектив ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей предприятий ТЭК» под руководством Н.А. Егоршевой.

В перерывах между сессиями активно работала выставка, где компании-экспоненты демонстрировали новое оборудование, запасные части, приборы, материалы и технологии, а также представляли спектр услуг по ремонту парка нефтегазового оборудования. Наши журналисты по традиции совершили тур по выставке и побеседовали с представителями некоторых компаний-экспонентов.

***Митюгло Алексей Михайлович,***  
***директор ООО «Предикта»:***

«ООО «Предикта» является OEM-разработчиком и производителем программно-аппаратного комплекса интеллектуального мониторинга и предиктивной аналитики состояния оборудования.

Система построена на беспроводных (IoT) технологиях. Наша система является практически полным аналогом решений западных технологических лидеров в этой области, таких как ABB, WEG, Emerson, Siemens, SKF и по некоторым параметрам и гибкости их превосходят. Прежде всего это касается более широкой линейки датчиков контроля и мониторинга, наличие как закрытой локальной (серверной) версии, так и «облачного» подключения, возможности выбрать беспроводной (IoT) протокол передачи данных (Nb-IoT, LoRaWAN, SUB 868MHz).

Разработки системы мониторинга и предиктивной аналитики стартовали в 2019 г. как продукт диверсификации в ПАО Межгосударственная Акционерная Корпорация «Вымпел» (МАК «Вымпел»),







входящей в структуру Концерна «Алмаз-Антей». В июне 2023 г. ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ПАО «ММК») выкупил исключительные права на эту технологию и команда проекта в полном составе перешла в ООО «Предикта» (группа ПАО «ММК»).

Наша команда не «сборная солянка», а годами сработанный коллектив — носитель лучших традиций школы системного программирования для оборонно-промышленного комплекса. Многолетний опыт участия коллектива в десятках масштабных проектах по заказам крупнейших НИИ и предприятий космической отрасли Российской Федерации по разработке средств и систем специального назначения позволил сформировать команду разработчиков, имеющих большие практические навыки в разработке сложнейших программно-аппаратных комплексов и программного обеспечения реального времени, а также создавать и постоянно совершенствовать технологию разработки. Сегодня компания уже имеет 15 свидетельств на программное обеспечение в области мониторинга и предиктивной аналитики состояния оборудования и продолжает развивать компетенции системы.

Разработки нашей компании позволяют максимально уйти от неэффективных и затратных планово-предупредительных ремонтов, предотвращать возникновение аварийных ситуаций, снизить зависимость в дефицитных кадрах обслуживающего персонала и в дорогостоящих запчастях, сделать работу ремонтных служб более эффективной. Переход на современные методы обслуживания оборудования с использованием цифровых датчиков, беспроводных технологий и предиктивной аналитики — это не только общемировой быстрорастущий тренд Индустрии 4.0. Задачи по такому переходу поставлены Правительством РФ и отражены в Распоряжение Правительства РФ 3113-р от 7 ноября 2023 г. в рамках обновленного стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающей промышленности, которое курирует Минпромторг России.»

***Жигжанов Роман Олегович,  
инженер-конструктор ООО «КомпрессорТех»:***

«Наложение санкционных ограничений и, как следствие, отток производителей оригинальных запасных частей, является серьезной проблемой для нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий. Эта проблема имеет множество негативных последствий, которые могут серьезно повлиять на эффективность производства и общую прибыльность компаний:

— увеличенные сроки поставки, невозможность обеспечения деталей в краткосрочной перспективе; эта проблема напрямую связана с нежеланием формирования аварийных запасов;

— отсутствие гарантийных обязательств, наводнение рынка различными торговыми домами не подкрепляющими свою деятельность производственными мощностями или прямым контактом с заводами-изготовителями, большое количество «фейковых» запасных частей;

— снижение качества, низкая квалификация или отсутствие квалификации в отрасли, применение несоответствующих требованиям аналогов, переход на запасные части с пониженным ресурсом (применение материалов с худшими свойствами).

Последнее влечет за собой ухудшение работы и повышение риска необходимости ремонта в краткосрочной перспективе.

Задача компаний, специализирующихся на поставке запасных частей для компрессоров, должна иметь глубокое понимание осо-



бенностей каждой конкретной поставляемой запасной части или оборудования для исключения подобных рисков. Все компании, которые работают в этом направлении, обладают собственным уникальным опытом в производстве аналогов различного качества и ресурсоемкости.

Общее впечатление от совещания — положительное. Выступления представителей некоторых организаций были затянутыми, много лишней и ненужной информации. Но в большинстве своем было интересно послушать выступления компаний, которые так же, как и мы работаем на рынке запасных частей и услышать о деятельности предприятий — заказчиков, со стороны их представителей. Настрой и заинтересованность участников понравился. Наша компания выступала с стендом, на котором были представлены образцы собственной продукции».

***Мальков Александр,***

***коммерческий директор ООО «Эл Эйч Инжиниринг» (ГК «HESS»):***

«Наша компания ООО «Эл Эйч Инжиниринг» (ГК «HESS») выступает в качестве спонсора совещания главных механиков вто-

рой год подряд. В связи с этим, хочу выразить свою искреннюю благодарность организаторам этого замечательного мероприятия в лице Игоря Александровича Бабенко, председателя Совета главных механиков! Ваш профессионализм, энергия и приверженность делу всегда вдохновляют нас. Также хочу поблагодарить каждого из участников данного мероприятия за вклад в развитие отрасли. Ваше стремление к новым знаниям, желание обмениваться опытом и сотрудничать всегда будут являться движущей силой нашей индустрии. Вспоминая слова известного изобретателя Томаса Эдисона: «Мыслите масштабно и не бойтесь рисковать», я призываю каждого из вас к активному участию в дискуссии и генерации новых идей. Только так мы сможем сделать нашу отрасль еще более успешной, а нашу работу — еще более продуктивной и значимой.

Если помните, я в прошлом интервью на совещании главных механиков говорил про реинжиниринг самого большого теплообменника РТ К4 1200. Уже в этом году мы изготовили целиком и полностью новый аппарат, который уже отгрузили, и заказчик запустил его в работу. Это самый большой в мире сварной пластинчатый теплообменный аппарат типа «БЛОК» (РТ К4 1200x4/4x500x40/40 — про этот проект можно подробнее почитать на сайте компании



NESS), размер пластин которого 1,2 м × 1,2 м, а давление гидроиспытаний 5,95 МПа, суммарный вес пустого аппарата составляет 53,5 т. Данный проект позволил нам встать в один ряд с тремя другими мировыми компаниями, которые изготавливают данные аппараты, но в России таких не делает никто, кроме нас.

Что касается новых вызовов, то мы законтрактовались на поставку в следующем году для компании «Газпром». Это проект для морских платформ на поставку сварных пластинчатых аппаратов типа «Блок» из титана — да, наши сварщики аттестованы по НАКС на сварку титана! Титан достаточно капризный материал, требует специализированного подхода к процессу сварки. Параллельно с этим мы проходим технический аудит данного оборудования и в скором времени получим сертификат Интергазсерт, что станет очередным показателем высокого качества и надежности выпускаемого нами оборудования, соответствующего требованиям одного из самых серьезных заказчиков в стране, поставщиком которого желают стать многие.

В завершение хочу пару слов сказать о развитии и наращивании наших производственных мощностей. Мы выросли в три раза как в площади цехов, так и по людям. Это позволяет закрывать все новые и новые потребности наших заказчиков. Также мы запустили в работу большой металлообрабатывающий центр, на котором мы самостоятельно уже изготавливаем силовые элементы (корпуса) теплообменников — это позволяет уменьшить сроки изготовления готовой продукции и значительно повысить конкурентный потенциал наших ценовых предложений.»

\* \* \*

Всего за дни работы совещания прозвучало порядка 50 докладов производителей оборудования и инжиниринговых услуг, которые завершались вопросами, дискуссиями и непосредственным общением профессионалов, продолжавшимися на стендах выставки и в фойе. В работе, в профессиональных дискуссиях и мероприятиях незаметно и стремительно пролетели насыщенные и яркие дни совещания, по итогам которого Совет главных механиков вынес постановление, принятое единогласно.

Победители конкурса на лучший доклад среди производителей:

1 место — АО «Инжиниринговый центр «Кронштадт»;

2 место — АО «ПТПА»;

3 место — ООО «Предикта».





Все участники отметили особую атмосферу, за что не раз выразили благодарность организаторам — коллективу ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей предприятий ТЭК» под руководством Натальи Александровны Егоршевой, отметив профессионализм и творческое отношение к делу, неизменно создающие отличные условия для работы и отдыха участников мероприятия. Отдельная благодарность Наталье Александровне за ее доброжелательность и внимание. Практически все участники выразили намерение и в 2024 г. посетить очередное мероприятие Совета главных механиков.

*Текст подготовлен И. Толстенко  
при содействии Н. Егоршевой, генерального директора  
ООО «НТЦ Советов главных технических  
руководителей предприятий ТЭК»*

*Фото Владимира Горбунова*





## И.А. Бабенко

Председатель Совета главных механиков

Уважаемые друзья, коллеги и гости нашего совещания!

Позвольте приветствовать вас на нашем совещании от имени Совета главных механиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и СНГ.

Прежде чем начать наше совещание, я хочу проинформировать вас о трагическом событии, которое произошло 15 октября 2023 г. На 93-м году ушел из жизни **Борис Ильич Микерин**, Почетный член Совета главных механиков, которого по праву можно назвать патриархом механической службы отечественной нефтепереработки.

Борис Ильич был и останется глубокоуважаемым членом профессионального сообщества главных механиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и бывшего Советского Союза. Именно он, будучи главным механиком ВПО «Союзнефтеоргсинтез», был основателем традиции проведения регулярных совещаний специалистов механических служб, которая получила новое развитие в 1997 г. с созданием Совета главных механиков. Борис Ильич принимал самое активное участие в работе Совета в течение 17 лет.

Борис Ильич Микерин стоял у истоков создания современной нефтепереработки и был активным участником многих важных событий на всех этапах ее развития — строительства новых заводов, установок и производств, создания служб технического надзора, внедрения современных методов диагностики технического состояния оборудования.

За свой вклад в развитие нефтепереработки Борис Ильич Микерин награжден орденами Трудового Красного Знамени и Знак Почета. За внедрение современных уплотнительных материалов для нефтезаводского оборудования Б.И. Микерину было присвоено звание Лауреата премии Совета министров СССР.

Талантливый и многогранный человек, Борис Ильич Микерин посвятил всю свою жизнь нефтепереработке и ее развитию, и это навсегда останется в благодарной памяти людей.

Светлая память прекрасному человеку, нашему другу и коллеге Борису Ильичу Микерину. Прошу почтить память минутой молчания.

Уже 26 лет Совет главных механиков 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 выездное мероприятие Совета главных механиков было проведено в ООО «Бухарский НПЗ», которое началось с экскурсии по предприятию, знакомства с основными технологическими установками и посещения центральной операторной. Главный механик завода Х.У. Мирзажонов и сотрудники ОГМ рассказали о работе службы и возможностях ремонтно-механического цеха. На заводе велась подготовка к капитальному ремонту с полной остановкой завода.

Там же на выездном заседании была определена повестка дня совещания: «Опыт проведения на предприятиях пусконаладочных работ по вводу в эксплуатацию отдельных видов оборудования, узлов, сооружений и объектов в целом в существующих условиях внешних ограничений. Проблемы и решения. Состояние и направления развития ремонтно-механических цехов и производств на предприятиях. Кадры и компетенции. Возможности выполнения технического обслуживания оборудования собственными силами».

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

В текущем году нами были организованы и проведены обучающие курсы:

1. Тема: «Устройство, техническое обслуживание, безопасная эксплуатация, энергоэффективность, наладка режимов горения технологических трубчатых печей». Период с 13.09.2023 г. по 14.09.2023 г. Место проведения: ООО «Алитер-Акси», г. Санкт-Петербург.

2. Тема: «Центробежные компрессоры». Период с 18.04.2023 г. по 21.04.2023 г. Место проведения: АО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа», г. Казань.

3. Тема: «Центробежные компрессоры». Период с 19.09.2023 г. по

22.09.2023 г. Место проведения: АО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа», г. Казань.

4. Тема: «Насосное оборудование». Период с 25.04.2023 г. по 26.04.2023 г. Место проведения семинара: ОАО «Волгограднефтемаш», г. Волгоград.

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

По поручению совещания СГМ в 2022 г. Совету главных механиков, касательно проработки вопроса о состоянии и мерах по нормативно-правовому урегулированию возможности применения при техническом обслуживании и ремонте импортного оборудования запасных частей и материалов российских производителей и производителей из дружественных стран, изготовленных в рамках обратного инжиниринга, сообщаю следующее:

Ввиду геополитической ситуации и введенных санкционных ограничений недружественных стран в отношении Российской Федерации, повлекших массовый отказ зарубежных производителей машин и оборудования от исполнения обязательств по ранее заключенным договорам и от заключения новых контрактов на поставку, возникают существенные риски безопасной и бесперебойной эксплуатации импортного оборудования, что может привести к увеличению отказов оборудования с возникновением аварийных ситуаций и неизбежному росту вынужденных затрат на их предотвращение.

В этой связи оптимальным способом выхода из сложившейся ситуации является возможность изготовления запасных частей и принадлежностей к импортному оборудованию в рамках обратного инжиниринга отечественными предприятиями, имеющими соответствующие разрешительные документы на осуществление данной деятельности, обладающими возможностями проектирования, производственными мощностями, квалифицированным персоналом, метрологическим обеспечением, службой контроля качества.

В то же время положения Технического регламента Таможенного Союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» устанавливают, что при проведении технического обслуживания и ремонта оборудования должны соблюдаться требования, установленные руководством (инструкцией) по эксплуатации оборудования, программой проведения технического обслуживания или ремонта в течение всего срока проведения этих работ. А руководства по эксплуатации оборудо-

вания производителей содержат условие об использовании только оригинальных запасных частей и прямое указание на то, что несоблюдение требования об установке утвержденных изготовителем запасных частей и принадлежностей считается неправильным использованием оборудования и снижает безопасность использования оборудования.

Положения федеральных норм и правил в области промышленной безопасности (Общих правил взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих производств, утвержденных приказом Ростехнадзора) также указывают на необходимость выполнения указаний (инструкций) производителя. Таким образом, использование неоригинальных запасных частей при наличии ограничений, установленных инструкциями производителей, может трактоваться надзорными органами как нарушение перечисленных выше требований к ремонту эксплуатируемого на опасных производственных объектах импортного оборудования.

ПАО «НК «Роснефть» направило в Правительство РФ письмо с описанием проблемы ремонта иностранного оборудования и обращением поддержать предложение компании и дать поручение проработать возможность внесения изменений в действующее законодательство, в том числе в ФНП «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих производств», утвержденные приказом Ростехнадзора.

В соответствии с поручением заместителя Председателя Правительства Российской Федерации — Министра промышленности и торговли Российской Федерации Д.В. Мантурова — к работе по данной проблеме подключились Минэкономразвития России, Минпромторг России, Минюст России, Ростехнадзор.

После проработки вопроса, во исполнение поручения ПАО «НК «Роснефть» направило в адрес Минпромторга России проект постановления Правительства Российской Федерации, предусматривающий внесение изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 12.03.2022 г. № 353 «Об особенностях разрешительной деятельности в Российской Федерации в 2022 и 2023 годах» 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.

Ассоциация нефтепереработчиков и нефтехимиков совместно с Советом главных механиков, с учетом сложившейся ситуации, направила письма в Правительство РФ и в Минэнерго России.

В соответствии с поручением Правительства РФ в Минэнерго России 17.08.2023 г. с участием Минпромторга России прошло совещание под председательством директора Департамента нефтегазового комплекса Минэнерго России А.С. Рубцова по вопросам, связанным с применением неоригинальных запасных частей в рамках процесса обратного инжиниринга.

На совещании принято решение: Минэнерго России, Минпромторгу России по итогам рассмотрения представленных материалов проработать вопрос о необходимости направления обращения в Минэкономразвития России или Правительство РФ с целью принятия решения о внесении изменений в отдельные нормативные акты Российской Федерации с целью представления отечественным предприятиям возможности изготовления запасных частей и принадлежностей к импортному оборудованию в рамках обратного инжиниринга.

\* \* \*

По нашей старой традиции, по итогам Совещания состоится награждение 3 коммерческих организаций за лучший тематический доклад.

Также Советом будут определены 3 лучших тематических докладов главных механиков, за которые номинанты получают сертификат.

В дни работы совещаний проходят выставки фирм-производителей и поставщиков оборудования, 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 то, что нашли время принять 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, от организаторов нашего мероприятия и от себя лично желаю вам интересных дискуссий, новых идей и внедрению практических решений, которые поспособствуют развитию нефтяной промышленности России и стран СНГ.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ ФЕРГАНСКОГО НПЗ С ЦЕЛЬЮ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА



**М.С. Шадманов**

ООО «Ферганский НПЗ», г. Фергана,  
Республика Узбекистан

В связи со снижением поставок углеводородного сырья в последние годы загруженность от проектной мощности была сокращена, а качество производимой на заводе продукции не соответствует действующим мировым требованиям и стандартам в связи с использованием в процессах переработки морально и физически устаревших, неэффективных технологических установок и процессов. Так, автомобильные бензины и дизельные топлива вырабатываются в соответствии с требованиями Евро-2 и ниже. Базовые масла по качеству относятся группе I по классификации API, не позволяющие конкурировать на международном рынке. Глубина переработки составляет 84—86 %. Имеется возможность производства более 60 наименований товарных нефтепродуктов, качество которых не отвечает современным требованиям потребителей.

В целях обеспечения качественным топливом и смазочными материалами потребности производимых и эксплуатируемых в республике современных автомобилей и авиационной техники, а также обеспечения конкурентоспособности производимых на Ферганском НПЗ нефтепродуктов на мировых рынках и в странах СНГ, требуется переход на производство топлив, отвечающих требованиям европейских стандартов качества Евро-5, а по смазочным маслам отвечающих требованиям качества группы II+/III по API.

Для достижения поставленных целей и задач Ферганскому НПЗ требуется модернизация и реконструкция предприятия.

В период с 2020 по 2023 гг. выполнен комплекс работ по проектированию, закупке оборудования и материалов, строительству и проведению пусконаладочных работ новых установок и процессов получения высококонцентрированного водорода, изомеризации легкой нефти и гидро-



крекинга вакуумных дистиллятов. Заключены контракты с компаниями Axens (Франция) на проведение ранних работ по лицензированию и проектированию установок гидрокрекинга и изомеризации; Amec Foster Wheeler – WOOD (Великобритания) на разработку проектной документации нелицензионных установок и базового проекта FEED; Axens (Франция) на изготовление и поставку катализатора гидроочистки дизельного топлива, с целью замены старого на более современный и вы-



сокоэффективный катализатор; Argus Media (Великобритания) на проведение маркетинговых исследований рынка базовых и товарных масел; СП ООО «УзЛИТИинжиниринг» на разработку ТЭО проекта, а также «УзГАШКЛИТИ» на проведение инженерных изысканий на площадках под строительство.

На большинстве аналогичных заводов, обладающих технологиями глубокой переработкой нефти, наличие процесса гидрокрекинга имеет важное значение. Помимо увеличения глубины переработки нефти, гидрокрекинг является основным процессом, влияющим на гибкость технологической схемы предприятия и повышение качества вырабатываемой товарной продукции, позволяющим достигнуть нового уровня в переработке сырья и производстве продукции.

Установка изомеризации легкой нефти позволит выпускать высокооктановый компонент бензинов марок АИ 92-95, отвечающих современным эксплуатационным и экологическим требованиям стандарта Евро-5, обеспечивая тем самым улучшенные антидетонационные свойства бензинов при снижении воздействия на окружающую среду и благотворном влиянии на экологическую обстановку в стране.

Строительство новой установки производства водорода с целью производства водорода высокой чистоты (не менее 99,5 об.%), позволит сократить объем газа в последующих схемах потребления водорода и ликвидировать недостающую потребность в водороде на НПЗ.

### Строительство паровой котельной

**Проект реализуется согласно плану мероприятий по развитию Ферганского НПЗ в период 2020-2030 гг.**

- На базе Ферганского НПЗ предусмотрено строительство новой паровой котельной для производства пара среднего и высокого давления с тепловой мощностью 250 т/час.

**Ожидаемые результаты**

- По предварительным расчетам срок окупаемости капитальных затрат составляет 5 лет
- Более углубленный анализ проводится в рамках разработки Бизнес-плана

**Технические показатели новых котлов при переработке 2 млн.т/год углеводородного сырья**

- Паровая котельная предназначена для покрытия производственных нужд ФНПЗ с учетом потребности существующих и новых мощностей.
- Суммарная потребность в паре составляет 250 т/ч, в том числе:
  - среднее давление (13 кгс/м<sup>2</sup>) – до 200 т/ч пара;
  - высокое давление (40 кгс/м<sup>2</sup>) – 50 т/ч пара.
- Для установки химической очистки воды будет использовано компактное оборудование, которое обеспечит очистку воды до необходимого качества для котельного оборудования

**Статус проекта**

Совместно с UZLTEngineering начаты работы по разработке рабочей документации согласно утвержденного ТЭ.

Начаты работы по привлечению генерального подрядчика для последующего заключения ЕРС контракта

Для оптимизации капитальных затрат рассматривается возможность использования существующей инфраструктуре завода, газовых резервуаров, инвентарных выстановки, дымовых труб и теплоотрассы





С января 2021 г. начаты работы по разработке рабочей документации и строительно-монтажные работы новой паровой котельной, с целью оптимизации эксплуатационных затрат и снижения себестоимости вырабатываемой продукции. Планируемый срок запуска в эксплуатацию I полугодие 2025 г.

Планируется реконструкция следующих технологических установок:

1. Установка ЭЛОУ АВТ-2/3:

- возобновление работы блоков стабилизации;
- внедрение систем АСУ ТП;
- уменьшение производственных затрат и технологических потерь, улучшение экологического состояния окружающей среды.

2. Установка ЛЧ 35-11/600 — блок разделения нефти:

- изменение конфигурации;
- реконструкция и замена оборудования;
- внедрение автоматизированной системы КИПиА, Scada.

3. Установка Г-24 (3-поток):

- повышение надежности и энергоэффективности при эксплуатации, повышение качества и выхода целевого продукта;
- увеличение пропускной способности потока до 150 тыс. т/год по сырью с учетом назначения (по проекту) данного блока для гидроочистки депарафинированных масел.

<b>Реконструируемые технологические установки</b>		
<p><b>Блоки стабилизации бензина установок ЭЛОУ АВТ-2,3;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ уменьшение производственных затрат и технологических потерь, улучшение экологического состояния окружающей среды</li> <li>➤ Внедрение системы АСУТП</li> </ul>	<p><b>Блок разделения нефти установки ЛЧ 35-11/600</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ обеспечение новой установки изомеризации и процессов производства автомобильных бензинов соответствующим сырьем</li> <li>➤ Внедрение системы АСУТП</li> </ul>	<p><b>Установка Г-24 (3-поток)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ повышения надежности и энергоэффективности при эксплуатации, повышения качества и выхода целевого продукта</li> <li>➤ Внедрение системы АСУТП</li> </ul>
		

<b>Реконструируемые технологические установки</b>			
 <p><b>Система оборотного водоснабжения (водоблоки №1,1а,2)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Доведение качества оборотной воды до требуемого уровня</li><li>➤ Обеспечение стабильной работы производственных объектов</li></ul>	 <p><b>Установка компаундирования масел 57/1,2</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ освоение производства импортозамещающих и экспортоориентированных смазочных масел</li><li>➤ организация расфасовки и розлива смазочных масел в различные тары</li><li>➤ Внедрение системы АСУТП</li></ul>	 <p><b>Факельная система</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Обеспечение надежности и безопасности при эксплуатации новых и существующих мощностей</li></ul>	 <p><b>Центральная заводская лаборатория</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Повышения надежности контроля над технологическими процессами</li><li>➤ Оценка выпускаемой продукции на соответствие международных требований</li></ul>

4. Система оборотного водоснабжения (водоблоки № 1, 1а, 2):

- улучшение качества оборотной воды до требуемого уровня;
- обеспечение стабильной работы производственных объектов.

5. Установка компаундирования масел 57/1,2:

- реконструкция установки компаундирования масел 57/1,2 с учетом планируемых объемов переработки и производства ассортимента продукции;
- переоборудование (замена морально и физически устаревшего оборудования на современные и эффективные) и внедрение АСУ ТП компаундирования и подготовки современных видов полусинтетических и синтетических товарных масел, включение нового узла розлива товарных масел в металлические бочки и мелкие тары (1 и 4 л).

ДОКЛАДЫ  
УЧАСТНИКОВ  
СОВЕЩАНИЯ



## ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ В РОССИИ. ВЗГЛЯД РАЗРАБОТЧИКА



А.М. Митиогло

ООО «Предикта», г. Москва

Наш век цифровых технологий принес как много новых возможностей, так и много неопределенностей — какой телевизор выбрать, какой телефон лучше, какой антивирус надежнее. Это касается всех сфер жизни, в том числе и цифровизации производственных процессов и ТООиР.

Как разобраться и выбрать «правильное» цифровое решение?

История технического обслуживания прошла долгий путь развития от простейшего «почини, когда сломается» до обслуживания оборудования по состоянию и применению предиктивной аналитики.

Сегодня все знают, что планово-предупредительные ремонты не являются эффективным способом обслуживания для большинства агрегатов. На первый план в мире вышли стратегии предиктивного обслуживания, построенные на стационарных и мобильных системах и получающие данные от сенсоров или датчиков. Почему будущее за развитием таких систем?

Как человек узнает, что с ним что-то не так? Правильно — сенсорика. С помощью сенсорной системы мы можем распознавать симптомы и принимать меры. Природа создала самое эффективное средство для живых организмов: сенсоры — данные — обработка — реакция. Суть всего живого — с помощью защитных инструментов (сенсоров и мозга) выжить и дать потомство. Суть механизмов — не ломаться и давать больше продукции. Это задачи одного порядка. Мы обращаемся за помощью к врачу, основываясь на своих ощущениях (жар, холод, боль). В зависимости от обстоятельств их возникновения и динамики развития врач диагностирует причину и назначает лечение. Машина, не оснащенная сенсорами, не может ничего рассказать. Вместо этого, мы на «всякий случай» в ней что-то регулярно меняем. Представьте обратную картину: у человека нет сенсорной системы и его кормят на «всякий случай» таблет-

ками от разных болезней, меняют «детали» — так, для профилактики. Какова вероятность отказа системы человека будет в этом случае?

Глобальный рынок внедрения технологий предиктивного обслуживания на основе IoT-датчиков показывает активный рост. Слишком очевидны для всех преимущества PdM. Количество новых стартапов в США — лидера в области применения систем предиктивной аналитики, неуклонно растет. Кроме того, они активно скупаются технологическими лидерами, происходят слияния и поглощения — компании концентрируют компетенции. Объем внедрений беспроводных систем мониторинга в мире не менее 5 млрд USD в год.

А что в России? Сильно не ошибусь, если озвучу сумму в 10 млн USD или 0,2 % от мировых объемов. К сожалению, за последние 30 лет в России не было создано каких-то значимых отечественных цифровых систем мониторинга и стандартов обслуживания (пара-тройка ГОСТов — это ничто). Нас подсадили на западные решения. Мы сами добровольно отказались от развития отечественных технологий и поддерживали развитие «чужих» систем, покупая «их» решения и снабжая их данными. Сейчас, когда они стали недоступны и мы, по сути, все пришли в точку стартапа.

Вдруг ниоткуда ничего не возьмется. Минимальное количество лет, требуемых для более-менее товарного программно-аппаратного комплекса в этой сфере — 3—5 лет, при условии масштабных инвестиций, наличии команды дефицитных разработчиков и адекватной обратной связи от эксплуатантов системы. Но с этим у нас в стране серьезные проблемы. И главные препятствия — это отсутствие эффективного взаимодействия между заказчиком разработчиком и завышенные ожидания, отсутствие единого понимания, даже на уровне специалистов одного предприятия, что такое система предиктивного анализа, как она работает и как она помогает. Повальная история — это поиск заказчиком «волшебной таблетки», которая разом решит все его проблемы с обслуживанием. В мире таких «таблеток» не существует ни для человека, ни для механизмов.

На западном рынке системы ТОиР формировались системно и часто на уровне отраслей, Тот же стандарт обслуживания, ориентированного на надежность (RCM), который сначала стал стандартом сначала авиатраслы, затем других структур таких как NASA, армия США, Агентство по ядерной энергетике и т.д.

В России таких системных стандартов нет. Каждая компания предъявляет разработчику свои требования, что тормозит развитие универ-



сального «зрелого» продукта, размывает ресурсы и в итоге все стороны недовольны. На рынке создана ситуация, когда каждому предприятию нужен свой персональный продукт.

Но для этого в стране должны быть сотни компаний-разработчиков, которые способны делать «зрелые» решения и способных выжить на одном-двух внедрениях. У нас таких команд и десятка не наберется, а сколько из них дальше выживет — непонятно. А системы очень сложные и дорогие и их нужно постоянно поддерживать и развивать.

Другая проблема для разработчика — это «зоопарк» программно-аппаратных продуктов, уже внедренных на предприятиях. Стремясь найти свою персональную «волшебную таблетку», компании потратили немало времени и средств на решения, которые по разным причинам перестали удовлетворять растущим требованиям по качеству обслуживания или просто перестали поддерживаться. Поэтому разработчик, предлагая свое решение нередко слышит: «а вот у нас уже что-то есть, мы уже потратились, а можете доделать то-то». Нет не можем. Это из серии: «У меня есть ГАЗ-69, можете мне его доделать чтобы получился Гелентваген?». «Ну раз не можете, тогда мы пошли искать дальше, кто сможет». И опять, пилоты, пилоты, пилоты...

Третья «беда» для разработчика систем предиктивного анализа — это «маниакальное» желание компаний защитить данные, которые не имеют никакого отношения к критичной информации. Например, какую ценность для других (кроме разработчика системы), составляет информация о режиме работы и параметрах, при которых наступил отказ того или иного двигателя такого-то производителя такой-то мощности? Вопрос, на который никто не может внятно ответить. «Просто нет — и все!» «Никаких передач данных вовне!» «Все только на нашем сервере!»

«Режим улитки» крайне ограничивает развитие такого класса систем как PdM. Именно новые облачные технологии и «облака», куда стекаются данные о режимах работы и причинах отказов однотипных агрегатов позволило западным решениям сделать свои решения универсальными, эффективными и точными. Практически все лучшие решения в области предиктивной построены на «облаке». Мы же сами себе по надуманным основаниям закрыли такую возможность. Каждая компания анализирует работу только своего оборудования и не знает, как ведет себя такое же оборудование и «схемы» отказов на других заводах. А больше половины оборудования у компаний одной отрасли однотипное.

Кто выигрывает от таких запретов? Точно не службы, отвечающие за надежность и обслуживание оборудования.

Правда в том, что, напротив, чем большим количеством данных будет обладать разработчик по однотипным агрегатам, тем более точную и эффективную систему он сделает. Кроме того, мелкий и средний бизнес тоже является потребителем систем предиктивной аналитики. Но он не может себе позволить купить собственную серверную версию системы и содержать штат специалистов и вибродиагностов. Авария агрегатов для небольших компаний более чувствительна, чем для крупных корпораций. Во всем мире такие компании пользуются облачной версией.

Например, в Германии крупный бизнес это понимает и добровольно договаривается между собой о передаче своих данных разработчикам систем предиктивной аналитики, чтобы ими мог пользоваться средний и мелкий бизнес страны. И, в целом, это делает их экономику эффективной!

На российском рынке развития и внедрения систем предиктивной аналитики создалась во многом патовая ситуация. Стандартов нет, крупные предприятия-заказчики «сидят в домике» и ждут чуда. Кто-то прикупает цифровые команды, которые пытаются сделать «закрытые» системы для «закрытых» предприятий. Остальные разработчики «заматываются» бесконечными пилотами. Системное цифровое оснащение оборудования заблокировано по разным причинам, в том числе вышеуказанными.

Как-то весь мир чувствует, что надо оснащаться и оснащается, а мы тоже чувствуем, но бездействуем и находим для этого кучу «обоснований», вернее, от нас с вами требуют кучу обоснований экономической эффективности. Кто посчитает какова экономическая эффективность использования смартфона по сравнению с простейшим кнопочным телефоном?

Итак, что делать:

- оснащаться нужно;
- «зрелых» отечественных систем нет;
- развивать в одиночку — дорого и долго;
- оборудование и запчасти из-за ситуации стали «золотыми»;
- сами разработчики не имеют достаточных ресурсов и компетенций для быстрого и эффективного развития «нужной» системы;
- внутренние регламенты и бюджеты «душат» возможности, а требования к эффективности ТОиР растут.

Приведу один из многих примеров из немецкого подхода к развитию экономики и выживанию в глобальной конкуренции.

Для повышения производительности и сокращения расходов своих производств 5 крупнейших немецких производителей автомобилей до-

говорились и сделали совместный заказ в компанию КУКА (немецкий производитель промышленных роботов) на разработку 20-координатного робота с определенными характеристиками и требуемой конечной ценой изделия. Стоимость разработки составила 100 млн евро. Вместо того, чтобы каждому искать «своего» разработчика и платить каждому по 100 млн евро, компании решили «сброситься» по 20 млн евро. В итоге, каждый получил желаемое за цену в 5 раз меньше плюс экономию на будущей техподдержке, так как решение универсально. Затем каждое предприятие просто написало для этого робота программу исходя из специфики своего производства. Быстро дешево эффективно и все довольны.

Думаю, стоит поучиться.

Что мешает вашей отрасли договориться и сделать такой заказ разработчику? Что вы потеряете? Время на разработку совместного ТЗ?

А что вы получите:

— кратный рост референсной выборки режимов работы однотипных агрегатов и паттернов отказов для более точного определения порогов и разных режимов работы однотипного оборудования;

— кратный рост команды механиков, вибродиагностов и прочих профильных специалистов, обучающих систему предиктивной аналитики, что позволит резко сократить сроки обучения системы и повысить точность прогнозирования отказов;

— возможность оценить однотипное оборудование разных производителей на надежность для принятия решения о закупке новых наиболее надежных, взамен вышедших из строя;

— существенную экономию на сервисной поддержке: одно дело содержать команду разработчиков в одиночку, другое — поделить расходы на всех;

— кратное сокращение для каждого владельца системы стоимости выпуска новых версий программного обеспечения;

— существенную экономию от стоимости датчиков — чем больше объем закупок, тем дешевле каждый датчик (совместная закупка очень эффективна и дает экономию до 50 %);

— обеспечение конкуренции на уровне «незрелых» систем, зато «своих», на управленческие технологии, использующие универсальные, зрелые, динамично развивающиеся цифровые инструменты;

— снижение зависимости от дефицитных и дорогих специалистов, повышение ценности и надежности службы ТОиР.

Мы, разработчики, готовы с вами эту работу проделать. И сделать качественный продукт можно только вместе!

## СОЗИДАЯ ВМЕСТЕ – СТРОИМ БУДУЩЕЕ!



Е.А. Карахтинцев

ОАО «Волгограднефтемаш», г. Волгоград

Именно под таким девизом сегодня осуществляется деятельность ОАО «Волгограднефтемаш» — предприятия с богатейшей 82-летней историей и репутацией надежного партнера, обладающего уникальным опытом производства оборудования для газовой, нефтяной, нефтехимической и атомной отраслей промышленности, а также предоставляющего полный комплекс услуг по его монтажу, ремонту и техническому обслуживанию.

Основным видом изготавливаемой продукции являются сосуды, работающие под давлением: сепараторы, абсорберы, адсорберы, десорберы, реакторы, коксовые камеры, колонны, пылеуловители и т.п., в том числе и в блочно-комплектном исполнении, теплообменные аппараты различных модификаций.

Предприятие серийно выпускает центробежные насосы, применяемые в технологических установках для перекачивания сжиженных углеводородных газов, нефтепродуктов и других жидкостей, а также широкий спектр запорно-регулирующей арматуры.

Аппараты, изготовленные ОАО «Волгограднефтемаш» из высокопрочных марок сталей, способны выдерживать режимы работы в температурных интервалах от  $-70$  до  $+540$  °С, работать во многих агрессивных средах, условиях высокого давления.

Курс на техническое перевооружение и модернизацию, высочайшая квалификация сотрудников позволяют заводу успешно противостоять всем вызовам современности и уверенно развиваться дальше, осваивая новые виды продукции, в том числе и в рамках программы импортозамещения. Как пример, теплообменники типа Helix со спиралевидными перегородками в межтрубном пространстве, значительно повышающими интенсивность теплообмена при заданных размерах корпуса, теплообменники с затвором типа Breech-Lock, единственным в России производителем которых является ОАО «Волгограднефтемаш».

В настоящее время предприятие по уровню технологических возможностей и техническому оснащению занимает лидирующие позиции среди компаний подобного профиля, участвует во всех крупных проектах строительства объектов нефтегазохимического комплекса и входит в перечень системообразующих компаний страны, продукция которых стратегически важна для отечественной экономики.

Практически каждый изготавливаемый заказ выполняется по индивидуальному проекту и проходит все этапы — от разработки рабочей документации до отгрузки, а удобное географическое расположение предприятия и наличие собственного причала на реке Волге предоставляют широкие возможности доставки крупногабаритного оборудования к месту эксплуатации в полной заводской готовности.

ОАО «Волгограднефтемаш», залогом успешной деятельности которого является сплоченный высокопрофессиональный коллектив, открыт для новых заказов и готов рассмотреть любые предложения по сотрудничеству и поиску оптимальных решений для реализации проектов любой сложности, в том числе и по выполнению шеф-инженерных работ на площадке потребителя. В приоритете — высокое качество производимой продукции и предоставляемых услуг, ответственное исполнение договорных отношений и взятых обязательств. Созидая вместе, строим будущее!

## РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСА РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И УВЕЛИЧЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНОГО ИНТЕРВАЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ ОГРАНИЧЕНИЙ



С.В. Быков

ООО «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 (рис. 1):

- 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 (рис. 2).

В рамках создания нашей технологической экосистемы ООО «Балтех» разработало свое единое программное обеспечение **BALTECH-EXPERT**, которое интегрируется со всеми приборами нашего производства по раз-



Рис. 1



Рис. 2



личным направлениям диагностики и виброналадки роторного оборудования (рис. 3).

В настоящее время промышленные предприятия РФ сталкиваются с рядом проблем в обеспечении надежности оборудования, связанных с появлением в современных условиях внешних ограничений:

- качество поставляемой подшипниковой продукции;
- большие сроки поставки комплектующих для планирования и проведения ремонтов;
- восстановление и расконсервация оборудования со складского хранения;
- необходимость более глубокого анализа текущего состояния оборудования.

Для решения вышеописанных проблем, компания «Балтех» разработала и с успехом реализует стенды входного контроля подшипников серии **ПРОТОН-СПП** (рис. 4).

Стенды **ПРОТОН-СПП-II** предназначены для корректного выявления дефектов подшипников при входном контроле, а также перед их



Рис. 3





Рис. 4

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 цилиндрическим отверстием 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.

Проверка подшипников реализована максимально просто и эффективно (рис. 5).



Рис. 5

Функциональные возможности программного пакета ПРОТОН-СПП (рис. 6, 7):

— автоматическая диагностика и контроль технического состояния подшипников качения различной модификации;

— определение остаточного ресурса контролируемого подшипника по спектрам сигнала вибрации и огибающей;

— встроенная база подшипников качения (геометрические параметры, характеристические частоты для диагностики, исполнение подшипника с визуализацией и т.д.);

— генерирование актов, протоколов и отчетов по результатам измерений;

— проверка качества подшипников в полном соответствии с методикой по четырем параметрам (в полосе низких частот, в полосе средних частот, в полосе высоких частот, по параметру «импульс»).

Основные причины повышения эффективности работы предприя-



тия от внедрения участка входного контроля подшипниковой продукции в современных условиях внешних ограничений:

- исключение попадания некачественных подшипников на склад предприятия;
- идентификация неоригинальных и восстановленных подшипников;
- определение возможности использования подшипников на второй и третий цикл работы в оборудовании.

Помимо мониторинга параметров вибрации, температуры, геометрии оборудования, для полного понимания состояния агрегатов необходимо выполнять мониторинг масла. Специалисты компании «Балтех» разработали стационарную систему мониторинга масла **BALTECH OA-6000** (рис. 8). 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.



Рис. 8

Одним из важнейших агрегатов в цикле производства в 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** (рис. 9, 10).

Новейшая система для центровки и выверки геометрии оборудования — **FixturLaser AT-400** (рис. 11). Ее основные характеристики:

- 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.

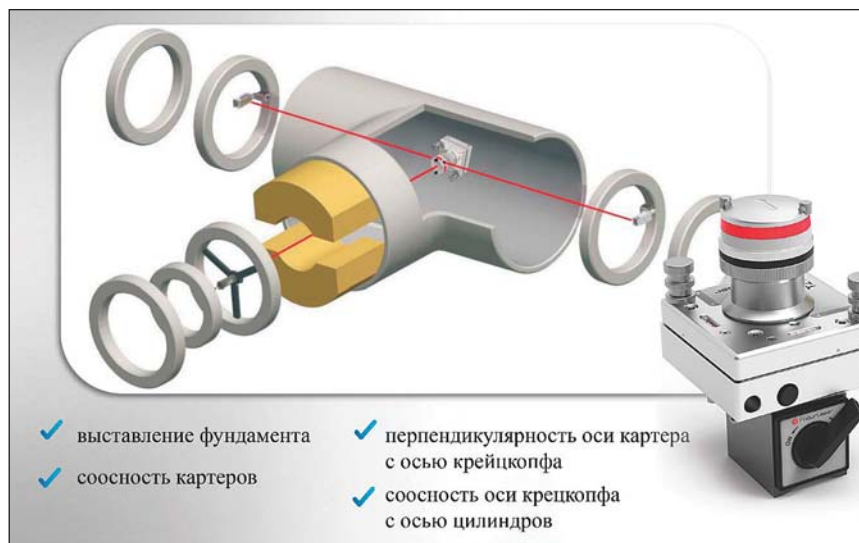


Рис. 9



Рис. 10

Для реализации контроля вибрации на оборудовании критической группы компания «Балтех» разработала систему **ПРОТОН-1000** на базе контроллеров MVX (рис. 12). Автономная интеллектуальная система, предназначенная для многоканального мониторинга вращающихся механизмов в режиме реального времени, что 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.





Рис. 11

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** (рис. 13) — 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;



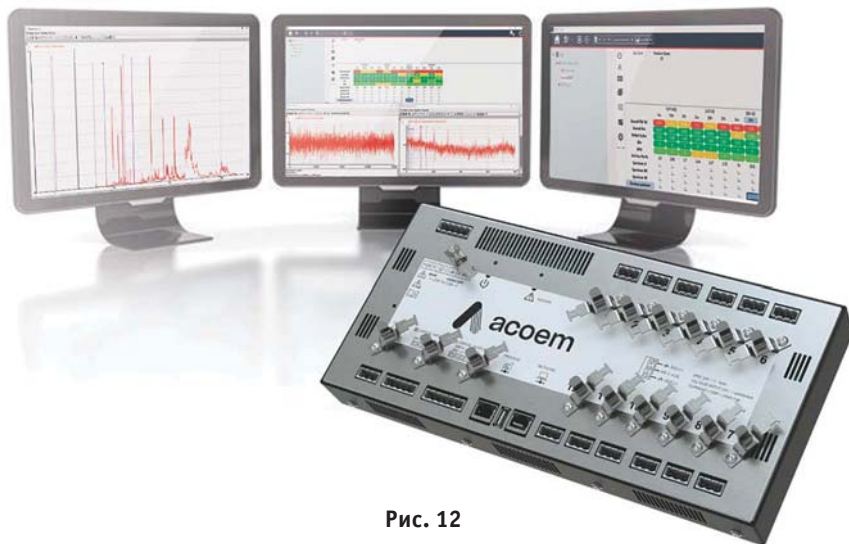


Рис. 12



Рис. 13

- беспроводные решения для онлайн-мониторинга состояния механизмов;
- умные беспроводные датчики с 4 каналами: вибрация по 3 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.

## Движение «Профессионалитет»

ООО «Балтех» является официальным партнером и тренинг-центром подготовки специалистов проекта «Профессионалитет» (рис. 14).



Рис. 14

В 2020—2023 гг. специалистами компании «Балтех» разработан и реализован комплекс по центровке, балансировке, вибродиагностике и тепловизионному контролю оборудования **BALTECH-SVTR** для проведения квалификационных экзаменов в учебных заведениях и соревнований по компетенции «Монтаж и механика промышленного оборудования».

## ПЕРСПЕКТИВЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ И МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ В АО «ВНИИПТХИМНЕФТЕАППАРАТУРЫ» В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И РЕМОНТА СОСУДОВ И АППАРАТОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Л.С. Щелкунов

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры»,  
г. Волгоград

Всесоюзный (сейчас Всероссийский) научно-исследовательский и проектный институт технологии химического и нефтяного машиностроения (АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры») основан в 1964 г.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», созданный как проектно-технологический институт, начиная с 1966 г. стал головной технологической организацией по сборочно-сварочному производству и термообработке сварных конструкций в отрасли химического и нефтяного машиностроения. Кроме того, с 1970 г., институт становится головной организацией в стране по разработке оборудования для хранения, транспортировки и газификации сжиженного углекислого газа.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» разработаны и внедрены на предприятиях химического и нефтяного машиностроения более 120 ГОСТов, ОСТов и руководящих нормативно-технических документов по основным процессам сборки, контроля качества сварных соединений, термообработки, крепления труб в трубных решетках, затяжки резьбовых соединений и др., большинство из которых согласованы с Ростехнадзором.

Данные нормативные документы, широко применяются в России в настоящее время и регламентируют основные процессы изготовления аппаратов. Все эти руководящие материалы обеспечивают применение

единых технологических решений в процессе производства, способствуют повышению его технического уровня.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», имеет многолетний опыт работы с заводами химического и нефтегазового машиностроения, химическими, нефтехимическими, нефтегазоперерабатывающими, нефтегазодобывающими предприятиями.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», как головной институт, разработал всю технологическую часть проектов, по которым были построены все новые производственные цеха заводов бывшего Минхиммаша (в том числе на Волгограднефтемаш, Борхиммаш, Уралхиммаш, Курганхиммаш, Салаватнефтемаш, Бугульминском машиностроительном заводе и др.), а также всю технологию изготовления теплообменных аппаратов и большой объем оснастки для ее реализации. Данные проекты реализовывались институтом в рамках программы «Реконструкция машиностроительных заводов (бывшего) Минхиммаша».

Институтом разработаны и внедрены в производство высокоэффективные технологические процессы и средства технологического оснащения в области заготовительного, механосборочного, сборочно-сварочного, термического и других видов производств, благодаря чему было осуществлено техническое перевооружение целого ряда машиностроительных заводов и налажен выпуск и ремонт отечественной техники, не уступающей зарубежным аналогам.

По технологиям и на оборудовании, разработанным в институте, был организован выпуск уникальных крупногабаритных аппаратов, в том числе на Петрозаводском машиностроительном заводе для Тобольского НХК, заводе Волгограднефтемаш и др. Оба завода имеют речные причалы, на которых, кроме транспортировки, производится окончательная доводка аппаратов, включая сварочные работы, термообработку и контроль. На Волгограднефтемаше недавно был отгружен очередной уникальный крупногабаритный аппарат.

На машиностроительных заводах по нашим технологиям был организован выпуск оборудования по правительственной программе «Большой аммиак». На Уралхиммаше по нашим технологиям был налажен выпуск шаровых резервуаров. До настоящего времени этот завод является единственным поставщиком в России этого оборудования.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» указан в качестве специализированной научно-исследовательской организации в области технологии изготовления, сварки, контроля, термообработки, технического диагностирования и определения остаточного ресурса сосудов и аппа-

ратов, работающих под давлением (см. ГОСТ Р 51364-99 «Аппараты воздушного охлаждения. Общие технические условия»; «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» ПБ 10-115-96, ОСТ 26-291-94 (а также все (три) его предыдущие редакции), ПБ 03-384-00 и др.).

Располагая опытными и высококлассными специалистами института неоднократно направлял их по линии Машиноимпорта за рубеж для приемки закупаемого оборудования для наших нефтеперерабатывающих и химических предприятий.

Специалистами института выполнялись работы по приемке на машиностроительных заводах сосудов и аппаратов (вновь изготовленных и после проведения капитального ремонта) для предприятий Астрахань и Оренбурггазпром и др.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» принимал участие в качестве третьей стороны при аттестации основного металла, аттестации технологии сварки металлических конструкций и трубопроводов из углеродистых, низколегированных и нержавеющей сталей для обустройства Харьягинского нефтяного месторождения совместно с иностранными фирмами Total и «Петрофак Интернешнл ЛТД».

Наш институт, является, в том числе одним из основных разработчиков ОСТ 26-291-94 и его предшествующих редакций, в том числе первой редакции (ОСТ 26 291-71), ставшим основой действующих в настоящее время, в том числе ГОСТ 31842-2012 «Нефтяная и газовая промышленность. Теплообменники кожухотрубчатые. Технические требования», ГОСТ 34347-2017 «Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия», ГОСТ 31838-2012 «Аппараты колонные. Технические требования» и др.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» в 2004 г. включен в «Перечень стратегических предприятий и стратегических акционерных обществ», утвержденный указом Президента РФ № 1009 от 04.08.2004 г., обеспечивающих стратегические интересы, обороноспособность и безопасность государства. Институт принимал непосредственное участие в организации производства изделий оборонного характера на машиностроительных заводах.

С 1992 г. институт осуществляет деятельность по проведению экспертизы промышленной безопасности (техническое диагностирование, неразрушающий контроль, определение остаточного ресурса) технических устройств (объектов котлонадзора, оборудования нефтяной и газовой промышленности, химической, нефтехимической и нефтепе-

рерабатывающей промышленности и магистральных трубопроводов), применяемых на опасном производственном объекте; иных документов, связанных с эксплуатацией опасных производственных объектов, необходимых для получения лицензии на эксплуатацию опасных производственных объектов.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» имеет Лицензию Ростехнадзора № ДЭ-00-017458 от 19.07.2019 г, бессрочно. Деятельность по проведению экспертизы промышленной безопасности (проведение экспертизы промышленной безопасности технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, в случаях, установленных ст. 7 ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов; проведение экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений на опасном производственном объекте, предназначенных для осуществления технологических процессов, хранения сырья или продукции, перемещения людей и грузов, локализации и ликвидации последствий аварий)».

Институт имеет лицензию Рособрнадзора № 581 от 30.05.2012 г. на право ведения образовательной деятельности профессиональной подготовки — котельщик, оператор-термист на передвижных термических установках. В соответствии с данной лицензией АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» проводит аттестацию специалистов по развальцовке труб в трубных решетках теплообменных аппаратов, а также специалистов по термообработке.

Лаборатория неразрушающего контроля, измерений и диагностики аттестована в Единой системе оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве (Ростехрегулирование). Лаборатория разрушающего контроля аккредитована в Единой системе оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве. В настоящее время идет переоснащение этих лабораторий по программе технологического перевооружения — закупается новое современное оборудование для диагностики и проведения испытаний.

Также в институте ведется комплексный капитальный ремонт всех инженерных, лабораторных и производственных корпусов общей площадью 20 000 м<sup>2</sup>. Разработаны и постоянно совершенствуются, в том числе технология, оборудование и инструмент для развальцовки труб в трубных решетках теплообменных аппаратов. Институтом разработаны, порядка 11 нормативно-технических документов (ГОСТ Р, СТО, ОСТ, ТУ, РТМ и т.д.) полностью посвященных теме крепления труб в

трубных решетках теплообменных аппаратов, по которым в основном и работает отрасль с 1960-х годов по настоящее время по данному направлению. На основании многолетнего опыта и этих разработанных нормативных документов нашим институтом, совместно с ВНИИНАШ (сейчас его преемник — ФГБУ «Институт стандартизации»), разработан ГОСТ Р 55601-2013 «Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения. Крепление труб в трубных решетках». В настоящий момент проходит экспертиза в ПК12/ТК023 Изменения № 1 к данному ГОСТ Р. После этого, планируется придание данному национальному стандарту статуса межгосударственного.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», обучает и аттестует специалистов, ответственных за развальцовку труб в трубных решетках и затяжку резьбовых соединений, а также аттестует технологию и оборудование для развальцовки труб, и затяжки резьбовых соединений.

Действующие требования (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, СТО 00220368-023-2015) требуют проведения аттестации специалистов, технологии и оборудования для развальцовки труб и затяжки резьбовых соединений.

ООО «Компания «Уралстройкомплектация» заказывает теплообменную аппаратуру для ООО «Газпром добыча Астрахань», ООО «Газпром добыча Оренбург», ООО «Газпром добыча Сургут», ООО «Газпром добыча Надым» и других предприятий у ОАО «Уралтехнострой-Гуймазыхиммаш», ОАО «Борхиммаш», Бугульминский машиностроительный завод ПАО «Татнефть», ООО Курганхиммаш, ООО «Бормаш», АО «ВЗМЭО» и многих других. ООО «Компания «Уралстройкомплектация» в обязательном порядке требует от поставщиков теплообменной аппаратуры аттестации специалистов, технологии и оборудования для развальцовки труб. Из наработанной таким образом практики, ООО «Компания «Уралстройкомплектация» уверена, что это несомненно является дополнительной гарантией качества, поставляемого данными предприятиями теплообменного оборудования.

Институт производит теплообменные аппараты и АВО, а также выполняет их ремонт.

В 2021 г. институт разработал Технические условия ТУ 28.22.18-001-00220368-2021 «Стропы» и наладил собственное производство строп различной грузоподъемности по данному ТУ. Области применения строп: производство, строительство, подъем и транспортировка на буксире техники, в том числе военной.



В 2023 г. институт разработал Технические условия ТУ 3615-003-22379448-2023 «Аппараты емкостные стальные объемом от 0,2 до 200 м<sup>3</sup>. Технические условия».

В 2022 г. в рамках выполнения работы по импортозамещению для ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка» институтом ВНИИПТхимнефтеаппаратуры были выполнены работы по подбору материального исполнения, изготовлению и перерасчету конденсаторов-холодильников вакуумсоздающей системы (ВВС) проекта компании Stroll-Reynolds (США) на новые условия. По результатам обследования (4-х конденсаторов-холодильников) и выполнения работы получены следующие результаты:

1. Проведен анализ и подобрано материальное исполнение аппаратов, проведена замена импортного материала аппаратов, на отечественные аналоги с улучшенными антикоррозийными свойствами и замена труб с диаметром 19 мм на 20 мм на типовые размеры отечественного производителя.

2. Проведены теплогидравлические расчеты с получением требуемых технологических параметров по выходным температурам на заданных технологических средах, гарантирующих надежную работу в межремонтный период установки.

3. После замены аппаратов на установке в результате повышена надежность эксплуатируемого оборудования, за счет изменения материального исполнения. В результате снижены энергозатраты и требуется меньший нагрев на разделительную колонну, за счет поддержания более глубокого вакуума в системе. Получено благодарственное письмо от заказчика проекта (ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка»), ведется постоянный мониторинг эксплуатации аппаратов.

В 2022 г. АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» по договору с ООО «Лукойл-Инженерные Навыки и Компетенции» (ООО «ЛИНК») выполнило работу, в рамках проекта импортозамещения, по «Разработке технологии изготовления опытных образцов ножей UP550» с последующим проведением опытно-промышленных испытаний опытных образцов на грануляторе, в линии компаундирования цеха № 4 производства полиэтилена ООО «Ставролен». Изготовленная на производственной площадке АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» опытная партия ножей, по результатам опытно-производственных испытаний, показала пробег — 2160 ч (при гарантированном пробеге — 1500 ч), тем самым показав лучший результат, по сравнению с японским аналогом. На совещании главных механиков в 2022 г. представитель ООО «Ставролен» зачитал до-

клад и представил презентацию по этой разработке института, отметив ее результативность.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» имеет огромный опыт проведения местной и внепечной объемной термической обработки сосудов, аппаратов и трубопроводов на крупнейших предприятиях России и за рубежом. Наши специалисты занимаются разработкой технологии, нормативно-технологических документов, проведением процесса термообработки, поставкой и внедрением разработанного институтом оборудования (см. приложение № 2).

По результатам голосования на открытом совещании технического комитета ТК023 «Нефтяная и газовая промышленность» (ТК Росстандарта), которое состоялось в рамках международной конференции «Нефтегазстандарт» в 2023 г. в Волгограде АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» принят в члены ТК023.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» является членом ПК 12/ТК 023 «Оборудование, технологические блоки, работающие под давлением в нефтяной и газовой промышленности» (бывший «Сосуды и аппараты, работающие под давлением»). Разрабатывает национальные стандарты в рамках данного ПК, а также принимает активное участие в обсуждении проектов национальных и межгосударственных стандартов.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» является зарегистрированным участником Института нефтегазовых технологических инициатив (АНО «ИНТИ») и принимает активное участие в обсуждении принимаемых стандартов, в том числе в комитете «Сосуды и аппараты, работающие под давлением».

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» является членом Ассоциации в области архитектурно-строительного проектирования «Саморегулируемая организация “Совет проектировщиков”» и имеет право осуществлять подготовку проектной документации по договорам подряда на подготовку проектной документации в отношении объектов капитального строительства, в зависимости от их технической сложности и потенциальной опасности, с присвоением уровня ответственности.

Как было сказано выше, институтом разработаны и внедрены более 120 ГОСТов, ОСТов и руководящих нормативно-технических документов, у института стоит перспективная задача по их дальнейшей актуализации и переработке в национальные и межгосударственные стандарты (см. приложение № 1, а также указатель НТД, разработанных ВНИИПТхимнефтеаппаратуры).

Используя богатый практический опыт, накопленный АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» во время СССР и опыт прошлого, мы хотим быть помощью, усилением тех предприятий, которым не хватает компетенций, персонала и стать вашими постоянными партнерами. Мы хотим усилить отрасль, используя богатый опыт СССР и опыт, приобретенный начиная с 1991 г. до наших дней, а также учитывать потребность предприятий и задач, стоящих перед нашей страной по укреплению научного, технологического и интеллектуального суверенитета!

Мы постоянно находимся в диалоге с нашими предприятиями и прекрасно понимаем нужды и пожелания наших машиностроителей. Они тоже столкнулись с тем, что приходится вспоминать забытое и сочетать с теми знаниями, которые приобрели во время работы с иностранными коллегами. Мы хотим совместно с предприятиями разрабатывать нормативную документацию, направленную на улучшение производства, проводить производственные испытания и совместно внедрять это в отрасль.

Всегда и особенно сейчас, в условиях санкций и «дорогих заемных денег» продолжает быть актуальной работа над повышением производительности труда в кратчайшие сроки. Объединение интеллектуального наследия наших предшественников, работавших в институте, с опытом работы на современных производствах придаст дополнительный импульс всей отрасли.

Приглашаем предприятия нефтегазовой отрасли к совместной работе. Наша команда готова выехать на предприятие заказчика и на месте, совместно с вашими специалистами, обсудить вопросы, проблемы, которые мешают развитию и выполнению поставленных задач. Институт, как активный член технического комитета ТК 023 «Нефтяная и газовая промышленность» (Росстандарт), подкомитета ПК 12 «Оборудование, технологические блоки, работающие под давлением в нефтяной и газовой промышленности» (который является подкомитет ТК 023), а также комитета по сосудам и аппаратам «ИНТИ» сможет поддержать предприятия в инициативах и предложениях по изменению/созданию нормативных документов, которые максимально будут отражать производственную действительность и облегчат, улучшат работу предприятий с заказчиками. Это также позволит заказчикам, опираясь на нормативные отечественные, а не на западные стандарты (ASME, API и т.п.) точнее и реалистичнее ставить задачи в ТЗ предприятиям.

В заключение хочу сказать, что институт готов к сотрудничеству с промышленными предприятиями по всем перечисленным направлениям своей деятельности.

## Приложение № 1. Планы института на 2024 г.

1. Обратиться к предприятиям отрасли о совместной работе по экспертизе проекта Изменения № 1 к ГОСТ Р 55601-2013.
2. Разработать ГОСТ на технологию производства теплообменных аппаратов на базе РТМ 26-381-81 АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры».
3. Вхождение (по сути — восстановление) АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» в состав разработчиков проекта ГОСТ 31842, который сейчас находится на экспертизе в ПК12 (который является подкомитетом технического комитета ТК023 Росстандарта).

## Приложение № 2. Планируемые работы по НТД

По п. 1 — утверждение Изменения № 1 к ГОСТ Р, после этого придание ему статуса межгосударственного стандарта ГОСТ.

По п. 2 и 3 — разработка изменения к ГОСТ.

По п. 4—11 — разработка национальных стандартов ГОСТ Р.

1. ГОСТ Р 55601-2013 «Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения. Крепление труб в трубных решетках». Код по ОКС — 71.120.1.
2. ГОСТ 16098-80 (изм. 1 с 01.05.89) «Соединения сварные из двухслойной коррозионностойкой стали. Основные типы, конструктивные элементы и размеры».
3. ГОСТ 26182-84 «Контроль неразрушающий. Люминесцентный метод течеискания».
4. СТО 00220368-018-2010 «Аттестация технологии развальцовки труб в трубных решетках кожухотрубчатых теплообменных аппаратов и АВО». Код по ОКС — 71.120.1.
5. СТО 00220368-023-2015 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы затяжки резьбовых соединений. Общие технические требования». Код по ОКС — 71.120.1.
6. СТО 00220368-019-2011 «Термическая обработка нефтехимической аппаратуры и ее элементов». Код по ОКС — 25.160.10.
7. СТО 00220368-017-2010 «Сварка сосудов, аппаратов и трубопроводов из теплоустойчивых сталей». Код по ОКС — 25.160.10.
8. СТО 00220368-013-2009 «Сварка сосудов, аппаратов из высоколегированных сталей». Код по ОКС — 25.160.10.
9. СТО 00220368-012-2008 «Сварка сосудов, аппаратов из углеродистых и низколегированных сталей». Код по ОКС — 25.160.10.

10. СТО 00220368-011-2007 «Сварка разнородных соединений сосудов, аппаратов и трубопроводов из углеродистых, низколегированных, теплоустойчивых, высоколегированных сталей и сплавов на железоникелевой и никелевой основах». Код по ОКС — 25.160.

11. СТО 00220368-008-2006 «Изготовление деталей и узлов из коррозионностойких сплавов на железоникелевой и никелевой основе, разнородных соединений и двухслойных сталей с плакирующим слоем из сплавов марок 06ХН28МДТ, ХН65МВ и Н70МФВ-ВИ. Типовой технологический процесс». Код по ОКС — 25.160.

### Приложение № 3

Наиболее значимые работы по внепечной термообработке за последние годы проведены на предприятиях:

ОАО «Нафтан» завод «Полимер» (Белоруссия) на шаровых резервуарах хранения жидкого аммиака объемом 600 м<sup>3</sup>, массой 83 т, диаметром 10500 мм и температурой нагрева до 650 °С.

Шаровые резервуары хранения аммиака на ООО «Балаковские минеральные удобрения» объемом 3000 м<sup>3</sup>, массой 220 т, диаметром 1800 мм с температурой нагрева до 650 °С.

Коксовые камеры ДС-101-104 на ОАО «Волгограднефтемаш» массой 185 т, длиной 27 500 мм диаметром 7600 мм и температурой нагрева до 710 °С.

Коксовые камеры Р-101 А/В (ДС-101 А/В) ООО «РН-Комсомольский НПЗ» массой 257 т, высотой 32 400 мм, диаметром 8000 мм и температурой нагрева до 710 °С и др. предприятиях РФ.

## ТЕХНОЛОГИИ СТИМ КАК ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ, ПРОЧНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОЦЕССАХ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ



**А.В. Кабаев**

ООО «СТИМ», г. Москва

Технологии СТИМ — это инструменты для достижения максимальной эффективности, надежности, прочности и долговечности теплообменного оборудования в процессах нефтепереработки.

В процессе развития нефтеперерабатывающей промышленности России всегда были и будут актуальны вопросы, связанные с надежностью, бесперебойностью и максимальной эффективностью работы оборудования, участвующего в процессах переработки нефти. Также важной составляющей развития и укрепления отрасли является непрерывное улучшение процессов, применяемого оборудования и технологий переработки, нацеленного как на рост объемов выпускаемой продукции, так и повышение глубины переработки.

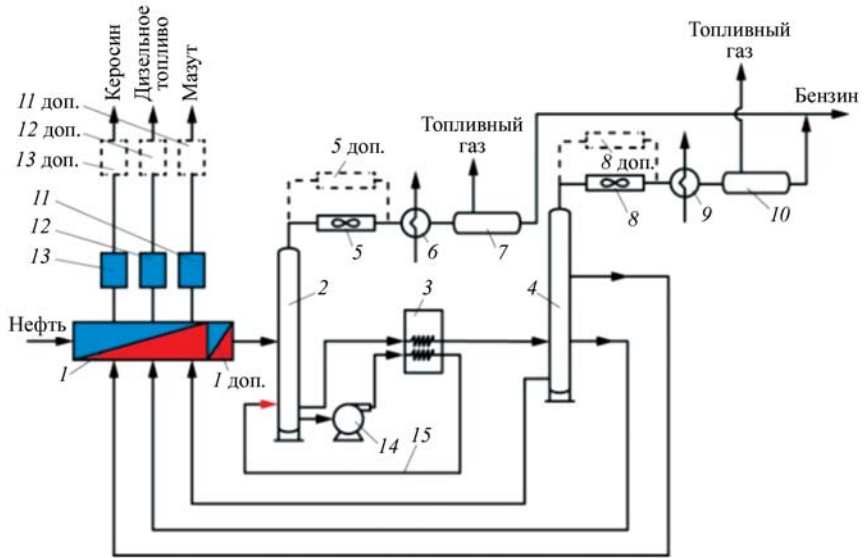
Построенные несколько десятилетий назад технологические установки ЭЛОУ-АТ, ЭЛОУ АВТ имеют резервы по мощности печей, по диаметрам ректификационных колонн и технологических трубопроводов, по производительности большей части насосов, по несущей способности строительных конструкций, однако, зачастую, присутствует дефицит теплообменной поверхности и эффективности работы теплообменного оборудования. Указанные резервы позволили на некоторых российских НПЗ увеличить производительность установок первичной переработки нефти (относительно проектных показателей), что принесло существенную дополнительную прибыль этим предприятиям. Однако необходимо отметить, что чаще всего при работе на повышенной загрузке на установках выявляются следующие типичные проблемы:

— температуры нефтепродуктов — бензина, керосина, дизельного

топлива и мазута, выводимых с установки, — зачастую превышают регламентные значения;

— снижается температура нефти на входе в отбензинивающую колонну, вследствие чего необходимо увеличить объем «горячей струи» 15 (рис. 1) для подвода тепла вниз колонны;

— вследствие увеличения тепловой нагрузки на печь (увеличения объема «горячей струи» и потока отбензиненной нефти) температуры ее змеевика и футеровки значительно превышают проектные значения. Увеличение температур нефтепродуктов на выходе с установки обусловлено недостаточностью поверхности теплообмена как рекуперативных



**Рис. 1.** Тепловые потоки установки АТ

1 – группа теплообменных аппаратов для рекуперации теплоты керосина, дизельного топлива, мазута; 1 доп. – дополнительные теплообменные аппараты для рекуперации теплоты керосина, дизельного топлива, мазута; 2 – отбензинивающая колонна; 3 – печь; 4 – основная ректификационная колонна со стриппингами; 5, 8 – воздушные холодильники-конденсаторы паров бензина на выходе из колонн; 5 доп., 8 доп. – дополнительные холодильники-конденсаторы бензина; 6, 9 – водяные холодильники бензина; 7, 10 – рефлюксные емкости; 11, 12, 13 – аппараты финишного охлаждения мазута, керосина, дизельного топлива; 11 доп., 12 доп., 13 доп. – дополнительные аппараты финишного охлаждения мазута, керосина, дизельного топлива; 14 – насос «горячей струи»; 15 – трубопровод «горячей струи»



теплообменников, так и холодильников (воздушных и водяных). Для решения этой проблемы, как правило, устанавливают дополнительные воздушные и/или водяные холодильники 5 доп., 8 доп., 11 доп., 12 доп., 13 доп. (см. рис. 1). При этом существенно увеличивается потребление электрической энергии, оборотной воды.

Увеличение мощности печи 3 обеспечивается сжиганием дополнительных сверхнормативных объемов топлива. Возможность эксплуатации печи при повышенных (по сравнению с проектными) температурах технические специалисты НПЗ обычно пытаются узаконить посредством согласования у проектной организации. Необходимо отметить, что этот путь ведет к значительному сокращению срока службы печи. По этой причине проектировщик печи часто не согласовывает регламент эксплуатации печи при чрезмерных температурных перегрузках ее элементов.

Более экономически, технически и экологически целесообразным вариантом решения вышеописанных проблем является установка группы дополнительных теплообменных аппаратов 1 доп. Как правило, это позволяет исключить необходимость установки дополнительных аппаратов финишного охлаждения 5 доп., 8 доп., 11 доп., 12 доп., 13 доп.; экономится электроэнергия, оборотная вода. Кроме того, такое решение позволяет в значительной степени снизить тепловую нагрузку на печь и, следовательно, сэкономить большой объем топлива, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду (уменьшение соответствующих платежей), увеличить срок службы печи. При наиболее удачных схемных решениях теплообмена удается исключить «горячую струю» и применение оборотной воды в холодильниках. Для размещения дополнительных теплообменных аппаратов 1 доп. на существующих строительных конструкциях необходимо провести следующие работы:

- совершить технологический расчет схемы теплообмена на заданную повышенную производительность установки, определение необходимых новых теплообменных аппаратов, их характеристик;

- разместить дополнительные теплообменные аппараты на существующих строительных конструкциях, либо заменить старые аппараты на теплообменники большей мощности;

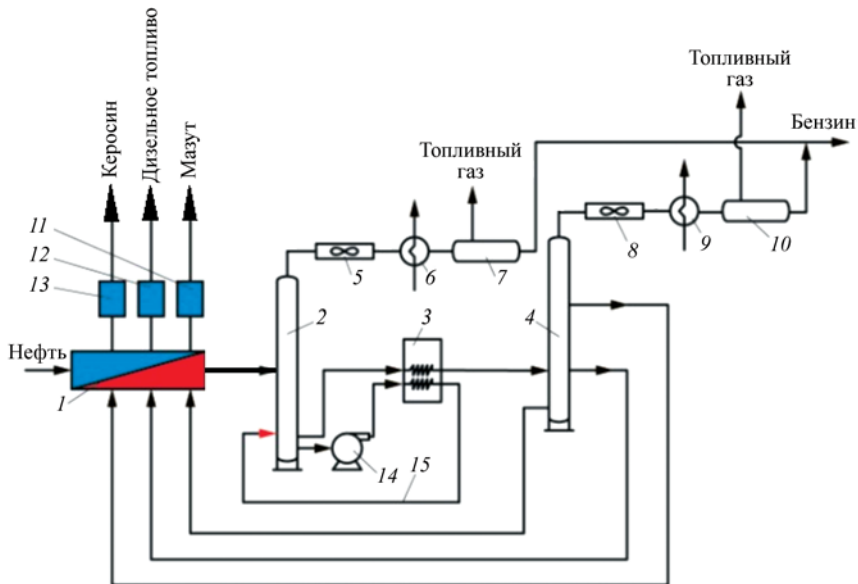
- разработать проектную документацию переобвязки трубопроводами, приборами КИПиА действующих теплообменников и обвязки новых теплообменников;

- провести обследование строительных конструкций и их расчеты

на повышенную нагрузку (с учетом дополнительных аппаратов), при необходимости разработать мероприятия по их усилению;

- выполнить необходимую экспертизу проектной документации;
- закупить оборудование, трубы, фитинги и др. и осуществить монтаж и переобвязку теплообменников, усиление строительных конструкций.

С появлением на рынке нефтегазового оборудования трубных пучков с витыми трубками и интенсификаторов для теплообменников появилась возможность достичь целей повышения производительности технологических установок с гораздо меньшими финансовыми затратами. На рис. 2 в качестве примера представлена схема тепловых потоков установки АТ с использованием витых трубных пучков (рис. 3).



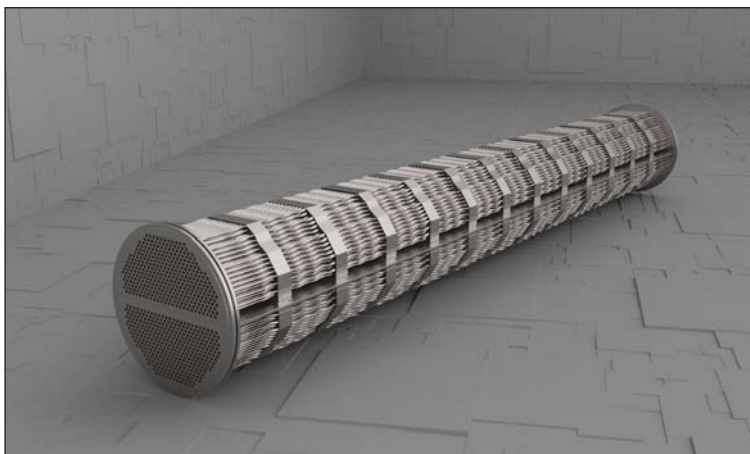
**Рис. 2.** Схема теплообмена установки АТ

с использованием витых трубок и проволочных интенсификаторов

1 – группа теплообменных аппаратов для рекуперации теплоты керосина, дизельного топлива, мазута; 2 – отбензинивающая колонна; 3 – печь; 4 – основная ректификационная колонна со стриппингами; 5, 8 – воздушные холодильники-конденсаторы паров бензина на выходе из колонны; 6, 9 – водяные холодильники бензина; 7, 10 – рефлюксные емкости;

11, 12, 13 – аппараты финишного охлаждения мазута, керосина, дизельного топлива;

14 – насос «горячей струи»; 15 – трубопровод «горячей струи»



**Рис. 3.** Витой трубный пучок

В этой схеме нет ни дополнительных аппаратов финишного охлаждения мазута, керосина, дизельного топлива 11 доп., 12 доп., 13 доп., ни дополнительных теплообменных аппаратов для рекуперации тепла керосина, дизельного топлива, мазута 1 доп. Достаточно заменить в существующих теплообменниках гладкие трубные пучки на витые. Такая замена позволяет увеличить теплопередачу на 20—40 % с минимальными капитальными затратами на техперевооружение технологических установок. При этом снижается гидравлическое сопротивление потокам теплоносителей, а также снижается загрязнение поверхности теплообмена, что в свою очередь увеличивает цикл непрерывной работы аппаратов. Для увеличения производительности водяных холодильников бензина 6 и 9 (см. рис. 2) также могут использоваться трубные пучки с витыми трубками, что позволит повысить их эффективность на 30—40 %. Необходимость установки дополнительных холодильников-конденсаторов бензина 5 доп. и 8 доп. (см. рис. 1) определяется расчетом схемы теплообмена установки.

Еще одним инструментом для повышения производительности теплообменников, являются проволочные интенсификаторы (рис. 4), которые применяются в качестве вставок в трубное пространство теплообменных аппаратов (кожухотрубных теплообменников и аппаратов воздушного охлаждения). Применение интенсификаторов повышает степень турбулизации потока, благодаря чему повышается эффектив-

ность теплообмена. Кроме того, повышение турбулизации приводит к снижению отложений на теплопередающей поверхности.

Обладая большим практическим опытом в области теплообменного оборудования и знаниями в области процессов нефтепереработки, специалисты компании ООО «СТИМ» могут выполнить:

- оценку работы существующего парка теплообменного оборудования (различных конструкций кожухотрубных аппаратов, пластинчатых, аппаратов воздушного охлаждения) с целью поиска оптимальных решений для повышения производительности установки и приведению ее к максимальной эффективности, надежности и долговечности;

- согласование наилучших технических решений с заказчиком;

- в сотрудничестве с экспертными организациями, например АО «ИПН» мы готовы предложить комплексный анализ возможностей

повышения производительности установок включая оценку потенциала к повышению производительности печей, колонн, систем трубопроводов и инфраструктуры;

- разработку рабочей документации;

- изготовление трубных пучков, кожухотрубных теплообменных аппаратов в сборе, интенсификаторов (см. рис. 4);

- сопровождение проекта в ходе монтажа и ввода в эксплуатацию;

- поддержку на всех этапах реализации проекта — от идеи до достижения заявленных в расчетных спецификациях результатов.

Повышение производительности установок, увеличение степени регенерации, снижение индексов энергопотребления, бережное отношение к ресурсам и окружающей среде — все это наши общие задачи, и мы рады прорабатывать их совместно с нашими заказчиками!



Рис. 4. Интенсификаторы

## ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТЬЮ: ГИБРИДНЫЙ ФОРМАТ ВНЕДРЕНИЯ



А.С. Голдобин

ООО «Простоев.НЕТ», г. Москва

ООО «Простоев.НЕТ» с 2005 г. занимается консалтингом в ТОиР и обучением сотрудников промышленных предприятий, используя метод проб и ошибок мы разработали гибридную технологию, о которой расскажем подробнее в докладе. В первую очередь, давайте посмотрим, что происходит в мире.

Две независимые исследовательской компании Oilandgasjobsearch.com и Brunel проводят опрос мировых лидеров энергетической отрасли, рекрутеров и сотрудников по всему миру, в том числе и стран СНГ. В исследовании выявляются и анализируются изменения, которые ожидаются в течение ближайшего года, а также способы, с помощью которых компании адаптируются к этим вызовам. В докладе этих компаний основное внимание уделяется таким областям, как проблемы найма, вовлеченность и удержание рабочих мест в энергетическом секторе.

Какие основные проблемы с персоналом по всему миру выявлены в 2021—2022 гг.:

- неадекватное планирование преемственности для передачи знаний и навыков;
- снижение экспертизы по причине старения рабочей силы;
- низкое качество образования и обучения.

Недавно вышли свежие исследования 2023 года, где для стран СНГ на первое место вышли проблемы с низким качеством образования и обучения. На вопрос «Что делает ваша компания для преодоления дефицита навыков?», 58 % опрошенных ответили, что проводят обучение и развитие.

Наша компания занимается обучением сотрудников промышленных предприятий с 2005 г. Мы собираем разные метрики, чтобы понять эффективность своей работы. Такие тренды, как в докладах Oilandgasjobsearch.com и Brunel, зачастую находят подтверждение и у наших заказчиков. Соответственно, необходима технология для каче-

ственного и быстрого восполнения недостатка навыков у сотрудников компаний. Мы совершенствуемся и эволюционируем, и пришли к гибридной технологии обучения. Повышая качество обучения сотрудников, заказчик получает экономические эффекты от внедрения изученных инструментов, подтвержденных расчетами и готовых к внедрению на производстве, то есть мы научились быстро превращать часы обучения сотрудников в рубли для заказчика.

Для разных заказчиков, с разными командами и разными компетенциями мы используем адаптивный подход. Перед началом тренингов формируется примерная программа для получения желаемого результата. А уже на самих встречах определяется, детальный план следующих шагов и потребность в получении теоретического материала, данных с производства или участие профильных экспертов во встрече для разбора накопившихся вопросов.

Под прессингом реальности стало очевидным, что чем шире кругозор специалиста, чем шире его опыт и знания, тем больше он эффективен в компании. Современный инженерно-технический работник должен сочетать профессиональную компетентность, уметь работать в команде, системно мыслить, знать экономические процессы в компании, быть готовым проводить исследования, иметь навыки цифровой культуры и быть ориентированным на практическую деятельность на предприятии. Развивать сотрудников удобно и эффективно на своих рабочих местах с отрывом на 1—2 часа в день для работы в группе и получения новых знаний, вне зависимости от направления своей деятельности — надежности, ремонта или эксплуатации оборудования. У них есть постоянный доступ к историческим данным и экспертным мнениям, которые особенно важны для достоверных расчетов. Таким образом мы отказались от недельных тренингов «сидя за партой» и постарались без отрыва от производства сделать максимально интересное и экономически выгодное обучение в удобный промежуток времени, обычно это один месяц.

Такое обучение — это нетривиальная комплексная задача и требует высокой компетентности со стороны экспертов, поэтому наша компания, является методологом и модератором этого обучения, мы объединяем специалистов от заводов-изготовителей, экспертов по промышленной безопасности, специализированных лабораторий и данные мирового бенчмарка, поэтому нам удастся посмотреть на задачи заказчика под разными углами, разных специалистов и дать разные варианты решения проблем.

Вовлекаясь в процесс, сотрудники производственных компаний начинают приобретать новые компетенции решая производственные задачи своего предприятия и оборудования получая информацию о лучших практиках в процессе обучения.

Результатом такого взаимодействия становятся проект мероприятия по внедрению на производстве с положительным финансовым эффектом и новыми компетенциями сотрудников для тиражирования на предприятии.

За последние два года в таком формате нами реализовано шесть тренингов — это фонтанная арматура скважинного фонда, путевые подогреватели нефти, насосные агрегаты для поддержания пластового давления, полупогружные насосы, вертикальные стальные резервуары и поршневые мотор-компрессоры для перекачки попутного нефтяного газа.

На примере подогревателей нефти расскажем подробнее о процессе и результатах, которые мы получили в этом кейсе.

К нам обратилась нефтяная компания, которой не хватало компетенций, чтобы предотвратить дорогостоящие отказы подогревателей нефти на месторождении.

Подогреватели нефти ПБТ1,6М осуществляют подогрев скважинной продукции для последующей подготовки ее до товарного качества. Вся технологическая схема комплекса подготовки зависит от эффективности нагрева в этих подогревателях рабочей среды до 60 °С. Фиксировать отказы начали после замены продуктовых змеевиков в 2019 г., за один год произошло 3 отказа. Каждый такой отказ несет за собой ежедневное уменьшение количества подготовленной нефти, а также работы по устранению разгерметизации, закупке и установке нового элемента, в целом для предприятия последствия оценены в сумму 65,27 млн руб. (полная потеря работоспособности оборудования не учитывалась).

Перед нами поставлена задача, познакомить сотрудников компании с инструментами управления надежностью, разработать мероприятия по предотвращению отказов и привести техническую систему подогрева нефти в статистически управляемое состояние.

В рабочую группу со стороны заказчика вошли специалисты по техническому надзору, надежности, представители служб эксплуатации и ремонта. Компания «Простоев.НЕТ» взаимодействует с профильными экспертами и привлекает каждого в случае необходимости.

На первом этапе был произведен сбор необходимых данных, в качестве источников использовали информационную систему предприя-



тия, опрос персонала, письменные записи, паспорта, руководства по эксплуатации, режимные листы, технологическую и бухгалтерскую документацию. С этого момента наш тренинг начал приспособляться под потребности, получив данные по оборудованию, на рабочей встрече определили какие инструменты управления надежностью будем использовать. В это же время обратились в металловедческую лабораторию для изучения образца дефектного металла змеевика подогревателя (рис. 1), получили заключение, что дефект является вершиной коррозионной язвы развившейся на внутренней поверхности стенки по углекислотному механизму, отказ связан с повышенной коррозионной агрессивностью среды, из-за которой возникает разгерметизация.

Для повышения безопасности, уменьшения рисков и контроля коррозионных процессов на установках подогрева нефти предложили использовать инструменты Risk based inspection (техническое освидетельствование (инспекция) с учетом факторов риска). Такой подход учитывает фактическое состояние оборудования и факторы, влияющие на риск их отказа.

Процесс RBI применим для поддержания механической целостности элементов оборудования и минимизации риска потери герметич-



**Рис. 1.** Фото дефектного участка змеевика

ности из-за механизмов деградации. Поэтому в основном применяется для сосудов под давлением, резервуаров, трубопроводов, герметичных оболочек трубопроводов, змеевиков. В нашем случае он подходит. Мы провели теоретические встречи, рассказали, как будем использовать эти инструменты.

Цикличность в RBI позволяет оценивать эффективность принятых ранее решений и производить их пересмотр, обеспечивая выполнение принципа непрерывного улучшения. Концепция RBI-анализа рассматривает риск как количественную меру — сочетание двух функций вероятности разрушения оборудования и размера негативных последствий, это позволяет определить и ранжировать критичность оборудования и на основе этого обеспечить оптимальные планы инспекций за счет установления приемлемого уровня риска.

При выполнении RBI анализируется оборудование, выявляются критические элементы и рассчитывается риск для соответствующего элемента системы. Одна из целей RBI — это оценить риски, связанные с эксплуатацией установки или технологического блока и понять какое влияние оказывают на риски инспекционные меры. Планирование инспектирования учитывает риск с течением времени, когда риск достигнет определенной цели риска. Инспектирование не снижает риск, но позволяет узнать состояние повреждения оборудования и уменьшить неопределенность.

Блок нагрева предназначен для передачи тепла от продуктов сгорания нагреваемому продукту. Технологический процесс нагрева продукта осуществляется следующим образом: смесь воды и нефти поступает в змеевик подогревателя, нагревается от промежуточного теплоносителя, после чего выводится из подогревателя. После очистки, подогрева и редуцирования топливный газ подается на запальные и основные горелки, сжигается в топке подогревателя, отдавая тепло промежуточному теплоносителю.

Концепция RBI подразумевает объединение на контуры коррозии или коррозионные петли в зависимости от материального исполнения, химического состава технологической среды, коррозионной агрессивности среды и параметров эксплуатации.

Рассмотрев особенности конструкции и условий эксплуатации подогревателя, определили, что внутренняя поверхность змеевика омывается скважинной продукцией с давлением до 2,5 МПа и температурой до 60 °С, а внешняя — теплоносителем с температурой нагрева до 95 °С. В топочной камере распределение температуры происходит другим спо-

собом и с высокими значениями температурных градиентов, а жидкость воздействует только на внешнюю поверхность. В емкости подогревателя теплоноситель находится под наливом. Риск возникновения отказов во всех этих частях разный, в процессе эксплуатации на каждом из них фиксировали отказы, поэтому основными контурами коррозии назначили продуктовый змеевик, топочную камеру, емкость с теплоносителем (рис. 2).

Каждому контуру коррозии выделили окно целостности — это диапазон технологических условий эксплуатации, которые оказывают влияние на скорости коррозии и деградационные механизмы при выходе за пределы определенных диапазонов. Допустимые значения всегда должны находиться в безопасных пределах.

Сделав описание каждого механизма деградации на каждом контуре коррозии, определили критические факторы, влияющие на скорость распространения этого вида повреждения, а также меры для предотвращения распространения или смягчения последствий этого механизма. Каждый такой механизм может привести к определенным последствиям, в этом тренинге рассматривали только правдоподобные сценарии и возникающие последствия при их развитии.

Получив расчеты риска возникновения отказов, выбрали наиболее эффективный по объему, методам и периодичности план инспекции.

Изучив данные о предыдущих технических диагностированиях, удалось выяснить, что неразрушающий контроль на предприятии про-

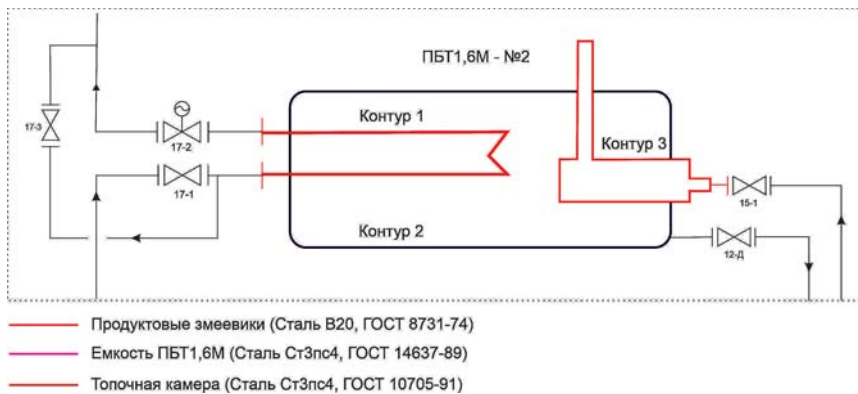


Рис. 2. Фрагмент технологической схемы с выделением контуров коррозии

водился без единой программы выполнения работ и структурировать данные по замерам толщины стенки невозможно, так как схем к протоколам замера толщины нет и достоверное наблюдение за техническим состоянием не проводилось. В том числе отсутствует контроль качества теплоносителя, содержание ингибиторов коррозии, что может повлиять на ускорение коррозионных процессов металла змеевиков. Основным фактором разрушения змеевиков служит локальная точечная коррозия, которую определить и спрогнозировать достаточно сложно, поэтому рабочая группа особое внимание уделила поиску достоверных способов неразрушающего контроля.

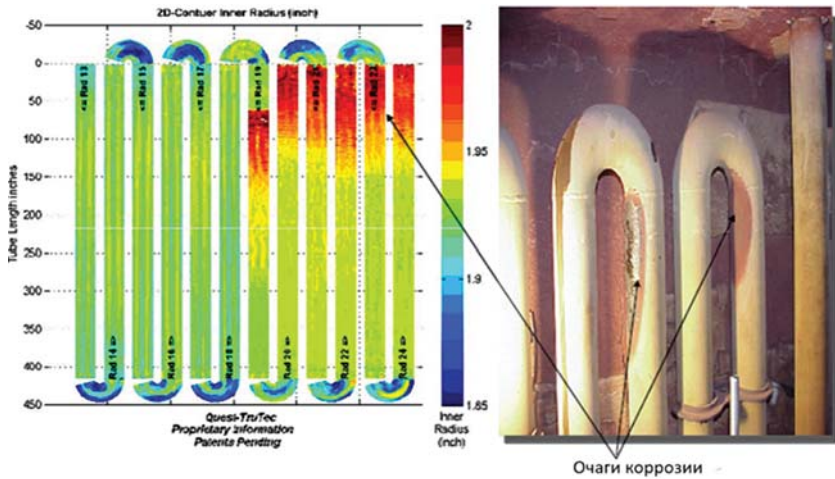
Существуют разные диагностические комплексы для оценки коррозионного повреждения змеевиков. Наиболее подходящим оказался ультразвуковой зонд, предназначенный для трубных пучков. Перед диагностикой проводится гидромеханическая очистка внутритрубного пространства, потом запускается диагностический снаряд, снимаются параметры и выдается электронная коррозионная карта поверхности с указанием координат аномалий (рис. 3). К сожалению, по причине сложной конфигурации пучков и внутреннего диаметра 79 мм, поставщиков таких услуг в России не найдено, поэтому наибольшее внимание уделено допустимым параметрам для поддержания целостности — решили не отказываться от толщинометрии и делать ее при извлечении трубного пучка в доступных для этого местах.

Предложено использовать ингибиторы коррозии с адаптивной дозировкой, как одни из видов коррозионного барьера. Сам процесс поиска эффективных способов контроля не остановлен, после появления на рынке новых решений планируется проведение опытно-промышленных испытаний на исследуемом объекте.

Также рассматривали замену материалов змеевиков. На момент анализа рынка у изготовителей была возможность выпуска змеевиков только из стали 20 или 09Г2С. Такие материалы не обеспечивают защиту от развития коррозионных язв в условиях эксплуатации. Поэтому искали решения для нанесения внутреннего покрытия на уже имеющиеся змеевики, но по причине технологических ограничений эффективность этого предложения нельзя оценить, змеевики имеют большое количество калачей и сварных соединений, качественное нанесение на их внутреннюю поверхность — пока не решенная задача.

В теплоноситель решили добавлять ингибированную присадку для замедления коррозионных процессов всех контуров коррозии.

Все предлагаемые мероприятия прошли оценку и коррекцию у про-



**Рис. 3.** Вид отображения очагов коррозии после получения данных ультразвуковым зондом  
 а – визуальное представление, б – вид программы для работы с коррозионной картой

фильных экспертов, для этого привлекли специалистов из лаборатории защиты от коррозии, изготовителя оборудования, металлургическую лабораторию, компанию по внутритрубной диагностике и Институт химии нефти СО РАН — ИХН СО РАН.

Мероприятия оформлены с указанием сроков, исполнителей и защищены у руководства компании. В настоящий момент адаптивное дозирование ингибитора обеспечено, мониторинг окон целостности выполняется. Помимо снижения количества отказов и минимизации затрат на устранения последствий есть еще не очевидные эффекты. Разработан ряд документов, по которым производится изготовление, приемка и входной контроль, выделены единые требования к эффективному контролю технического состояния, у сотрудников компании появились компетенции для стимуляции подрядных организаций к выполнению качественных услуг по изготовлению, ремонту и диагностированию оборудования.

Соответственно, экономический эффект от данного обучения определенно есть и по мере внедрения полученных знаний сотрудниками предприятия будет возрастать.

Со своей стороны мы поддерживаем связь с заказчиками, развиваемся и работаем на опережение добывая эффективные подходы в ТОиР. Если говорить про будущее, то в ближайший год планируем провести подобные обучения по технологическим трубопроводам, сосудам, работающим под давлением и колонному оборудованию. Наша цель создать библиотеку успешных кейсов по разным типам оборудования для получения быстрых результатов и решения задач для бизнеса заказчика.



## ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ



И.А. Валиев

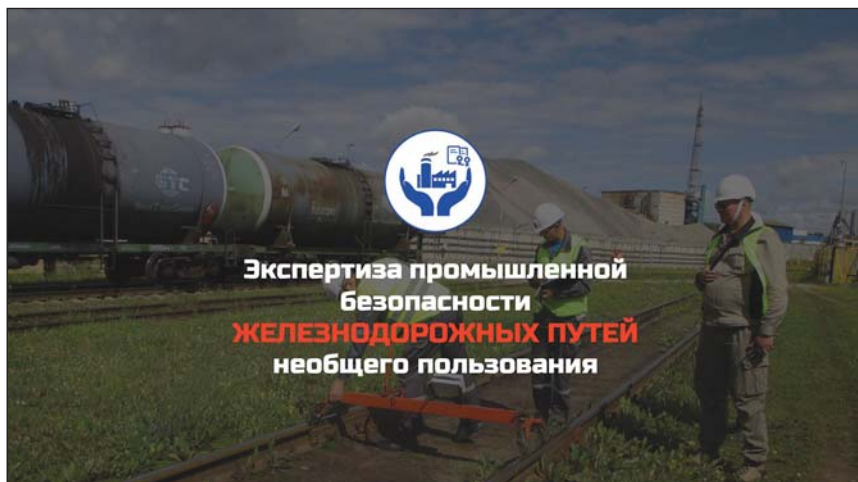
ООО «Экспертсервис-М», г. Москва

ООО «ЭкспертСервис-М» обладает компетенциями и положительным опытом оказания услуг по техническому диагностированию и экспертизе промышленной безопасности железнодорожных путей необщего пользования (далее — ж/д пути).

Сотрудники компании имеют профильное образование (Московский государственный университет путей сообщения. (МГУ ПС), а парк оборудования оснащен путеизмерительной тележкой ПТ-7МК).

Комплекс услуг учитывает требования следующих нормативно-технических документов:

— Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;





- ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»;
- СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов» (Приказ Ростехнадзора № 529 от 15.12.2020 г.);
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (приказ Ростехнадзора № 533 от 15.12.2020 г.);
- СП 126.13330.2017 «Геодезические работы в строительстве»;
- СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»;
- ГОСТ 27518-87 «Диагностирование изделий. Общие требования»;

## Комплекс услуг по экспертизе промышленной безопасности железнодорожных путей необщего пользования, который оказывает ООО «ЭкспертСервис-М»

### **1. Организационно-технические мероприятия, обеспечивающие безопасное выполнение работ.**

Работы по техническому диагностированию ж/д пути проводятся по приказу руководителя экспертной организации, в котором определяются основные организационно-технические мероприятия, обеспечивающие безопасное проведение работ, назначаются лица, ответственные за безопасное выполнение работ.

Перед началом работ состав специалистов, задействованный в проведении работ, проходит все необходимые виды инструктажа.

Ж/д путь должен быть подготовлен к выполнению работ в соответствии с требованиями эксплуатационной документации и нормативной документации на методы неразрушающего контроля, применяемые при проведении работ.

### **2. Подготовка к проведению работ по техническому диагностированию.**

Степень подготовки ж/д путей к обследованию их технического состояния определяется целью и необходимым объемом работ контроля.

### **3. Мероприятия технического диагностирования:**

- анализ технической документации и условий эксплуатации;

- предварительное (визуальное) обследование;
- детальное (инструментальное) обследование;
- оценка остаточного ресурса;
- оформление результатов работ.

## Предварительное (визуальное) обследование

Сплошное визуальное обследование строительных конструкций сооружения и выявление дефектов и повреждений по внешним признакам с необходимыми замерами и их фиксация.

Фотофиксация отдельных дефектов строительных конструкций.

Обследование проводится на основании следующих нормативно-технических документов: ГОСТ 31937-2011.

Род и число шпал на путях, стрелочных переводах, закрестовинных кривых (техническое состояние, соответствие эпюре укладки).

Земляное полотно с комплексом защитных сооружений, устойчивость откосов насыпей и выемок, надежность обеспечения отвода поверхностных вод от земляного полотна с устройством водоотводных сооружений.

Рельсы и скрепления (наличие трещин, сколов, и других недопустимых дефектов).

Стрелочные переводы и глухие пересечения.

Сигналы, сигнальные и путевые знаки, тупиковые упоры и устройства путевого ограждения для защиты от попадания на фронт погрузки, выгрузки постороннего подвижного состава.

Устройства для аварийного передвижения вагонов. Средства для закрепления вагонов на подъездном пути.

Ограждения территории, сохранность и безопасность сооружений путевого хозяйства на всем протяжении.

## Детальное (инструментальное) обследование

Работы по обмеру необходимых геометрических параметров сооружения, строительных конструкций, их элементов.

Визуально-измерительный контроль проводится с целью обеспечения безопасности движения по железнодорожным путям; мониторинга состояния пути; предупреждения предотказного состояния; планирования и контроля выполнения работ по текущему содержанию путей, в том числе планирования ремонтов, а также соответствия технического состояния путей — требованиям промышленной безопасности.

Контроль и оценка технического состояния железнодорожных путей необщего пользования проводится с обязательным применением путеизмерительной тележки, дефектоскопических средств и другого необходимого оборудования.

Определение фактических прочностных характеристик материалов несущих строительных конструкций и их элементов.

Определение пространственного положения конструкций.

Контроль проводится на основании следующих нормативно-технических документов: ГОСТ 22690-2015, ГОСТ 31937-2011, ГОСТ 22761-77.

## **Оценка технического состояния сооружения и анализ результатов обследования**

Камеральная обработка и анализ результатов обследования, включающая составление эскизов, графиков, таблиц, как по всем конструкциям, так и на отдельные элементы.

Анализ причин появления дефектов и повреждений в конструкциях.

Составление плана корректирующих мероприятий по дальнейшей эксплуатации объектов экспертизы.

## **Расчет остаточного ресурса**

В качестве методики нахождения остаточного ресурса принята оценка надежности строительных конструкций по их повреждениям, разработанная АО ЦНИИПромзданий Госстроя СССР («Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам»).

## **Анализ результатов обследования**

На основе анализа результатов обследования определяется техническое состояние ж/д путей, составляется заключение ЭПБ (включающее сведения о расчетных и аналитических процедурах оценки и прогнозирования технического состояния объекта экспертизы, включающие определение остаточного ресурса (срока службы)), с отражением в выводах заключения ЭПБ установленного срока дальнейшей безопасной эксплуатации объекта экспертизы.

## **Оформление результатов работ**

Результаты проведенных специалистами лаборатории неразрушающего контроля работ оформляются в виде протоколов и заключений по каждому методу контроля.

Заключения, протоколы по каждому виду контроля подписываются специалистами лаборатории неразрушающего контроля, непосредственно проводящими работы.

По результатам выполненной работы оформляется заключение экспертизы промышленной безопасности на каждый объект.

\*\*\*

В свою очередь, напоминаем, что в нашу организацию обращаются с задачами, которые имеют не тривиальный характер исполнения задач заказчика, который требует творческого подхода их решения. мы готовы проконсультировать в любое удобное для вас время и разработать решение ваших задач.

## ПРЕЗЕНТАЦИЯ АО «ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР «КРОНШТАДТ»



А.И. Третьяков

АО «Инжиниринговый центр «Кронштадт»,  
г. Кронштадт

В целях укрепления технологического суверенитета Российской Федерации, а также во исполнение задачи по расширению на территории Российской Федерации мощностей по обслуживанию, ремонту, инжинирингу и выпуску запасных частей для топливно-энергетического комплекса (ТЭК), снижению зависимости ТЭК Российской Федерации от импортного оборудования и технологий, повышению уровня компетенций в части подходов по созданию технологического резерва, в марте 2023 г. было создано и запущено в работу АО «Инжиниринговый центр «Кронштадт».

Предпосылкой создания Инжинирингового центра стала проблема нарушения цепочек поставок запасных частей, инструментов и принадлежностей, необходимых для бесперебойной работы ТЭК.

Острая потребность в импортных ЗИП существует во всех сферах ТЭК: от разведки до сбыта. На одном только нефтеперерабатывающем заводе работают более 50 установок, требующих обслуживания, ремонта и замены ЗИП. Это, в среднем, более 3000 импортных деталей. При этом выход из строя хотя бы одной детали может повлечь за собой полную остановку производства. Потери от такого простоя составляют более 100 млн руб. в сутки.

Возникает закономерный вопрос: где взять точно такую же деталь? Купить оригинал? Минпромторг оказывает поддержку в данном вопросе, но уже сейчас более 30 % деталей невозможно привезти параллельным импортом. Либо произвести. Чтобы произвести деталь необходима техническая документация для производства: рабочая конструкторская документация, а также технологическая карта производства.

Мы в Инжиниринговом центре «Кронштадт» как раз решаем задачу производства, что называется «под ключ», проводим измерение геометрии изделия, определяем материал и предлагаем материалы замени-

тели, разрабатываем конструкторскую документацию, изготавливаем, испытываем и сертифицируем изделия. В итоге на выходе мы получаем готовый ЗИП с сертификатом, гарантией 12 мес. и, при необходимости, страховкой.

Мы создали у себя 4 отдельных специализированных подразделения, чтобы максимально эффективно решать задачи по обратному инжинирингу ЗИП и комплектующих к иностранному оборудованию заказчиков: сектор деталей поршневых машин (поршневые компрессоры, газопоршневые установки), сектор деталей центробежных машин (центробежные насосы, центробежные компрессоры), сектор нефтегазового оборудования (статическое оборудование, ЗРА), сектор деталей турбин (газотурбинные установки).

Инжиниринговый центр «Кронштадт» в настоящее время — это опытная команда из более чем 120 сотрудников, привлеченных из лидеров рынка ТЭК, в частности, прекративших свою деятельность на территории Российской Федерации, таких как GE, Siemens, Sulzer и т.д.

Инжиниринговый центр «Кронштадт» обладает широкой партнерской сетью, насчитывающей более 150 партнеров — производителей деталей для нефтегазового и энергетического оборудования.

На территории г. Кронштадт расположено три крупных площадки Инжинирингового центра «Кронштадт» — лаборатория обратного инжиниринга, цех производства капитальных деталей и центр композитных материалов.

За 2023 г. Инжиниринговый центр «Кронштадт» изготовил и поставил более 11000 деталей для 30 клиентов, 1200 из которых уже работает и имеет наработку более 6000 тыс. ч.

Инжиниринговый центр «Кронштадт» производит работы по обратному инжинирингу как на своей площадке, так и на складах клиентов, и во время остановочных ремонтов.

Одним из ярких примеров решения задачи по оперативному обратному инжинирингу во время остановов было изготовление направляющих для трех шибберных задвижек Kubota установки Г-43-107 (каталитический крекинг) для нужд одного из нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ).

В начале сентября 2023 г. от Управления главного механика (УГМ) НПЗ поступила заявка на изготовление направляющих для трех шибберных задвижек Kubota установки Г-43-107 (каталитический крекинг), секция 200 (реакторный блок). Срок изготовления — до начала осушки установки 12.11.2023 г. За время останова необходимо было

провести работы по реверс-инжинирингу, разработать конструкторскую документацию, изготовить направляющие из жаропрочного нержавеющей материала с твердосплавной наплавкой в количестве 6 шт. Работы выполнены в срок, направляющие установлены в оборудование, установка каталитического крекинга НПЗ успешно запущена.

Перед всеми нами стоит задача снижения зависимости топливно-энергетического комплекса Российской Федерации от иностранных комплектующих и оборудования, и мы на своем примере показываем, что данную задачу решать можно.



## СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ



**В.С. Яровой**

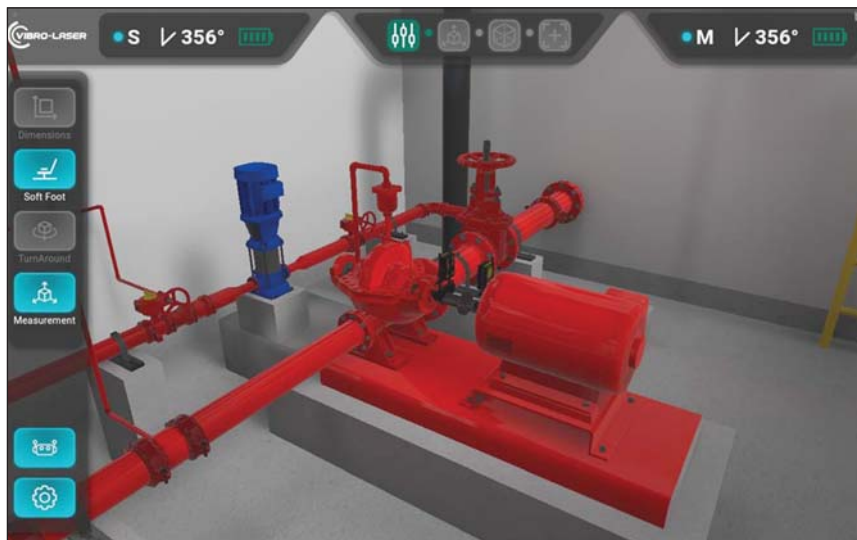
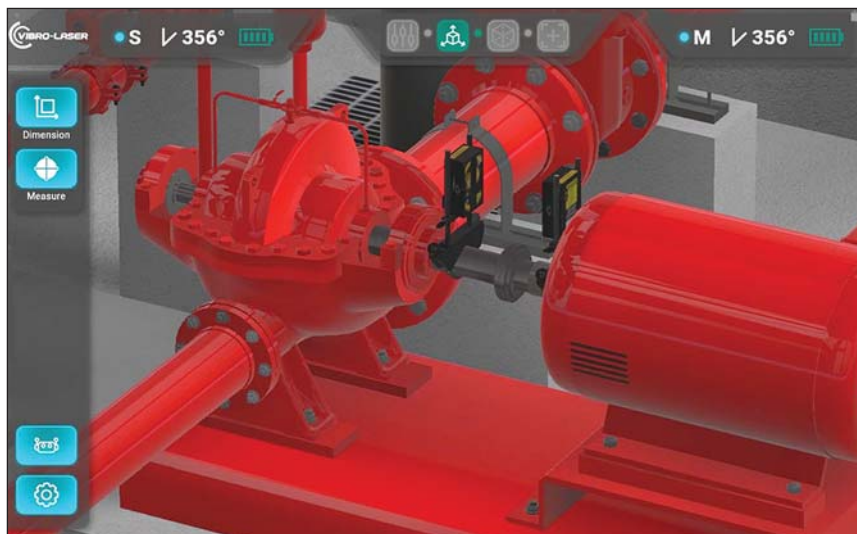
АО «Теккноу», г. Санкт-Петербург

В современном мире, где идет постоянная гонка по оптимизации работы производства и стремление к максимальному снижению уровня расходов на его содержание, требуются не менее современные средства по контролю и диагностике роторного оборудования. Каждый год компании, работающие на рынке неразрушающего контроля, представляют все новые и новые решения по диагностике того или иного параметра динамического оборудования, начиная от ультразвуковых решений, заканчивая системами по вибродиагностике и контролю электрических параметров. В таком пото-

### НОВЫЕ ПРОДУКТЫ В ЛИНЕЙКЕ



ке сложных и технологичных систем бывает не просто разобраться и опытным высококвалифицированным специалистам, и на их освоение может уходить очень много времени. Понимая все сложности с внедрением и освоением нового оборудования на предприятии ком-



пания АО «ТЕККНОУ» выводит на рынок новую концепцию — объединение нескольких смежных приборов в одну удобную экосистему **VIBRO-LASER ECO**.

VIBRO-LASER ECO объединяет в себе системы лазерной центровки VIBRO-LASER ELEMENT, балансировки VIBRO-BALANCE, портативную виброконтроля VIBRO-SCOPE и беспроводную вибромониторинга VIBRO-DOT для обеспечения механика всеми необходимыми решениями в области виброналадки роторного оборудования.

Новый интерфейс системы лазерной центровки **VIBRO-LASER ELEMENT** позволяет максимально визуализировать процесс рабо-



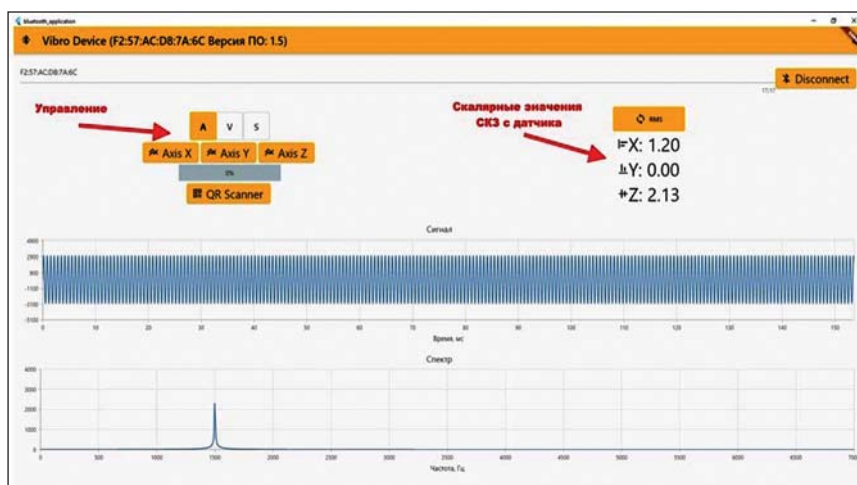
ты, что значительно упрощает взаимодействие с системой и требует минимального времени на его освоение. Интерактивные 3D-модели имитируют реальное оборудование, встроенное в обстановку цеха.

Система VIBRO-LASER ELEMENT, как и прежде, будет иметь широкий набор функций, а также новые алгоритмы по работе в сложных эксплуатационных условиях, при повышенной вибрации.

Новый портативный прибор **VIBRO-SCOPE** для проведения виброконтроля роторного оборудования позволит провести измерения и оценку согласно ГОСТ 10816-1 в диапазоне от 10 до 1000 Гц, а также передать их по беспроводной связи в ПО VIBRO-LASER для создания отчета о состоянии оборудования.

Для получения более полной информации о состоянии оборудования VIBRO-SCOPE имеет возможности по расширению частотного диапазона и записи временного сигнала по трем координатам ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), а также вывода спектра с автоматическим анализом некоторых механических дефектов оборудования (дисбаланс, расцентровка и т.д.).

Для решения задач для постоянного виброконтроля и вибромониторинга динамического оборудования была создана система беспроводных датчиков **VIBRO-DOT**. Датчики производят измерения вибрации в трех координатах, отображая текущее значение на встроенном дисплее в скалярных величинах или в виде QR-кода.



Для более глубокого анализа состояния оборудования VIBRO-DOT запишет временной сигнал с высокой частотой дискриминации до 26,6 кГц в файл для дальнейшей обработки и анализа.

В заключение хочется отметить, что разработанная АО «ТЕККНОУ» эко-система VIBRO-LASER ECO является уникальной на российском рынке — она позволяет значительно повысить эффективность работы предприятий, сократить затраты на обслуживание и ремонт оборудования, а также увеличить его срок службы.

## АНАЛИЗ КРИТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ НА НПЗ. ПОДХОДЫ К ИХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ



А.В. Терентьев

АО «АГВ», г. Москва

В настоящее время промышленность стоит перед задачей не только максимизировать эффективность производственных процессов, но и значительно продлить срок службы оборудования при снижении эксплуатационных издержек. Особенно это касается поршневых компрессоров без смазки, эксплуатируемых на НПЗ, где высокие требования к чистоте конечного продукта не допускают попадания масла в камеру сжатия. Соответствующий выбор материалов и технологий на всех этапах производственного цикла позволяет значительно увеличить продолжительность безаварийной работы компрессорных агрегатов.

АО «АГВ» более 15 лет специализируется на производстве деталей для импортного оборудования: Ariel Corporation, Dresser Rand, Ajax, SIAD, Halberstadt, Sultser-Burckhardt, CKD, Howden; газовых двигателей CAT, Waukesha, Wartsila, Cameron и др. Компания серийно производит запасные части для поршневых компрессоров, а также приводных газопоршневых двигателей, имеет подтвержденные положительные результаты эксплуатации и обширный референс. Клапаны, сальниковые уплотнения по газу и по маслу, поршневые кольца, уплотнительные прокладки, газовые и газосмесительные клапаны АО «АГВ» имеют высокое качество и не уступают оригинальным компонентам.

У предприятия имеются все необходимые технологические и производственные возможности для планируемого производства штоков и поршней для поршневых компрессоров, деталей головок блока цилиндров ГПД (клапаны, седла и направляющие клапанов).

Важнейшими элементами в конструкции поршневого компрессора, обеспечивающими его надежную и эффективную работу, являются

маслосъемные уплотнения, уплотнения штока (сальники), опорные и поршневые кольца, клапаны цилиндров.

Сальники выполняют функцию уплотнения газов высокого давления, препятствуя утечке газа из цилиндра. Они состоят из сальниковых колец, которые обеспечивают герметичность вокруг штока и внутренних стенок сальника. Работа сальников начинается от давления газа. Поддерживающие кольца, обычно изготавливаемые из бронзовых сплавов или полимеров типа РЕЕК, удерживают уплотнительные кольца в пределах их рабочих габаритов и способствуют единичной герметизации.

Комплект сальниковых колец VTR представляет собой разрезные кольца, обычно выполненные из ПТФЭ с наполнителями, что обеспечивает их работоспособность и долговечность.

Маслосъемные кольца удаляют масляную пленку со штока поршня с помощью скребков, расположенных по его внутреннему диаметру. Для максимальной эффективности используется технология бритвенного лезвия: специально подобранный угол наклона кромки колец позволяет соскребать масло, не изнашивая шток и предотвращая утечку масла в камеру сжатия.

Каждое компрессионное и опорное кольцо специально разрабатывается для соответствия рабочим параметрам. Поршневые кольца предотвращают или уменьшают перетечки в камерах цилиндра, опорные коль-

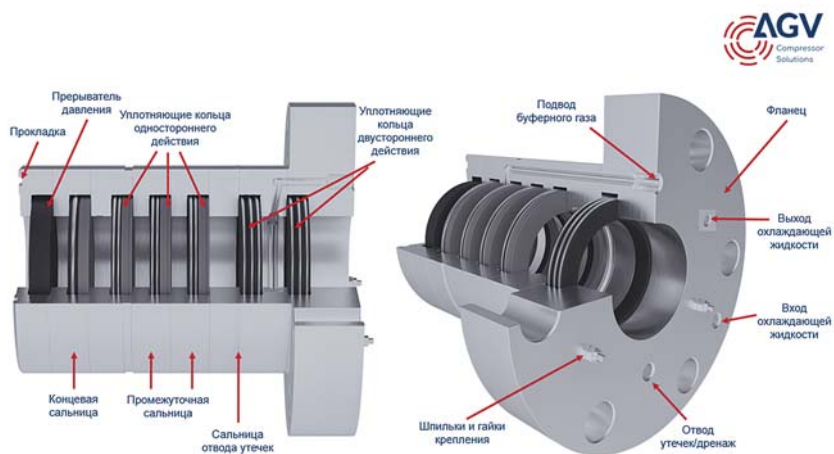


Рис. 1. Сальниковый узел в сборе



ца предотвращают контакт поршня с зеркалом цилиндра. Поршневые и опорные кольца обычно имеют косой разрез, цельные или состоящие из двух частей, используются уплотняемые замки и несколько поршневых колец на высоких ступенях компрессора для уменьшения перетечек газа. На опорных кольцах используются проточки с боков и на внешнем диаметре для предотвращения воздействия давления. Для производства используются композитные материалы на основе структурно-модифицированного ПТФЭ или РЕЕК. АО «АГВ» имеет полный цикл производства поршневых колец, включая смешивание и литье под давлением заготовок, что обеспечивает полный контроль на протяжении всего производственного процесса для лучшей герметизации, меньшего износа и увеличения срока службы.

Износ поршневых и опорных колец, маслосъемных колец, сальников и уплотнений, зависит от конструкции, материала и условий эксплуатации. Компания АО «АГВ» использует собственную разработку — специализированный материал Пластик 7000, для снижения трения и износа, за счет специальных добавок, которые повышают прочность.

Для достижения оптимальных результатов важно правильное проектирование и подбор материалов. Наиболее распространенные мате-

№ п.п.	Наименование показателя	Термическое спекание			Пластик 7000Л	
		Ф4К15М5	Ф4С15	Ф4ВБ15		
1	Модуль упругости при сжатии по ГОСТ 8550, МПа	20 °С	000-700	300-700	700-600	1000-1100
		150 °С	70-95	70-90	100-120	400-500
		300 °С	60-70	60-70	60-70	200-300
		350 °С	30-40	30-40	30-40	220-230
2	Напряжённость при 10% деформации на сжатие по ГОСТ 4051, МПа	20 °С	21	21	22	36
		150 °С	6,5	7,0	7,3	17
		300 °С	5,6	5,7	5,9	18,9
		350 °С	7,5	3,8	3,2	9,8
3	Деформация при сжатии при 25 МПа за 1 час, %	— сжимаемая				
		20 °С	25	22	20	4,5
		150 °С	33	30	30	7
		300 °С	40	40	50	19
		— необжимаемая				
		20 °С	20	18	14	1,7
4	Прочность при растяжении при 20 °С по ГОСТ 11262, МПа	20 °С	25	24	22	2,1
		150 °С	29	30	40	4,0
		300 °С	29	30	40	4,0
		350 °С	29	30	40	4,0
5	Эксплуатационное удлинение при растяжении при 20 °С по ГОСТ 11262 °С, %	>100	>150	>100	>100	
6	Коэффициент динамического трения (при движении образца в виде шестерни по металлическому диску без смазки и теплоизоляции из зоны контакта при P=2,5 МПа, V=1 м/с, Rn=0,3, HRC=45)	0,25-0,38	0,25-0,30	0,24-0,25	0,14-0,18	
7	Линейная скорость изнашивания (при движении образца в виде шестерни по металлическому диску без смазки и теплоизоляции из зоны контакта при P=3 МПа, V=1 м/с, Pa=0,3, HRC=45), мм/час	5,10	3,5	2,3	<0,1	
8	Твёрдость по Бринеллю, МПа, D0240 - 05	28-30	28-30	30-32	65-68	
9	Теплопроводность, Вт/м·К	0,34	0,28	0,35	0,38	
10	Температура плавления, °С ASTM D 4291	329	328	326	306	
11	Температура плавления/кристаллизации, ДАТ, ASTM D 4291	24	25	20	35-40	

**Рис. 2.** Пластик 7000: сравнение характеристик с композитами ПТФЭ, получаемые термическим спеканием

риалы для компрессоров без смазки на НПЗ для колец поршня и колец штока включают угленаполненный ПТФЭ, стеклонаполненный ПТФЭ, наполненный РЕЕК (для больших давлений), ПТФЭ с фирменными наполнителями.

Эксплуатация поршневых компрессоров без смазки напрямую связана с повышенным выделением тепла. Также значительное внимание уделяется монтажу и обслуживанию уплотнительных элементов, где чистота поверхностей играет критическую роль. Важна повышенная износостойкость материалов колец, таких как угленаполненный ПТФЭ или наполненный РЕЕК.

Многофункциональные уплотнительные материалы, такие как Пластик 7000, обеспечивают высокую эффективность при минимальной потребности в техническом обслуживании. При этом важно отметить, что неправильное обращение с ними, в частности, попадание влаги или масла, может привести к быстрому износу.

## Пример увеличения срока службы поршневых колец на НПЗ

ОЕМ-кольца, которые использовал заказчик, были изготовлены из стеклонаполненного ПТФЭ и требовали замены каждые 3,5 тыс. ч, не доходя до планового ТО 4 тыс. ч. Задача — увеличить срок службы поршневых и опорных колец.

Компрессор	SIAD
Кол-во ступеней	2
Смазка	Нет
Мощность	377 л.с.
Давление нагнетания	100 фунт/дюйм <sup>2</sup>
Диаметр цилиндра первой ступени	20 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> дюйма
Диаметр цилиндра второй ступени	12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> дюйма

**Решение:** специалисты АО «АГВ» предложили заменить кольца на установке производства водорода на кольца AGV из материала Пластик 7000, так как данный материал обеспечивает исключительную износостойкость.

стойкость при воздействии воздуха, метана, пропана, сжиженного природного газа и сухих газов.

Заказчик установил кольца AGV в цилиндр первой ступени, чтобы проверить их срок службы с OEM-кольцами на второй ступени.

**Результат:** через 6 мес. эксплуатации, во время ТО 4000 кольца AGV показали незначительный износ и были заменены во время проведения ППР. Несмотря на то, что поршневые и опорные кольца AGV прослужили 4000 ч до проведения ППР, их радиальная толщина еще позволяла эксплуатировать их далее.

## Заключение

Высокий срок службы в поршневых компрессорах без смазки может быть достигнут при принятии надлежащих мер.

Теплота и попадание влаги — главные причины уменьшения срока службы, особенно в поршневых компрессорах без смазки.

Для увеличения срока службы применяется комбинация правильного конструирования и подбора материалов, разработанных для уменьшения тепловыделения, ограничения уноса перенесенного слоя и уменьшения скорости износа.

Необходимо тщательно отмывать и обезжиривать поверхности во время обслуживания оборудования для дальнейшего ускорения образования перенесенного слоя.

Глубокая техническая экспертиза и многолетний опыт сервисных инженеров АО «АГВ» позволяет вовремя выявить причины и предотвратить возможные проблемы в эксплуатации, приводящие к повреждению поршня, поломке штока и другим дорогостоящим последствиям. Сервисная служба АО «АГВ» выполняет работы любой категории сложности, включая пусконаладочные работы, капитальный и аварийно-восстановительный ремонт, техническое обслуживание с постоянным присутствием на объекте.

Клиентоориентированность и высокая культура производства позволили компании выстроить прочные отношения с большинством предприятий российского ТЭК — ПАО «Газпром», НК «Роснефть», «Газпром нефть», «Лукойл», «Новатэк», ООО «Сибур», АО «Концерн Росэнергоатом». АО «АГВ» укрепляет технологическую независимость предприятий-заказчиков и повышает экономическую эффективность обеспечения бесперебойной работы оборудования.

## ОПЫТ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ МАРКИ НЦСГ-Е



Д.А. Дойкин

ООО «НТЭ», г. Пенза

В 2019 г. в выпуске журнала «Газовая промышленность» № 9 мы освещали опыт бесперебойной работы электронасосных агрегатов марки НЦСГ-Е в условиях Крайнего Севера и поясняли, ввиду каких качеств удалось достичь высоких показателей наработки агрегатов. Мно-

госекционные агрегаты были поставлены заказчику и введены в эксплуатацию в 2012 г.

Основным фактором длительного срока службы данных агрегатов является увеличенный эксплуатационный ресурс и стратегия компании, ориентированная на повышение показателей надежности производимого оборудования.

По истечении 5 лет пришло время рассказать об увеличении показателей наработки данных агрегатов, подтвердить их эксплуатацию в бесперебойном режиме, а также описать экономические преимущества использования агрегатов производства ООО «НТЭ» данной конструкции.

Электронасосные агрегаты НЦСГ-Е-0,5-3000-Д-УХЛ2 в количестве двух единиц имеют наработку более 40 000 ч на каждый агрегат. Насосы работают поочередно в течение всего срока эксплуатации. За 11 лет использования были проведены два ТО в соответствии с требованиями указанных в руководстве по эксплуатации к наработкам. ТО проводилось специалистами ООО «НТЭ». Иного технического вмешательства в агрегаты не было.

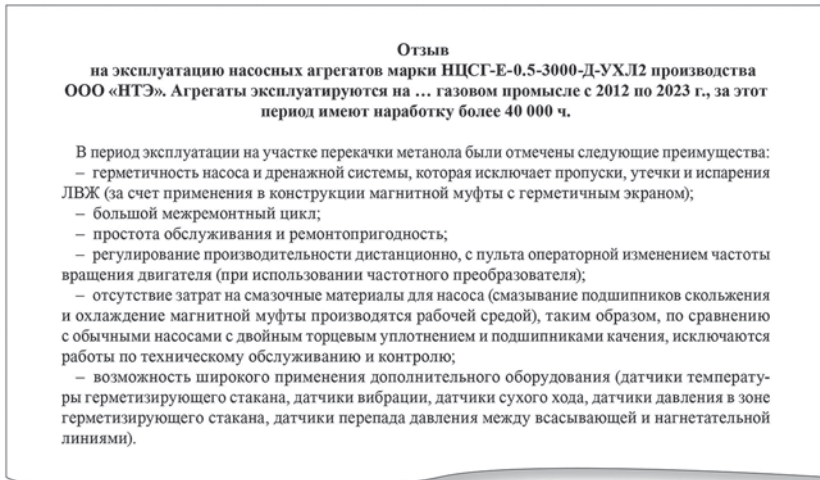
Агрегаты имеют следующие характеристики: подача — 0,5 м<sup>3</sup>/ч; напор — 3000 м; частота вращения двигателя — 4000 об/мин; перекачиваемый продукт — метанол; межремонтный цикл — 5 лет; количество секций — 6.

На протяжении всего срока эксплуатации электронасосные агрегаты



**Рис. 1.** Электронасосные агрегаты на объекте заказчика

марки НЦСГ-Е-0,5-3000-Д-УХЛ2 соответствовали заявленным требованиям и работали без отклонений. Это подтверждается положительным отзывом заказчика.



**Рис. 2.** Положительный отзыв заказчика

Такой опыт не является единственным в нашей практике. Мы получаем информацию от наших заказчиков о наработках насосного оборудования компании ООО «НТЭ»:

- НЦСГ-Е-120-750-А-УХЛ2 — 47 926 ч;
- НЦСГ-Е 5-500-А-УХЛ2 — 55 354 ч;
- НЦСГ-Е 5-500-А-УХЛ2 — более 100 ч;
- НЦСГ-Е-3-100-А-УХЛ2 — 72 320 ч;
- НЦСГ-Е-5-60-А-УХЛ2 — 55 693 ч.

Наша компания постоянно поддерживает связь со своими заказчиками и проводит выездные технические совещания по вопросам эксплуатации своего оборудования для анализа его работы, усовершенствования и модернизации ранее поставленных электронасосных агрегатов.

Учитывая вышеизложенные факты, агрегаты производства ООО «НТЭ» имеют экономические преимущества в процессе длительной эксплуатации по сравнению с насосами с торцевым уплотнением и герметичными насосами импортного производства.

На стадии тендерных процедур герметичные насосные агрегаты с магнитной муфтой дороже насосов с торцевым уплотнением в среднем на 30 %. Этот ценовой фактор играет важнейшую роль при принятии решения о выборе оборудования. Но важно рассматривать экономическую

составляющую не только в моменте приобретения оборудования, а на всей стадии эксплуатационного процесса электронасосного агрегата.

При обслуживании насосного оборудования с магнитной муфтой экономятся денежные средства по следующим позициям:

- так как не нужно проводить постоянное обслуживание агрегата экономятся денежные средства на штатной единице;

- экономия расходов на ЗИП;

- минимизация простоев производственных процессов ввиду минимальных ремонтов оборудования;

- благодаря конструктивной особенности смазки подшипников перекачиваемой средой не требуется традиционное использование смазочных материалов, а также отсутствие подвода и оборудования для перекачки охлаждающей жидкости — в сравнении с насосом с торцевым уплотнением;

- во время проведения монтажных работ по установке насоса на штатную позицию не требуется балансировка и центровка — насос поставляется в собранном виде и готов к эксплуатации;

- уменьшается количество дополнительных систем.

Таким образом, при длительной эксплуатации электронасосного агрегата с магнитной муфтой, агрегат становится более выгодным для заказчика. Приобретая данный агрегат, заказчик успешно решает свои задачи.



## АУДИТ И РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ КРЕПЕЖА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИИ ПО ASME, ASTM, API



А.А. Немкович

ООО «Завод металлоконструкций  
«Спецмашметиз», г. Санкт-Петербург

### Сложности заказчиков крепежа ASME при импортозамещении

Сложности, с которыми часто сталкиваются заказчики крепежа по иностранным стандартам:

- нет нормативной базы для импортозамещения;
- дополнительные требования скрыты в ссылочных стандартах или в технической документации вышестоящего уровня;
- разногласия в техническом задании самих заказчиков;
- мало компетенций на рынке РФ у поставщиков.

В интернете можно увидеть таблицы аналогов сталей, основанные только на химическом составе и доступности российских марок. Но из-за отсутствия строгих регламентов и норм на импортозамещение возникает путаница как у механиков, так и у изготовителей крепежа. Нередки случаи, когда в заявках на крепеж ASME указывают российские аналоги сталей, не записывая требований к свойствам (рис. 1). В таком случае, ТЗ

Шпилька для фланцевых соединений М39х270, <u>30ХМА</u> ASME B16.5 в комплекте с 2 гайками М39.30ХМА ASME B18.2.4.2М или эквивалент
Шпилька для фланцевых соединений М33х290, <u>40Х</u> ASME B16.5 в комплекте с 2 гайками М33.40Х ASME B18.2.4.2М или эквивалент
Шпилька 1 1/2"-8UNx335 ст. <u>30ХМА</u> ASME B18.31.2 в комплекте с 2 гайками 1 1/2" ст. <u>30ХМА</u> ASME B18.2.2 или эквивалент

Рис. 1. Отсутствие требований к механическим свойствам

уходит в закупку и производитель в лучшем случае отгрузит крепеж со свойствами по СТО, ОСТ или ГОСТ, но может абсолютно обоснованно поставить крепеж по такому ТЗ вообще без термической обработки.

При обращении в «Спецмашметиз» с подобными заказами, мы успешно решаем эти вопросы, консультируем и помогаем разобраться, поясняя различия в уровне свойств ASME и российских норм. На примере марок Gr.B7, Gr.L7 и 30XMA (рис. 2) видно, что все механические свойства по ASME выше, чем по ГОСТ. Рекомендуем, даже применяя российские стали, закреплять в задании сохранение уровня проектных свойств крепежа по ASME.

По температурным параметрам также имеются отличия (рис. 3). Температуры отпуска высокотемпературных крепежей по SA-193 лежат в диапазоне от 595 до 650 °С. Это примерно на 40–50 градусов выше аналогов по российским нормам. Зона контроля ударной вязкости низкотемпературного крепежа смещена в область более низких температур. В частности, это –101 °С для марок Gr.L7 и Gr.L43. Для крепежа Gr.L7M температура контроля менее низкая (–73 °С), но это все равно превосходит российские нормы. Причем контроль ударной вязкости по ASME производится с V-надрезом, что жестче российских стандартов (U-надрез).

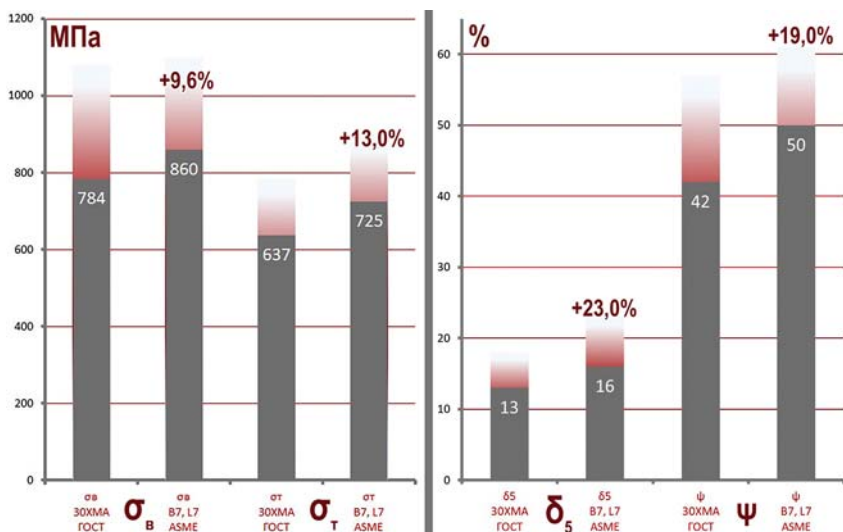


Рис. 2. Механические свойства ХМ-сталей по ГОСТ и по ASME

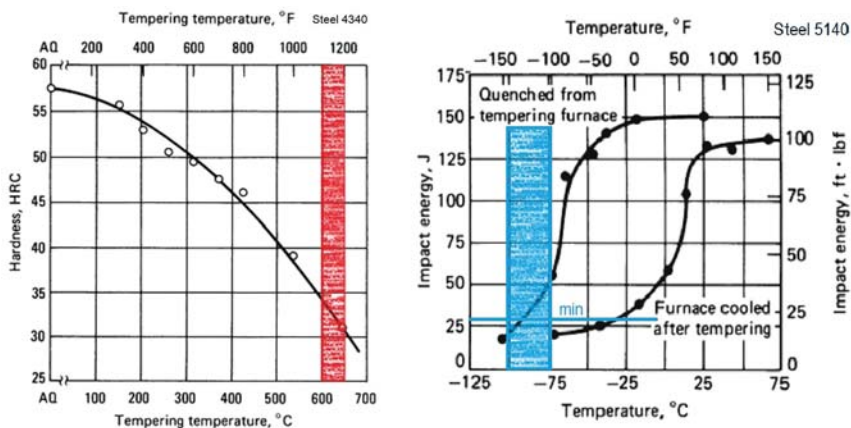


Рис. 3. Температурные параметры крепежных сталей ASME

Предлагаемые решения по импортозамещению успешно использованы заказчиками из нескольких отраслей, имеются соответствующие отзывы. Крепеж ASME, изготовленный заводом «Спецмашметиз», не только не хуже европейского проектного крепежа, но и превосходит его по свойствам. Есть примеры успешного устранения утечек по фланцевым соединениям после консультаций и замены итальянского крепежа нашим.

Из особенностей геометрии крепежа ASME стоит отметить, что шпильки в основном применяются с полной резьбой. Также уместно в заявках обращать внимание, включены фаски в длину шпилек или нет, соответственно правильно указывать одно из двух исполнений по ASME (рис. 4).

Типы и шаг резьбы: бывают шпильки дюймовые серий UNC, 8UN или метрические с крупным или мелким шагом. Частая проблема, что при заказе метрических шпилек упускают внимание с шага резьбы. В первичной документации трубопроводов и, соответственно, в заявках это отсутствует, а в вышестоящей документации по объекту обязательно можно найти информацию. Идет эта проблема от проектантов, не записывающих в чертежи мелкий шаг резьбы рядом с диаметром (рис. 5). Бывает, что информация о шаге резьбы 3 мм для крупных шпилек от M30 до M90 выясняется уже после запуска заказа в работу. Между тем, шаг резьбы напрямую влияет

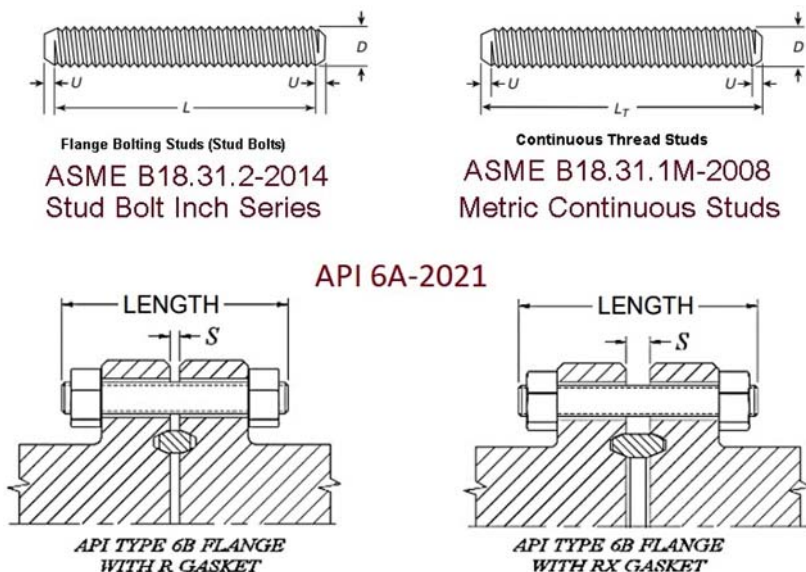


Рис. 4. ASME B18.31.2-2014 Stud Bolt & Continuous Thread Stud

Шпилька/STUD BOLT <u>M33</u> x270 WITH 2 NUTS ASTM A193 GR B16/ASTM A194 GR4
Шпилька/STUD BOLT <u>M36</u> x250 WITH 2 NUTS ASTM A193 GR B16/ASTM A194 GR4
Шпилька/STUD BOLT <u>M33</u> x240 WITH 2 NUTS ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H
Шпилька/STUD BOLT <u>M39</u> x310 WITH 2 NUTS ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H

Пункт	Описание
E	<p>Резьба крепежа должна быть выполнена по стандарту ISO-261, т.е. быть метрической. Шаг резьбы принять:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-M27 и менее с крупным шагом;</li> <li><u>-M30 и более с мелким шагом.</u></li> </ul> <p><i>The bolting thread shall be standard ISO-261, i.e. metric. Thread Pitch Accept:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-M27 and less with a large step;</li> <li>-M30 and more with a small step.</li> </ul>

Рис. 5. Пример заявки (первая таблица) и выдержка из проектной документации, не предоставленной первоначально с заявкой

на предельные нагрузки, моменты затяжки и усилия предварительного натяжения.

При эксплуатации в присутствии сероводорода или в иных кислых средах стандарты и проектная документация предусматривают определенные ограничения для выбора марок и свойств крепежа. Между тем, практика показывает, что эта область вызывает разногласия и непонимание иногда даже у проектировщиков (рис. 6). Анализ NACE MR0175,

STUD BOLT 420x57, W/H HEX NUT ASTM A193 GR.B8M <u>CL.2/A194 GR.8M MR0175/ISO15156</u>
STUD BOLT 350x29, W/H HEX NUT ASTM A193 GR.B8M CL.2/A194 GR.8M MR0175/ISO15156
STUD BOLT 420x32, W/H HEX NUT ASTM A193 GR.B8M CL.2/A194 GR.8M MR0175/ISO15156

Рис. 6. Противоречия NACE MR0175 в заявке



Рис. 7. Маркировка шпилек и гаек Gr.L7 и Gr.7L

NACE MR0103, ISO 15156, API 6A комплексно с крепежными стандартами позволяет дать компетентные консультации и в этой области.

Для крепежа ASME часто в проектной документации имеются особые требования по маркировке шпилек и гаек, не всегда указываемые первоначально в заявках. Например, маркировка номеров партий, марки стали, логотипа производителя клеймением (см. рис. 7). Надо понимать, что клейма на шпильке или гайке — это часть комплексных мероприятий по надежной эксплуатации опасных производственных объектов.

Иногда заказчики настаивают на клеймении размеров крепежа (диаметр и длина) или требуют цветовую маркировку окрашиванием на торцах, но это уже дополнительные опции, которые также могут быть исполнены.

## Ассортимент завода «Спецмашметиз»

«Спецмашметиз» занимается импортозамещением крепежа ASME с 2014 г. Первые заказы на такой крепеж были успешно изготовлены в 2016 г. Во время пандемии в 2020 г. был небольшой всплеск интереса к крепежу ASME, когда некоторые заказчики стремились минимизировать риски срыва зарубежных поставок, но быстро угасший. С лета 2022 г. мы наблюдаем активизацию обращений со стороны заказчиков в силу известных санкционных причин. Между тем, для взаимопонимания по техническим вопросам импортозамещения с инженерами заказчиков иногда требуются долгие многомесячные переговоры и соглашения.

Ассортимент крепежа завода «Спецмашметиз»:

- от M12 до M100 с метрической резьбой;
- от 1/2 до 3 1/2 дюймов для дюймовой резьбы.

В этом диапазоне диаметров мы оснащены мерительным, режущим и накатным инструментом широкого сортамента с различными шагами резьбы.

По марочному составу ассортимент включает:

- высокотемпературный крепеж по SA-193;
- низкотемпературный крепеж по SA-320;
- нержавеющий крепеж по SA-193, SA-320, SA-453;
- крепеж из никелевых сплавов по SB-637, API 6ACRA;
- крепеж для турбин по SA-437, A565;
- специальный крепеж высокой прочности по SA-540.

Собственная технология термообработки и правильный выбор стали



для данных задач обеспечивают нам гарантию свойств крепежа с запасом к стандартам ASME, и тем более к ГОСТ и ОСТ или чертежей. Руководствуясь различным видением проблематики инженерами разных заказчиков, завод «Спецмашметиз» может изготавливать крепеж ASME как в полном соответствии ASME из зарубежных материалов (дольше), так и из российских сталей (с отклонением по химическому составу). Опираясь на потребности, мы формируем складские запасы крепежных импортных сталей Gr.B7/Gr.2H, Gr.B7M/Gr.2HM, Gr.L7/Gr.7L, Gr.L7M/Gr.7ML, Gr.B8M Cl.2/Gr.8M, Gr.B8 Cl.2/Gr.8, Gr.B8M/Gr.8M, Gr.B8/Gr.8, что позволяет сокращать сроки отгрузок крепежа заказчикам.

Завод «Спецмашметиз» имеет опыт аудита технических заданий, разработки чертежей, а также опыт участия в разработке национальных стандартов ПНСТ, ГОСТ для импортозамещения.

## Термообработка и фактический уровень свойств

У завода «Спецмашметиз» имеется собственный участок термообработки, позволяющий достигать 10–15 % запасов прочности к классам

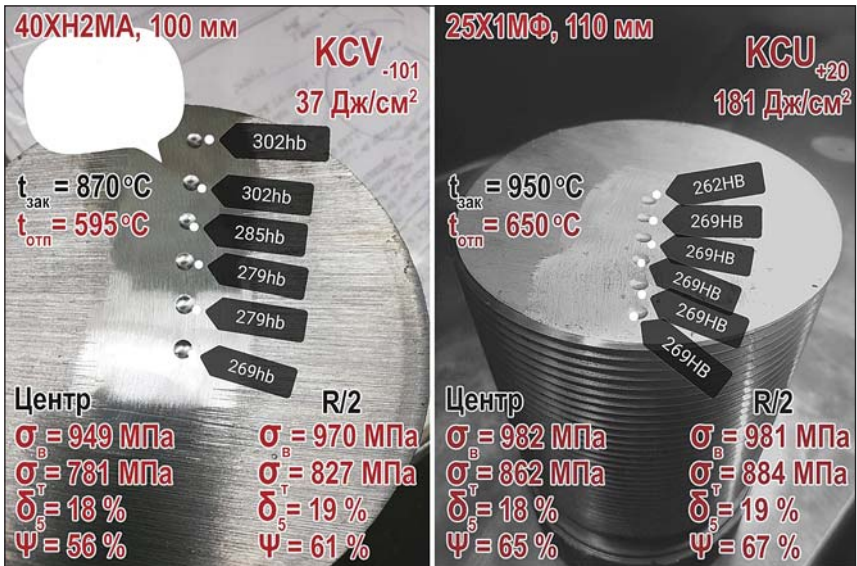


Рис. 8. Уровень свойств 40XН2МА и 25X1МФ после термообработки



прочности 10.9, 12.9 в машиностроительном крепеже, с которого мы начинали в 2004 г. Крепеж ASME, которым начали заниматься в 2014 г., также успешно изготавливается с запасами прочностных характеристик и температурных параметров (см. рис. 8).

На примере фактического уровня механических свойств для крепежа или заготовок диаметра 100—110 мм из стали 40XH2MA (аналог Gr.L43 или Gr.L7) и 25X1MФ (аналог Gr.B16) с контролем как в середине радиуса, так и в центре, видно соответствие требованиям ASME (см. рис. 2, 3). Имеется также потенциал для изготовления крепежа ASME в диаметрах до M150 или 6 дюймов, подтвержденный испытаниями и НИОКР.

## Решение для повышения качества и прослеживаемости крепежа

Совместно с указаниями по свойствам и клеймению уместны также требования к сертификатам изготовителей, чтобы они содержали информацию:

- номер партии для прослеживаемости;
- марка стали и номер плавки;



**Рис. 9.** Шпильки Gr.L7 комплектно с гайками Gr.7L оцинкованные с хромированием

- химический состав плавки;
- фактическая температура отпуска партии;
- фактические механические свойства партии.

Соответственно, применяя такой крепеж, механик и инженер понимают, как изготовлены шпильки с гайками и какие параметры они имеют, и чего можно ожидать от крепежа при эксплуатации.

Для снижения рисков пересортицы при монтаже целесообразно получать от поставщика шпильки комплектно с накрученными гайками (рис. 9).

Обращайтесь и найдем вместе решение по крепежу!

## КОНТРОЛЬ ОБОРУДОВАНИЯ В РЕЖИМЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, КАК ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ НА ПРОИЗВОДСТВЕ



А.Н. Кузьмин

ООО «Стратегия НК», г. Екатеринбург

Диагностические работы с оценкой технического состояния объекта часто связаны с испытанием давлением различного рода оборудования на производстве. Эти испытания, как гидравлические, так и пневматические, требуют создания избыточных давлений, что неизменно наносит вред и ведет к сокращению ресурса оборудования. Для решения задач диагностики, в частности, определения так называемых «больных» мест производства такие режимы испытаний избыточны, дорогостоящи и энергозатратны, что в сжатых временных условиях пусконаладки просто неприемлемо. Современные подходы и инновации в технической диагностике позволяют этого избежать и уже на этапе рабочих параметров эксплуатации иметь весьма полную и исчерпывающую информацию о техническом состоянии оборудования.

Получить такую информацию на сегодняшний день становится возможным с внедрением новейших технологий обработки и анализа данных, применяемых в интегральных методах технического диагностирования, базовым из которых является метод акустической эмиссии. Отметим, что современные возможности метода, связанные с внедрением технологий искусственного интеллекта, сильно отличаются от традиционных представлений об акустической эмиссии, особенно что касается крайней его зависимости от человеческого фактора. Используемый нами подход в применении метода прост — по сути, мы предлагаем максимально уйти от функции человека в области принятия решения о техническом состоянии производственного объекта.

Если говорить о технологии контроля, то, в первую очередь, она должна выполнять требования проведения АЭК 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 рис. 1. Эти устройства специально разработаны для проведения испытаний на режиме в том числе сложных трубопроводных объектов и емкостного оборудования реакторного и колонного типа.

Следующим важнейшим фактором в акустике на режиме является борьба с производственными шумами. На рис. 2 представлен вычисли-

**Производство** новых преобразователей АЭ и разработка специализированных волноводных устройств

**1. Волновод SNK-WG1**  
Термокомпенсирующий пруток  
Платформа крепления к объекту контроля  
**Тепловой расчет**

**2. ПАЭ SNK-15**  
Корпус волновода с интегрированным датчиком АЭ

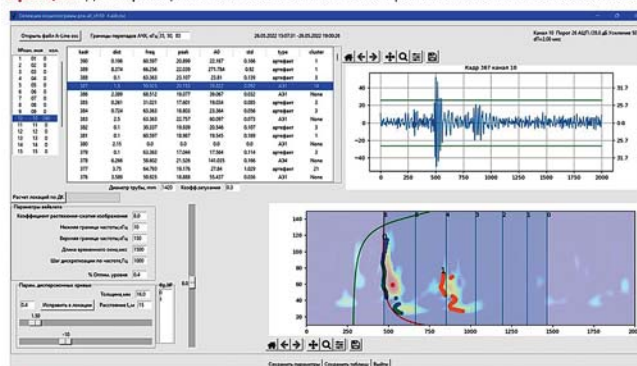
**3. ПАЭ SNK-20P**  
модификация во взрывозащищенном исполнении с повышенной прочностью и ресурсом для особо опасных ПУ

**Основные параметры:**

- срок службы 10 лет;
- температура рабочей среды объекта контроля – до 800°С;
- устойчивость к перепаду температур;
- пылевлагозащитность;
- повышенная чувствительность.

Рис. 1

**Принцип идентификации источников по типам в спектральной области анализа сигналов АЭ**



**Фрагмент работы программы AE-Strategy**

**Алгоритмы кластеризации данных по методу анализа дисперсионных кривых**

Рисунок: выделение в спектре сигнала АЭ характерных признаков трещиноподобного сигнала, инвариантных по отношению к типу трубопроводного объекта контроля

Рис. 2

тельный 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.

На рис. 3 представлен ключевой модуль нашего программного продукта, а именно система принятия решения о техническом состоянии объекта, построенная на основе сверточной математической модели. Этот алгоритм непосредственно относится к глубокому машинному обучению и позволяет в реальном времени визуализировать матрицу событий АЭ в виде принадлежности к определенному типу опасного дефекта.

Перечисленные инновационные составляющие являются основой нашего программного продукта АЕ-Startegy (рис. 4), обеспечивающего весь полный цикл от создания уникальной технологической карты контроля, проведения непосредственно измерений на «режиме», обработку и анализ данных акустической эмиссии вплоть до выдачи решения о техническом состоянии объекта контроля и подготовки отчетной документации.

Обратимся теперь к конкретным примерам технической диагностики, связанным с работами по пусконаладке оборудования ОПО.

**Построение системы** поддержки принятия решения о степени опасности дефекта на базе алгоритма обучения классификатора

**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.

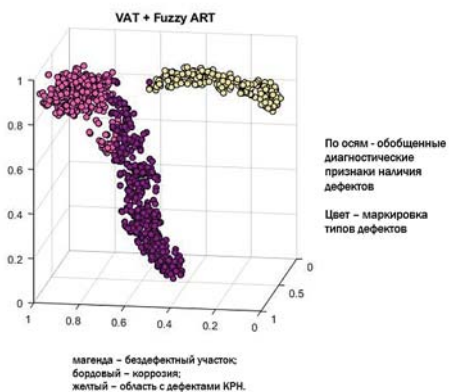


Рис. 3

**Основа автоматизации:** сквозной алгоритм системы принятия решения на основе цифрового анализа данных диагностики в многомерном пространстве признаков



Рис. 4

Так, наша компания на протяжении уже нескольких лет ведет работы по обнаружению и выявлению дефектов эрозионного типа на технологических трубопроводах промышленных установок и их элементах в условиях текущей эксплуатации. Отметим, что эрозия материала действительно бич современного производства при глубокой переработке продуктов углеводородов. В рамках этого уважаемого форума в прошлом году мы уже докладывали о положительных результатах этой работы.

В этом году на одном из ведущих НПЗ эта работа была продолжена. На рис. 5 и 6 продемонстрирован интересный пример корреляции результатов АЭК с результатами дополнительного дефектоскопического обследования в местах расположения опасных источников АЭ. Контроль был выполнен с применением дефектоскопа на фазированных решетках, соответствующие скан-диаграммы представлены справа. Из представленных диаграмм видна явная корреляция данных диагностики, что и послужило основой обучающей модели системы принятия решения о степени опасности дефектов эрозии. Актуальность этой проблемы подчеркивается также тем, что наиболее распространенный метод контроля потери металла на НПЗ — обычная УЗК-толщинометрия — такие дефекты выявить не способна. Вместе с тем, пропуски таких дефектов приводят к необратимым последствиям.



**Задача АЭК:** оценка реального технического состояния оборудования с целью оптимизации и сокращения объемов ремонта

**Комплекс** глубокой переработки тяжелых остатков:

**I. Технологические трубопроводы:**

- сталь А335GR.P11, Ø168.3 мм, толщина 28×35 мм, Рраб = 22,16 МПа, Траб = +160° С;
- сталь А335GR.6, Ø114.3 мм, толщина 22 мм, Рраб = 22,75 МПа, Траб = +156° С.

**II. Технологические элементы:**

- расходомеры и обратные клапаны производственных линий, сталь А335GR.6, толщина 22–55 мм, Рраб = 22,75 МПа, Траб = +156° С.



**Пример выявленных эрозийных повреждений:**

технологический элемент трубопровода после вырезки – дефект эрозии образован в месте установки сужающего устройства проходного сечения



вид эрозийного повреждения внутренней поверхности технологического элемента после механической обработки



Рис. 5

**I. Источник АЭ III класса опасности - отвод технологического трубопровода**



**II. Источник АЭ IV класс опасности - отвод технологического трубопровода**



Фото участка технологического трубопровода с источником АЭ IV класса опасности – предаваружающее состояние

Скан-диаграммы мест расположения источников АЭ  
Дефектоскоп Olympus OmniScan SX

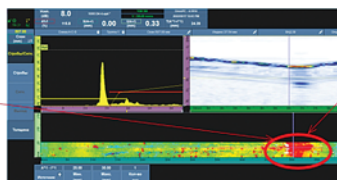
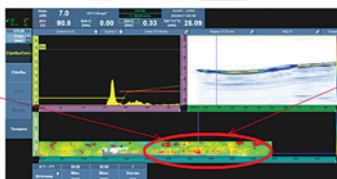


Рис. 6

На рис. 7 представлено решение задач диагностики по выявлению трещиноподобных дефектов на технологических трубопроводах, работающих в режиме многоциклового усталости под воздействием высоких температур и ударных нагрузок. В этом случае задача диагностики усложняется тем, что заказчика интересуют не столько выявление трещиноподобных дефектов, сколько определение причин их образования и



роста. Отсюда потребовалось на режиме проводить не только АЭ-контроль, но и совокупность методов дополнительного контроля. Применение же традиционного АЭ-контроля на таких объектах крайне осложнено из-за высокого уровня акустических шумов в условиях производства. Исходя из этого, было применено принципиально новое решение в АЭ-диагностике, а именно — запатентованная нами технология беспороговой регистрации данных АЭ. В этом году нами проведены первые успешные испытания этой технологии при оценке степени опасности конкретного трещиноподобного дефекта, развивающегося в естественных условиях эксплуатации.

Результаты этой работы представлены на рис. 8. Для участка технологического трубопровода показаны сводные данные комплексного обследования. В частности, видно, что на данном участке результаты применения нескольких методов НК согласуются с поверочным расчетом на прочность. Таким образом, сделан вывод, что невыполнение условий прочности и вероятные ошибки в проектировании стали причиной появления зон ускоренного разрушения трубопровода.

Следующий пример (рис. 9) касается контроля сложных объектов, требующих использования большого числа измерительных каналов АЭ. К таким объектам, в частности, относятся змеевики и трубопроводы конвекции печей риформинга. АЭК такого оборудования проводился нами в процессе приемо-сдаточных испытаний.

**Задача НК:** градация по степени опасности ранее выявленных повреждений основного металла и сварных соединений трубопроводов, оценка причин выявленных повреждений и возможности их устранения

**Технологические трубопроводы газа коксования установки глубокой переработки мазута**



**Параметры:**  
сталь 15Х5М, рабочая среда - газ коксования, P<sub>раб</sub> - не более 0,84 МПа, Т<sub>раб</sub> - не более 488 °С.

**Методы обследования:**

- Акустико-эмиссионный контроль с БРД\*;
- Визуальный осмотр с пространственной трассировкой;
- Тепловизионные исследования;
- Спектральный анализ;
- Металлографические исследования;
- Поверочный расчет на прочность.



\* Интеллектуальная система беспороговой регистрации данных впервые применена на НПЗ для оценки степени опасности трещиноподобных дефектов, образующихся в условиях многоцикловой нагрузки

Рис. 7

Результаты комплексного обследования трубопроводов газа коксования установки глубокой переработки мазута\*

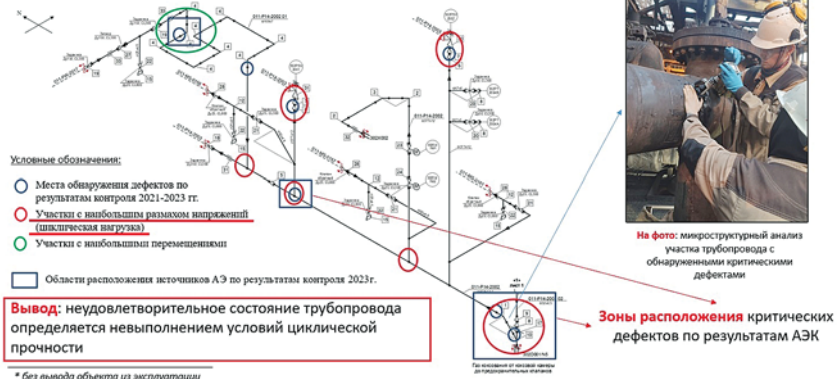


Рис. 8

**Задача АЭК:** повторный контроль при пневмоиспытаниях с целью оценки техсостояния оборудования после 7-летнего цикла эксплуатации с момента пуска

**Змеевики и технологические трубопроводы** печи риформинга комплекса глубокой переработки тяжелых остатков.



Рис. 9

В 2016 г. в ходе первичного контроля были выявлены критически опасные дефекты производства, которые по результатам АЭК устранялись изготовителем в ходе пусконаладочных работ. Однако состояние такого оборудования необходимо также оценивать в динамике его эксплуатации, поэтому по истечении 7 лет заказчиком было принято решение провести повторный АЭ-контроль в ходе испытаний после остановочного ремонта. Основной вопрос заключался в сле-

дующем — насколько факторы эксплуатации влияют на износ оборудования?

Несмотря на большое количество сигналов АЭ (рис. 10), зарегистрированных в процессе контроля, конечный результат показал практически полное отсутствие источников АЭ, ответственных за развитие опасных дефектов. Это позволило сделать вывод об удовлетворительном состоянии объекта контроля и хороших его расчетных показателей. При этом анализ диагностических данных и вывод о техническом состоянии производится практически в реальном времени.

Завершающий пример касается традиционно сложного объекта для АЭК, а именно динамического емкостного оборудования промышленных компрессоров (рис. 11). Здесь, в ходе эксплуатации произошел инцидент с разгерметизацией одного из депульсаторов на трещиноподобном дефекте. У производства возник главный вопрос о природе такого дефекта и причинах его образования. Контроль после ремонта такого дефекта показал, что трещина с высокой степенью вероятности образовалась на дефекте проката, который пропустили в ходе входного контроля оборудования.

В заключение приведем пример интерфейса программы AE-Strategy, где система принятия решения информирует оператора о наличии в объекте контроля дефекта высокого класса опасности. На рис. 12 мы видим крайне интенсивный исходный сигнал АЭ, полученный в условиях

**Задача АЭК:** повторный контроль при пневмоиспытаниях с целью оценки техсостояния оборудования после 7-летнего цикла эксплуатации с момента пуска

**Змеевики и технологические трубопроводы** печи реформинга комплекса глубокой переработки тяжелых остатков.

**Результат** глубокой цифровой фильтрации данных АЭ, выполненной в режиме постобработки в программе AE-Strategy

Сравнительные диаграммы доцирируемых событий источников АЭ

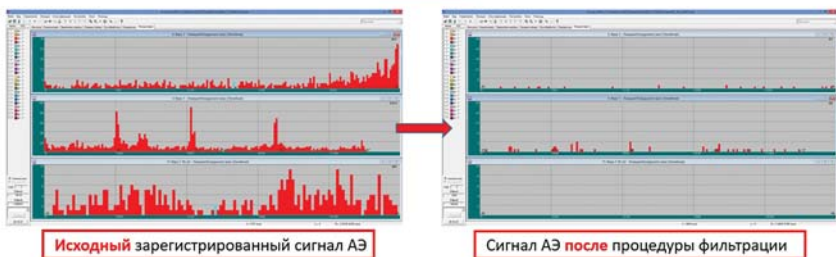


Рис. 10

**Задача НК с АЭК:**

- оценка качества выполненных ремонтных работ оборудования после инцидента;
- оценка причин разрушения конструкции;
- проведение предпусковых пневматических испытаний оборудования для исключения подобных инцидентов на аналогичных устройствах.

**Объекты контроля:** емкости дегульсаторов компрессоров в сборе

**В результате** инцидента, произошедшего в 2023 г. на рабочих параметрах эксплуатации компрессоров произошло разрушение на трещиноподобном дефекте корпуса дегульсатора.



**В ходе** диагностики пневмоиспытаниям с АЭК были подвергнуты все дегульсаторы компрессоров в кол-ве 24 шт. на предмет выявления подобных разрушений.

**Алгоритм ИИ** в рамках заданной системы принятия решения установил, что дефекты по результатам АЭК, включая отремонтированный сосуд, обнаружены не были.



**Вид** дефекта типа трещина после разделки кромок

**Вывод:** инцидент с высокой степенью вероятности не связан с эксплуатационными факторами, а является следствием заводского дефекта проката корпуса обечайки сосуда

**Рис. 11**

**Пример:** источник АЭ III класс опасности – разрывающаяся трещина в околосварной зоне сварного соединения участка технологического трубопровода газа коксования установки глубокой переработки мазута



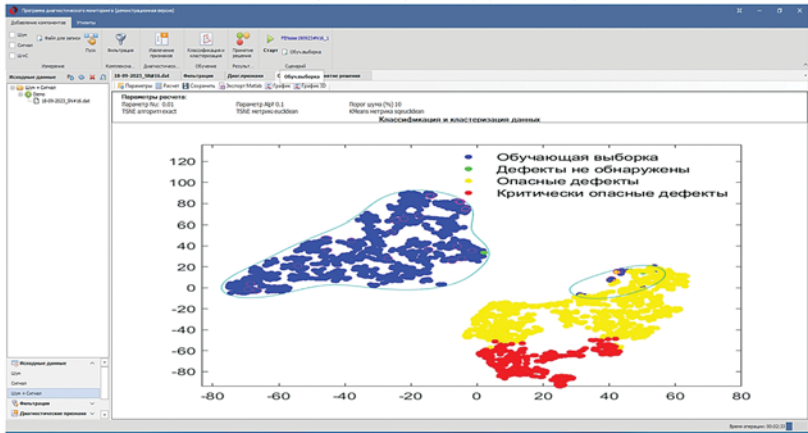
*Исходный временной ряд акустической эмиссии*

**Рис. 12**

помех от динамического оборудования. В обычных условиях контроля такой объект попросту не контролепригоден.

Классификатор на основе глубокого машинного обучения разделит все полученные сигналы АЭ, в сравнении с полученной до этого обучающей выборкой на бездефектном объекте контроля (рис. 13). Это позво-

**Пример:** источник АЭ III класс опасности – развивающаяся трещина в околошовной зоне сварного соединения участка технологического трубопровода газа коксования установки глубокой переработки мазута



*Обучающая выборка в многомерном пространстве признаков*

**Рис. 13**

**Пример:** источник АЭ III класс опасности – развивающаяся трещина в околошовной зоне сварного соединения участка технологического трубопровода газа коксования установки глубокой переработки мазута



*Иллюстрация отображения информации о степени опасности выявленной трещины в системе принятия решения*

**Рис. 14**

лило обнаружить и выделить сигнал от трещины на фоне помех (области красного и желтого цвета на диаграмме).

На итоговом информационном табло посредством решения искусственного интеллекта отображается информация по времени и последовательности поступления событий от дефекта высокого класса опасности (см. рис. 14).

На основании всего вышесказанного, можно сделать следующие выводы:

- технология AE-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, исключающий 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 искусственного интеллекта позволяют решать сложные наукоёмкие задачи выявления причин разрушения и деградации оборудования.



## ЭФФЕКТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТОиР ОБОРУДОВАНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДИАГНОСТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАТФОРМЫ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ SAFE PLANT



И.В. Кравцов

ООО «НПО «Диатех», г. Москва

Аналитики, отмечают, что с точки зрения крупного бизнеса промышленных предприятий, одна из наиболее востребованных технологий — это технология предиктивного анализа, прогнозирование, основанное на исторических данных. С помощью статистических инструментов можно выявить закономерности в изменениях

показателей в предыдущих периодах и предсказать, как они будут вести себя в будущем. И на основании данных о прогнозируемом состоянии оборудования производить планирование мероприятий по техническому обслуживанию и по ремонту основных производственных активов.

Современный уровень развития цифровых технологий, в том числе диагностических технологий, позволяет достаточно результативно решать задачи, стоящие перед предиктивной аналитикой, такие как:

- обнаружение аномалий, а также место ее расположения;
- развитие этой аномалии;
- время остаточного ресурса (когда выйдет из строя оборудование).

Наша компания занимается цифровизацией в сфере ТОиР. Мы стремимся к реальным показателям экономической эффективности:

- оптимизации затрат на техническое обслуживание и ремонт;
- сокращению плановых простоев;
- исключению внеплановых аварийных остановов.

Это основные задачи, которые решает наша компания с помощью аппаратно-программных средств.

Основы эффективной организации ТОиР оборудования по результатам диагностики базируются на трех постулатах:

**1. Контроль оборудования на всех этапах жизненного цикла.** Проверка перед монтажом, контроль в процессе монтажа, мониторинг в период



эксплуатации, система пред- и послеремонтного контроля, контроль в процессе ремонта, входной/выходной контроль, балансировка, центровка.

**2. Оптимальный выбор диагностических систем для различных групп агрегатов.** Выбор переносных диагностических приборов и стационарных систем в зависимости от скорости развития неисправностей и ответственности оборудования в технологическом процессе.

**3. Организация распределенного мониторинга.** Внедрение систем мобильного ТОиР, программ автоматизированной диагностики, автоматизация процесса сбора и анализа данных.

Для того, чтобы заниматься предиктивным анализом в промышленности нужны достаточно глубокие компетенции именно в вопросах диагностики. Наше предприятие, пожалуй, одна из немногих в России инженерных IT-компаний, которая в полной мере реализовала системный подход к предиктивной аналитике.

Наш многолетний опыт работы в различных отраслях промышленности в области диагностики, позволяет нам выстраивать комплексный подход по решению задач повышению эффективности ТОиР, повышению эффективности управления активами и внедрять современные методы и средства технического диагностирования, на основе **программной платформы Safe Plant с последующей интеграцией в системы ЕАМ.**

Для предиктива необходимо много разных данных из различных источников.

**Источники информации.** АСУ ТП самый распространенный, но, к сожалению, малоинформативный источник диагностической информации. По опыту системы АСУ дают порядка 10 % полезной информации о состоянии оборудования.

Основные источники — это диагностическое оборудование, такие как системы мобильного ТОиР, переносные приборы, стационарные системы.

Также очень важно взаимодействие с системами, в которых отмечаются мероприятия по техническому обслуживанию и ремонту.

Многие промышленные предприятия на сегодняшний день разворачивают у себя направление диагностики, для отслеживания текущего состояния активов и, по возможности, прогнозирования развития тех или иных неисправностей. Но, к сожалению, на многих предприятиях мы наблюдаем разрозненную IT-инфраструктуру, большое количество локальных разрозненных, не связанных между собой баз данных. Базы

данных, в большинстве своем, принадлежат различным структурам предприятия, которые часто не контактируют друг с другом. Данные в этих базах не синхронизируются.

Что касается верхнего уровня, то на предприятиях внедряются всевозможные системы EAM/ERP, MES. В некоторых системах также поддерживаются модули технического обслуживания и ремонта.

Информация с полевого уровня для использования на верхнем уровне, где принимаются управленческие решения, в основном, формируется и передается в ручном режиме. Передается не всегда в полном объеме, а самое главное — не своевременно для принятия оперативных решений по проведению технического обслуживания и ремонта, для предотвращения ситуаций, связанных с аварийным развитием дефектов.

Работы по интеграции полевого уровня, служб диагностики и надежности, систем контроля, АСУ с системами EAM/ERP, MES в единое целое, проводятся на основе отечественной программной платформы SAFE PLANT (реестр Минкомсвязи), которая создана специалистами нашего предприятия.

Программная платформа Safe Plant решает следующие задачи:

— **первое** и главное: объединить всю информацию полевого уровня, когда есть АСУ, датчики, приборы и системы, но если где-то чего-то не хватает, у нас есть компетенция, мы проводим технический аудит и можем добавить недостающие компоненты полевого уровня;

— **второе**: мы объединяем всю информацию в рамках единой платформы, осуществляем обработку данных в ручном, автоматическом и полуавтоматическом режимах; мы наворачиваем возможные функционалы, современный расчет индекса технического состояния оборудования, разрабатываем предиктивные модели и т.д., и все это подходы к анализу информации;

— **третье**: результаты диагностики передаются в режиме электронного документооборота в систему управления техническим обслуживанием и ремонта, таким образом, получается полный замкнутый цикл.

Обобщая, мы поднимаем информацию с поля, комплексно ее обрабатываем и получаем результаты в виде перечня дефектов и, если настроен предиктив, то и рекомендации по срокам необходимых тех или иных ремонтных мероприятий. Мы отправляем их в систему управления для того, чтобы специалисты, планировщики ремонтов, на основании объективной достоверной информации, могли корректировать ремонтные стратегии.

Сложно переоценить ту работу, которую мы провели, чтобы на программном уровне подключаться к диагностическим приборам и системам разных производителей.

Производители диагностической аппаратуры — это не мир АСУ ТП, где есть несколько типизированных протоколов. В большинстве своем, компании, занимающиеся диагностическими приборами и системами, имеют свой уникальный закрытый протокол обмена. И несколько лет мы потратили на то, чтобы договариваться с подавляющим большинством этих компаний, чтобы они открыли нам закрытые протоколы обмена, а мы со своей стороны поддерживали их на программном уровне.

На сегодняшний день порядка 80—90 % приборов и систем в России мы подключаем к ПО Safe Plant на программном уровне. Это позволяет использовать имеющиеся технические средства контроля оборудования без изменения, иногда производя модернизацию и дополнение.

За последние 8 лет нашего активного внедрения программной платформы Safe Plant, реализованы десятки проектов — от простых до масштабных. Есть и такие проекты, как Фосагро, Еврохим, УралХим, Уралкалий, на предприятиях охвачены десятки тысяч единиц динамического оборудования.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ СИЛАМИ СОБСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ



Р.А. Сабиров

ООО «Наука, технология, информатика,  
контроль», г. Санкт-Петербург

В связи с уходом иностранных компаний с российского рынка крупные предприятия все чаще возвращаются к самостоятельному техобслуживанию оборудования. На нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах, например, снова открываются цеха по ремонту спецтехники и изготовлению деталей. Большая часть недоступных сегодня запчастей воссоздается силами персонала.

### Особенности самостоятельного подхода

При правильном планировании работ становится очевидно, что техобслуживание и ремонт своими силами зачастую экономически выгоднее сотрудничества с подрядными организациями. Кроме того, полный контроль ремонтного процесса, включая материалы, квалификацию сотрудников и проведенные операции, дает более качественный и долговечный результат. Организовать и оптимизировать техобслуживание на предприятии позволяет специализированное программное обеспечение (ПО). В качестве примера такого ПО компания НАУКА приводит автоматизированную систему собственной разработки ТООР, которая имеет опыт успешной реализации на НПЗ.

### Какие проблемы порождает уход от подряда и как их нивелирует автоматизация

В число наиболее распространенных трудностей, возникающих в начале техобслуживания своими силами, входит:

**Недостаток информации об опыте и знаниях сотрудников.** Специализи-

зированной автоматизированная система, в том числе ТООР, на этапе планирования ремонтных работ отбирает сотрудников с соответствующим набором компетенций.

**Сложности при поиске информационных материалов.** В зависимости от типа работ система по запросу выбирает из загруженной в нее базы всю необходимую проектную документацию, чертежи, спецификации, технологические карты и т.д.

**Нехватка ресурсов персонала.** На первый взгляд, кажется, что для выполнения увеличившегося объема работ обязательно требуется большее количество сотрудников. Но так бывает не всегда. Функция планирования загрузки персонала в автоматизированной системе позволяет обнаружить случаи неравномерного распределения задач между сотрудниками. Так, зачастую, объемы работ меняются в зависимости от сезона или графика ремонтов. На основе полученной информации можно задействовать свободный ресурс для выполнения задач технического обслуживания.

Помимо очевидных проблем, предприятие сталкивается с новыми вызовами, решение которых также следует доверить автоматизации.

## Новые задачи и пути их решения

При смене работ с подрядного способа на обслуживание собственными силами сотрудники ремонтного цеха должны заботиться о следующих моментах:

**1. Своевременная закупка необходимых материалов и изделий.** Предприятие, вставшее на путь автоматизации, должно наладить процессы логистики и складского учета. Эта проблема решается путем внедрения специализированного ПО, в котором должен быть единый справочник материалов с возможностью ведения перечней аналогов изделий и их стоимостью. Информация из этого справочника будет использоваться на всех этапах выполнения работ. Также в ПО должна быть система материально-технического обеспечения со всей необходимой информацией о запасах, заявках и статусах по ним.

**2. Определение равномерной загрузки персонала в течение года.** Здесь на помощь приходит база данных о сотрудниках с возможностью обработки информации об отпусках, даже при условии разных графиков рабочего времени. Например, система может подсказать, какой график позволит выполнить работы в срок без привлечения дополнительного персонала.

**3. Понимание, что именно нужно ремонтировать.** Учет оборудования становится неотъемлемой частью автоматизации процесса техобслуживания. Речь идет об актуализации перечня оборудования со всей необходимой информацией для проведения любой обслуживающей операции. Сюда входят характеристики оборудования, его составляющих и запасных частей, история ремонтов, подробные технологические карты ремонтов, учет документов-оснований для выполнения ремонтов (справки, акты технического состояния, акты ревизии и т. д.).

**4. Ведение учета работ** подразумевает формирование годовых графиков ремонтов оборудования, заказов на выполнение работ (с последующей регистрацией), месячных планов для ремонтных цехов и участков, ежедневных заданий и сменных нарядов, всей необходимой документации о проведенном ремонте, а также документации для списания материалов.

Перечисленные выше задачи решаются функциональностью специализированного ПО для технического обслуживания и ремонтов оборудования. В качестве примера такого решения рассмотрим систему ТОиР.

## Возможности системы ТОиР

Решение компании НАУКА выполняет следующие задачи:

- учет различных типов оборудования крупных предприятий (трубопроводы, ЗиПА, НКО, СиА, печи и т.д.), в системе содержатся характеристики более 100 тыс. ед. оборудования;
- планирование загрузки ремонтных цехов с учетом сезонной нагрузки персонала, графика остановок установок для выполнения регламентных работ, отпусков и возможностью формирования нескольких вариантов планов с различными графиками персонала;
- быстрое формирование сменных нарядов;
- формирование производственной программы по изготовлению изделий;
- ведение годового плана работ собственных подразделений с оценкой трудозатрат по видам работ;
- планирование загрузки ремонтного персонала и требуемых для работ материально-технических ресурсов;
- подготовка необходимой инженерно-техническим работникам информации для принятия решений об изготовлении или закупке изделия;
- автоматизированный расчет стоимости ремонтов и зарплаты персонала.

Как возможности системы реализуется на практике? Разберем основные преимущества внедрения ТОиР на одном из российских НПЗ.

## Эффект от применения ТОиР

Внедрение системы на предприятии решило возникшие перед ремонтными цехами задачи, в результате чего на НПЗ были организованы:

**1. Полностью прозрачный процесс выполнения работ.** В любой момент можно выяснить причину необходимости ремонта, а также уточнить, кто производил или будет производить работы, какова их плановая или фактическая стоимость. Кроме того, система позволяет сформировать пакет необходимых документов о выполнении ремонта.

**2. Автоматизация всех необходимых процессов** для выполнения ремонтов, значительно упрощающая работу инженерно-технического состава предприятий, а именно:

- автоматизированное составление месячных планов;
- автоматизированное списание материалов;
- учет работы сдельщиков и нарядов;
- отслеживание выполнения работ и контроль за соблюдением сроков;
- автоматизированный расчет стоимости ремонта;
- автоматизированное формирование документации по ремонту (акты, отчеты).

**3. Тотальный контроль выполнения работ.** Предприятие имеет всю информацию для расследования инцидентов и их предотвращения.

Таким образом, уход от услуг подрядчиков к обслуживанию и ремонту собственными силами требует от предприятия решения ряда сложных задач. Они связаны с организацией работ, управлением ресурсами и полным контролем процессов. Внедрение ТОиР помогает эффективно решить эти задачи и обеспечить безболезненный переход на новый способ техобслуживания.



## РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ. САМОДИАГНОСТИКА. ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХ СЛУЖБ



С.Е. Джалилов

ООО «ТД «Тулаэлектропривод»,  
п. Плеханово, Тульская обл.

Электроприводы традиционной линейки давно зарекомендовали себя как простая и надежная конструкция. В случае выхода из строя какого-либо узла (блок выключателей, электродвигатель) эксплуатирующим службам не составит труда собственными силами заменить их. Данные узлы имеются в наличии или могут быть изготовлены в кратчайшие сроки. АО «Тулаэлектропривод», в случае необходимости, предоставляет ремонтную документацию.

Новые импортозамещающие электроприводы серии ЭП4 имеют блочно-модульную конструкцию, что обеспечивает полную ремонтнопригодность привода. Любой модуль ЭП4 может быть оперативно заменен при наличии подробной инструкции. Сервисные специалисты «Тулаэлектропривод» оказывают выездную услугу диагностики привода на объекте с выдачей соответствующих заключений о работоспособности.

Электроприводы могут быть дооснащены внешне интеллектуальным модулем (ВИМУ). Данная модернизация позволяет диагностировать не только работу привода, но и арматуры. За счет функции модуля как регистратор событий и самодиагностики. Максимальная длина кабелей между ВИМУ и приводом, может достигать 100 м. Выявление неисправностей на ранней стадии за счет мониторинга позволяет минимизировать затраты на ремонт в дальнейшем, а возможно исключить и полную потерю работоспособности привода.

При эксплуатации электропривода важно иметь возможность собственными силами обнаружить возникшую неполадку и устранить ее. Именно для этого разработан максимально емкий обучающий курс для эксплуатирующих служб «Особенности ремонта, настройки и эксплуатации электроприводов, производимых АО «Тулаэлектропривод»». Обучающая программа абсолютно бесплатная и занимает один рабочий день на нашем предприятии (теоритическая и практическая часть).

## СИСТЕМЫ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРОИЗВОДСТВА ЗАВОДА ВДМ «ПИГМЕНТ» ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА С ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ СЛУЖБЫ



Е.А. Лебедева

ООО «Завод ВДМ «Пигмент»,  
г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургская научно-производственная компания Завод ВДМ «Пигмент» специализируется на производстве отечественных противокоррозионных лакокрасочных материалов для различных отраслей промышленности.

Мы занимаем прочные позиции на рынке производителей наукоемких и высокотехнологичных материалов, успешно совмещая традиции советской лакокрасочной промышленности с новыми достижениями мировой промышленной химии.

Ущерб, причиняемый коррозией, очень велик, а срок службы оборудования, сооружений и конструкций зависит от нефтяного месторождения, свойств добываемой нефти, состава коррозионно-агрессивной среды, природно-климатических условий объекта добычи или переработки нефти и газа и многих других факторов. Для увеличения времени эксплуатации, снижения его безопасности, поддержания его в работоспособном состоянии Завод ВДМ «Пигмент» разработал ряд защитных ЛКМ. Научно-технической лабораторией предприятия разработаны материалы для окраски с исключительными свойствами: нанесение по влажной поверхности, высокая эластичность и стойкость к истираемости, толерантность к подготовке поверхности, высокая коррозионная стойкость, ремонтпригодность, долговечность.

В настоящее время мы сотрудничаем с большим количеством предприятий России и стран СНГ. Среди них нефтеперерабатывающие предприятия компании Роснефть, «Башнефть», Холдинга «СИБУР», ПАО «Газпром» и многие другие. Завод ведет сотрудничество с Росрезервом России, ФГУП Спецстрой России, ПАО «РусГидро», ПАО Концерн «Сухой», компанией Росатом, производителями нефтегазового оборудо-

дования и подрядными компаниями: АО «Востокнефтезаводмонтаж», АО «Трест Гидромонтаж», ОАО «Пензхиммаш», ОАО «Салаватнефтемаш» и т.д. Проектные институты, такие как АО «Ангарскнефтехимпроект», ОАО «Самаранефтехимпроект», ОАО «Сибнефдетранспроект», ГУП «Башгипронефтехим», ОАО «Салаватнефтехимпроект» используют системы лакокрасочных покрытий Завода ВДМ «Пигмент» при проектировании объектов нефтегазового комплекса.

Для обеспечения долговременной и высококачественной защиты резервуаров и емкостей наиболее целесообразно применить систему на основе **грунт-эмали ЭпоксиКоут Мاستик** и **эмали Урпейнт**, где грунт-эмаль обеспечивает покрытию толсто пленочный защитный слой, а полиуретановая эмаль является качественным финишным покрытием, обеспечивающим стойкость к атмосферным агрессивным воздействиям и ультрафиолетовому излучению, стойкость к воздействию нефтепродуктов (рис. 1).

Преимущества системы покрытия грунт-эмали ЭпоксиКоут Мастик и эмали Урпейнт:

- отличная адгезия к металлу;
- технологичность нанесения, набор толщины слоя за один проход;
- стойкость к проливам нефтепродуктов;
- возможность нанесения при отрицательных температурах.



Рис. 1

Очевидно, что нужно корректно и экономически целесообразно подбирать лакокрасочные материалы для производства антикоррозионных работ. Поэтому в настоящее время Завод ВДМ «Пигмент» предлагает экономичную и очень удобную систему ЛКП для противокоррозионной защиты, состоящей из **грунтовки ЭпоксиКоут 019** и **финишной эмали Урпейнт 1502**.

Производство строительно-монтажных и ремонтных работ на нефтехимических предприятиях ограничено коротким периодом времени, учитывая это, лакокрасочные материалы в этой системе высыхают



Рис. 2

за 2—3 ч. Общая толщина лакокрасочного покрытия может варьироваться от 180 до 500 мкм, в зависимости от условий эксплуатации. Срок службы покрытия составляет более 15 лет. Материалы просты и очень технологичны в использовании. Грунтовка ЭпоксиКоут 019 толерантна к подготовке поверхности и не оставляет подтеков даже при неквалифицированном использовании, а эмаль Урпейнт 1502 обеспечивает отличную стойкость к ультрафиолету и имеет прекрасные декоративные свойства. Система ЛКП получила заключения аккредитованных лабораторий и отраслевых институтов, внесена в реестры нефтегазовых компаний. Система лакокрасочного покрытия успешно используется нашими заказчиками: Ангарской неф-

техимической компанией, Южной нефтяной компанией, Новокуйбышевским НПЗ, холдингом «Славнефть», компанией «Томскнефть», Афипским НПЗ, Саратовским НПЗ, Ильским НПЗ (см. рис. 2).

Для защиты внутренней поверхности резервуаров и технологического оборудования на нефтеперерабатывающих предприятиях завод выпускает антикоррозионную систему лакокрасочного покрытия на основе **грунт-эмали Нефтепейнт 652**. Лакокрасочный материал имеет заключения института БашНИПИнефть, ГосНИИГА. В течение многих лет успешно применяется на объектах нефтегазовой промышленности. Система покрытия, состоящая из грунт-эмали Нефтепейнт 652, обеспечивает надежную барьерную защиту от коррозии, вызванной воздействием агрессивных веществ, присутствующих в нефти или в продуктах ее переработки (остаточная влага, сернистые соединения, углекислый газ и др.), и не ухудшает свойства самой нефти и нефтепродуктов в течение времени их хранения.

Преимущества лакокрасочной системы на основе грунт-эмали Нефтепейнт 652:

- высокая стойкость покрытия к воздействию агрессивных сред, в том числе паро-водостойкость;
- высокие адгезионные качества грунт-эмали Нефтепейнт 652;
- токопроводящие свойства;
- возможность нанесения при отрицательных температурах.

Для защиты технологического оборудования, подвергающегося воздействию жидких и газообразных агрессивных сред, таких как растворы солей, щелочей, кислот, регенерационные растворы, воздействию почвы и грунтовых вод, морской и пресной воды, предприятие выпускает **грунт-эмаль ЭпоксиКоут 5250**.

Грунт-эмаль ЭпоксиКоут 5250 наносится аппаратами безвоздушного распыления без разогрева компонентов толщиной покрытия до 1000 мкм за один проход, что ведет к сокращению затрат и времени окрасочных работ. На основе грунт-эмали ЭпоксиКоут 5250 создано ледостойкое покрытие для эксплуатации в пресной и морской воде, границе вода—воздух. Данное покрытие уже более 5 лет применяется для окраски трубошпунта и других металлоконструкций, эксплуатирующихся в погружении, зоны брызг и переменного смачивания. В настоящий момент совместно с ФГБУ НИИПХ Росрезерва Завод ВДМ «Пигмент» работает над реализацией Арктической стратегии Российской Федерации (рис. 3).

Эффективным методом защиты металла от коррозии являются цинк-содержащие покрытия. Совместно со специалистами фирмы Эскарт,



Рис. 3

нами была разработана цинкнаполненная **грунтовка ЭпоксиКоут Цинк**, с уникальными свойствами, позволяющие создавать защитные покрытия с исключительным барьерным эффектом и невысокой стоимостью.

С успехом применяют в нефтеперерабатывающей отрасли удобные и практичные системы АКЗ на основе **грунт-эмали ЭметаллКоут** — так называемый материал 3 в 1, который может наноситься по прокорродированной поверхности металла. Лакокрасочный материал прост в использовании, имеет быстрое время высыхания и, что очень важно, может использоваться при отрицательных температурах (до  $-15^{\circ}\text{C}$ ). С ЛКМ можно работать в суровых климатических условиях Крайнего Севера, в зимний период, в условиях неустойчивого климата.



Есть в ассортименте нашего завода и система термостойкого покрытия на основе **грунтовок ЭметаллКоут 814** и **эмали ЭметаллКоут Термо**. Система ЛКП предназначена для антикоррозионной защиты нагреваемого оборудования, трубопроводов, нагреваемых металлоконструкций. Данное покрытие на основе кремнийорганических материалов обеспечивает защиту оборудования, работающего длительное время при температурах до 500 °С.

Для защиты как бетонных и железобетонных конструкций, так и для металла, завод рекомендует к применять систему антикоррозионного покрытия на основе **грунтовок ЭпоксиКоут 0203** и **эмаль Урпейнт 1502**. Грунтовка ЭпоксиКоут 0203 обладает высочайшими пенетрирующими свойствами, а эмаль Урпейнт 1502 обеспечивает надежный защитно-декоративный финишный слой.

Система лакокрасочного покрытия более всего подойдет для окрашивания железобетонных и бетонных эстакад, опор и сооружений и введена в СТО «Бетонные и железобетонные конструкции транспортных сооружений». Защита от коррозии. Система нашла интересное применение для декоративного окрашивания дымовых труб на заводе Уфанефтехим компании ПАО «Башнефть».

При проектировании и дальнейшем строительстве нефтегазовых комплексов подрядчики порою на практике сталкиваются с ограничениями со стороны заказчика по применению органорастворимых ЛКМ из-за их высокой потенциальной взрывопожароопасности. В этих случаях задачу по защите поверхностей металла, бетона и оборудования следует решать с применением водоразбавляемых материалов типа **грунт-эмали ЭкоФлор 012**. Материал изготовлен на основе водно-эпоксидных смол с введением антиперенов, что позволяет наносить материал по влажным поверхностям, а в качестве растворителя использовать воду. Грунт-эмаль ЭкоФлор 012 имеет показатели пониженной горючести, а отсутствие запаха органических растворителей обеспечивает ей свойства экологически безопасного покрытия.

В случае полной невозможности использования материалов на основе органических растворителей заводом разработана водоэмульсионная **грунт-эмаль ЭметаллКоут Аква**, которая является однокомпонентным быстросохнущим лакокрасочным материалом для защиты бетона.

Покрытие на основе грунт-эмали ЭметаллКоут Аква устойчиво к длительному воздействию воды, растворов солей, минеральных масел, к воздействию моющих средств. Применение грунт-эмали ЭметаллКоут Аква экологически безопасно и безвредно для окружающей среды.





Рис. 4

Испытания лакокрасочного покрытия на основе эмали ЭметаллКоут Аква успешно прошли в ЦНИИ транспортного строительства (ЦНИИС) и разрешены для защитно-декоративной окраски железобетонных мостовых, тоннельных конструкций, эстакад, опор, площадок обслуживания и др. (рис. 4).

Инженерным центром предприятия создана и совершенствуется отечественная торговая марка полимерных наливных покрытий для защиты бетонных оснований, конструкций, **устройства наливных полов ЭкоФлор**. Покрытия ЭкоФлор производятся на основе эпоксидных и полиуретановых связующих с добавлением наполнителей и функциональных добавок, придающих покрытиям блеск и матовость, исключительную наполняемость, декоративность, стойкость к воде, газам, кислотам, щелочам и другим агрессивным воздействиям.

В линейку ЭкоФлор входят обеспыливающие грунтовки, грунтовки глубокого проникновения (пенетрация бетона), кислото-щелочестойкие защитные покрытия, высокоэластичные полиуретановые покрытия, антистатические полимерные полы, декоративные 3D-покрытия, полимерные покрытия для влажных бетонных оснований, морозостойкие и износостойкие компаунды (рис. 5).



Рис. 5

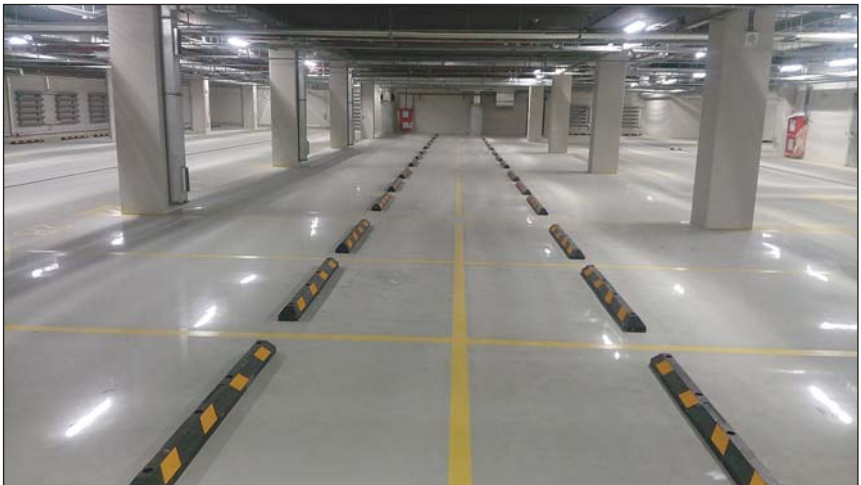


Рис. 6



**Рис. 7**

Такие полимерные покрытия отлично зарекомендовали себя на промышленных и гражданских объектах, складах и офисах. Они несложны в нанесении и устройстве, легко ремонтируются, просты в эксплуатации. Покрытия ЭкоФлор обладают свойствами эластичности в широком интервале температур, сохраняют физико-механические свойства без изменений при высоких дозах радиоактивного излучения, выдерживают воздействия повышенного давления, являются хорошими диэлектриками, имеют низкий коэффициент трения, не горючи и не токсичны (рис. 6, 7).

Применение промышленных лакокрасочных материалов, выпускаемых Законом ВДМ «Пигмент» сможет обеспечить комплексную надежную и экономичную защиту нефтяных и газовых объектов от коррозии на длительный период.

## ТОРЦЕВЫЕ УПЛОТНЕНИЯ. ОТ ПЕРВЫХ ШАГОВ К ЛИДЕРСТВУ



Д.И. Плутахин (на фото), А.И. Новиков

ООО «Синосил», г. Москва

Sinoseal Holding Co., Ltd. является самой крупнейшей китайской компанией по производству механических уплотнений. В общемировом рейтинге она входит в ТОП-3 по объемам поставок.

Нашими прямыми конкурентами являются крупные международные бренды, с которыми мы успешно соревнуемся по качеству продукции. Зачастую, предложенные нами решения превосходят аналогичные, представленные ушедшими из России компаниями.

Предшественником Sinoseal Holding Co., Ltd. был Сычуанский НИИ машиностроения, основанный в 1978 г., занимающийся собственными разработками и научными изысканиями. В 1993 г. НИИ разработал собственную конструкцию сухих газовых уплотнений (СГУ) и в 1998 г. провел успешное внедрение в реальное производство. Это дало толчок к развитию в коммерческом поле и к 2015 г. компания полностью сформировалась, выйдя на биржу. С тех пор Sinoseal только расширялась и росла, открывая новые представительства в различных странах. В 2022 г. был создан филиал на территории Российской Федерации, поскольку компания заинтересована в долгосрочном партнерстве с российскими компаниями.

Многолетний опыт помогает стабильному развитию. Благодаря ему компания ежегодно тратит до 7 % прибыли на НИОКР, имеет полный цикл производства от проектирования до изготовления и сборки. Уплотнение полностью моделируется и тестируется в виртуальной среде, прежде чем оно будет пушено в производство. После финальной сборки изделие проходит испытание на стендах, в ходе которых проверяется соответствие расчетных параметров реальным. Только после того, как уплотнение будет полностью удовлетворять требованиям заказчика производится отгрузка. Высокую эффективность подобного подхода демонстрирует тот факт, что Sinoseal является единственным в Китае

акцептированным поставщиком уплотнений для насосов охлаждения на АЭС.

Компания фокусируется на производстве уплотнений для нестандартных условий: наличие токсичных, абразивных или агрессивных сред, высокие давления, скорости, температуры, большой диаметр вала. Конструкция изделий основана на стандарте API682 и API692 соответственно для механических уплотнений и СГУ. Широкий модельный ряд позволяет перекрыть практически любые режимы эксплуатации от легких до средних и тяжелых. При этом изделия могут быть доработаны под требования заказчика.

Sinoseal самостоятельно разрабатывает и изготавливает панели управления СГУ и системы обвязки механических уплотнений. Также компания приобрела завод Dipregvalve, что позволило наладить выпуск запорной арматуры, преимущественно для нефтегазовой сферы.

На данный момент происходит активное внедрение продукции на российский рынок. Расширяется установочная база как самих уплотнений, так и панелей управления и систем обвязки. Развивается и производство. Головное предприятие уже в апреле 2024 г. запустит полностью безлюдную автоматизированную линию для механических уплотнений. Планируется перенос проектирования и производства панелей СГУ в Россию и ведется поиск надежных партнеров. Во второй половине 2024 г. будет запущен сервисный центр в Подмосковье, который в будущем станет базой для собственного производства.



# Надёжность и ремонты активов

Управление техническим обслуживанием и ремонтом производственных активов с применением риск-ориентированных подходов управления надёжностью

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ

### Сокращение

длительности и количества плановых и внеплановых простоев

### Увеличение

межремонтного пробега

### Оперативность

принятия взвешенных и обоснованных управленческих решений

### Скорость

внедрения - от 6 месяцев

### Оптимизация

затрат на ремонты и обслуживание оборудования до 30%

### Повышение

эксплуатационной готовности объектов до 98%

### Снижение

количества отказов

### Независимость

программного обеспечения от санкционных ограничений



## ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ

- Планирование технического обслуживания и ремонтов оборудования

- Анализ критичности и ранжирование оборудования по уровню технического диагностирования

- Разработка риск-ориентированных стратегий

- Регистрация, классификация и учет событий

- Анализ эффективности и формирование отчетности

- Анализ коренных причин отказов оборудования (RCA)

- Управление электронными нарядами-допусками

- Учет оборудования, нормативов, показателей эксплуатации оборудования

- Управление надёжностью оборудования и рисками, управление рекомендациями

- Контроль технического состояния, толщинометрия, RBI, ICTE

- Управление работами сервисных организаций

- Учет оборудования и нормативов

- Управление плановыми простоями

- Мобильное ТОиР

## ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ

1 Решение реализует бесшовный сквозной процесс управления надёжностью производственных активов и ТОиР

2 Поставляется в стеке санкционно-независимых технологий и интегрируется с любой EAM или ERP-системой

3 Интеграция с базами данных реального времени для получения информации о работе и состоянии оборудования

4 Дополнительные модули для повышения качества управления производственными активами

5 Возможность использования совместно с различными конфигурациями 1С

6 Поддержка работы с большими объемами данных

## ОПЫТ

Более 60 предприятий нефтегазовой отрасли успешно внедрили и используют решение «Надёжность и ремонты»

Полный спектр услуг консалтинг, обследование, рекомендации по улучшению, тренинги по надёжности, контроль качества внедрения

«Автоматика-сервис»

[duzhca@gazprom-neft.ru](mailto:duzhca@gazprom-neft.ru)

+7 (812) 493-21-62 доб. 78906

## МЕШАЛКИ ДЛЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В РВС



О.Ю. Кириллов

ООО «Конверсия-нефть»,  
г. Миасс, Челябинская обл.

Предприятие ООО «Конверсия-нефть» было образовано в 2000 г. В настоящий момент имеется устойчивое развитие предприятия, собственные производственные площади с современным металлообрабатывающим оборудованием.

Основными видами выпускаемой продукции являются мешалки для вертикальных резервуаров (НХ63.00.000), системы контроля наличия газа и жидких углеводородов в магистрали (НХ108.000), а также гидравлический монтажный инструмент марки КРАБ.

### Предназначение мешалок. Технологический процесс

При создании мешалок заказчиками ставилась первоочередная задача — перемешивание темных нефтепродуктов для уменьшения сроков подготовки к наливу, достижение однородности химического состава в объеме всего РВС (гомогенизация), а также отказ от действующей на то время технологии перемешивания путем рециркуляции основными насосами. При внедрении мешалок, срок подготовки резервуара сократился с нескольких дней до 4—6 ч (РВС 5000, 10 000 м<sup>3</sup> с мазутом марки М-100), а химический состав становился равномерным по всему объему.

В настоящий момент область применения мешалок охватывает все виды нефтепродуктов, от гудрона до дизельного топлива и бензинов, а также успешно применяются для предотвращения выпадения донных осадков и их размыва.

### Обзор конструкции. Преимущества. Особенности монтажа

Конструкция мешалки представляет собой электродвигатель, редуктор с конической передачей с круговым зубом, торцовое уплотнение,



вал, пропеллер, у поворотных мешалок сферическая опора, обеспечивающая разворот вала на угол 60 градусов.

Двигатели устанавливаются нескольких типоразмеров от 5,5 до 22 кВт.

Торцовые уплотнения устанавливаются в 2-х вариантах — одинарное с сальником, двойное с бачком затворной жидкости.

Монтажные фланцы мешалок изготавливают в соответствии с геометрическими размерами фланца люк-лаза, что позволяет производить монтаж мешалок на резервуар без проведения дополнительных работ по доработке крышки люка (изготовление отверстий под вал и крепеж, монтаж мешалки через адаптерные кольца). Монтаж представляет собой просто замену крышки люка на мешалку.

В конструкции имеется запорное устройство, позволяющее производить замену торцового уплотнения и прочие ремонты при полном наливе резервуара, т.е. без опорожнения и вывода его из эксплуатации.

Имеется возможность поставки мешалок с дополнительными опциями — автоматическим приводом поворота, оснащением двигателя датчиками, поставки мешалок с постами управления и монтажными комплектами.

Автоматизированный привод поворота выполнен в виде отдельного мотор-редуктора. Конструктив позволяет избежать поломки мешалки при ошибках проектирования или монтажа. При выходе из строя, возможно продолжать использовать мешалку по целевому назначению без него.

Для приготовления многокомпонентных продуктов, разогреве, гомогенизации используются мешалки неповоротного типа с постоянным углом отклонения вала. При устойчивом движении продукта возникает не только круговое движение, но и восходящие потоки, которые обеспечивают равномерность продукта по всему объему резервуара. Если направление струи постоянно будет изменяться, то верхние слои могут остаться статичными или малоподвижными.

При разработке и модернизации конструкции мешалок наше предприятие старается достигать максимальной надежности, простоты конструкции в эксплуатации и монтаже, а также ремонтпригодности в любых условиях работы. Мы гордимся, что имеем подтвержденный ресурс реальной работы мешалок более 20 лет.

## РЕВОЛЮЦИЯ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: РАСКРЫТИЕ ПОТЕНЦИАЛА БЕСПИЛОТНИКОВ В ЗАМКНУТЫХ ПРОСТРАНСТВАХ



П. Реихерт

ООО «ДронеПрофи», д. Сапроново,  
Ленинский р-н., Московская обл.

Автор статьи анализирует преимущества применения беспилотных авиационных систем (БАС) в контексте технического обслуживания и не разрушающего контроля на объектах нефтегазового комплекса (НГК). Эти системы позволяют проводить более точные и эффективные инспекции, а также собирать информацию в реальном времени, что существенно повышает оперативность реагирования и позволяет предотвращать потенциальные аварии.

Кроме того, в статье рассматриваются выполненные ООО «ДронеПрофи» проекты, включая методику применения БАС, используемое оборудование и полученные результаты. Примеры реализованных проектов в нефтегазовой отрасли подчеркивают значимость и перспективность использования БАС для контроля и обследования инфраструктуры и оборудования.

Следует отметить, что данная статья акцентирует внимание на возможности оперативного устранения аварийных ситуаций с помощью БАС, что способствует снижению рисков и обеспечению более безопасной эксплуатации объектов НГК.

### Введение

В постоянно меняющемся мире промышленных инспекций роль инспекторов по проведению неразрушающих испытаний (НДИ) становится все более важной. Эти высококвалифицированные специалисты отвечают за обеспечение безопасности и целостности замкнутых пространств в таких тяжелых отраслях промышленности, как нефть, газ и производство электроэнергии. С развитием современных техно-

логий, особенно с использованием беспилотных летательных аппаратов, инспекторы НДТ революционизируют инспекции в ограниченном пространстве, повышая безопасность и эффективность процесса сбора данных.

## Что определяет ограниченные пространства?

Ограниченные пространства представляют собой относительно небольшие и закрытые зоны, ограниченные со всех сторон, входы и выходы из которых затруднены. Они не предназначены для постоянного пребывания в них людей и вызывают ряд опасений по поводу безопасности для работников, которые входят в них. Примерами замкнутых пространств являются резервуары, сосуды, силосы, канализационные трубы и туннели. Необходимость регулярных проверок этих помещений имеет первостепенное значение для выявления потенциальных опасностей и обеспечения безопасности работников.

## Традиционные и современные методы инспекции ограниченного пространства

Традиционно, при проведении визуальных осмотров в ограниченном пространстве инспекторы физически входили в емкости для оценки потенциальных опасностей и сбора данных. Однако этот подход представляет собой значительные риски из-за опасных условий, таких как низкий уровень кислорода, опасные химические вещества и тепловой стресс. Для решения этих задач современные технологии, включая беспилотные летательные аппараты и робототехнику, стали ключевым фактором в области ограниченных визуальных осмотров. Мы рады сообщить, что в настоящее время в России уже в стандартном порядке используются робототехника в визуальных осмотрах замкнутых пространств для инспекций НДТ.

## Технология роботизированной инспекции в замкнутых пространствах

Технология роботизированного осмотра позволяет дистанционно управлять машинами, которые могут проникать в замкнутые пространства и осуществлять осмотры ключевых областей. Эти машины, оснащенные датчиками и в основном HD-камерами, собирают необходимые

данные без необходимости входа человека. Благодаря минимизации риска несчастных случаев и травм технология роботизированного осмотра значительно повышает безопасность и эффективность проведения визуальных осмотров в ограниченном пространстве. Она также увеличивает скорость работы по техническому обслуживанию (сокращая период выключения), что очень полезно для операторов объектов.

## Дроны для инспекций в ограниченном пространстве

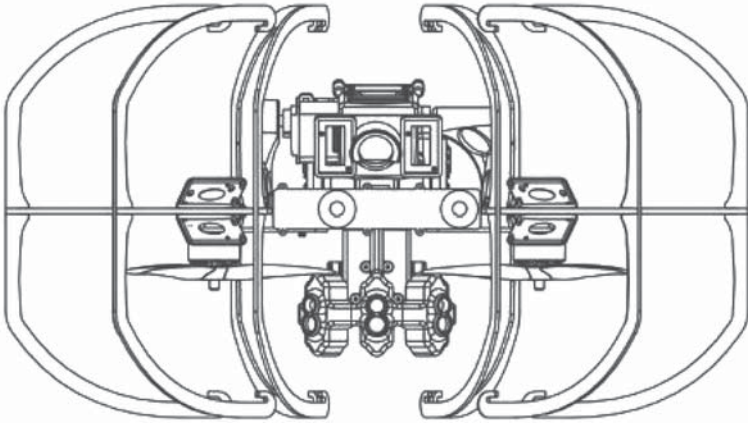
Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), также известные как беспилотные воздушные системы, стали незаменимым инструментом для инспекции ограниченных пространств. Эти дистанционно управляемые устройства обеспечивают доступ к областям, которые, в противном случае, были бы трудно или невозможно достичь, такие как вершины высоких резервуаров хранения, узкие коридоры трубопроводов или устройства Schopentoether. Оснащенные высоким освещением и датчиками стабилизации, беспилотники снимают изображения и видео в высоком разрешении, предоставляя подробную информацию о состоянии замкнутых пространств.

## Технология, используемая в ограниченных пространствах

В инспекциях в ограниченном пространстве используются различные виды технологий в зависимости от конкретных требований и целей инспекции. Некоторые широко используемые технологии, включая беспилотные летательные аппараты, способные противостоять столкновениям, беспилотники, поддерживающие полезные нагрузки, робототехники и даже дистанционно управляемые подводные транспортные средства (ROV), могут использоваться в настоящее время. Все они доступны в нашей организации.

## Беспилотники с терпимостью к столкновениям

Внутренние беспилотники, специально разработанные для навигации и инспекции очень узких пространств, оснащены бортовым освещением и камерами высокого разрешения. Эти компактные модели специально разработаны для замены человека. Размер предназначен для отверстия стандартной точки доступа — 40 см диаметром. Эти беспилот-



Дизайн беспилотника с устойчивостью к столкновениям

ники имеют специальную стабилизацию HW и SW. Главные производители таких беспилотников находится в Европе.

## Беспилотные летательные аппараты, поддерживающие нагрузку

Для более крупных замкнутых пространств и на открытом воздухе используются беспилотные летательные аппараты с более мощным двигателем и более крупными рамами. Они могут поддерживать передовые датчики и камеры, позволяющие проводить более детальные инспекции. Специализированные полезные нагрузки, такие как газовые детекторы, ультразвуковые датчики измерения толщины и оборудование LIDAR, повышают возможности сбора данных беспилотников, поддерживающих полезную нагрузку.

## Роботизированный краулер

Помимо беспилотных летательных аппаратов для осмотра замкнутых пространств используются робототехника. Эти устройства специально разработаны для передвижения по поверхностям и через узкие пространства, обеспечивая подробные изображения и данные о состоянии ограниченных пространств.

## Подводные транспортные средства с дистанционным управлением (ROVs)

ROV используются для осмотра подводных сред, которые обычно требуют человеческих дайверов. В замкнутых подводных пространствах, где вертикальный доступ препятствует преградам на поверхности, ROV обеспечивают безопасные и эффективные инспекции. Эти транспортные средства также предлагают такие возможности, как обнаружение инородных объектов, исследования сонаров и картографирование осадков.

## Преимущества современных технологий в инспектировании ограниченного пространства

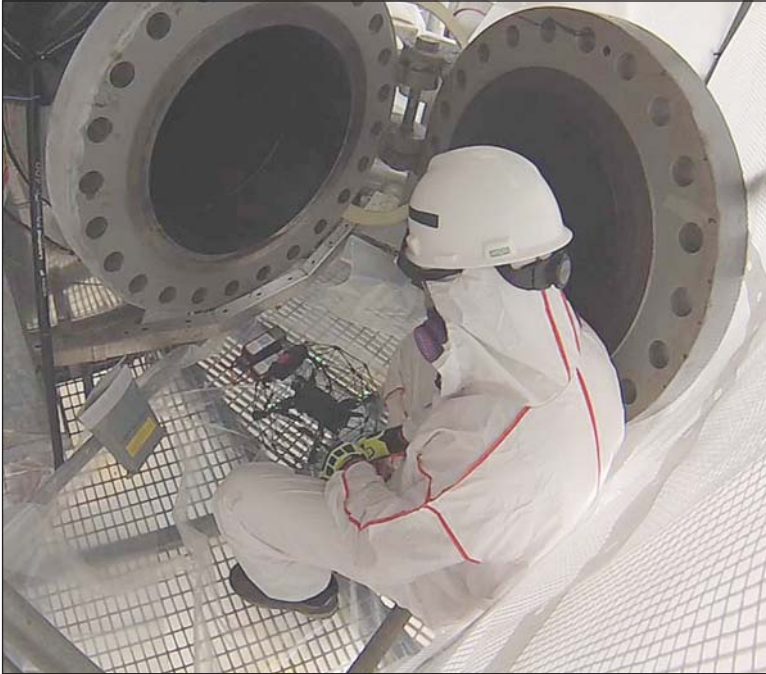
Использование беспилотных летательных аппаратов и робототехники в инспекциях ограниченного пространства предлагает многочисленные преимущества, повышая безопасность, эффективность и сбор данных.

### Улучшенная безопасность

Одним из главных преимуществ использования беспилотных летательных аппаратов и роботов для инспекций в ограниченном пространстве является повышенная безопасность. Устраняя необходимость физического проникновения в резервуар инспекторов, существенно снижается риск несчастных случаев и травм. Дроны и роботы могут получить доступ к замкнутым пространствам без «разрыва резервуара», обеспечивая безопасность персонала. В замкнутой среде могут присутствовать такие опасные элементы, как радиоактивность. Поэтому еще более логично использовать для таких работ роботов.

### Повышение эффективности

Дроны и роботы обеспечивают доступ в труднодоступные районы без необходимости лифтов, подшипников или кранов. Эта возможность позволяет осуществлять более быстрые и всеобъемлющие проверки, сокращая время простоя и повышая эффективность работы в промышленных условиях.



Инспектор НДТ проводит проверку  
с помощью беспилотного летательного аппарата

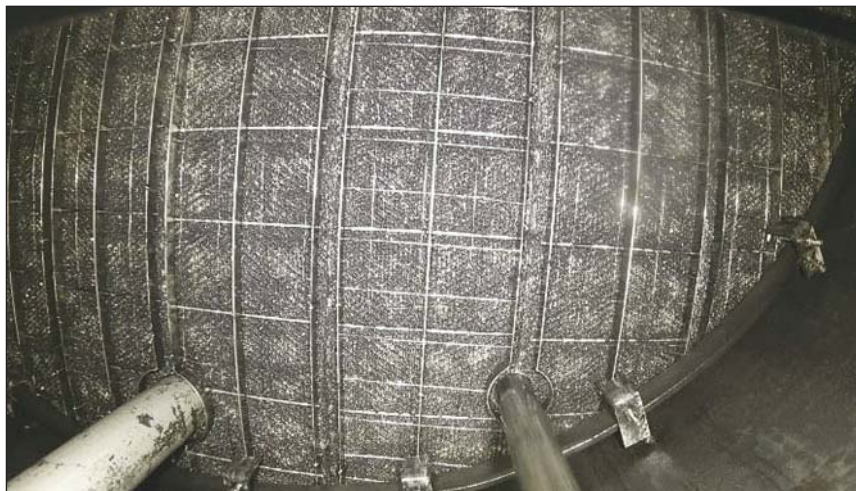
## Улучшенный сбор данных

Современные технологии позволяют собирать высококачественные изображения и данные, обеспечивая подробное представление о состоянии замкнутых пространств. Эта информация помогает выявить потенциальные опасности и информирует о мероприятиях по техническому обслуживанию, минимизируя вероятность будущих инцидентов. Гео-локационные данные, предоставляемые беспилотниками и роботами, позволяют точно фиксировать интересующие участки.

## Эффективность издержек

Использование беспилотных летательных аппаратов и роботов является экономически эффективной альтернативой традиционным мето-





Визуальные данные,  
собранные беспилотным летательным аппаратом

дам инспекции. Сокращая потребность в людских инспекторах и дорогостоящем оборудовании, таком как подшипники или лифты, компании могут экономить время и деньги. Экономия времени является значительной в тех случаях, когда объект найден без дефектов и не требуется никаких ремонтных работ. Сбор данных является очень экономичным процессом по сравнению с обычными методами. Эффективность этого времени также влияет на экономию расходов. В электростанциях, где для безопасного проникновения людей в многочисленные замкнутые пространства требуется отключение электроэнергии, беспилотные летательные аппараты и роботы вносят дополнительный вклад в экономию расходов.

## Улучшенная точность

Дроны и роботы обеспечивают более точные и надежные данные, чем традиционные методы инспекции. Их способность получать доступ к труднодоступным районам и получать данные из различных точек зрения дает ценные представления о ограниченных пространствах. Эта точность способствует лучшему принятию решений и планированию технического обслуживания.

## Реальный мир: NDT-инспекции с ООО «ДронеПрофи»

ООО «ДронеПрофи» — ведущая инспекционная компания, специализируется на проведении инспекций промышленных объектов в различных условиях. Наш опыт в проведении визуальных инспекций с использованием как летающих беспилотников, так и беспилотных летательных аппаратов, работающих на колесах, помог улучшить процессы безопасности в нефтяной и газовой отраслях промышленности. Мы — ведущая компания в своей отрасли и наша команда готова предложить вам уникальные и передовые решения для вашего бизнеса.

### Выводы

С быстрым развитием современных технологий инспекторы НДТ используют беспилотные летательные аппараты и робототехнику, чтобы революционизировать визуальные инспекции. Придавая приоритет безопасности, повышая эффективность и повышая объем сбора данных, эти инновационные методы инспекции преобразуют способ взаимодействия работников с производственными помещениями. По мере того, как компании продолжают внедрять новые инструменты и практику, роль инспекторов НДТ в инспекциях в ограниченном пространстве будет только становиться все более критической для поддержания безопасности и целостности тяжелых отраслей промышленности.

Доверьтесь опыту ООО «ДронеПрофи» и их передовой технологии дистанционного осмотра для ограниченной визуальной инспекции. Свяжитесь с нашими экспертами сегодня, чтобы запланировать ваш осмотр и испытать преимущества современных технологий в действии.

## ВОЗМОЖНОСТИ ООО «ТУРБОРЕФ ИНЖИНИРИНГ» ПО МОДЕРНИЗАЦИИ И ПУСКОНАЛАДОЧНЫМ РАБОТАМ ТУРБОКОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



В.П. Самсонов

ООО «ТурбоРеф Инжиниринг»,  
г. Санкт-Петербург

Компания ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» осуществляет инженерно-производственную деятельность с 2016 г.:

— предоставляет услуги по разработке, инжинирингу, модернизации и ремонту компрессорного оборудования, вентиляторов и газодувок, турбин различных типов;

— решает задачи различной сложности по созданию новых, а также модернизации и ремонту находящихся в эксплуатации турбокомпрессорных агрегатов, включая восстановление и/или замещение критических узлов импортного динамического оборудования.

Основные цели проведения модернизации существующих агрегатов:

— повышение параметров назначения турбокомпрессора (производительности, конечного давления и др.) за счет оптимизации проточной части;

— снижение потребляемой компрессором мощности за счет повышения эффективности проточной части;

— повышение эксплуатационной надежности турбоагрегатов при максимальном использовании штатных узлов и деталей.

ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» имеет расчетный и конструкторский отделы, которые способны, как спроектировать новые проточные части компрессоров, так и перепроектировать существующие на новые параметры работы под габаритные размеры имеющихся корпусов.

ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» разработал и реализовал проект комплексной модернизации серийного нагнетателя нитрозных газов Н540-41-1 (рис. 1) в производстве слабой азотной кислоты. Центробежный нагнетатель служит для сжатия нитрозного газа в технологической линии. Особенностью агрегата с основным приводом от электродвига-



**Рис. 1.** Модернизированный нагнетатель

теля является наличие встроенного двухступенчатого турбодетандера на линии хвостового газа.

Целями модернизации нагнетателя являлись:

- повышение производительности по нитрозному газу на 10—12 %;
- повышение пропускной способности и мощности турбодетандера;
- снижение удельного энергопотребления;
- повышение эксплуатационной надежности и ремонтпригодности.

Модернизация включала разработку и изготовление новых ротора, компрессорных и турбинных диафрагм нагнетателя, обойм уплотне-

ний, подшипников. В ходе модернизации выполнено перепрофилирование направляющих лопаток диафрагм и рабочих лопаток турбодетандера.

Для новых проточных частей нагнетателя проведен комплекс газодинамических и прочностных расчетов.

На головном агрегате нагнетателя полностью подтверждены проектные параметры модернизации. К настоящему времени уже 4 нагнетателя прошли модернизацию и сданы в промышленную эксплуатацию.

Сейчас идет изготовление проточной части пятого нагнетателя. Доставка и монтаж которого запланирован на 2024 г.

На предприятии ПАО «Казаньоргсинтез» находятся в эксплуатации холодильные турбоагрегаты, предназначенные для сжатия и подачи газа в технологическую линию производства этилена.

Однокорпусные нагнетатели типа Н50-32-1 (4 шт.) и двухцилиндровые центробежные компрессоры типа К60-82-1 (2 шт.).

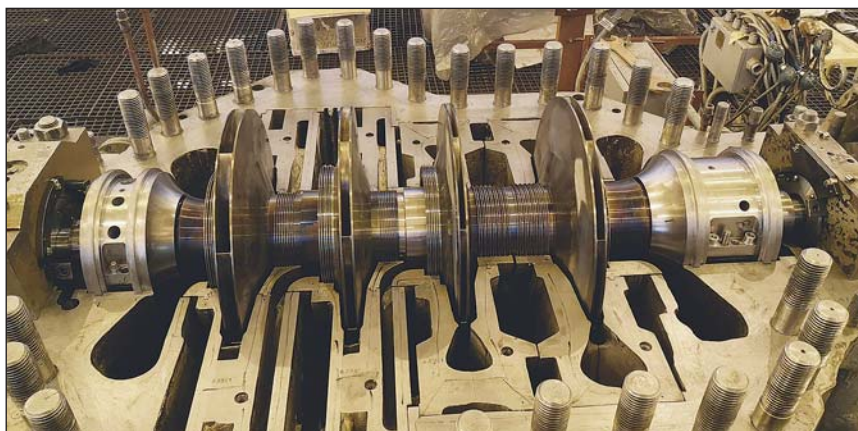
В течение всего периода эксплуатации турбомашин в товарном этилене, подаваемом на смежные производства, анализом определяется существенное наличие турбинного масла, которое отрицательно отражается на технологическом процессе и качестве готовой продукции. Присутствие масла в товарном этилене обусловлено тем, что лабиринтные уплотнения, которыми оснащены агрегаты, не в полной мере способны исключить попадание масла из зоны подшипников в процессный газ.

Унос масла из картеров подшипников машин приводит не только к резкому ухудшению качества готовой продукции, но и повышенному расходу смазочного масла высокого давления.

Для исключения попадания в товарный этилен турбинного масла ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» было предложено выполнить переоснащение компрессоров типа К60-82-1 и нагнетателей типа Н50-32-1 современными уплотнениями, а также системами управления уплотнениями.

Модернизация системы уплотнений включает в себя установку новых уплотнений со стороны всасывания и нагнетания каждого цилиндра компрессора, укладку новых модернизированных роторов компрессора, а также подключение в работу новой системы управления уплотнениями. На рис. 2 представлена модернизированная проточная часть компрессора с установленным новым ротором и уплотнениями компрессора.

Замена штатных лабиринтных уплотнений на новые современные



**Рис. 2.** Компрессор с новыми уплотнениями

уплотнения с «плавающими» графитовыми кольцами позволила в несколько раз снизить зазор «плавающее кольцо—вращающаяся втулка», что привело к существенному сокращению протечек запорного этилена в сторону масла. Конструктивно новые уплотнения устанавливаются на места штатных лабиринтных уплотнений, для удобства сборки каждое уплотнение имеет горизонтальный разъем.

Работоспособность уплотнений обеспечивается применением в новой уплотнительной системе панели (стойки) управления. Панель управления спроектирована и изготовлена ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» с учетом технологических особенностей эксплуатации агрегата. Панель управления обеспечивает автоматическое регулирование на заданном уровне перепада давлений «газ—масло», а также выполняет функцию контроля основных рабочих параметров системы, включая расход утечек. Значение перепада давлений «газ—масло» поддерживается постоянным, независимо от изменяющегося давления масла в картерах подшипников компрессора.

В период с 2017 г. по 2021 г. ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» была выполнена реконструкция нагнетателей типа Н50-32-1 (4 шт.) и компрессоров типа К60-82-1 (2 шт.).

Внедрение новых современных систем уплотнений турбоагрегатов позволило полностью исключить попадание масла из подшипниковых узлов машин в товарный этилен. Таким образом, за счет модернизации этих машин предприятию удалось существенно повысить



качество готового продукта, а также сократить потери смазочного масла высокого давления. Не менее важным стало повышение уровня надежности агрегатов в целом за счет их оснащения современными уплотнительными системами, состоящими из высокотехнологичных комплектующих.

ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» имеет опыт и компетенции в проведении работ по обследованию технического состояния, пусконаладочным работам, проведению эксплуатационных и помпажных испытаний компрессорного оборудования.

В 2023 г. на одном из предприятий выполнено обследование компрессора синтез-газа, включающее эксплуатационные испытания с выдачей рекомендаций по повышению надежности оборудования. Компрессор состоит из трех цилиндров с приводом от турбины.

Предпосылками и причинами к выполнению настоящего обследования компрессора явилась нестабильная работа турбокомпрессорного агрегата при определенных изменениях в режимах работы компрессора, обусловленных требованиями к его эксплуатации.

В частности, резкий рост вибрации на ЦНД с последующей аварийной остановкой всего агрегата был зафиксирован службой эксплуатации цеха в период октябрь—ноябрь 2022 г.

Задачами обследования агрегата на месте эксплуатации являлись:

— сбор исходных данных по фактическим параметрам работы агрегата в условиях эксплуатации; при этом использовались текущие данные по штатным приборам на момент проведения обследования, а также технические данные, зафиксированные службой эксплуатации агрегата в суточных рапортах компрессии;

— проведение газодинамических расчетов по данным с места эксплуатации;

— нанесение фактических режимов работы секций компрессора синтез-газа на проектные ГДХ секций;

— нанесение фактического режима работы компрессора синтез-газа на проектную суммарную ГДХ компрессора;

— нанесение фактического режима работы ЦС компрессора синтез-газа на проектную ГДХ ЦС компрессора;

— расчетная оценка фактических запасов по помпажу в секциях и ЦС компрессора синтез-газа;

— расчет осевого усилия, действующего от газодинамических сил на ротор ЦНД, и, соответственно, на его упорный подшипник по данным с места эксплуатации;



— расчетная оценка критических частот вращения ротора ЦНД и их отстройка от рабочих оборотов (рис. 3);

— выпуск технического отчета по результатам проведенных исследований и расчетов.

Обследование компрессора поз.103J проводилось с целью:

— оценки фактического состояния компрессора и сравнения их с гарантийными параметрами его работы в соответствии с проектными данными, указанными в эксплуатационной документации на агрегат;

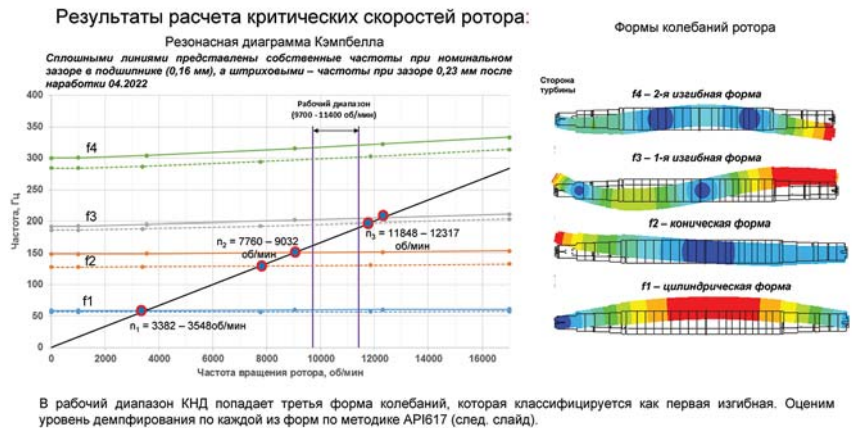
— анализа возможных причин резкого роста уровня вибрации в ЦНД на определенных режимах работы агрегата в условиях эксплуатации;

— выдачи результатов с обоснованием возможных причин выхода из строя ЦНД и повышенной вибрации ЦНД компрессора при изменении нагрузки;

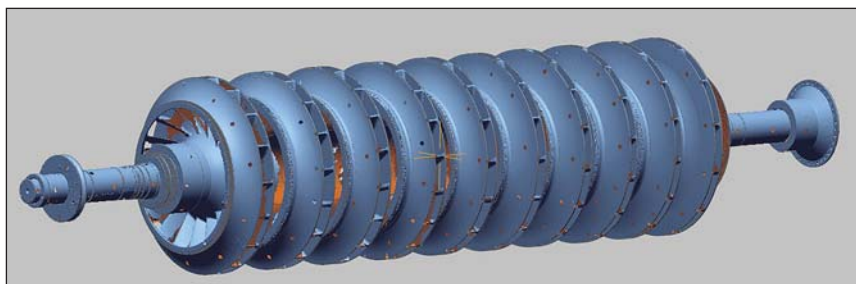
— выдачи рекомендаций по возможному устранению неустойчивой работы ЦНД компрессора.

По результатам работы был сформирован технический отчет с подробным анализом, расчетами и рекомендациями, внедрение которых позволило обеспечить надежную работу сложного динамического оборудования.

Перспективным направлением деятельности наша фирма считает освоение технологии качественного лазерного 3D-сканирования. Ука-



**Рис. 3.** Расчет критических скоростей ротора



**Рис. 4.** Модель ротора после сканирования

званная технология незаменима для копирования и прототипирования деталей и узлов турбомашин сложной формы.

В настоящее время в ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» отрабатываются технологии лазерного сканирования роторов и рабочих колес центробежных компрессоров, рабочих лопаток турбин и других деталей со сложными поверхностями (рис. 4). Лазерное 3D-сканирование зачастую позволяет заменить трудоемкую и длительную операцию обмера на контрольно-измерительной машине с сохранением необходимой точности.

Полученные в результате сканирования математические модели поверхностей после соответствующей программной обработки позволяют выстроить твердотельную модель изделия, пригодную как для прямого прототипирования, так и для выпуска рабочих чертежей с обработкой традиционных технологий изготовления.

Определенный опыт лазерного 3D-сканирования с последующей обработкой данных позволяет быстро и качественно вести комплексные измерения поверхностей изделия при изготовлении и/или на месте эксплуатации при вскрытии оборудования.

Метод лазерного 3D-сканирования представляется особенно эффективным, прежде всего, при импортозамещении критических узлов и запчастей оборудования.

ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» способен успешно решить различные задачи, поставленные заказчиками, с целью повышения эксплуатационной надежности, производительности и энергоэффективности турбокомпрессорного оборудования.

## СОКРАЩЕНИЕ СРОКОВ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ, УХОД ОТ ПРОСТОЕВ



Е.Ю. Журавлев

ООО «Истоки», г. Липецк

Добрый день! Меня зовут Журавлев Евгений, я являюсь руководителем направления «Инфраструктурное и промышленное строительство» в компании Эм-Си Баухеми. Сегодня я хочу рассказать о технологиях, позволяющих сэкономить значительный объем денежных средств за счет кратного снижения сроков проведения работ

и ухода от простоев.

Компания образована в 2001 г., работает в сегменте строительной химии, представлена во всех ФО и имеет 5 производственных комплексов общей производительностью 500 000 т в год. Материалы, о которых сегодня пойдет речь, производятся из российского сырья, внешняя ситуация не влияет на возможности производства. Работы на объектах выполняет сертифицированная подрядная организация «Истоки», входящая в группу компаний «Экотехнологии». Все материалы соответствуют требованиям российских нормативных документов. В таблице представлены некоторые из них.

Рассмотрим решаемые задачи на примере реализованных объектов.

### Сокращение сроков строительства в несколько раз, уход от простоев

На ПАО «Казаньоргсинтез» (СИБУР) в рамках увеличения производительности устанавливалось более массивное оборудование в существующем корпусе. Под новое оборудование необходимо было залить более массивные фундаменты и уплотнить грунты под ними. Ключевое требование заказчика — провести работы за максимально короткий срок.

Начнем с первой задачи — уплотнение грунтов. Классические технологии уплотнения грунтов не могли быть использованы по причине стесненных условий. Поэтому заказчик выбрал наше предложение, по-

**Соответствие материалов требованиям российских нормативных документов**

Нормативный документ	Описание
ГОСТ Р 56378-2015	Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к ремонтным смесям и адгезионным соединениям контактной зоны при восстановлении конструкций
ГОСТ 32016-2012	Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Общие требования
ГОСТ 32017-2012	Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к системам защиты бетона при ремонте
ГОСТ 33762-2016	Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к инъекционно-уплотняющим составам и уплотнениям трещин, полостей и расщелин
СП 22.13330.2016	Основания зданий и сооружений
СТО НОСТРОЙ 2.3.18-2011	Освоение подземного пространства. Укрепление грунтов инъекционными методами в строительстве
ГОСТ 19912-2012	Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием

звояющее проводить работы малыми силами в стесненных условиях без остановки производства.

В своей технологии мы используем метод управляемого гидроразрыва грунта, при котором полимерный материал при расширении уплотняет грунт. Макетные испытания показывают, как распространяется материал в грунте.

Причины выбора нашего предложения следующие:

- максимально короткий срок производства работ (произвели работы за 2 дня силами трех человек);
- работы проводились без остановки производства.

ПСК Кировск



ПСК Тюмень



ПСК Раменское



ПСК Краснодар



ПСК Самара



Производственные площадки

Следующий этап — изготовление фундамента (температура в цеху 10 °С). Далее была выполнена подливка закладных полимерным составом. Последний этап — нанесение финишного покрытия.

Причины выбора нашего предложения следующие: заливка фундамента, подливка закладных и нанесение финишного покрытия были произведены за 5 дней, вместо 30.

Следующая задача — остановка просадки конструкции. Амурский ГПЗ — усиление основания эстакады технологических трубопроводов. Задача — остановить просадку нескольких опор без демонтажа коммуникаций в максимально короткий срок.

**ТРАДИЦИОННЫЙ МЕТОД:  
ЦЕМЕНТАЦИЯ**

**ТЕЖЕЛАЯ ТЕХНИКА**

- ВЫСОКАЯ СТОИМОСТЬ
- ДЛИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ НА РАЗМЕЩЕНИЕ
- ДЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОСТОИ
- ГРОМЗДКОСТЬ

**ПОБОЧНЫЙ ЭФФЕКТ**

- НИЗКИЙ УРОВЕНЬ ТОЧНОСТИ

**ДЛИТЕЛЬНЫЕ СРОКИ ТВЕРДЕНИЯ**

- ИНЪЕЦИРУЕМЫЙ ЦЕМЕНТ ВЫМЫВАЕТСЯ
- МЕДЛЕННЫЙ НАБОР ПРОЧНОСТИ

**СОВРЕМЕННЫЙ И ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД:  
ПОЛИМЕРНАЯ ИНЪЕКЦИЯ**

**ТЕЖЕЛАЯ ТЕХНИКА**

- больше точность
- экономичность

**ПОБОЧНЫЙ ЭФФЕКТ**

- компактность

**ДЛИТЕЛЬНЫЕ СРОКИ ТВЕРДЕНИЯ**

- контроль расхода и времени реакции
- быстрый эффект

Так обстояла ситуация, когда мы взялись за работу — организация работ, сооружение тепляков и непосредственно сама закачка материала.

Причины выбора нашего предложения следующие:

- максимально короткий срок производства работ (произвели работы за 6 дней силами 9 человек);
- работы проводились без демонтажа коммуникаций.





Распространение материала в грунте на макетных испытаниях

Восстановление гидроизоляции заглубленных сооружений, таких как кабельные галереи, насосные станции, бомбоубежища. Характерная проблематика подобных сооружений — протечки. Разберем решение задачи на примере компании «Щекиноазот». Здесь использовали технологию создания противодиффузионной мембраны по границе «конструкция—грунт».

Был применен метод создания противодиффузионной мембраны. Пробуривание шпуров в шахматном порядке, закачивание материала. По итогу на границе «конструкция—грунт» создается сплошная мембрана, защищающая от протечек.

Причины выбора — цена и сроки производства работ, мы были дешевле классической технологии, демонтаж отмостки, откопка, удале-





Процесс изготовления фундаментов

ние старой гидроизоляции, наклеивание новой на 15 %, а также в 10 раз быстрее — выполнили работы за 4 дня вместо 40 обозначенных другим подрядчиком.

Подъем конструкций. Выполнен подъем металлической емкости диаметром 15 м, высотой 12 м. Объем 2000 м<sup>3</sup>, масса заполненной емкости с фундаментной плитой около 3000 т.

Про определенным причинам (вырыли рядом траншею, произошел вывал грунта, емкость начала наклоняться в сторону траншеи) возник крен, фундамент просел с одной стороны на 180 мм. Было разработано проектное решение, состоящее из 3 этапов. 1-й и 2-й этап — проводился с опорожненной емкостью, 3-й этап — с заполненной.



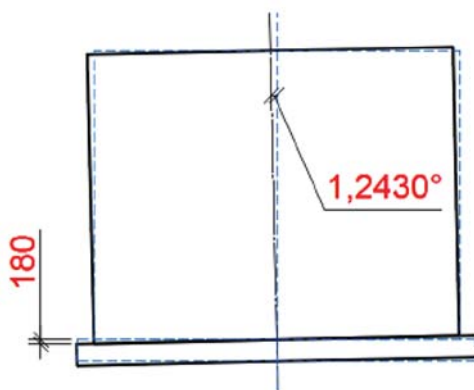
Остановка просадки конструкции



Процесс организации работ, сооружение тепляков  
и непосредственно зачка материала



Создание сплошной мембраны, защищающей от протечек



Возникновение крена, вследствие просадки фундамента с одной стороны



Поднятие емкости в проектное состояние

В итоге проведенной работы емкость была поднята в проектное состояние. Для контроля подъема использовали лазерные нивелиры, а также раз в сутки проводили геодезическую съемку.

Причины выбора нашего решения:

- главная причина — возможность контролируемого подъема конструкции;
- в силу того, что материал имеет низкую плотность он не создавал критичного давления на грунтовое основание.

Подводя итог, могу сказать следующее: представленные технологии позволяют проводить работы вне периода плановых ремонтов, в стесненных условиях, без остановки производства, за счет этого экономится значительное количество денежных средств.

## ПЛАСТИНЧАТЫЕ РАЗБОРНЫЕ И ПОЛУСВАРНЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ. КОЖУХОТРУБНЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ



Е.А. Тимофеев

ООО «ЭНТЕК», г. Москва

Компания «ЭНТЕК» много лет специализируется исключительно на теплообменном оборудовании (пластинчатые полусварные теплообменники (в том числе из титана), пластинчатые сварные теплообменники, кожухотрубные теплообменники). История компании проистекает из промышленного холода, где эксплуатируется

огромное количество наших теплообменников в качестве аммиачных испарителей и конденсаторов, фреоновых испарителей и конденсаторов, теплообменников для  $\text{CO}_2$ . Постепенно мы начали рассчитывать и производить теплообменники для разных газовых сред и процессов, связанных с фазовыми переходами.

Начиная с 2017 г. мы предлагаем на рынке замену старых кожухотрубных теплообменников в чиллерах и установках по охлаждению воды или гликолей. Одна из многих успешно реализованных замен — замена кожухотрубного испарителя в составе холодильной машины YORK YLCS 0575AA для охлаждения воды в системе охлаждения электродвигателей МНА (Иркутское РНУ ООО «Транснефть-Восток»). У заказчика вышел из строя теплообменник альфа-лаваль и мы посчитали близкий по размерам теплообменник из нашей линейки, после чего наш конструктор «подогнал» присоединительные размеры под существующие параметры так, что после поставки нового аппарата он встал на место старого без особых проблем и без необходимости менять присоединительные патрубки и трубопроводы.

На фоне СВО и санкционных ограничений мы предлагаем для предприятий нефтехимического комплекса РФ услуги по проверочным расчетам существующего теплообменного оборудования иностранного производства, которое иностранные производители не могут и/или не хотят обслуживать. В частности, для компании «Лукойл» мы выполни-

ли ряд работ по проверочным расчетам и впоследствии по прочностным расчетам различных теплообменных аппаратов. Например, на основе данных имеющегося кожухотрубного испарителя были выполнены проверочные расчеты по его модернизации и разработка чертежей для модернизации. В другом случае были сделаны прочностные расчеты и заключение о возможности изменения трубной доски ребойлера для внедрения воротниковых шпилек.

Резюмируя, хотелось бы подчеркнуть, что наши инженеры и конструкторы имеют огромный опыт по расчету теплообменников для процессов, связанных с фазовыми переходами. Если вам требуется выполнить проверочный или прочностной расчет теплообменного аппарата, если нужен пластинчатый или кожухотрубный теплообменник, то специалисты компании «ЭНТЕК» смогут качественно и оперативно помочь в решении подобных задач!



## ЦИФРОВАЯ РАДИОГРАФИЯ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ. КОНТРОЛЬ КОРРОЗИИ ПОД ИЗОЛЯЦИЕЙ



Л.Е. Беньямина,  
А.А. Пестряков (на фото)  
000 «Центр Цифра», г. Москва

Современное производство невозможно себе представить без системы контроля качества. Одной из составляющих такой системы является радиографический контроль.

Компания «Центр Цифра» занимается разработкой, производством и реализацией комплексов цифровой радиографии для неразрушающего контроля и диагностики.



Рис. 1. Цифракон на трубе





Рис. 2. Транскан. Полевые работы



Рис. 3. Транскан на трубе



Рис. 4. Цифракон. Комплектация

Цифровая радиография на базе плоскочелюстных детекторов — это следующий шаг в эволюции неразрушающего контроля с применением рентгена. Такие наименования, как «Цифракон» и «Транскан» уже стали синонимами понятий «скорость», «надежность», «удобство», «прогресс». Более 500 наших комплексов работают на объектах добычи и переработки нефтегазовой и химической отраслей.

Широкая линейка оборудования — от легких ручных комплектов до автоматизированных комплексов — позволяет подобрать наиболее эффективный способ контроля в зависимости от поставленных задач и условий работы дефектоскопистов.

Оборудование нашего производства предназначено для работы в самых тяжелых погодных условиях при температурах от  $-40$  до  $+45$  °С.



**Рис. 5.** Работа в траншеях



**Рис. 6.** Работа под дождем

Снег, дождь, пыль не являются препятствием для работы — защита от пыли и влаги соответствует индексу IP67.

Одним из наиболее наболевших вопросов нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств является диагностика состояния технологических трубопроводов на предмет коррозионного износа. Технологии, разработанные нашей компанией, позволяют решить задачи коррозионного мониторинга на объектах в изоляции, без отключения от технологических процессов и даже на трубопроводах, заполненных продуктом.

Методология процесса коррозионного мониторинга с применением комплексов цифровой радиографии позволяет обнаружить:

- коррозию под изоляцией;
- коррозию под опорами;
- диагностировать состояние внутренней поверхности объекта;
- провести профилометрию — измерение толщины стенки.

Указанная методика кардинально меняет процесс планирования и проведения ремонтных работ на предприятии.

В рамках программы повышения квалификации наш лицензированный учебный центр регулярно проводит обучение по радиационному



Рис. 7. Коррозия на планшете



Рис. 8. ППУ изоляция

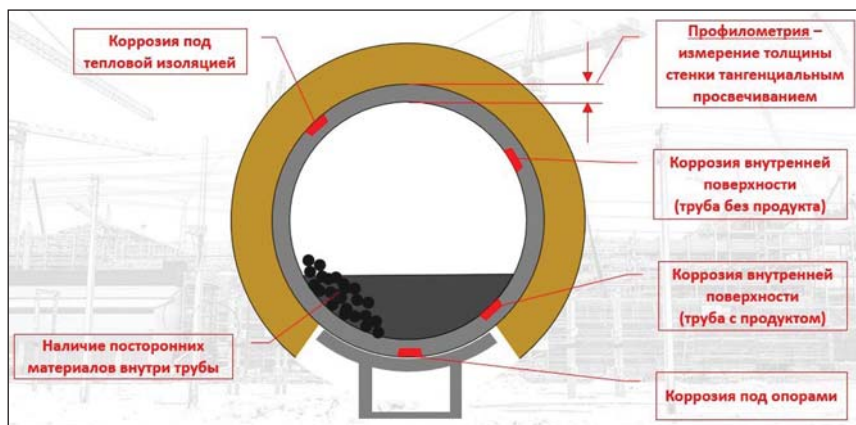


Рис. 9. Схема диагностики

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!



## АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЙ КОНТРОЛЬ «НА РЕЖИМЕ» КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ



А.Н. Мисейко

ООО «Научно-технический центр «ЭгидА»,  
г. Москва

Основным направлением деятельности ООО «Научно-технический центр «ЭгидА» является разработка и применение эффективных технологий повышения надежности и безопасности нефтегазоперерабатывающего оборудования. Разрабатываемые технологии основываются на методе акустической эмиссии (АЭ), представляющем собой один из наиболее перспективных методов диагностирования технического состояния оборудования в режиме реального времени. В частности, метод АЭ позволяет регистрировать с высокой чувствительностью процессы образования и развития дефектов, представляющих опасность для целостности и работоспособности эксплуатируемого оборудования. Метод АЭ может использоваться для оценки технического состояния оборудования как в период ремонта (сопровождение гидро- и пневмоиспытаний на прочность и плотность), так и в условиях его нормальной эксплуатации («на режиме»).

Задача своевременного получения достоверной информации о техническом состоянии нефтегазоперерабатывающего оборудования имеет на сегодняшний день особое значение, что обусловлено активным внедрением риск-ориентированного подхода в государственном регулировании контрольно-надзорной деятельности в области промышленной безопасности. В соответствии с указанным подходом ответственность эксплуатирующих организаций за обеспечение надежной и безопасной работы оборудования существенно возрастает. В современных экономических условиях, когда предприятия, с одной стороны, должны повышать отдачу основных фондов путем увеличения межремонтных интервалов и сокращения времени на ремонт, а с другой стороны — снижать

риски аварий и инцидентов, целесообразно применять технологии контроля оборудования «на режиме». Подобные технологии обеспечивают получение информации о наличии/отсутствии дефектов в условиях действия эксплуатационных нагрузок, а в случае обнаружения дефектов позволяют оценить динамику их развития и запланировать необходимый ремонт.

Акустико-эмиссионный контроль (АЭ-контроль) «на режиме» нефтегазоперерабатывающего оборудования обеспечивает:

- обнаружение и определение местоположения критических дефектов задолго до момента выхода оборудования из строя, что позволяет заблаговременно планировать его остановки;

- существенное сокращение объема диагностических и ремонтных работ за счет получения предварительной информации о техническом состоянии оборудования до его останова и начала ремонта;

- обоснование объема и периодичности технического обслуживания, освидетельствования и ревизии оборудования на основе оценки динамики развития дефектов (анализ риск-факторов);

- определение диапазона значений технологических параметров («окна операционной целостности» в терминах RBI), при которых достигается оптимальная надежность оборудования при его эксплуатации в межремонтный интервал.

Технология АЭ-контроля нефтегазоперерабатывающего оборудования «на режиме», применяемая ООО «Научно-технический центр «ЭгидА», основана на следующих передовых аппаратно-программных решениях:

- использование интеллектуального алгоритма SMART, обеспечивающего с высокой достоверностью распознавание сигналов АЭ от дефектов на фоне различных помех в автоматическом режиме (патент РФ № 2660403С1);

- применение специальных волноводных конструкций и смазок, обеспечивающих надежный акустический контакт датчиков с поверхностью контролируемого оборудования в широком диапазоне температур;

- использование цифровых помехозащищенных каналов для передачи регистрируемых данных;

- применение алгоритма автокалибровки каналов измерительного комплекса, нивелирующего риск изменения чувствительности датчиков в процессе выполнения контроля оборудования на режиме;

- использование уникального набора критериальных оценок технического состояния оборудования, учитывающих режимы его эксплуатации и предысторию ремонтов;



— определение механизмов действия источников АЭ и степени их опасности с помощью базы данных, содержащей «акустико-эмиссионные образы», полученные при проведении испытаний нескольких сотен единиц нефтегазоперерабатывающего оборудования.

Центральным элементом технологии АЭ-контроля «на режиме» является интеллектуальный алгоритм беспороговой регистрации данных SMART, основанный на непараметрическом ранговом критерии, в качестве которого используется двухвыборочная медианная статистика. Он работает автоматически и позволяет выделять даже слабые сигналы АЭ от дефектов на фоне производственных шумов, повышает точность и достоверность результатов контроля, существенно снижает влияние человеческого фактора на результаты контроля. Принцип действия данного алгоритма приведен на рис. 1 (красным контуром обведены помехи, синим контуром — АЭ-сигнал от дефекта).

В целом, можно сформулировать ряд условий, при которых выполняется АЭ-контроль нефтегазоперерабатывающего оборудования «на режиме»:

- диапазон рабочих температур объекта контроля — от  $-30$  до  $+550$  °С (при использовании волноводов);
- диапазон рабочих давлений объекта контроля — без ограничений;
- диаметр объекта контроля — минимально рекомендуемое значение 57 мм, максимальное значение не ограничено;

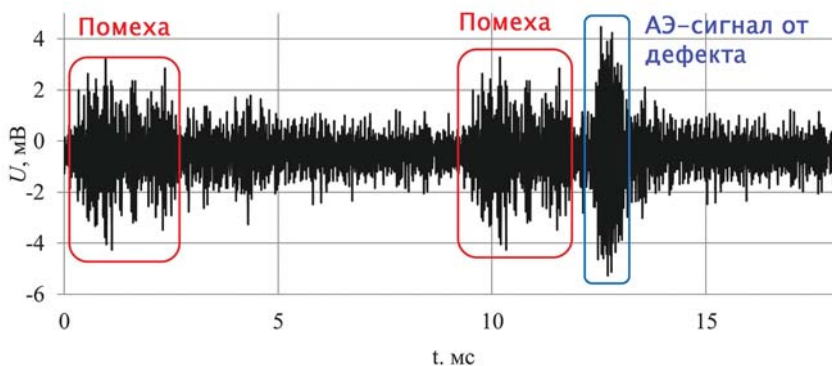


Рис. 1. Принцип действия алгоритма SMART

— влияние внутренних устройств, наличия катализаторов и прочих факторов на результаты контроля — минимально, устраняется путем адаптивной фильтрации на основе алгоритма SMART;

— типы применяемых волноводных конструкций — обжимные «хомуты», волноводы на высокотемпературных магнитах, приварные волноводы;

— продолжительность АЭ-контроля «на режиме» 1 единицы оборудования зависит от сложности его конструкции и режимов работы, но для большинства видов оборудования составляет от 1 до 3 дней;

— при наличии технической возможности результаты АЭ-контроля подтверждаются дополнительными методами.

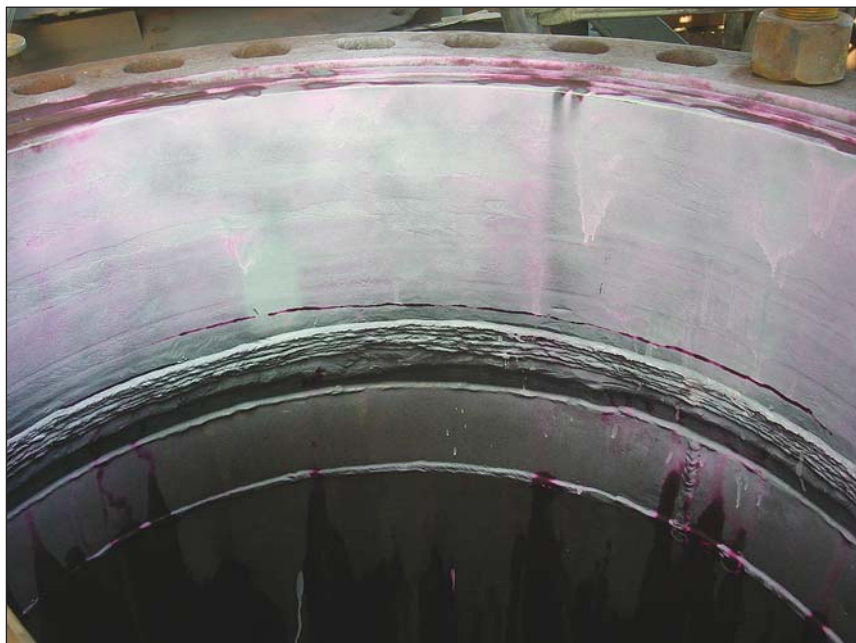
Безусловным достоинством технологии АЭ-контроля «на режиме», реализуемой ООО «Научно-технический центр «Эгида», является возможность ее применения для выявления различных типов развивающихся дефектов (трещин, пластической деформации, коррозионно-эрозионных повреждений и т.п.) и оценки технического состояния разнообразного статического нефтегазоперерабатывающего оборудования (трубопроводов, сосудов, колонн, реакторов, резервуаров и пр.) непосредственно в процессе эксплуатации.



Рис. 2. Коррозия трубопровода



**Рис. 3.** Эрозия трубопровода



**Рис. 4.** Трещина в реакторе гидроочистки



**Рис. 5.** Разрушение лакировки  
коксовой камеры

Рис. 4 и 5 иллюстрируют возможности обнаружения с помощью технологии АЭ-контроля «на режиме» трещин в горловине реактора гидроочистки (см. рис. 4) и разрушений лакировки камеры замедленного коксования (см. рис. 5), возникших в процессе эксплуатации.

В целом, вероятность выявления дефектов вышеуказанных типов по оценкам специалистов ООО «Научно-технический центр «ЭгидА» составляет от 75 до 87 %, что подтверждает высокую эффективность применяемой технологии.

На рис. 2—5 приведены примеры дефектов реального оборудования, выявленные по результатам применения технологии АЭ-контроля «на режиме». На рис. 2, а, б показаны участки технологических трубопроводов одного из предприятий ПАО «СИБУР Холдинг», на которых в ходе АЭ-контроля «на режиме» выявлены значительные коррозионные повреждения как снаружи (см. рис. 2, а), так и внутри (см. рис. 2, б).

На рис. 3 приведен пример обнаружения методом АЭ «на режиме» зоны эрозионного износа на трубопроводе установки изомеризации одного из предприятий в составе ПАО «НК «Роснефть».

## ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ. ПРОБЛЕМЫ ПРИ РЕМОНТАХ И ПУТИ РЕШЕНИЯ



Д.И. Беджанян

ООО «РесурсМетПром», г. Москва

С 2010 г. наша компания занимается решением проблем предприятий, связанных с подшипниками качения. На основании опыта мы выделили для себя **три ключевые группы проблем**:

1) связанная с обеспечением предприятий подшипниками;

2) с эксплуатацией и обслуживанием оборудования;

3) сложности, возникающие при ремонтах.

К вопросам, связанным с обеспечением, мы относим:

- логистику;
- ценовые изменения;
- налоговые риски.

К проблемам, связанным с обслуживанием и эксплуатацией оборудования:

- несоблюдение графиков обслуживания;
- неправильно подобранные смазочные материалы;
- изменения режимов работы;
- отсутствие должного контроля за оборудованием в резерве.

Но сегодня, мне хотелось бы уделить большее внимание проблемам, которые возникают при ремонтах.

**1. Отсутствие внимания к заменяемым подшипникам.** Почему необходимо тратить время на осмотр деталей вышедших из строя подшипников? Только точное определение причин выхода гарантирует, что подобного не произойдет в будущем. Однажды столкнулся со случаем, когда консольный насос раз в неделю стал выходить из строя по причине разрушения подшипников. Во время расследования выяснилось, что была снижена производительность и на подшипниках обнаружались следы недогруза. Решением стало применение подшипников с меньшим осевым зазором.

**2. Недостаточная квалификация ремонтного персонала,** как правило сопровождается отсутствием необходимого для работы инструмента.



**Основные проблемы, связанные с подшипниками**

- Обеспечение подшипниками
- Сложности при ремонтах
- Эксплуатация и обслуживание оборудования

**Обеспечение предприятий подшипниками**

- Логистика
- Ценовые изменения
- Налоговые риски

Монтаж подшипников без специального инструмента повреждает их уже на этапе установки, а демонтаж уничтожает следы выхода и приводит к отклонениям геометрии посадочных мест.

**3. Неправильный подбор подшипников.** Случаи, когда не учитываются дополнительные обозначения подшипников, такие как радиальный или осевой зазоры, материал и тип центрирования сепаратора. Был также


случай, когда производитель, ошибся в выборе подшипников при производстве оборудования. Спасло положение только проведение расчетов и модернизация подшипникового узла. Насос, кстати, до сих пор работает без нареканий.

4. **Отсутствие ремонтных карт**, либо их неправильное заполнение не позволяет предварительно ознакомиться с историей ремонтов, в том числе заранее подготовить необходимые запасные части.

**RMP**

## Эксплуатация и обслуживание оборудования

- Не соблюдение графиков обслуживания
- Неправильно подобранные смазочные материалы
- Изменение режимов работы оборудования
- Отсутствие контроля за резервным оборудованием



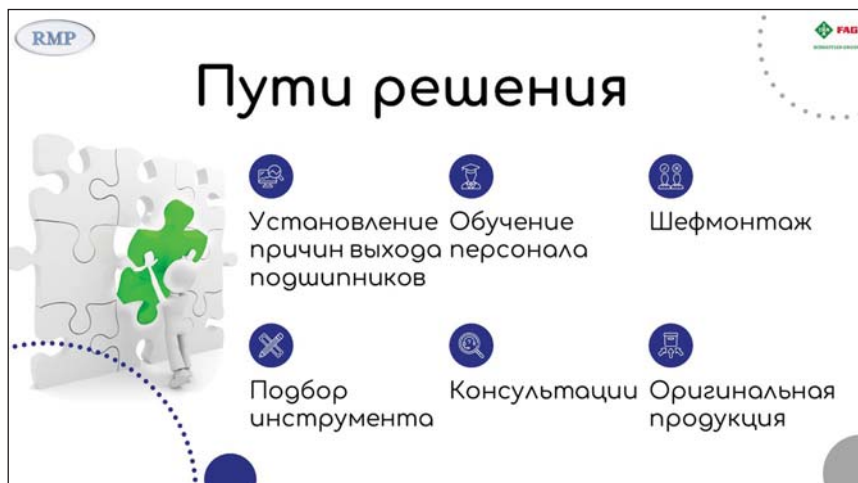
**RMP**

## Проблемы при ремонтах

- Отсутствие внимания к заменяемым подшипникам
- Недостаточная квалификация ремонтного персонала
- Неправильный подбор подшипников
- Отсутствие специального инструмента
- Контрафакт







5. Хотя следующая проблема и относится больше к логистической, но она требует повышенного к себе внимания, особенно в текущих условиях. Речь идет о **контрафакте**.

По данным Ассоциации ведущих производителей подшипников, доля контрафакта на рынке составляет уже около 30 % и растет с каждым днем. Несмотря на внешнюю схожесть и технические характеристики, эти подшипники проходят входные испытания на стендах, но не отвечают стандартам качества. Поддельные подшипники представляют угрозу безопасности как людей, так и оборудования. Они становятся причиной дорогостоящих простоев и ремонтов, снижают производительность и приводят к огромным расходам. Применение таких подшипников на опасных производствах повышает экологические и репутационные риски предприятия.

Одним из вариантов решения вышеобозначенных проблем стало создание нами технического офиса и склада-магазина подшипниковой продукции на предприятии.

Перед специалистами нашей компании, в рамках работы технических офисов, стоят следующие задачи:

- расследование причин выхода оборудования из строя по вине подшипников;
- шеф-монтаж подшипников;
- подбор инструмента для монтажа и демонтажа;



- консультации и подбор подшипников;
- обучение персонала заказчика;
- оригинальная продукция на складах.

В дополнение к техническому офису на предприятиях за счет собственных средств мы открываем склад-магазин подшипниковой продукции для обеспечения ремонтов, ассортимент которого прорабатывается специально для вас.

Мы всегда открыты к обмену опытом и готовы к решению новых задач. Со своей стороны, я готов помочь в решении ваших вопросов в рамках данного мероприятия, а также буду рад организовать встречу в одном из наших технических офисов, где вы более предметно ознакомитесь с нашей работой.

## 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 комплексную 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 Северо-Запад 1, 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 1,5 года работы мы поставили уже более 700 единиц различных торцевых уплотнений на территорию РФ. Наш технологический партнер — компания Sealmatic India Limited. Компания создана 12 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 производства КНР тоже), включая, конечно, 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 инженеры на ПНР, ШМР;
- возможность организации консигнационного склада;
- большое желание работать и возможности для этого.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ ДЛЯ КОМПРЕССОРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ИМПОРТНОГО ПРОИЗВОДСТВА



Р.О. Жигжанов

ООО «Компрессорные технологии», г. Москва

Обеспечение потребности в запасных частях для компрессоров отечественного и импортного производства является важной задачей в сфере технического обслуживания и ремонта оборудования. Надежная работа компрессоров, будь то отечественного или импортного производства, основана на наличии и оперативной подаче необходимых деталей и запасных частей.

### Компрессоры импортных производителей – «мертвых брендов»

Наложение санкционных ограничений и, как следствие, отток производителей оригинальных запасных частей, является серьезной проблемой для нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий. Эта проблема имеет множество негативных последствий, которые могут серьезно повлиять на эффективность производства и общую прибыльность компаний:

— **увеличенные сроки поставки**, невозможность обеспечения деталей в краткосрочной перспективе — эта проблема напрямую связана с нежеланием формирования аварийных запасов;

— **отсутствие гарантийных обязательств**, наводнение рынка различными торговыми домами не подкрепляющими свою деятельность производственными мощностями, или прямым контактом с заводами-изготовителями, большое количество «фейковых» запасных частей;

— **снижение качества, низкая квалификация** или отсутствие квалификации в отрасли, применение несоответствующих требованиям аналогов, переход на запасные части с пониженным ресурсом (применение материалов с худшими свойствами).

Последнее влечет за собой ухудшение работы и повешения риска необходимости ремонта в краткосрочной перспективе. Задача компании, специализирующейся на поставке запасных частей для компрессоров, должна иметь глубокое понимание особенностей каждой конкретной поставляемой запасной части или оборудования для исключения подобных рисков.

ООО «Компрессорные Технологии» образована в 2012 г. Компания специализируется на производстве и поставках деталей и расходных материалов поршневых компрессоров.

Изготовление деталей выполняется по чертежам заказчика или по разработанными чертежам, выпущенным конструкторским бюро компании «Компрессорные технологии» на основании опросных листов или образцов продукции.

Производство компании включает в себя участки: заготовительный, сварочный, сборки и испытаний, механической обработки. Основа каждого производственного участка — это опытные мастера и высококвалифицированные специалисты. Средства производства не отстают от высокого профессионального уровня коллектива.

Оборудование участка механической обработки представлено станками с ЧПУ ведущих мировых производителей оборудования. Все станки с ЧПУ имеют датчики привязки инструментов и измерения деталей Renishaw или Blum, обеспечивая высокую точность обработки нержавеющей, жаропрочных, цветных сталей и сплавов, а также графита, стекла и различных композитных материалов. В подготовке производства сквозное проектирование от конструктива до технологических документов и управляющих программ обеспечивается эффективными CAD/CAM- и PDM-системами. Для каждого станка с ЧПУ существует цифровая кинематическая модель, обеспечивающая быструю и безопасную верификацию программ обработки.

Инструменты и оснастка занесены в технологические базы данных для подготовки карт наладок и наилучшего взаимодействия производственных подразделений. Модели и используемая оснастка для получения готовой продукции сохраняются единой конфигурацией в библиотеке станка, и могут быть воспроизведены в будущем без повторного написания программ.

Для серийных изделий подготавливаются технологические процессы, в том числе групповые. На предприятии внедрена собственная система маршрутно-исполнительных листов, интегрированная в систему управления предприятием.



**Основная номенклатура поставляемой продукции:**

- газовые уплотнения и маслосъемные уплотнения, и ремонтные комплекты к ним;
- поршневые компрессионные и направляющие кольца;
- клапаны компрессоров и запасные части к ним.

В изготовлении каждой единицы продукции используется сырье доступное на отечественном и импортном рынках.

**Применяемые материалы** доступные на отечественном и зарубежном рынках:

- различные (для рабочих условий) композиции РЕЕК, наполненные угле- и стекловолокнами, графитом;
- нейлон (он же полиамид) с различными включениями для определенных рабочих условий;
- композиции PTFE и РЕЕК, и заготовки из них, получаемые по технологии давления и запекания (экструзия) для сальниковых уплотнений и поршневых колец, также с различными наполнениями под рабочие условия;
- бронзовые сплавы для изготовления сальниковых уплотнений для высокого давления (так называемого гипер-давления) и составных поршневых колец, маслосъемных колец (оловянные, безоловянные, белые бронзы);
- сплавы стали, титановые сплавы — тип получения заготовки определяется согласно рабочим характеристикам.

Рабочая конструкторская документация, необходимая для изготовления деталей узлов, выпускается инженерами конструкторского бюро «Компрессорные технологии» на основании опросных листов с перечнем размеров посадочных поверхностей и рабочих характеристик места их установки. Разработка проводится на основании концептуальной экспертизы и стандартов изготовителей.

Освоены технологии обработки рабочих уплотнительных поверхностей седел всех существующих типов клапанов: кольцевых, радиусных, «грибковых», классических, а также изнашиваемых рабочих элементов. Что позволяет не только изготавливать клапаны, но и выполнять их сервисное обслуживание.

Сервисными инженерами разрабатываются индивидуальные маршрутные карты по ремонту клапанов, согласно которым для заказчика представляется рациональное решение по ремонту, **в том числе с заменой капитальных запасных частей** на эквивалентные по геометрическим параметрам и материальному исполнению — в случае отбраковки меняется не клапан, а только его отдельные части.

Преимущества такого подхода:

- более низкая стоимость в сравнении с заменой клапанов;
- срок изготовления одной детали значительно ниже изготовления клапана целиком;
- нет увеличения номенклатуры клапанов, подразумевается замена на более доступные по цене и срокам изготовления типы клапанов;
- увеличение, или точнее, продление службы клапанов;
- сохранение технических характеристик.

**Формирование склада** запасных частей и введенная система умного склада позволяет оперативно решать вопросы оснащения производства сырьем, поставок готовых запасных частей и сервисного обслуживания клапанов с заменой изнашиваемых элементов.

**Огромное внимание уделяется вопросу качества готовой продукции.** В компании «Компрессорные технологии» внедрена система менеджмента качества, согласно ГОСТ Р ИСО 9001-2015, которая помогает улучшать качество выполняемой работы, в том числе качество поставляемой продукции и оказанных услуг.

Начиная на этапе получения материала для изготовления продукции, продолжая на межоперационных этапах производства, и заканчивая выпуском готовой продукции, нашими техническими экспертами ведется контроль с целью обнаружения и устранения любых дефектов, ошибок и недостатков, встречающихся в готовом изделии. Все процессы прописаны в маршрутных картах и предназначены для обеспечения высокого уровня качества, соответствующего ожиданиям заказчиков. Разрабатываются и редактируются внутренние документы оценки качества продукции, методики подхода для передачи качественной обратной связи между подразделениями компании.

Технологи производства и специалисты отдела контроля качества обладают широким ассортиментом метрологического оборудования, в том числе зарегистрированного в реестре метрологии РФ, таким как контрольно-измерительная машина, портативное многосуставное трехмерное измерительное устройство, оптическими средствами измерения (микроскопы, сканеры), оборудованием для неразрушающего контроля деталей (УЗК).

Компания «Компрессорные технологии» развивается. Так, в 2023 г. были сделаны инвестиции в расширение производственных площадей и оборудование, что позволит обеспечить потребности нефтеперерабатывающих и нефтехимических компаний в запасных частях. Запасные части, выпущенные нашей компанией успешно введены в эксплуатацию и работают на компрессорах многих крупных, и не только, предприятиях отрасли.

## РЕШЕНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ НАДЕЖНУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.А. Трошин

Насосная Компания «Крон», г. Москва

В настоящий момент поставлено, установлено и эксплуатируется достаточно много импортного насосного оборудования, изготовленного компаниями США, ЕС, Японии, Южной Кореи, которые ушли с рынка РФ и не поставляют какое-либо оборудование или запасные части. Тем не менее, встает вопрос о необходимости безопасной эксплуатации такого оборудования и недопущения остановки технологического процесса остановки, на которой установлены данные насосные агрегаты.

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 и поставлено более 1000 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.

В течение долгого времени Насосная Компания «Крон» была дистрибьютером 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.

На сегодняшний день в собственности НК «Крон» находятся 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.

Подход компании состоит не просто в продаже или производстве насосных агрегатов, а направлен именно на поиск и предоставление надежного решения различных задач, связанных с насосным оборудованием. Такая стратегия определяет широкий спектр оборудования, которым







занимается НК «Крон», — это как любые промышленные центробежные насосы (от применяющихся в водоснабжении и канализации до насосов по стандартам API 610 и 685), так и объемные насосы, а также системы дозирования.

Немаловажной задачей в настоящее время остается обеспечение работоспособности оборудования, поставленного ушедшими из РФ компаниями, в связи с проблемами в поставках запасных частей и отсутствием сервисной поддержки. Компетенции НК «Крон» позволяют решить большинство таких задач различными способами, тем не менее, каждый конкретный случай должен рассматриваться отдельно. К сожалению, решение, зарекомендовавшее себя для одного оборудования, может оказаться неэффективным или экономически нецелесообразным для другого.

В арсенале НК «Крон» имеются возможности как воспроизводства деталей насосного оборудования с помощью обратного инжиниринга, так и поставок запасных частей по параллельному импорту. Тем не менее, для каждого случая необходимо прорабатывать все возможности, одновременно анализируя стоимость того или иного решения, а также учитывать риски, особенно при поставке запасных частей по параллельному импорту. Многолетний опыт работы НК «Крон» как сервисного





партнера, а также опыт сотрудников, ранее работавших в иностранных компаниях, позволяет организовать поставки оригинальных запасных частей. К сожалению, данное решение является только временным и не может быть принято как долгосрочная стратегия обеспечения безопасной работы насосного оборудования.

В случае, если мы говорим о покупке нового оборудования, то в настоящих условиях есть некоторые особенности работы с китайскими производителями.

Учитывая большой опыт работы с иностранными поставщиками насосных частей и сложность работы с ними в современных реалиях (даже лояльные поставщики сталкиваются с существенными сложностями при переводе денег, вывозе оборудования из ЕС и США, ввозе оборудования), все чаще на рынке РФ встречаются различные китайские производители насосного оборудования.

Долгое время в РФ в основном был представлен производитель Dalian Deep Blue Pump — это ведущий производитель насосов, выполненных по стандарту API. В то же время на рынке КНР работает около 4000 компаний, которые позиционируют себя как производители насосного



оборудования. Они очень сильно отличаются по оснащению и культуре производства: от супер высокотехнологичных (таких мы не встречали в Европе и Штатах) до «гаражиков», которые поставляют литье и мехобработку ведущим мировым брендам (просто в силу дешевизны). Ну или делают с их логотипами — подделки.

В большинстве случаев конструктив насосов, предлагаемых китайскими производителями, является копией насосов различных мировых брендов, соответственно сама конструкция в целом понятна, достаточно проста и надежна.



Входной холл насосного завода



Производственный участок



Пример «гаражика»

Однако есть один большой нюанс, объединяющий всех проинспектированных производителей (более 40). Они могут «под надзором» делать очень качественное оборудование, однако каждый раз, когда «отворачиваешься», начинают пытаться удешевить производство. За последний год количество выявленного ОТК на входном контроле брака поднялось с 2—5 % для европейских и американских производителей до 27—32 % для китайских, 15—19 % индийских и 5—7 % корейских поставщиков (для Италии и Германии процент брака не поменялся, однако появился существенный фактор неопределенности, связанный с логистикой, которая может увеличить сроки и стоимость оборудования в разы).

Все выявленные проблемы подлежат устранению (надо отдать должное, обычно при правильном документировании зафиксированных недостатков вопросов с признанием гарантии и заменой бракованных частей или передачи чертежей для изготовления деталей на нашем производственном участке с компаниями, которые подписали соответствующие сервисные договоры, не возникает). Это занимает время на получение новых запасных частей и требует проверки после сборки на сертифицированном испытательном стенде.

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.

Мы готовы оказать содействие в обеспечении бесперебойной работы вашего насосного оборудования здесь и сейчас.

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ, ДЕКЛАРИРУЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВО ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО ВИДА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



И.Т. Тер-Матеосянц

Научно-промышленная ассоциация  
арматуростроителей, г. Санкт-Петербург

Одним из важнейших направлений деятельности Научно-промышленной ассоциации арматуростроителей (НПАА) является противодействие распространению на товарных рынках фальсифицированной трубопроводной арматуры и приводов, и иным практикам недобросовестной конкуренции.

НПАА, основанная еще в 1990 г. по инициативе заводов-изготовителей арматуры, подчинявшихся Министерству химического машиностроения СССР, как некоммерческая организация, объединяющая на добровольной основе 50 основных участников российского рынка трубопроводной арматуры и приводов, совокупный объем производства которых составляет 65 % всего объема производимой арматуры в стране, как никто более подходит на роль независимого эксперта.

В далеком уже 2015 г., когда Правительством РФ было принято постановление № 719, регламентирующее критерии отнесения промышленной продукции к продукции, произведенной на территории Российской Федерации, именно НПАА выступила с инициативой разработки аналогичных критериев для трубопроводной арматуры. Критерии были разработаны, неоднократно обсуждались с представителями арматурного сообщества, корректировались и, наконец, были утверждены в качестве приложения к упомянутому постановлению правительства.

Казалось бы, дело — сделано, и можно спокойно наблюдать за развитием событий и радоваться результатам: ведь соответствие арматуры этим критериям давало ей значительные предпочтения при осуществлении, например, закупок для государственных и муниципальных нужд и не только. Однако, как оказалось, почивать на лаврах было преждевременно: в первые месяцы действия «арматурного» раздела постановления в реестр Минпромторга, размещенный в Государственной информационной системе промышленности (ГИСП) начала попадать продукция каких-то совершенно неизвестных производителей! Даже поверхностный анализ сведений о них показывал, что никакого производства у них нет и быть не может.

Пришлось срочно бить в колокола и настоятельно обращать внимание Минпромторга на явные пробелы в практике оценки соответствия арматуры критериям постановления.

Например, довольно часто в заявке на признание арматуры российской указывались лишь ее тип, материал основных деталей и ТУ, по которому изделие произведено (рис. 1).

На наше замечание, что необходимо указывать диапазон конкретных технических характеристик — номинальных диаметров и давлений — заявители обычно отвечали, что эти сведения приводятся в ТУ. Однако выписка из реестра промышленной продукции, формируемая

Предприятие		Продукция					Действия	
Наименование	ОГРН	Регистровый номер	Наименование	ОКПД2	ТИ ВЗД	Изготовлена по	Баллы	
Общество с ограниченной ответственностью			Краны шаровые из углеродистой, легированной и нержавеющей стали, типы СТК-АЩ, СТК-АЩР, СТК-АЩМ, СТК-АЩТ	28.14.13	0481808199	ТУ 3741.001-15680574-2012 Арматура трубопроводная: вентили, задвижки, затворы, клапаны, фланцы. Технические условия		<input type="checkbox"/> Поддержать <input checked="" type="radio"/> Выписка из реестра
Общество с ограниченной ответственностью			Клапаны затворные из углеродистой, легированной и нержавеющей стали, тип СТК-К3	28.14.13	0481807209	ТУ 3741.001-15680574-2012 Арматура трубопроводная: вентили, задвижки, затворы, клапаны, фланцы. Технические условия		<input type="checkbox"/> Поддержать <input checked="" type="radio"/> Выписка из реестра
Общество с ограниченной ответственностью			Клапаны регулирующие из углеродистой, легированной и нержавеющей стали, тип СТК-АР	28.14.11	0481805660	ТУ 3741.001-15680574-2012 Арматура трубопроводная: вентили, задвижки, затворы, клапаны, фланцы. Технические условия		<input type="checkbox"/> Поддержать <input checked="" type="radio"/> Выписка из реестра

Рис. 1. Пример размещения информации в ГИСП

**Выписка  
из реестра российской промышленной продукции**

Реестровая запись № [REDACTED]  
Дата внесения в реестр: 16.12.2020

Наименование юридического лица (фамилия, имя, отчество (при наличии) индивидуального предпринимателя):  
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "[REDACTED]"**

Идентификационный номер налогоплательщика: [REDACTED]

Основной государственный регистрационный номер юридического лица) (Основной государственный регистрационный номер индивидуального предпринимателя): [REDACTED]

Заключение № [REDACTED] от 16.12.2020 (срок действия 15.12.2021).

Наименование производимой промышленной продукции	Код промышленной продукции по ОК 034 2014 (ОКПД2)	Код промышленной продукции по ТН ВЭД ЕАЭС	Информация о совокупном количестве баллов за выполнение (освоение) на территории Российской Федерации таких операций (условий)	Информация о соответствии количества баллов достаточного для целей закупок промышленной продукции
Клапаны регулирующие из углеродистой, легированной и нержавеющей стали, тип СТК-КР	28.14.11	8481805990	-	-

Рис. 2. Пример выписки из реестра ГИСП



в ГИСП и являющаяся документом, подтверждающим соответствие продукции критериям постановления № 719, никаких сведений о ТУ уже не содержит (рис. 2). И получается, что этой выпиской покрывается арматура всех типоразмеров на все мыслимые и немыслимые диапазоны давлений.

Бывали случаи, когда анализ статистики внешнеэкономической деятельности заявителя однозначно указывал на то, что вся его «российская» продукция благополучно завезена из-за границы.

Наша активная позиция и аргументированные возражения против формального подхода к вопросу признания трубопроводной арматуры продукцией, произведенной на территории Российской Федерации в конечном счете привела к тому, что Минпромторг в 2019 г. принял решение передавать акты экспертиз, выполненных региональными торгово-промышленными палатами (ТПП) в соответствии с постановлением, на отзыв в профильные отраслевые ассоциации и союзы. Это позволило нам выявить еще несколько характерных недочетов в практике оценки соответствия арматуры критериям постановления.

Например, одним из важнейших критериев, отраженных в постановлении, является наличие у заявителя прав на конструкторскую и технологическую документацию, позволяющую производить указанную продукцию в течение 5 лет. Очевидно, что наличие прав подразумевает и наличие самой документации. Однако в первые годы реализации постановления в части, касающейся трубопроводной арматуры, мы часто сталкивались с тем, что из всего комплекта конструкторской и технологической документации, необходимой для производства, указывались только сборочные чертежи, а то и вовсе — просто упоминался внутренний приказ по организации о разработке такой документации (рис. 3).

Несомненно, приказ о разработке документации является важным и необходимым документом, однако, с нашей точки зрения, он не является достаточным: таких приказов можно за полчаса напечатать сотню, эксперт обязан убедиться, что у заявителя имеются полные комплекты конструкторской и технологической документации, необходимой для производства заявленной продукции.

Были и другие, зачастую весьма курьезные случаи, когда выявлялись факты подтасовки материалов для формирования «правильного» экспертного заключения.

Например, заявляется подтверждение российского происхождения запорных клапанов от DN15 до DN400 и заявитель указывает, что литую



**3. Документы, в соответствии с которыми осуществляется производство промышленной продукции**

- 2.3.1. Копии сборочного чертежа крана шарового DN100 PN до 16.0МПа MC 07.292.00.000ПН СБ -1л.
- 2.3.2. Копия ТП 07.292.00.000Р-3613 Кран шаровой DN 100 PN 16.0Мпа - 23л.
- 2.3.3. Копия сборочного чертежа кран DN 150 MC 07.294.00.000 ПП СБ -1л.
- 2.3.4. Копия ТП 07.294.00.000 Кран DN 150 PN 16.0МПа -12л.
- 2.3.5. Копия ТУ 3742-015-86774509-2016 Краны шаровые Тип MC DN 10-300 PN до 160 кгс/см<sup>2</sup> - 76л.
- 2.3.6. Копия сертификата соответствия № TC RUC-RU.НА10.В.00079 Краны шаровые типа MCDN до 300 PN до 160 кгс/см<sup>2</sup> - 1л.
- 2.3.7. Копия декларации о соответствии ЕАЭС № RU Д-RU.НА10.В.00265 Краны шаровые тип MCDN 10-300 PN до 160 кгс/см<sup>2</sup> - 1л.
- 2.3.8. Копия сертификата на тип продукции № ЕАЭС RUC-RU.СТ-RU.НА10.В00035 Кран шаровой Тип MCDN 10-300 PN до 160 кгс/см<sup>2</sup>-1л
- 2.3.9. Копия сертификата соответствия № РОСС.RU.ТР06.Н00717 Кран шаровой Тип MCDN 10-300 PN до 16 Мпа- 1л.

**Рис. 3.** Примеры некорректного отображения в акте экспертизы сведений о соответствии продукции критериям постановления

корпусную заготовку он приобретает по кооперации на одном из известных автору этих строк заводе. Однако по литейной технологии, используемой на этом заводе, невозможно изготовить отливку менее DN50. Возникает вопрос: откуда поступает заготовка от DN15 до DN40? Из-за рубежа? Тогда, коллеги, включайте ее стоимость в расчет адвалорной доли и эта продукция с большой степенью вероятности не впишется в данный критерий постановления.

Другой пример: заявлена к подтверждению линейка шаровых кранов от DN15 до DN1200. Анализ оборудования показывает, что самый крупный металлообрабатывающий станок имеет рабочий стол размером 600 × 600 мм. На нем можно разместить и обработать основные детали арматуры не более DN300. А где предполагается производить более крупногабаритную арматуру? Ответ напрашивается сам собой.

В результате, за первое после начала нашего участия в процессе признания арматуры российской время, нами были забракованы десятки упомянутых актов. На основе анализа характерных недочетов НПАА были разработаны методические рекомендации для экспертов ТПП (рис. 4).

**Методические рекомендации по отражению сведений  
о трубопроводной арматуре в акте экспертизы,  
осуществляемой в целях отнесения продукции к продукции,  
произведённой на территории Российской Федерации.**

Настоящие рекомендации разработаны Научно-промышленной ассоциацией арматуростроителей (НПАА) на основе анализа актов экспертизы, выполненных в период с февраля по июнь 2021 года включительно территориальными торгово-промышленными палатами в отношении трубопроводной арматуры в целях отнесения её к продукции, произведённой на территории Российской Федерации в соответствии с постановлением Правительства РФ от 17.07.2015 №719.

- 1) В акте экспертизы и заключении вместе с наименованиями, обозначениями, марками и моделями должны быть указаны конкретные эксплуатационные параметры заявленной продукции (как минимум - номинальный диаметр DN и номинальное давление рабочей среды PN). Наличия указанных типоразмеров в приложениях к акту, а также ссылки на

**Рис. 4.** Выдержка из методических рекомендаций НПАА

Стоит заметить, что в ТПП РФ, куда мы направили свои рекомендации, к ним отнеслись внимательно, и уже через несколько месяцев количество замечаний по актам экспертиз резко сократилось, и в настоящее время практически все акты получают нашу положительную оценку.

Описанная выше работа и полученные результаты подвели нас к осознанию необходимости проведения оценки производственного потенциала всех российских компаний, так или иначе декларирующих производство трубопроводной арматуры в качестве основного вида экономической деятельности: по коду ОКВЭД 28.14, на интернет-ресурсах, либо использованием в наименовании термин «завод».

Для проведения этой работы нами была привлечена специализированная организация — ООО «Инженерно-технический центр экспертизы и сертификации» (г. Санкт-Петербург). Совместно с ее специалистами мы разработали и в настоящее время реализуем достаточно простой алгоритм первичной селекции участников рынка.

В первую очередь, с использованием открытых источников, например, системы раскрытия информации RusProfile.ru, были отобраны компании, у которых в Федеральной службе статистики указан код основ-

ного вида деятельности ОКВЭД 28.14 «Производство трубопроводной арматуры». Как выяснилось, таковых зарегистрировано 812 (!!!) компаний, из них:

- ликвидированных или находящихся в процессе ликвидации — 18;
- с численностью штатного персонала 15 человек и менее — 396;
- с годовой выручкой в 2022 г. менее 100 млн руб. — 406, в том числе с годовой выручкой в 2022 г. менее 10 млн руб. — 214;
- получено приглашение ознакомиться с производством от 135;
- состоялось посещение предприятия и ознакомление с производством — 102.

Безусловно, работа еще далека от завершения и она будет продолжена. Однако полученные предварительные результаты говорят сами за себя.

Являются ли представленные результаты точным отображением ситуации в российском арматуростроении. Точным — наверное, нет, но степень их достоверности очень высока, порядка 99 %. Кто попадает в оставшийся 1 %? В любом правиле бывают исключения. Например, автору известно по крайней мере одно предприятие, в котором штатная численность персонала составляет одну единицу, но эта компания является управляющей целым производственным комплексом с более чем 500 работниками и эксклюзивно реализует на рынке его продукцию. По формальному признаку (численность персонала) его следовало бы отнести к псевдопроизводителям. А по факту — это реальный производитель.

Или, наоборот, известно предприятие, располагающее отличной производственной базой, имеющее возможность изготавливать на своих производственных мощностях полностью российскую трубопроводную арматуру, однако сопоставление годовой выручки и объема импорта этой компанией арматуры из дружественной юго-восточной страны показывает, что большая часть реализуемой продукции ввозится из-за рубежа. Кем считать такую компанию? По формальному признаку (наличие производственных мощностей) — производителем, а по факту рыночных отношений — импортер.

Также при проведении этой работы мы столкнулись с рядом случаев, когда предприятия, вполне достойные и явно обладающие необходимым производственным потенциалом, по неизвестным причинам отказывались пригласить экспертов НПАА на свои производственные площадки. Что ими двигало? Амбиции? Убеждение в собственной значимости и известности? Непонятно...

Однако, как уже было сказано, таких примеров — единицы, а в целом представленные результаты являются достаточно объективным отражением ситуации на российском рынке трубопроводной арматуры.

Как эти результаты можно использовать? Первое, что мы предполагаем сделать — это опубликовать на ресурсах НПАА наименования тех компаний, которые показали или выразили готовность показать нашим экспертам свое производство. С высокой степенью вероятности их можно отнести к категории добросовестных участников рыночных отношений. Этот реестр будет пополняться и актуализироваться по мере продолжения нами этой работы. У тех компаний, которые в этот реестр не попадут, всегда есть и будет возможность пригласить экспертов ассоциации и продемонстрировать свой производственный потенциал.

И, конечно, заинтересованные лица могут привлечь нашего подрядчика — ООО «Инженерно-технический центр экспертизы и сертификации» — в качестве третьей стороны для проведения инспекции интересующих их контрагентов.

## РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ВИНТОВЫХ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ



Р.Ю. Иванов

ООО «ЭйПиАй-технолоджи», г. Москва

От имени китайской компании Huang Shan Wei Ge Lion Pump CO., LTD, коммерческое название «Вигороус», рад приветствовать вас — ведущих специалистов, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности России.

Почти 30-летняя история компании начинается с завода химического машиностроения при Дженьсянском Университете. Последние 18 лет компания «Вигороус» занимается разработкой и производством винтовых насосных агрегатов. Основными продуктами производства на текущий момент являются двух- и трехвинтовые насосные агрегаты, мультифазные насосные станции.

Основной ценностью нашей компании является то, что ее основали выходцы и научные сотрудники Технической Академии провинции Аньхой, и привлекли научно-техническую базу Академии, а также высококлассных технических и научных специалистов.

Научно-технические разработки на основании детального изучения винтовых насосов производства таких мировых лидеров, как Leistritz, Bornemann, Flowserve, Rosscor (Circor), Allweiler позволили сконструировать и внедрить свой оригинальный винт и создать насосы с более высокими показателями КПД (+20 %). Компанией была запатентована геометрия выточки винтов, которая позволила достигнуть минимальных зазоров между винтами, и тем самым удалось получить эффект мультикамерности в общем потоке перемещаемой смеси, что в итоге повысило эффективность работы в сравнении с лидерами рынка.

Научная основа производства нашей компании дает еще одно важное преимущество — техническую разработку насосов и комплексов по индивидуальным техническим требованиям заказчиков.

С момента своего основания, компания трижды расширяла свою производственную базу в связи с растущим спросом на производимую продукцию. На текущий момент компания производит более 1000 на-

сосов в год. Основными потребителями двух- и трехвинтовых насосов и мультифазных насосных станций являются компании по нефтедобыче, нефтепереработке и нефтехимии. Также наша продукция востребована горно-обогатительными комбинатами, морскими терминалами и нефтебазами. Основные клиенты Группы компаний: CNPC, PetroChina, Liaohe Oilfield, Pacific Petrochemical, Wuhan Industrial.

**Производимое оборудование:**

- мультифазные насосные станции (производительность до 5000 м<sup>3</sup>/ч, рабочее давление до 100 бар, рабочая температура до 250 °С);
- двухвинтовые насосы (производительность до 1500 м<sup>3</sup>/ч, рабочее давление до 120 бар, рабочая температура до 250 °С).

**Преимущества конструкции:**

- втулка с двойным всасывающим каналом;
- уникальная винтовая пара устойчивая к давлению;
- радиально-упорные подшипники двойного типа;
- сухой ход до 60 мин с 100 %-ным газовым фактором;
- интеллектуальная система управления;







- привод электродвигатель, дизельный или газовый;
- исполнение блочно-модульное, шасси, морской контейнер.

**Среды применения оборудования:**

- перекачка асфальта, битума, дизельного топлива и других видов ГСМ, сырой нефти, масла и отработки, алкенов, линейной алкилбензол-сульфоокислоты (LABSA);
- перекачка шлама, пульпы, стоков каменноугольной смолы, пенообразователей.

В связи со сложившейся экономической обстановкой и приостановкой отгрузок от европейских и американских производителей насосного оборудования и запасных частей в Россию, остро встает вопрос работоспособности существующего оборудования, исключения аварийных ситуаций, а также развитие отрасли в условиях санкций. Работа с нашим предприятием позволит бюджетно и в короткие сроки осуществить приобретение насосных агрегатов.

Ведутся переговоры с крупнейшими компаниями отрасли по подбору, проектированию и изготовлению насосных установок. Предприятия полного цикла с своим конструкторским бюро, испытательным стендом.

Продукция сертифицирована по мировым стандартам. Имеется склад основных запасных частей, что не заставит долго ждать комплектующие.

Помимо Китая, насосы экспортируются в такие страны как Россия, Турция, Австралия, Нигерия, Монголия.

**Предлагаем услуги:**

- полное восстановление насосного оборудования;
- энергоаудит оборудования и технико-экономическое обоснование;





- анализ жидкостей;
- шеф-монтажные и пусконаладочные работы;
- опытно-промышленные испытания (3, 6, 12 месяцев);
- разработка и проектирование индивидуального проекта;
- обучение персонала.

Мы демонстрируем компактные габариты и приглашаем на испытания насосов. Готовы пройти аудит по регламенту компаний заказчика.

Специалисты группы компаний «Вигороус» готовы ответить на любые имеющиеся у вас вопросы. Данное предложение является абсолютно безопасным для человека и окружающей среды.

Просим вас рассмотреть возможность применения данного оборудования на ваших объектах и готовы провести презентацию на вашей территории.

## НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОВЕДЕНИЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ, ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ



**И.А. Верхоглядов**

000 «Силур», г. Пермь

Компания «Силур» на протяжении 32 лет является надежным производителем и поставщиком уплотнительных материалов. Сегодня мы вышли за рамки производства и представляем вам сервисные услуги, которые успешно работают в комплексе.

### Услуга № 1. Расточка уплотнительных поверхностей мобильными портативными станками

Наше новое направление — расточка уплотнительных поверхностей мобильными портативными станками на месте, без демонтажа оборудования. Мы научились точить фланцевые соединения любых конфигураций: овальные, RTG, стандартные фланцы, рамы компрессоров и электродвигателей, трубные пучки.

Оборудование работает в следующих диапазонах: диаметр обработки до 3500 мм, при этом достигая шероховатости до 1,6 Ra.

Наши преимущества — решение сложных задач и оперативность. «Газпроменфть — смазочные материалы» поставили задачу: мобилизация специалистов и оборудования на следующий день после получения заявки, и обработка уплотнительной поверхности фланца овального сечения за одну смену. Задача была выполнена в поставленный срок, а самое главное — качественно.

### Услуга № 2. Разработка базы данных ФС

Ни для кого не секрет, что паспорта на оборудование не читаются в силу своего возраста или утеряны, также есть дефицит информации по уплотнениям и моментам затяжки на них. Нельзя исключать и человеческий фактор, специалисты уходят и их записи на бумажках и в блокнотах



Расточка уплотнительных поверхностей мобильными портативными станками

уходят вместе с ними или просто теряются. Мы привыкли считать момент затяжки на крепеж, совершенно не понимая, будет ли в этот момент работать прокладка, достаточное ли усилие  $Q_{\min}$  создано для достижения герметичности или, наоборот, ее разрушили, превысив  $Q_{\max}$ .

Современные уплотнения ушли за грани понимания того, будет ли СНП работать на конкретном теплообменнике, какой наполнитель нуж-

Параметры испытаний сегментов системы уплотнения										Классификация							
Параметры испытаний					Корпус					Классификация							
Среды					Минерал					Классификация							
Температура работы, °С					30					Классификация							
Давление работы, МПа					1,6					Классификация							
Параметры испытаний сегментов уплотнения										Классификация							
Испытательная среда										Вода							
Температура испытания, °С										1-40							
Давление испытания, МПа										2							
№ фс, наименование										Корпус				Уплотнение			
По схеме	По чертежу	Угол	DN, мм	PN, МПа	Стандарт по ФС	Тип уплотнительной композиции	Материал фланца	Наименование уплотнения по чертежу	Диаметр	Длина	Материал	Количество	Наименование уплотнения по чертежу	Рекомендуемый материал	Масса, кг	Максимальная рабочая температура, °С	
1a-1b	В	Выход продукта	80	1,6	1907 12003	2а - Опант 2б - Опант	1412097	Витон-Вит Гальва-Вит	M16	75	Ст.10	4	1907-230-01-1412097-0,0	38,952	127,87		
2a-2b	ЖЗ	Вит	32	1,6	1907 12004	2а - Опант 2б - Опант	1412097	Витон-Вит Гальва-Вит	M14	70	Ст.10	4	1907-230-01-60-010-0,0	25,68	90,78		
2a-2b	Е	Вит	40	1,6	1907 12002	2а - Опант 2б - Опант	1412097	Витон-Вит Гальва-Вит	M14	70	Ст.10	4	1907-230-01-60-010-0,0	28,952	90,78		
Витон	Е-опант	Уплотнительное устройство	30	1,6	1907 12004	4а - Опант 4б - Опант	1412097	Витон-Вит Гальва-Вит	M12	55	Ст.10	4	1907-230-01-60-010-0,0	21,79	28,99		
Витон	Витон	Уплотнительное устройство	30	1,6	1907 12004	2а - Опант 2б - Опант	1412097	Витон-Вит Гальва-Вит	M12	55	Ст.10	4	1907-230-01-60-010-0,0	21,79	28,99		

### Разработка базы данных ФС

но применить или марку стали, ту же самую конструкцию или поставить графитовую прокладку? Мы знаем ответы на эти вопросы и готовы разработать заказчику базу данных с моментами затяжки и работоспособными уплотнениями.

В 2021 г. на Куйбышевском НПЗ специалистами компании «Силур» была разработана база данных на 12000 ед. трубопроводного оборудования и подобраны работоспособные уплотнения.

## Услуга № 3. Шеф-монтаж (супервайзинг)

Задолго до того, как эту услугу начали называть супервайзинг, наши специалисты точно решали проблемы герметичности на всей территории России и СНГ. Уже сегодня компания «Силур», расширила свои компетенции в этой сфере и увеличила штат ИТР для решения более масштабных задач по обеспечению герметичности ФС. За долгие годы работы в отрасли, мы переложили знания в области герметичности из стандартов и опыта в свой образ жизни.

Возможности наших специалистов позволяют анализировать работоспособность уплотнения, находясь непосредственно на технологических установках во время выполнения ремонтных работ.

## Услуга № 4. Реверс-инжиниринг

Заказчик ставит задачу изготовить деталь или воссоздать ее ответную часть. Выполнив 3D-сканирование, мы создаем твердотельную модель.



Шеф-монтаж (супервайзинг)

Далее разрабатываем КД и самостоятельно изготавливаем деталь на собственном производстве. Сканирование выполняется как на площадке «Силур», так и на территории заказчика.

Для нужд компаний ПАО «Новатэк», ООО «Газпром Газомоторное Топливо», ПАО НК «Роснефть», ПАО «СИБУР Холдинг» выполнили обратный инжиниринг таких изделий, как БРС, Дюралок, крио-пистолеты, термокарманы, разрывные муфты. Разработка НТД, получение разрешительной документации стало неотъемлемой частью выполнения данной работы: ТУ, инструкции по монтажу, эксплуатации, сертификаты соответствия ТР ТС 010, ТР ТС 032.

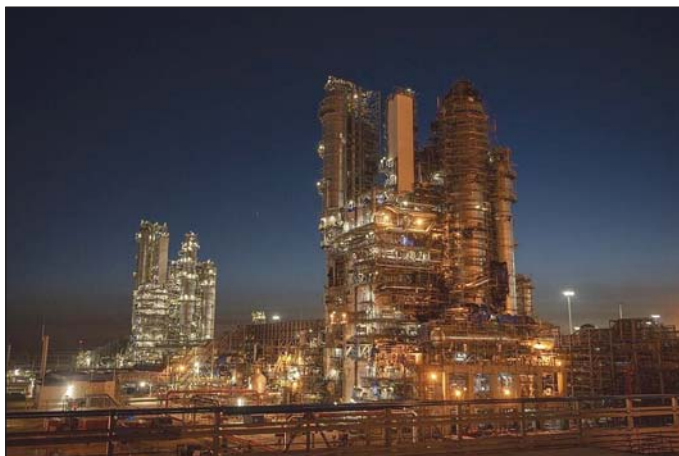
Мне хотелось бы привести пример одной из наших выполненных работ. В 2022 г. на объекте «Амурский газоперерабатывающий завод» специалистами компании «Силур» был выполнен весь комплекс работ:

- изучен объем работ;
- изучена проблематика пуска и эксплуатации криогенных установок;





Реверс-инжиниринг



Амурский ГПЗ

- спроектировано техническое решение;
- сформирована база данных ФС с моментами затяжки;
- выполнен шеф-монтаж 953 ФС, сборка всех ФС проводилась с контролем крутящего момента;
- дежурство на период опрессовки технологических трубопроводов и оборудования.

Параллельно этим работам, выполняли реверс-инжиниринг шаровых кранов, уплотнений, корпусных соединений насосов и теплообменных аппаратов.

Также до сих пор ведутся работы с диско-поворотными затворами: дефектовка, 3D-сканирование, создание твердотельной модели, разработка КД и изготовление деталей (нажимные кольца, седельные кольца, ламинатные кольца, вторичные уплотнения, метизы), сборка и проведение испытаний на герметичность по классу «А».

## Заключение

Новые сервисные направления компании «Силур» — расточка уплотнительных поверхностей, супервайзинг, база данных, реверс-инжиниринг — все они могут успешно работать в комплексе!



## СОВРЕМЕННЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, МАШИНЫ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАЗВАЛЬЦОВКИ И ТОРЦЕВАНИЯ ТРУБ В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ БЕЗУПОРНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СИММЕТРИЧНОЙ ТАРИРОВАННОЙ ЗАТЯЖКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ. НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ



В.Е. Киктев

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, и 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 Всероссийский) 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.

НПО 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.

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

- по сосудам и аппаратам;
- по энергетике;
- по системам транспортировки нефти и газа.

Результатами совместной работы АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» и НПО 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»;

— 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».

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», как головная технологическая организация по сборочно-сварочному производству и термообработке сварных конструкций в отрасли химического и нефтегазового машиностроения, совместно с НПО ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ», разрабатывает и обеспечивает предприятия отрасли нормативными документами, является разработчиком ГОСТ Р 55601-2013 «Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения. Крепление труб в трубных решетках. Общие технические требования», обучает и аттестует специалистов, 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 оборудования для развальцовки труб.

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» обеспечивает предприятия отрасли химического и нефтегазового машиностроения:

— письмами-разрешениями на отступление от нормативных документов по креплению труб в трубных решетках;

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

АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» разрабатывает и согласовывает в соответствии с требованиями указанных выше нормативных документов:

— технологические инструкции по развальцовке труб;

— положения об инженере, ответственном за крепление труб в теплообменных аппаратах.

## Развальцовочный инструмент ТЕХРЕМЭКС

В соответствии с базовыми требованиями, разработанными АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» совместно с НПО ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» СТО 00220368-015-2009, ОСТ 26-17-02-83 (переиздание 2008 г.) и ГОСТ Р 55601-2013 ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» выпускает различные виды развальцовочного инструмента. Кроме серийного модельного ряда НПО 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 (рис. 1). Этот тип инструмента имеет более длинный ролик и увеличенную глубину вальцевания. Для большинства типоразмеров глубина рассчитана на два пояса развальцовки.

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 вальцовок применяется принудительное охлаждение воздушно-эмульсионной смесью, которая изготавливается специальными блоками охлаждения и смазки установок МЭР-11М и МЭР-16М, производства НПО ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ». Эта воздушно-эмульсионная смесь подается через узел внутрь корпуса инструмента непосредственно в зону трения веретена и роликов. **Вальцовка «АР»** является примером импортопрежения (рис. 2).

В случае комбинированных соединений, для которых приварка труб к трубной решетке должна предшествовать развальцовке, необходимо обеспечить равномерное прилегание наружной поверхности трубы



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



Рис. 2. Вальцовка «АР» (самый распространенный тип вальцовки)



Рис. 3. Вальцовка «КВ»

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 (рис. 3).

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

НПО ООО «ТЕХРЕМЭКС» 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 НПО ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» разработана и производится целая линейка электрических развальцовочных машин и установок с учетом потребностей и особенностей различных производств и конструкций производимой теплообменной аппаратуры, начиная со **стационарных установок МЭР-11М** (рис. 4) для крупных производств и заканчивая ручными машинами МЭР-16М-2 для



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







Рис. 5. Электронная система управления развальцовкой

душно-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, изготавливает воздушно-эмульсионную 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 типа AP.

**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, она идеально подходит как для крупных изготовителей



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

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. В автоматическом режиме циклы повторяются. Продолжительность паузы между циклами может регулироваться. Как правило, эксплуатируется в трехсменном режиме в течение многих лет.

**Машина для развальцовки труб МЭР-16М-3-24** (рис. 7) является новинкой, не имеющей аналогов на российском рынке электрических развальцовочных машин. Предназначена для развальцовки труб наружным диаметром 8—16 мм в котлах, парогенераторах, теплообменных аппаратах и АВО.

Мотор-редуктор выполнен на базе бесколлекторного двигателя постоянного тока с безопасным напряжением 24 В, что делает машину исключительно 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.



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

**Машина для развальцовки труб МЭР-16М-2** (рис. 8) 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.



**Рис. 8.** Машина для развальцовки труб МЭР-16М-2

Эргономичность, безопасность, малый вес, возможность работы в стесненных условиях, низкий уровень шума, цикл развальцовки с точной отработкой до заданного крутящего момента, организуемый электронной системой управления, делает эту машину удачной альтернативой пневматическим вальцовочным приводам.

**Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2** (рис. 9) предназначена для торцевания и высверливания труб диаметром 10—38 мм,



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

толщиной стенки 1,0—3,5 мм и удаления сварных швов в комбинированных (сварка с развальцовкой) соединениях. Может использоваться для нарезания канавок и обработки отверстий шариковым раскатником; для зачистки 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.

Каретка с закрепленным мотор-редуктором главного привода, перемещается по вертикальной раме с помощью цепного привода, приводимого червячным мотор-редуктором, имеющим 2 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, в том числе 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.

## Гидравлические безупорные системы для симметричной тарированной затяжки резьбовых соединений

НПО ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» разрабатывает и внедряет новейшие технологии по симметричной тарированной затяжке резьбовых соединений согласно СТО 00220368-023-2015 «Нормы и методы затяжки резьбовых соединений».

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

Существует стандартный набор способов затягивать и ослаблять резьбовые соединения. Случай применения ударных ключей не позволяет гарантированно герметизировать фланцевое соединение. Как правило, после нагружения во время испытания требуется подтяжка. В случае данного метода мы рассматриваем эволюцию выбора оптимальных приемов для конкретных ситуаций. Применение опорных шлицевых шайб с насечками (рис. 10) на крепеже сосудов и аппаратов позволяют радикально купировать возможные утечки во время эксплуатации.

С активной стороны шлицевая шайба устанавливается под гайку. Гидравлическим, пневматическим и электрическим гайковертам требуется упор противодействующей силы, который упирается в неподвижную точку. Шайба сама по себе является точкой опоры.

На другом конце шпильки находится вторая гайка. Под гайку на пассивной стороне устанавливается стопорная шайба, вследствие чего нет необходимости 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 момента.

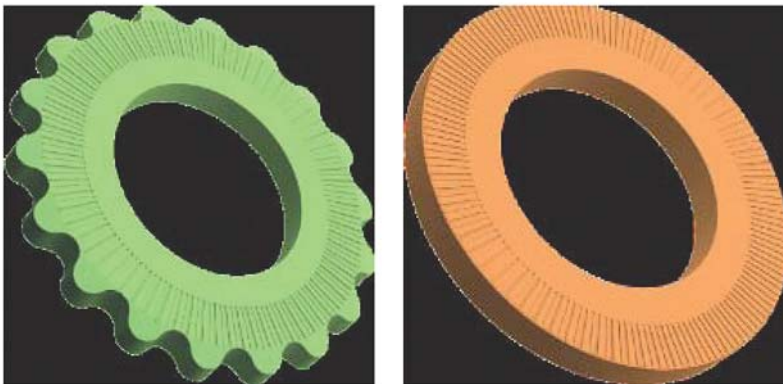


Рис. 10. Опорные шлицевые шайбы



*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. 11, 12). 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 многоходового устройства.

На рис. 12 показаны размеры шайбы. Видно, что это не громоздкое изделие, его надежность обусловлена отсутствием подвижных соедине-



**Рис. 11.** Пример применения опорных шлицевых шайб на Волгоградском НПЗ



**Рис. 12.** Размеры шлицевых опорных шайб

ний. Шайбу не надо обслуживать. Ресурс зависит от количества циклов закручивания. Допускается многократное использование.

В октябре 2018 г. на данном многоходовом пробковом устройстве переключения установки УЗК № 59, на крепеже была внедрена уникальная безупорная технология затяжки болтовых соединений НПО ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» с применением опорных шлицевых шайб (см. рис. 11). В результате данного внедрения, впервые были остановлены утечки, герметичность сохраняется и подтверждена по настоящее время.

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

**Технико-технологические:**

— снижение сроков и объемов ремонта установки замедленного коксования;

— герметичность процесса, отсутствие утечек, аварийных остановок, предписаний контролирующих органов.

**Экономические:**

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

— снижения объемов текущего ремонта вследствие сокращения номенклатуры позиций теплообменного и специального оборудования;

— сокращения сроков вывода установок на нормальный технологический режим вследствие повышенной надежности фланцевых соединений, либо значительного снижения времени устранения выявленных во время пуска неплотностей;

— снижения на сутки сроков текущего ремонта, 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».

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

**Принцип работы системы (рис. 13):**

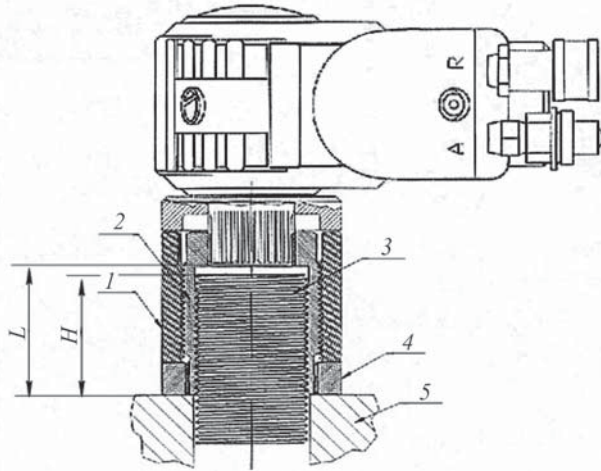
1. Шлицевая шайба 4 одевается на наружную шлицевую поверхность внутренней неподвижной втулки 2 на полную глубину.

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

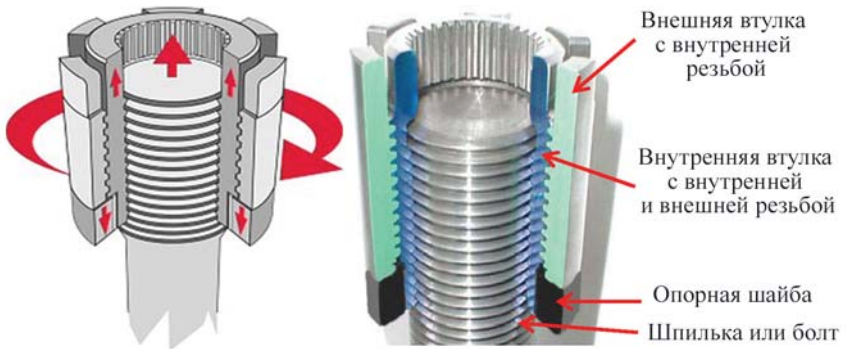
3. Внешняя вращающаяся втулка 1, имеющая в верхней части прямоугольные зубья зацепления, навинчивается на внутреннюю неподвижную втулку до соприкосновения со шлицевой шайбой 4.

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.



**Рис. 13.** Принципиальная схема работы гайки – механического натяжителя:  
 1 – внешняя вращающаяся втулка; 2 – отжимная неподвижная втулка; 3 – шпилька;  
 4 – шлицевая шайба; 5 – фланец



**Рис. 14.** Трехсоставная гайка

Трехсоставная гайка (рис. 14) обеспечивает высокоточное прижимное 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 деталь, гарантирующая, что резьба на шпильке не будет повреждена при установке и снятии.

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

Срок службы гайки — механического натяжителя составляет десятилетия в самых высокотемпературных 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 к фланцевым и резьбовым соединениям, создавая предпосылки разгерметизации. Для решения данной проблемы и для повышения надежности эксплуатации теплообменного оборудования и запорной арматуры для специальных условий с применением тарированной затяжки резьбовых соединений на ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка» произведено внедрение гаек — механических натяжителей для рабочих условий устройства с температурой применения до 570 °С, давлением в аппарате до 12 МПа (рис. 15—17).

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

Уникальная безупорная технология затяжки резьбовых соединений ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» с применением гаек — механических натяжителей М90\*3 на ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка» не имеет аналогов в России.

Применение данной технологии безупорной тарированной затяжки резьбовых соединений с использованием высокоточных гаек — механических натяжителей повышает надежность и качество выполнения работ 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 по температуре окружающей среды не выше 60—80 °С к любому гидравлическому инструменту.





Рис. 15



Рис. 16



Рис. 17

*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 контролирурующих органов.

**Экономические:**

- сокращение сроков ремонта и временем вывода на технологический режим установок за счет:
- уменьшение объемов текущего ремонта вследствие сокращения номенклатуры позиций теплообменного и специального оборудования;
- сокращение сроков вывода установок на нормальный технологический режим вследствие повышенной надежности фланцевых соединений и значительного снижения времени устранения, выявленных во время пуска неплотностей;



— снижение 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-Волгограднефтепереработка» составлен документ: «Лучшая практика нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических организаций Группы Лукойл». Данная практика рекомендована к применению в нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических организациях Группы «Лукойл».

## Заключение

В рамках импортозамещения НПО ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» производит и поставляет стандартную и специальную сложную оснастку для тарированной затяжки резьбовых соединений на АО «Лукойл-Волгограднефтепереработка», АО «Волжский трубный завод», АО «Подольский машиностроительный завод», «Ленинградский металлический завод» и на многие другие предприятия машиностроительного комплекса, нефтепереработки и химической промышленности.

НПО ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ» готово к сотрудничеству с промышленными предприятиями по всем направлениям своей деятельности!

## ПРЕЗЕНТАЦИЯ ИНЖИНИРИНГОВОЙ КОМПАНИИ «ТОБОЛ»

И.А. Криворотов

ООО «Тобол», г. Омск

ООО «Тобол» является инжиниринговой компанией, специализирующейся на выполнении комплексных строительно-монтажных работах на предприятиях нефтехимической и пищевой промышленности на территории РФ и стран СНГ.

Основные компетенции компании включают:

- проектирование;
- инжиниринг, поставка технологического оборудования;
- строительно-монтажные работы;
- шеф-монтажные и пусконаладочные работы;
- сервисное обслуживание оборудования.

ООО «Тобол» обладает уникальными навыками, обширными знаниями и опытом в сфере проектирования, поставок и монтажа систем холодоснабжения и оборудования нефтегазового сектора, накапливаемыми в течение 30 лет.

Компания имеет положительный опыт сотрудничества с ведущими производителями холодильного оборудования и активно работает над расширением пула поставщиков в условиях санкционных ограничений, ориентируясь на оборудование, произведенное в РФ и дружественных странах (Китай, Индия).

Численность сотрудников компании постоянно растет и составляет более 200 человек.

В 2023 г. компания открыла обособленное подразделение в Москве, основной штат которого составляют опытные профессионалы с огромным опытом работы во всемирно известных компаниях: GEA, Howden, Alfa Laval, Atlas Copco. В состав ООО «Тобол» входят:

**Центральный офис (г. Омск):**

- монтажный участок;
- строительный участок (выполняющий, в том числе, работы по холодильной и тепловой изоляции трубопроводов и оборудования, антикоррозийной и огнезащите, а также по прокладке сетей водопровода и канализации);

- участок электроавтоматики;
- электротехническая лаборатория до 10 кВ;
- цех подготовки производства;
- проектная группа;
- лаборатория неразрушающего и разрушающего контроля сварки стыков.

**Обособленное подразделение (г. Москва):**

- департамент сепарационных технологий;
- департамент промышленного холодоснабжения;
- департамент газокompрессорных и специальных технологий;
- департамент воздухообеспечения;
- департамент проектных работ;
- департамент сервисных и специальных работ.

ООО «Тобол» является членом СРО и имеет необходимые допуски, в том числе для работы на опасных производственных объектах.

ООО «Тобол» выполняет следующие работы в нефтегазовом секторе:

- проектирование и строительство конструкций производственных зданий и сооружений, технологических площадок, эстакад технологических трубопроводов, конструкций заглубленных и подземных сооружений, руководствуясь применением экономически обоснованных эффективных решений в области строительного проектирования;
- проектирование и монтаж объектов общезаводского хозяйства: приема и хранения нефти, нефтепродуктов, газа, объектов воздухо-, паро- и пожароснабжения, объектов производства и хранения аммиака;
- поставка технологического оборудования, арматуры для предприятий нефтегазового сектора, включая компрессорные агрегаты для компримирования аммиака, воздуха, азотные и воздушные компрессорные станции в контейнерном и мобильном исполнении, оборудование для воздухоподготовки, аммиачные холодильные установки, центробежное сепарационное оборудование в общепромышленном и взрывозащищенном исполнении;
- шеф-монтажные и пусконаладочные работы систем воздухо- и пароснабжения, аммиачных холодильных систем, центробежного сепарационного оборудования, с последующим сервисным обслуживанием;
- сервисное обслуживание оборудования GEA, Howden, Alfa Laval, Atlas Copco, включая поставку необходимых для сервиса ремкомплектов, в рамках замещения иностранных компаний, ранее работавших в РФ.

Особое внимание при разработке «концепта» наши специалисты уделяют подбору оборудования. Благодаря 30-летнему опыту наша компа-



ния имеет налаженные связи со многими российскими заводами-производителями и предлагает проверенное оборудование, эксплуатация которого обеспечивается ремкомплектами для своевременного сервиса.

Кроме того, в связи с уходом с российского рынка ряда европейских производителей, руководством ООО «Тобол» было принято решение о прямом выходе на заводы Индии и Китая для возможности поставок оборудования из дружественных стран. По итогам бизнес-миссий в Индию и Китай, наша компания обладает прямыми дистрибьюторскими соглашениями с крупными производителями аммиачного, фреонового, воздушного компрессорного оборудования, центробежного сепарационного оборудования, аммиачной арматуры и комплектующих для холодильных систем, которые уже на протяжении многих лет зарекомендовали себя отличной работой на зарубежных рынках.

## МУФТЫ STRAUB – РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВАРИЙНОГО РЕМОНТА, ОДОБРЕННЫЕ РОСТЕХНАДЗОРОМ



А.Д. Митюшкин

ООО «АМС Групп», г. Москва

С 31 октября 2023 г. ООО «Алиаксис инфраструктура и промышленность» сменила наименование на ООО «АМС Групп».

Как и во многих представительствах иностранных компаний, процесс выхода материнской компании из капитала дочерней с целью сохранения возможности работы на российском рынке на приемлемых для акционеров условиях. После переименования основной задачей компании остается прежняя – представлять на российском рынке интересы заводов-производителей концерна «Алиаксис», в том числе крупнейшего и самого известного производителя соединительных и ремонтных муфт в мире – STRAUB Werke AG.

Также одновременно с обретением независимости от европейских собственников, наша компания начала работу по поиску новых технологических партнеров по всему миру с целью налаживания бесперебойности поставок и производства наиболее передовых решений для аварийного ремонта трубопроводов под собственной торговой маркой «AMS-PRO». И это только начало большого пути в области развития технологии, заимствования лучших мировых образцов и адаптация их к реалиям рынка РФ.

В 2023 г. ООО «АМС Групп» заключило дилерское соглашение с компанией VANDJORD – российским производителем широкого спектра насосов и насосного оборудования, правопреемником на российском рынке производителя насосов GRUNDFOS. Производственная линейка включает в себя комплекс решений для самых разных отраслей промышленности.

Также в 2023 г. ООО «АМС Групп» было заключено соглашение на поставку в РФ линейки торцевых уплотнений от известного турецкого производителя ROTASEAL, предлагающего спектр решений в области торцевых уплотнений (картриджные, смешанные и др.) для различного

оборудования для любых отраслей промышленности. Наши специалисты готовы подобрать интересующие вас типы уплотнений совместно с заводом-производителем по запросу.

Миссией нашей компании остается поставка высококачественных товаров от ведущих мировых производителей для российских предприятий и потребителей с целью приведения их процессов и оборудования к самым высоким стандартам в области качества, надежности и безопасности.

## АЛЬТЕРНАТИВА ТЕПЛООБМЕННИКУ PASCINOX – GREENTUBE™ STX ОТ КОМПАНИИ НЕКСАН



И.И. Деянов

000 «Нексан Рус», г. Москва

Компания НЕКСАН специализируется на производстве высокотехнологичных, компактных и современных теплообменных аппаратов, а также инжиниринговых решений, связанных с процессом теплообмена. Высокие стандарты качества, принятые в компании с момента основания, а также собственные патенты на конструкцию производимого оборудования позволили нам занять лидирующие позиции в отрасли. Наши специалисты имеют 30-летний опыт в проектировании теплообменных аппаратов, а также модульных установок на их основе.

Опыт плодотворного сотрудничества НЕКСАН с предприятиями нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей свидетельствует о высоком уровне надежности оборудования и профессионализме сотрудников.

«Друг познается в беде» — сейчас эта фраза как никогда актуальна. Компания НЕКСАН — одна из немногих, кто продолжает работать на рынке РФ несмотря на беспрецедентное давление со стороны «Запада» и как заявил Президент России Владимир Владимирович Путин в ходе выступления на пленарной сессии Петербургского международного экономического форума (ПМЭФ), проходившего в июне 2023 г.: «Что касается иностранных компаний, которые остались работать в России: мы считаем их отечественными».

Сложности с поставками оборудования, запасных частей, ремонтом и техническим обслуживанием — все это сейчас реальность для всех предприятий нефтепереработки в существующих условиях внешних ограничений.

НЕКСАН производит и поставляет оборудование, разрабатываемое специально для решения индивидуальных задач заказчика:

- спирально-пластинчатые теплообменники GreenSpiral®;
- разборные пластинчатые теплообменники GreenPlate®;





Рис. 1

- сварные пластинчатые и кожухопластинчатые теплообменники GreenBox®;
- модули химической очистки СІР;
- модульные установки;
- блочные индивидуальные тепловые пункты;
- кожухотрубные теплообменники GreenTube®.

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

Для организации теплообмена на установках каталитического риформинга и установках гидроочистки, как правило, нефтеперерабатывающие комплексы приобретали пластинчатые теплообменники PASKINOX (Alfa Laval), которые на данный момент недоступны российским заводам, но выход из положения есть!

Мы предлагаем использовать кожухотрубные теплообменные аппараты GreenTube™ со спиральным трубным пучком (рис. 2), 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. Они состоят из кожуха и трубного пучка специальной конструкции, в котором трубы закручены в спираль для формирования высокой теплопередающей поверхности и увеличения скорости и турбулентности рабочих сред.

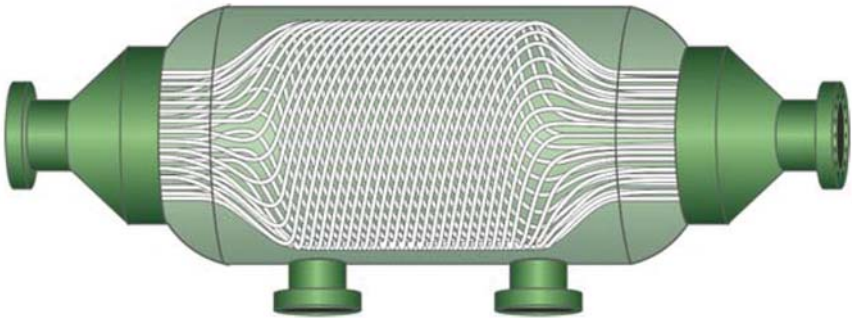


Рис. 2

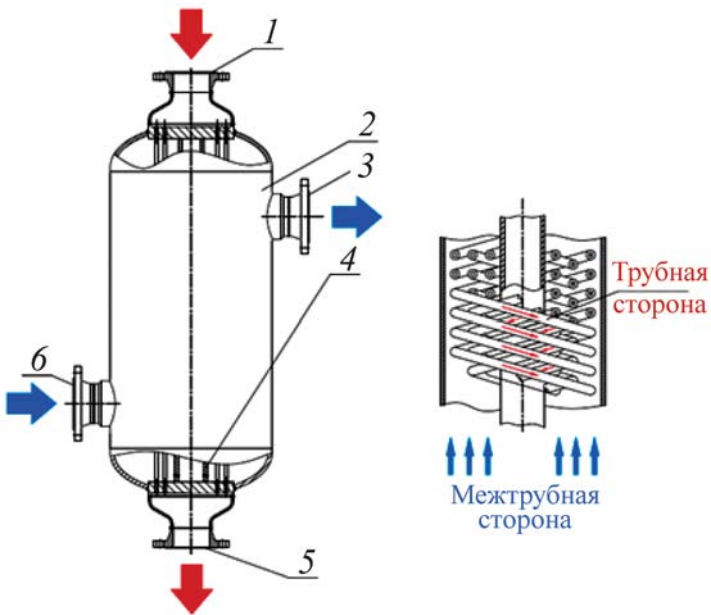


Рис. 3

Схема теплообменного аппарата приведена на рис. 3. Вход горячей среды осуществляется через верхний патрубок 1 в трубную решетку 4, выход — через нижний патрубок 5. Поток холодной среды циркулирует противоток по отношению к горячему потоку в межтрубном пространстве, заходя в аппарат через боковой патрубок 6 и выходя

через другой боковой патрубков 3, которые располагаются на корпусе 2 аппарата.

Кожухотрубные теплообменные аппараты GreenTube™ со спиральным трубным пучком благодаря своей уникальной конструкции обладают рядом преимуществ, относительно классических кожухотрубных аппаратов:

1. **Высокая эффективность теплопередачи** (в 2—3 раза выше, чем у стандартных кожухотрубных аппаратов) за счет высокой турбулентности рабочих сред, как в трубном, так и межтрубном пространстве, которая позволяет достичь меньшей разности температур между сторонами (до 3—50 °С).

2. **Компактный дизайн.** Благодаря закрученному спиральному трубному пучку один аппарат данного типа может заменять множество горизонтальных или вертикальных стандартных кожухотрубных теплообменников и на равных конкурировать с пластинчатыми аппаратами типа PASCINOX, позволяя экономить на монтажных и капитальных затратах.

3. **Механическая надежность** обеспечивается высокой стойкостью данного типа оборудования к изменениям температуры и давления при эксплуатации, позволяя:

- работать с большим температурным градиентом по длине аппарата;
- не быть чувствительным к скоростям охлаждения/нагрева при запуске, останове и эксплуатации;
- быть устойчивым к термическим нагрузкам и гидроударам;
- не иметь ограничений по разности температур и давления между трубным и межтрубным пространством.

4. **Минимизация загрязнений** как по межтрубному, так и по трубному пространству:

- в межтрубном пространстве — благодаря отсутствию застойных зон и высокой турбулентности рабочей среды;
- в трубном пространстве — благодаря спиралевидному потоку рабочей среды (рис. 4), который создает вторичные направления движения потока, увеличивая напряжение сдвига в пристеночном слое, достигая эффекта самоочистки, аналогично спирально-пластинчатым теплообменникам.

5. **Низкие потери давления по межтрубной стороне.** В ряде процессов конструкция аппаратов позволяет осуществлять теплообмен с потерями всего 2—3 кПа по межтрубной стороне.

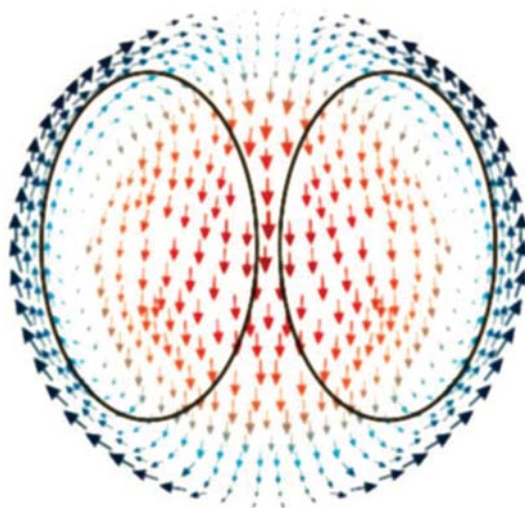


Рис. 4



Рис. 5

Кожухотрубные теплообменные аппараты GreenTube™ со спиральным трубным пучком (рис. 5) изготавливаются на производственной площадке в Китайской Народной Республике. Производство располагается на территории 60 000 м<sup>2</sup>. Производственные площади занимают 40 000 м<sup>2</sup> и оборудованы подъемными механизмами, способными поднимать изготовленное оборудование весом до 400 т. На территории при-

сутствуют отдельные цеха для изготовления кожухов, труб (до 100 м длиной!), создания спирального трубного пучка, помещения для обработки поверхности и окраски, склады материалов и готовой продукции, помещение для проведения неразрушающего контроля (цветная, ультразвуковая, магнитопорошковая дефектоскопия, радиография, гелиевые и гидротестирования) (рис. 6—8).

С 2014 г. было изготовлено, поставлено и введено в эксплуатацию около 200 ед. кожухотрубных теплообменных аппаратов со спиральным



Рис. 6



Рис. 7





Рис. 8



Рис. 9

трубным пучком. Максимальные размеры одной единицы оборудования составили 3200 мм в диаметре и до 24000 мм длиной, с расчетной температурой 565 °С и давлением 10 МПа.

GreenTube™ STX является специальной конструкцией кожухотрубного теплообменного аппарата, являющегося прямой альтернативой теплообменнику PASKINOX (рис. 9). В одном вертикальном корпусе заказчик получает абсолютно самостоятельное решение обеспечения требуемого температурного режима работы и достижения поставленных технологических задач.



## СПИСОК УЧАСТНИКОВ СОВЕЩАНИЯ

### **Совет главных механиков**

Бабенко Игорь Александрович	председатель Совета главных механиков
Юшин Андрей Вячеславович	зам. председателя Совета главных механиков

### **РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина**

Капустин Владимир Михайлович	зав. кафедрой технологии переработки нефти, д-р техн. наук, профессор
------------------------------	--

### **Ассоциация нефтепереработчиков и нефтехимиков**

Тел.: (499) 238-03-89

Абрамов Владимир Владимирович	член правления, председатель комитета по эксплуатации и модернизации
-------------------------------	--

### **Ассоциация компрессорных заводов**

Бауэр Андрей Александрович	советник председателя правления
Крюков Михаил Анатольевич	зам. председателя правления

### **АО «Ангарский завод полимеров»**

Бородюк Андрей Сергеевич	главный механик
--------------------------	-----------------

### **АО «АНПЗ ВНК»**

Нешин Игорь Владимирович	и.о. главного механика
--------------------------	------------------------

### **АО «Газпромнефть-МНПЗ»**

Андреев Павел Александрович	главный механик
-----------------------------	-----------------

### **АО «Газпромнефть-ОНПЗ»**

Беликов Александр Валерьевич	начальник управления надежности, член СГМ
Яценюк Дмитрий Николаевич	главный механик, начальник управления

### **АО «Сибур-Химпром»**

Шутин Сергей Юрьевич	главный механик
----------------------	-----------------

**АО «ТАИФ-НК»**

Багавиев Рустам Айдарович                      главный механик

**АО «ТАНЕКО»**

Данилов Алексей Аркадьевич                      главный механик, начальник отдела

**АО «Уралоргсинтез»**

Фальшунов Александр Николаевич                      главный механик, член СГМ

**ОАО «Нафтан»**

Кукушкин Сергей Михайлович                      начальник производства № 5 «Ремонтное»  
Пискун Игорь Михайлович                      и.о. главного механика

**ОАО «Ямал СПГ»**

Байназаров Олег Адикович                      главный механик  
Ягафаров Рустем Равилович                      начальник отдела технического надзора

**ООО «Арктик СПГ 2»**

Баталов Николай Александрович                      зам. начальника отдела главного механика

**ООО «Афипский НПЗ»**

Мухин Сергей Васильевич                      главный механик, член СГМ

**ООО «Балтийский химический комплекс»**

Истомин Евгений Александрович                      главный механик, начальник отдела  
Шильников Дмитрий Владимирович                      начальник ОТН

**ООО «Бухарский НПЗ»**

Мирзажонов Хамидулло Усанбоевич                      главный механик

**ООО «Газпром переработка»**

Лутов Дмитрий Юрьевич                      главный механик, начальник управления

**ООО «Газпром переработка» – Астраханский ГПЗ**

Сальбаев Руслан Сатыбалович                      главный механик, начальник отдела

**ООО «Газпром переработка» – Оренбургский гелиевый завод**

Шабалин Андрей Станиславович                      главный механик, начальник отдела

**000 «Газпром переработка» – Оренбургский ГПЗ**

Рыжков Вячеслав Геннадьевич                      главный механик, начальник отдела

**000 «Газпром переработка» – Сосногорский ГПЗ**

Матвеев Андрей Олегович                      главный механик, начальник отдела

**000 «Газпром переработка» – Сургутский ЗСК**

Горякин Сергей Валентинович                      главный механик, начальник отдела

**000 «Газпромнефть – Смазочные материалы»**

Иванов Илья Алексеевич                      начальник отдела технической поддержки  
индустриальной продукции

Стяжкин Денис Андреевич                      главный специалист отдела технической  
поддержки индустриальной продукции

**000 «Газпромнефть – Снабжение»**

Русаков Евгений Андреевич                      руководитель направления  
«Обслуживание и сервис»

Эйсмонт Евгений                      руководитель сектора  
«Обслуживание и сервис»

**000 «Запсибнефтехим»**

Максимов Юрий Сергеевич                      зам. главного механика

**000 «Иркутский завод полимеров»**

Мусин Василий Николаевич                      главный механик

**000 «Лукойл-Волгограднефтепереработка»**

Ларионов Дмитрий Алексеевич                      главный механик

**000 «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез»**

Дуденков Роман Олегович                      главный механик, начальник отдела

**000 «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез»**

Кошелев Роман Николаевич                      начальник отдела сервисного обслуживания

**ООО «НОВАТЭК-Юрхаровнефтегаз»**

Недодай Роман Сергеевич	главный сварщик отдела главного механика Аппарата управления
-------------------------	---

**ООО «РН-Туапсинский НПЗ»**

Абрамов Владислав Викторович	главный механик
------------------------------	-----------------

**ООО «СИБУР»**

Ахмадеев Денис Александрович	менеджер, член совета СГМ
------------------------------	---------------------------

**ООО «Ставролен»**

Бураков Олег Иванович	главный механик
-----------------------	-----------------

**ООО «Тольяттикаучук»**

Королев Андрей Владимирович	главный механик
Рачков Станислав Анатольевич	руководитель службы технического надзора, управления надежностью и диагностики

**ООО «Ферганский НПЗ»**

Шадманов Мухиддин Сирожиддинович	зам. главного механика
----------------------------------	------------------------

**ПАО «Лукойл»**

Белякин Евгений Андреевич	главный специалист, член СГМ
---------------------------	------------------------------

**ПАО «Нижнекамскнефтехим»**

Лукьянов Павел Юрьевич	менеджер СУН
Моисеев Денис Николаевич	эксперт СУН
Нигметзянов Рамиль Васильевич	старший менеджер завода ЭП600
Ожерельев Виктор Александрович	зам. директора РМЗ

**ПАО «НОВАТЭК»**

Бикташев Дамир Хадисович	зам. начальника управления по дожимным компрессорным станциям
Приймачук Сергей Павлович	начальник отдела ТОиР
Султанов Альберт Ханифович	директор департамента СПГ-производств

**ПАО «Орскнефтеоргсинтез»**

Фитц Сергей Владимирович      главный механик

**ПАО «Саратовский НПЗ»**

Кондратьев Антон Олегович      главный механик

**ТОО «Атырауский НПЗ»**

Кокорев Никита Владимирович      главный механик, начальник отдела

**Филиал ООО «Русинвест» – «ТНПЗ»**

Мельников Александр Николаевич      ведущий инженер службы главного механика

**Филиал ПАО АНК «Башнефть» «Башнефть-Новоил»**

Симонов Евгений Владимирович      главный механик

**Филиал ПАО АНК «Башнефть» «Башнефть-УНПЗ»**

Лукин Борис Павлович      начальник ремонтно-механического  
производства

**Филиал ПАО АНК «Башнефть» «Башнефть-Уфанефтехим»**

Кузьмин Алексей Юрьевич      главный механик, член СГМ

**ООО «НТЦ Советов главных технических руководителей  
предприятий ТЭК»**

Тел.: (495) 737-92-94

Егоршева Наталья Александровна      генеральный директор

Белуосов 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

### **Ctrl2GO Solutions**

Тел.: (495) 134-15-37

Харчев Максим Сергеевич	директор по развитию цифровых проектов
Ушаков Александр Юрьевич	специалист по развитию бизнеса и поддержке продаж

### **Prostoev.NET**

Тел.: (499) 704-40-02

Евсеенко Евгений Александрович	эксперт журнала
--------------------------------	-----------------

### **АО «АГВ»**

Тел.: (495) 777-01-35

Марчевская Анна Андреевна	директор по маркетингу
Терентьев Артем Владиславович	специалист отдела продаж
Тихонов Вячеслав Юрьевич	специалист по продажам

### **АО «ВНИИНЕФТЕМАШ»**

Тел.: (495) 954-89-20

Головачев Владимир Леонидович	технический директор
-------------------------------	----------------------

### **АО «ВНИКТИНХО»**

Тел.: (8442) 23-87-07

Горчатов Олег Викторович	генеральный директор, член СГМ
Ефимов Максим Валерьевич	главный конструктор
Козырев Олег Анатольевич	зав. лабораторией машинного оборудования

### **АО «Гидрогаз»**

Тел.: (473) 206-51-12 (доб. 3122, 3104)

Брага Виктор Владимирович	руководитель направления отраслевых продаж «Нефтепереработка»
Бражников Евгений Андреевич	менеджер по ключевым клиентам
Крючков Михаил Михайлович	начальник отдела отраслевых продаж «Газ и нефтехимия»

**АО «ГМС Процессинг Текнолоджис»**

Пестов Денис Александрович	управляющий директор
Аббасова Елена Владимировна	руководитель отдела продаж
Зигангиров Наиль Габдулахатович	руководитель продаж Приволжского Федерального округа

**АО «Инжиниринговый центр «Кронштадт»**

Тел.: (812) 441-29-99

Семенов Дмитрий Валерьевич	руководитель центра деталей поршневых машин
Третьяков Александр Иванович	руководитель по операционной деятельности

**АО «МАГИКРОТ»**

Тел.: (495) 640-46-60

Коджаев Руслан Насирович	ведущий менеджер по продажам
Федяков Денис Дмитриевич	

**АО «НПО «АХТУБА»**

Тел.: (844) 795-41-60

Ольшанский Андрей Владимирович	ведущий менеджер по продажам промышленного оборудования
Почеховская Татьяна Сергеевна	ведущий менеджер по продажам промышленного оборудования
Смурыгина Екатерина Александровна	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 «ПТПА»**

Тел.: (800) 444-00-28 (доб. 706, 702)

Фомина Евгения Игоревна	руководитель направления «Химия/СПГ/Переработка»
Фриновский Антон Александрович	руководитель проектов по импортозамещению



**АО «Северсталь Менеджмент»**

Тел.: (800) 200-69-39

Ящук Сергей Валерьевич	руководитель проектов перспективного инжиниринга для машиностроения
Щеглев Константин Николаевич	менеджер по продажам

**АО «Сухоложский огнеупорный завод»**

Тел.: (34373) 6-44-00

Морев Игорь Владимирович	начальник отдела инжиниринга
--------------------------	------------------------------

**АО «Теккноу»**

Тел.: (812) 3245627 (доб. 2039, 2036)

Яровой Виктор Сергеевич	руководитель направления NDT
Лебецкий Никита Александрович	менеджер отдела NDT

**АО «ТРЭМ Инжиниринг»**

Тел.: (495) 780-76-76 (доб. 391)

Рунов Александр Викторович	ведущий инженер
Шапов Михаил Михайлович	ведущий инженер

**АО «УНИХИМТЕК»**

Тел.: (495) 580-38-94

Пешехонов Александр Леонидович	зам. коммерческого директора направления «Защитные покрытия»
Тенсин Денис Иванович	зам. коммерческого директора
Смирнова Юлия Геннадьевна	руководитель проектов

**АО «УралТехКомплектация»**

Тел.: (35130) 7-71-09, 7-46-11

Шагин Алексей Васильевич	начальник отдела по развитию
Шубин Павел Павлович	региональный представитель
Оздарбиев Марат Хасанович	региональный представитель

**АО «НПХ «ВМП»**

Тел.: (343) 385-79-00 (доб. 148, 120)

Песков Павел Александрович	директор нефтегазовой дирекции
Горбунов Михаил Владимирович	руководитель направления «Нефтехимия»

**АО «ПО «СТРОНГ»**

Тел.: (812) 640-63-93

Калинкин Андрей Александрович	коммерческий директор
Попова Галина Сергеевна	руководитель отдела нефтеперерабатывающего оборудования
Лучкин Андрей Сергеевич	ведущий специалист отдела продаж

**АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры»**

Тел.: (8442) 23-21-17

Щелкунов Леонид Соломонович	зам. генерального директора по развитию и общим вопросам
-----------------------------	--

**Журнал «Газовая промышленность»**

Тел.: (495) 240-54-57 (доб. 103)

Асалиева Амина Асалиевна  
Казеннова Ольга Александровна

**ЗАО «Анод»**

Тел.: (831) 233-77-03, 273-01-78

Чулков Павел Николаевич	руководитель проекта
Ягольник Юрий Николаевич	руководитель группы продаж

**ЗАО «ПКТБА»**

Тел.: (8412) 95-75-07

Горин Андрей Андреевич	директор по развитию продаж
Бычков Илья Александрович	главный менеджер департамента продаж
Шептунов Андрей Владимирович	главный менеджер департамента продаж
Пчелинцев Евгений Васильевич	ведущий менеджер департамента продаж

**Научно-промышленная ассоциация арматуростроителей**

Тел.: (812) 318-19-20

Тер-Матеосянц Иван Тигранович	исполнительный директор
-------------------------------	-------------------------

**ОАО «Волгограднефтемаш»**

Тел.: (8442) 407209, 40-72-40

Карахтинцев Евгений Анатольевич	директор по коммерции
Батищев Дмитрий Юрьевич	главный инженер, член СГМ
Шелестов Денис Сергеевич	зам. главного конструктора
Бабичева Виктория Владиславовна	начальник отдела маркетинга
Кокин Александр Андреевич	начальник отдела продаж по насосному оборудованию
Перепелицина Мария Владимировна	ведущий специалист отдела маркетинга

**ООО «Автоматика-сервис»**

Тел.: (495) 505-66-01

Письменный Владимир Сергеевич	директор департамента систем управления надежностью
Гореленков Сергей Леонидович	руководитель направления «Департамент систем управления надежностью»
Беляев Александр Николаевич	главный специалист управления систем надежности департамента систем

**ООО «АМС Групп»**

Тел.: (495) 748-08-89

Митюшкин Алексей Дмитриевич

**ООО «Анод-Теплообменный центр»**

Тел.: (831) 296-62-20 (доб. 108)

Кравец Павел Алексеевич	директор по маркетингу
Прохоров Михаил Викторович	ведущий инженер-конструктор

**ООО «Анод-Центр»**

Тел.: (495) 995-35-05

Овчинников Александр Владимирович    технический директор

**ООО «Антикоррозионные защитные покрытия СПб»**

Тел.: (812) 335-95-69

Алчин Андрей Анатольевич                      коммерческий директор

**ООО "АРЛАН"**

Тел.: (347) 287-23-24

Багаутдинов Руслан Ильдарович менеджер по ключевым клиентам

**ООО «Арматурный Завод»**

Тел.: (347) 292-98-88

Сафина Айгуль Ямгинуровна руководитель отдела продаж

**ООО «АСТУТЕК»**

Тел.: (812) 425-65-87

Ле Артур Жаевич генеральный директор

Галимов Роман Данисович менеджер по продажам

**ООО «Балтех»**

Тел./факс: (812) 335-00-85 (доб. 715)

Лисицкий Максим Владимирович генеральный директор

Быков Сергей Владимирович руководитель ОМиС

Калинкин Михаил Юрьевич ведущий специалист ОМиС

**ООО «БФАИ»**

Тел.: (343) 379-36-25

Немцев Иван Григорьевич директор по развитию

Алексеев Андриян Николаевич

**ООО «Вигороус»**

Тел.: (499) 322-21-28

Стоценко Борис Васильевич директор представительства

**ООО «Волгоградхиммаш»**

Тел.: (844) 249-95-45

Эльжуркаев Малик Магомедович генеральный директор

**ООО «ВСТ-Гидравлика»**

Тел.: (495) 792-45-20

Кленов Александр Игоревич генеральный директор

**ООО «ДРОНЕПРОФИ»**

Тел.: (915) 607-55-08-35, (915) 064-51-96

Реихерт Павел	генеральный директор
Новиков Николай Борисович	директор по развитию

**ООО «ГК «ИНТРАТУЛ»**

Тел.: (812) 313-50-92 (доб. 1441, 1116, 1200)

Соловьёв Игорь Викторович	директор департамента
Шевченко Алексей Анатольевич	директор по развитию
Моторный Владимир Владимирович	руководитель направления
Хайруллин Артур Мадисович	руководитель филиала

**ООО «Завод ВДМ «Пигмент»**

Тел.: (812) 703-40-61

Люлин Николай Борисович	генеральный директор
Лебедева Екатерина Александровна	зам. директора по науке и производству
Хомутова Светлана Константиновна	директор по развитию

**ООО «Завод Мехмаш»**

Тел.: (343) 271-27-17

Калмыков Сергей Иванович	
Тюкачев Никита Николаевич	исполнительный директор

**ООО «Индустриальные решения»**

Тел.: (499) 704-64-04

Герасимов Сергей Александрович	директор по продажам специального холодильного и газокompрессорного оборудования
Колосков Андрей Игоревич	ведущий менеджер по продажам

**ООО «Индустрия-Сервис»**

Тел.: (347) 246-10-29

Краев Константин Александрович	технический директор
Хабибуллин Линар Айратович	директор
Тимофеева Елена Николаевна	менеджер отдела продаж

**ООО «Инженерно-технологические решения»**

Тел.: (812) 407-12-84 (доб. 208)

Логинов Владимир Владимирович	директор по развитию бизнеса
Пескишев Евгений Викторович	коммерческий директор
Новиков Илья Владимирович	руководитель отдела продаж

**ООО «Инициатива»**

Тел.: (8412) 50-57-07

Ткаченко Игорь Вячеславович	генеральный директор
Чумаков Артур Игоревич	директор по развитию
Скидан Александр Валерьевич	руководитель отдела продаж
Безруков Дмитрий Александрович	менеджер по работе с ключевыми заказчиками
Горячева Юлия Викторовна	менеджер по работе с ключевыми заказчиками

**ООО «Илотехника»**

Тел.: (495) 739-51-15

Малькова Татьяна Геннадьевна	глава московского представительства «Новотекс»
------------------------------	--

**ООО «Истоки»**

Тел.: (4742) 24-42-47

Бабошин Александр Анатольевич	зам. генерального директора по развитию бизнеса
Журавлев Евгений Юрьевич	руководитель направления «Инфраструктурное и промышленное строительство»

**ООО «КомпрессорТех»**

Тел.: (495) 369-24-42

Гафаров Тимур Ринатович
Жигжанов Роман Олегович

**ООО «Кайрос Инжиниринг»**

Тел.: (342) 299-99-41

Чекусова Ева Игоревна	руководитель отдела стратегического развития
Сенатенко Дмитрий Станиславович	ведущий инженер

**ООО «Конверсия-нефть»**

Тел.: (3513) 28-98-58

Кириллов Олег Юрьевич

**ООО «Кельвион Машимпэкс»**

Тел.: (343) 383-45-61 (доб. 106), (495) 234-95-03 (доб. 306)

Ряпосов Сергей Вячеславович      ведущий менеджер направления «Нефтехимия»

Хатмуллин Руслан Фаритович      менеджер по продажам  
направления «Нефтехимия»

**ООО «Краснодарский машиностроительный завод»**

Тел.: (800) 100-28-99

Малахатка Роман Владимирович      генеральный директор

Кривошапка Александр Александрович      коммерческий директор

**ООО «Лайер»**

Тел.: (495) 150-52-86

Федорив Мария Юрьевна      зам. генерального директора

Казаков Олег Игоревич      руководитель индустриальных проектов

**ООО «ЛЕСАВИК»**

Тел.: (831) 272-73-01

Печкуров Алексей Петрович      руководитель индустриальных проектов

Федотов Евгений Викторович      руководитель индустриальных проектов

Цветков Петр Иванович      руководитель индустриальных проектов

**ООО «ЛИНК»**

Тел.: (831) 421-90-75 (доб. 545)

Артемов Андрей Иванович      начальник лаборатории методологии  
подготовки и проведения капитальных ремонтов

**ООО «Метмашэкспорт»**

Тел.: (926) 227-17-05

Сидоренко Сергей Анатольевич      генеральный директор

Соклаков Владимир Дмитриевич      технический директор

Сидоренко Владимир Сергеевич      менеджер по продажам



**ООО «МОТОВЭЛВ»**

Тел.: (499) 682-72-49

Мухамбетов Булат Есболатович	генеральный директор
Семенов Александр Олегович	руководитель проектов
Черкашин Иван Дмитриевич	руководитель отдела продаж

**ООО «МУЭСТРА»**

Тел.: (812) 627-64-49

Боженев Сергей Юрьевич	генеральный директор
Блохин Дмитрий Николаевич	инженер

**ООО «Насосная Компания «Крон»**

Тел.: (499) 371-03-10 (доб. 212)

Трошин Алексей Андреевич	директор по развитию
Менагаришвили Никита Амберкиевич	руководитель отдела поддержки продаж

**ООО «Наука, технология, информатика, контроль»**

Тел.: (812) 346-61-49

Белоусов Павел Сергеевич	руководитель направления автоматизации ТООР
Сабиров Руслан Альбертович	руководитель проекта технологического направления

**ООО «НЕКСАН РУС»**

Тел.: (495) 937-46-86

Деянов Ильдар Ибрагимович	коммерческий директор
---------------------------	-----------------------

**ООО «Нижегородский завод теплообменного оборудования»**

Тел.: (831) 217-17-60

Пашинин Павел Дмитриевич	директор по развитию
Сметанин Артем Гельевич	руководитель отдела продаж
Земченков Максим Сергеевич	менеджер по продажам

**ООО «Новые Гидросистемы»**

Тел.: (499) 455-99-74 (доб. 002), (342) 215-27-33

Власов Владимир Валерьевич	менеджер проектных продаж
Гизатулин Дмитрий Флюрович	директор
Довгань Дмитрий Александрович	руководитель департамента отраслевых продаж

**ООО «НПО «Компрессия»**

Камалов Александр Анатольевич

**ООО «НТЦ «Эгида»**

Тел.: (499) 398-03-05

Мисейко Андрей Николаевич	генеральный директор
Медведев Кирилл Алексеевич	зам. генерального директора по производству

**ООО «НТЭ»**

Тел.: (495) 055-11-26 (доб. 278, 218)

Мальчиков Юрий Николаевич	зам. технического директора по газовым проектам
Шуструйский Артур Всеволодович	начальник отдела маркетинга
Дойкин Данила Алексеевич	старший менеджер

**ООО «ПАТРИОТ»**

Тел.: (495) 960-12-35

Минаев Дмитрий Вадимович	коммерческий директор
Тихон Алексей Александрович	руководитель проектов

**ООО «ПИК «ДИАД»**

Тел.: (495) 226-06-50

Фирсов Артем Анатольевич	генеральный директор
--------------------------	----------------------

**ООО «ПК «Флагман»**

Тел.: (499) 558-49-18

Рожнов Михаил Владимирович	руководитель проектов
Марчук Данил Васильевич	

**ООО «ПО «РЕМАРМ»**

Тел.: (8412) 45-04-00 (доб. 440, 240)

Ахтулов Владимир Владимирович      коммерческий директор

Коробовцев Игорь Вячеславович      главный инженер

**ООО «Поволжская научно-производственная компания»**

Тел.: (846) 207-43-53

Генералов Дмитрий Александрович      зам. генерального директора по маркетингу

**ООО «ПОЛАТИ»**

Тел.: (800) 234-22-77

Артюнян Давид Сурикович      главный менеджер коммерческих проектов

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) 943-34-29

Иванов Максим Борисович      генеральный директор

**ООО «Предикта»**

Тел.: (925) 617-67-70

Митиогло Алексей Михайлович      директор

Ершов Андрей Николаевич      зам. директора по цифровым продуктам  
и сервисам

**ООО «Прикладная динамика»**

Тел.: (999) 060-44-88

Бураков Андрей Иванович      инженер по надежности  
динамического оборудования

**ООО «Промимпортснаб»**

Тел.: (937) 082-20-86

Сафанюк Алексей Иванович      заместитель директора по коммерции

**ООО «ПромИнком»**

Тел.: (846) 248 -03-36

Егоркин Илья Евгеньевич	директор
Сержантов Дмитрий Владимирович	менеджер

**ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»**

Тел.: (495) 481-33-80

Аветисян Юрий Эдуардович	зам. руководителя департамента промышленной экспертизы
Агеева Любовь Евгеньевна	ведущий специалист по развитию
Тенишева Юлия	ведущий менеджер проектов

**ООО «ПромХимТех»**

Тел.: (800) 250-01-54

Полунин Владимир Михайлович	директор
-----------------------------	----------

**ООО «Простоев.НЕТ»**

Тел.: (499) 704-40-02

Хоруженко Андрей Григорьевич	руководитель проектов
Голдобин Александр Сергеевич	консультант

**ООО «Профессиональные сервисные решения»**

Тел.: (474) 255-10-55

Жукова Оксана Георгиевна	генеральный директор
Митин Сергей Владимирович	технический директор
Шелудченков Павел Владимирович	директор по развитию

**ООО «Профиль»**

Тел.: (8482) 51-84-15

Гордеев Александр Викторович	директор по ремонтам
Субботин Артем Анатольевич	директор по строительству
Санников Яков Сергеевич	зам. директора по ремонтам
Соловьев Илья Сергеевич	начальник СКТБ
Данилкин Григорий Александрович	зам. начальника отдела маркетинга
Брезинский Антон Анатольевич	начальник цеха по ремонту СГУ
Зверев Антон Александрович	начальник цеха

**ООО «ПСК «ПетербургНефтеСтрой»**

Тел.: (812) 560-95-00

Тишкина Ольга Борисовна

**ООО «РесурсМетПром»**

Тел.: (495) 781-93-32

Ермаков Николай Леонидович	коммерческий директор
Беджанян Давид Имранович	технический специалист

**ООО «Ридан Трейд»**

Тел.: (495) 792-57-57

Рюмин Валерий Михайлович	директор по продажам
Уточкин Евгений Владимирович	руководитель направления «Нефтегазовая промышленность»
Мартынова Марина Александровна	руководитель проектов

**ООО «РИФИНГ-Сервис»**

Тел.: (3513) 53-60-77

Ковин Павел Сергеевич	технический директор
Смирнова Ольга Валерьевна	руководитель отдела развития

**ООО «Росконтракт»**

Тел.: (48762) 7-05-77, (800) 770-05-71

Мунтян Александр Вадимович	руководитель отдела продаж
----------------------------	----------------------------

**ООО «Сафротех»**

Тел.: (812) 218-88-88

Вострилов Иван Алексеевич	технический директор
Сафронов Роман Анатольевич	коммерческий директор
Аппазов Тимур Юсупович	руководитель отдела продаж
Бруданова Кристина Сергеевна	руководитель отдела PR и маркетинга

**ООО «Сахалинский Высотный Сервис»**

Тел.: (424) 226-44-99

Волосович Данил Александрович	директор
Коновалов Евгений Валерьевич	зам. директора

**ООО «Сервисная Компания «ИНТРА»**

Тел.: (812) 7408787

Лаишевкин Максим Владимирович	руководитель направления «Интеллектуальные сервисы»
Юрьева Ксения Михайловна	менеджер по продажам

**ООО «Силур»**

Тел.: (342) 270-05-99 (доб. 142)

Бахарев Николай Николаевич	зам. коммерческого директора
Исаев Александр Олегович	зам. генерального директора по внедрению и техническому сопровождению
Верхоглядов Иван Андреевич	руководитель направления

**ООО «СИНОСИЛ»**

Тел.: (495) 220-00-84

Liang Yutao – Винсент Лианг	европейский директор по продажам
Shen Xiaohua – Райан Шен	международный директор по продажам
Плутахин Дмитрий Иванович	генеральный директор
Новиков Александр Игоревич	технический директор
Усаченко Константин Юрьевич	региональный менеджер
Чуруткин Роман Евгеньевич	региональный менеджер

**ООО «СмартПромТехнологии»**

Авласович Михаил Игоревич	
Плакий Наталья Александровна	руководитель проекта

**ООО «Спецдеталь»**

Тел.: (917) 878-64-58

Чернышов Антон Сергеевич	директор
Минебаев Ильнар Расимович	руководитель отдела сервисного обслуживания и ремонта НКО

**ООО «Спецмашметиз»**

Тел.: (812) 702-14-84 (доб. 12), (812) 209-20-00 (доб. 12)

Немкович Алексей Алексеевич	директор по развитию
Немкович Нина Борисовна	директор по рекламе

**ООО «Станкомаш – Сервис»**

Тел.: (812) 679-99-86

Косяков Максим Сергеевич	директор по развитию
Прочанкин Александр Викторович	региональный директор

**ООО «СТИМ»**

Тел.: (903) 668-08-64

Потылицын Максим Николаевич	директор
Кабаев Алексей Васильевич	руководитель по продажам

**ООО «Стратегия НК»**

Тел.: (343) 287-55-66

Кузьмин Алексей Николаевич	генеральный директор
Шагалова Ксения Андреевна	директор по развитию бизнеса
Дудолодав Андрей Геннадьевич	коммерческий директор

**ООО «Техническая диагностика»**

Тел./факс: (347) 289-97-62, 289-97-63, 289-97-64

Голубев Милан Витальевич	директор
Шевела Владислав Владимирович	

**ООО «СтройЭксперт»**

Тел.: (495) 640-19-81

Кавардак Андрей Иванович	зам. генерального директора
--------------------------	-----------------------------

**ООО «Теплострой Новосибирск»**

Тел.: (383) 362-00-64

Бабичев Антон Леонидович	региональный представитель
--------------------------	----------------------------

**ООО «Технологии Промышленного Сервиса»**

Тел.: (495) 135-02-35

Алтунин Даниил Никитович	
Лепенко Максим Владимирович	



**ООО «Технологические Элементы»**

Тел.: (846) 207-49-25

Андоскин Алексей Андреевич      коммерческий директор

**ООО «ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ»**

Тел.: (844) 223-10-04

Киктев Владислав Евгеньевич      главный инженер проектов ЦФО и СНГ

Цвилий Дмитрий Михайлович      главный инженер проектов ПФО и УФО

**ООО «Тобол»**

Тел.: (3812) 53-85-37

Глинский Максим Александрович      директор департамента сепарационных технологий

Криворотов Илья Александрович      директор департамента газокompрессорных и специальных возможностей

Челнинцев Юрий Викторович      директор по продажам

Алексашин Павел Викторович      руководитель отдела продаж

Панков Алексей Владимирович      менеджер по развитию бизнеса

**ООО «Торговый дом «Восточная Арматурная Компания»**

Тел.: (347) 226-00-00

Кливленок Денис Александрович      генеральный директор

Хисамов Ильдар Рифкатович      директор по работе с ключевыми клиентами

**ООО «ТРИМИКС»**

Тел.: (917) 250-03-62

Мотин Максим Анатольевич      генеральный директор

Пичкасов Илья Михайлович      ведущий инженер-технолог

**ООО «ТурбоРеф Инжиниринг»**

Тел.: (812) 603-43-61

Волокитин Евгений Николаевич      зам. коммерческого директора

Самсонов Валентин Павлович

**ООО «Униор Профешнл Тулз»**

Тел.: (812) 449-83-50 (доб. 374, 308, 324)

Алексеев Андрей Владимирович	руководитель направления продаж гидравлического оборудования
Мартынов Алексей Викторович	специалист по работе с ключевыми клиентами
Петров Дмитрий Александрович	директор по развитию

**ООО «Флюитен»**

Тел.: (495) 008-86-15

Березин Сергей Викторович	генеральный директор
Иванов Глеб Владимирович	руководитель технического отдела
Гузилова Александра Андреевна	менеджер проектов

**ООО «Химагрегат-Паблицити»**

Тел.: (499) 730-03-03

Толстенко Ирина Евгеньевна	главный редактор
Резникова Екатерина Игоревна	PR-менеджер

**ООО «Центр Цифра»**

Тел.: (499) 653-84-09

Беньямина Людмила Евгеньевна	директор
Пестряков Андрей Александрович	менеджер по продажам

**ООО «ЭйПиАй-Технолджи»**

Тел.: (499) 322-21-28

Смирнов Александр Петрович	генеральный директор
Тарасов Александр Сергеевич	коммерческий директор
Иванов Руслан Юрьевич	руководитель проектов

**ООО «Экспертсервис-М»**

Тел.: (930) 307-69-22

Валиев Ильдар Айдарович	учредитель консорциума МЫЭКСПЕРТЫ.РФ
-------------------------	--------------------------------------

**ООО «Эл Эйч Инжиниринг» ГК HESS**

Тел.: (495) 975-72-62

Моисеев Роман Вячеславович	генеральный директор
Солдатов Игорь Александрович	директор по развитию
Мальков Александр Алексеевич	коммерческий директор
Голик Илья Евгеньевич	руководитель отдела продаж
Литвинов Александр Сергеевич	менеджер по продажам
Миронова Татьяна Владимировна	менеджер по продажам

**ООО «ЭНТЕК»**

Тел.: (495) 997-44-28

Тимофеев Евгений Александрович	генеральный директор
--------------------------------	----------------------

**ООО «ЭС-ЭЛ Пампс»**

Тел.: (800) 500-54-75

Белашов Олег Дмитриевич	директор по продажам
Лысенко Александр Геннадьевич	руководитель проектов

**ООО «Илотехника»**

Тел.: (495) 739-51-15

Юргин Олег Борисович	генеральный директор
----------------------	----------------------

**ООО «Завод строительных лесов «СОЮЗ»**

Тел.: (800) 234-99-00

Алипов Иван Викторович	руководитель проектов
Минеахметов Станислав Владиславович	руководитель отдела продаж
Шумакова Анастасия Валерьевна	специалист отдела маркетинга

**ООО «НПО «Диатех»**

Тел.: (495) 788-16-25

Кравцов Игорь Васильевич	зам. генерального директора
--------------------------	-----------------------------

**ООО «Торговый Дом «Тулаэлектропривод»**

Тел.: (4872) 72-45-11

Джалилов Сергей Евгеньевич                      исполнительный директор

Токарев Роман Игоревич                            руководитель направления продаж

**ТОО «Техноконтроль»**

Тел.: (701) 533-47-75

Есырева Светлана Станиславовна            директор

Есырев Максим Станиславович                технический директор

## СОДЕРЖАНИЕ

### **И.А. Бабенко**

Приветственное слово .....19

### Выступления главных механиков

### **М.С. Шадманов**

Реализация проекта реконструкции Ферганского НПЗ с целью развития  
производства .....27

### Доклады участников совещания

### **А.М. Митиогло**

Проблемы развития систем мониторинга и предиктивной аналитики в России.  
Взгляд разработчика .....31

### **Е.А. Карахтинцев**

Созидая вместе – строим будущее! ..... 36

### **С.В. Быков**

Реализация комплекса решений для обеспечения надежности  
и увеличения межремонтного интервала промышленного оборудования  
в современных условиях внешних ограничений ..... 38

### **Л.С. Щелкунов**

Перспективы национальной и межгосударственной стандартизации  
в АО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» в области технологии изготовления  
и ремонта сосудов и аппаратов, работающих под давлением  
для нефтегазовой и химической промышленности ..... 50

### **А.В. Кабаев**

Технологии СТИМ как инструменты для достижения максимальной эффективности,  
надежности, прочности и долговечности  
теплообменного оборудования в процессах нефтепереработки ..... 60

### **А.С. Голдобин**

Инструменты управления надежностью: гибридный формат внедрения ..... 66

**И.А. Валиев**

Экспертиза промышленной безопасности железнодорожных путей  
необщего пользования.....75

**А.И. Третьяков**

Презентация АО «Инжиниринговый центр «Кронштадт» ..... 80

**В.С. Яровой**

Современные средства диагностики технического состояния и комплексное  
решение контроля промышленного оборудования ..... 83

**А.В. Терентьев**

Анализ критических компонентов поршневых компрессоров на НПЗ.  
Подходы к их импортозамещению ..... 88

**Д.А. Дойкин**

Опыт и экономические преимущества эксплуатации электронасосных агрегатов  
марки НЦСГЕ .....93

**А.А. Немкович**

Аудит и разработка документации для крепежа высокого давления  
при импортозамещении по ASME, ASTM, API.....97

**А.Н. Кузьмин**

Контроль оборудования в режиме эксплуатации с использованием  
искусственного интеллекта, как инструмент оптимизации  
пусконаладочных работ на производстве..... 106

**И.В. Кравцов**

Эффективная организация ТОиР оборудования по результатам  
диагностики с использованием платформы предиктивной аналитики  
SAFE PLANT ..... 117

**Р.А. Сабиров**

Оптимизация процесса обслуживания оборудования силами  
собственных подразделений предприятия ..... 121

**С.Е. Джалилов**

Ремонтопригодность. Самодиагностика. Обучающие программы  
для эксплуатирующих служб ..... 125

**Е.А. Лебедева**

Системы противокоррозионных покрытий производства Завода ВДМ «Пигмент» для защиты объектов нефтегазового комплекса с длительным сроком службы..... 126

**Д.И. Плутахин, А.И. Новиков**

Торцевые уплотнения. От первых шагов к лидерству ..... 135

**О.Ю. Кириллов**

Мешалки для перемешивания нефти и нефтепродуктов в РВС ..... 138

**П. Рейхерт**

Революция нефтяной и газовой промышленности:  
раскрытие потенциала беспилотников в замкнутых пространствах ..... 140

**В.П. Самсонов**

Возможности ООО «Турбореф Инжиниринг» по модернизации и пусконаладочным работам турбокомпрессорного оборудования ..... 148

**Е.Ю. Журавлев**

Сокращение сроков проведения ремонтных работ, уход от простоев ..... 155

**Е.А. Тимофеев**

Пластинчатые разборные и полусварные теплообменники.  
Кожухотрубные теплообменники ..... 164

**Л.Е. Беньяминова, А.А. Пестряков**

Цифровая радиография на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях. Контроль коррозии под изоляцией ..... 166

**А.Н. Мисейко**

Акустикоэмиссионный контроль «на режиме» как эффективный инструмент повышения надежности нефтегазоперерабатывающего оборудования..... 172

**Д.И. Беджанян**

Подшипники качения. Проблемы при ремонтах и пути решения ..... 178

**А.Г. Петрушенко**

Компетенции в торцевых уплотнениях как фактор надежности ..... 183



**Р.О. Жигжанов**

Обеспечение потребности в запасных частях для компрессоров отечественного и импортного производства ..... 186

**А.А. Трошин**

Решения, обеспечивающие надежную работоспособность насосного оборудования предприятий ..... 190

**И.Т. Тер-Матеосянц**

Предварительные результаты оценки производственного потенциала российских компаний, декларирующих производство трубопроводной арматуры в качестве основного вида экономической деятельности ..... 198

**Р.Ю. Иванов**

Разработка и производство винтовых насосных агрегатов ..... 206

**И.А. Верхоглядов**

Новый взгляд на проведение ремонтных работ, проблемы и решения ..... 210

**В.Е. Киктев**

Современные отечественные электрические установки, машины и инструмент для развальцовки и торцевания труб в теплообменных аппаратах. Гидравлические безупорные системы для симметричной тарированной затяжки резьбовых соединений. Национальные стандарты ..... 216

**И.А. Криворотов**

Презентация инжиниринговой компании «Тобол» ..... 238

**А.Д. Митюшкин**

Муфты STRAUB – решения для аварийного ремонта, одобренные Ростехнадзором ..... 241

**И.И. Деянов**

Альтернатива теплообменнику PACKINOX – Greentube™ STX от компании НЕКСАН ..... 243

Список участников совещания ..... 251



# TEXREMEXS®

НПО ООО "ТЕХРЕМЭКС-ЛРТ" является лидером в России и странах СНГ по производству электрического оборудования для развальцовки 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 ГАЗПРОМА, а также их электростанции, предприятия в России и СНГ успешно применяют надёжные и высокотехнологичные оборудование и инструмент ТЕХРЕМЭКС.

Вальцовки типа А, Б, АР



55 ЛЕТ



МЭР-11М

МЭТ-2





МЭР-16М-2

МЭР-16М



# Комплектующие и сервис

для поршневых  
компрессоров  
и газопоршневых  
двигателей

-  >15 лет обеспечиваем бесперебойную работу промышленности, укрепляя независимость от зарубежных поставщиков
-  Безупречное качество комплектующих (клапаны, сальники, поршневые кольца, штоки и др.)
-  Сервисные работы любой сложности
-  Нам доверяют лидеры отраслевых рынков



## Узнать больше



125047 Москва, ул. 1-я Брестская, д. 29  
+7 (495) 777-01-35/36, [agv@agv.ag](mailto:agv@agv.ag)

[www.agv.ag](http://www.agv.ag)

 **AGV**  
Compressor Solutions





## АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ТОРГОВОЙ МАРКИ «ПАТРИОТ»

**Компания ПАТРИОТ** – отечественный разработчик и производитель антикоррозионных и огнезащитных покрытий, предназначенных для защиты промышленных и гражданских объектов. Мы создаём продукты, способные конкурировать с зарубежными аналогами.

Материалы ТМ ПАТРИОТ обеспечивают защиту поверхностей в различных условиях, таких как:

- ✓ промышленная и прибрежная атмосфера;
- ✓ погружение в нефть и нефтепродукты;
- ✓ погружение в пресную, соленую воду, а также в почву;
- ✓ воздействие высоких температур до +750°С;
- ✓ целлюлозный и углеводородный пожар.

Наши покрытия:

- ✓ включены в СТО по АКЗ бетонных и металлических сооружений;
- ✓ включены в реестр ПАО «НК Роснефть», ПАО «Газпром-нефть», ГК «РОСАВТОДОР».

В зависимости от требований, предъявляемых заказчиками сроки службы покрытий могут варьироваться от 5 до 32 лет.

Компания осуществляет поставки по всей территории РФ, обладает собственной лабораторией по разработке и внедрению новых высококачественных материалов, осуществляет технический надзор, а также предлагает разработку технических решений в области антикоррозии и огнезащиты по требованиям заказчика.

*Будем рады взаимовыгодному сотрудничеству с Вами и Вашей компанией.*



ООО «ПАТРИОТ»

+7 495 960 12 35

info@kraskapatriot.ru





КЛИНОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЛЕСА

# SMARTSCAFF

Безопасная работа на высоте и  
быстрый монтаж

ЗАВОД СТРОИТЕЛЬНЫХ ЛЕСОВ «СОЮЗ»  
8-800-234-99-00 | INFO@SOYUZ.PRO

426039, г. Ижевск, Воткинское шоссе, 298





Научно-технический центр

ЭГИДА



aegis-rus.com



### КОМПЛЕКСНЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Комплексный диагностический мониторинг технического состояния статического оборудования осуществляется с использованием различных методов неразрушающего контроля. ООО «НТЦ «Эгида» выполняет полный цикл работ по проектированию, сборке, монтажу и пуско-наладке систем комплексного диагностического мониторинга (СКДМ), проводит обучение персонала заказчика и обеспечивает сопровождение СКДМ в процессе эксплуатации. Внедрение СКДМ является эффективным инструментом риск-ориентированного регулирования в области промышленной безопасности, снижая вероятность возникновения аварий и инцидентов. СКДМ позволяет эффективнее использовать ресурс оборудования и заблаговременно планировать его ремонт или замену

### АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЙ КОНТРОЛЬ «НА РЕЖИМЕ»

Контроль «на режиме» сосудов, аппаратов, котлов, технологических трубопроводов, трубопроводов пара и горячей воды выполняется с целью раннего выявления развивающихся дефектов в основном металле и сварных соединениях (трещины, непровары, язвенная коррозия, эрозия и пр.), которые могут привести к разгерметизации, нарушению целостности и работоспособности оборудования. Технология АЭ-контроля на режиме, разработанная ООО «НТЦ «Эгида» обеспечивает существенное сокращение объема диагностических и ремонтных работ за счет получения предварительной информации о техническом состоянии оборудования до его останова и начала ремонта. Данная технология не требует изменения режимов работы оборудования и проводится «на ходу»



### КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ЗАТВОРОВ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ

Контроль герметичности затворов запорно-регулирующей арматуры (ЗРА) осуществляется без её демонтажа (непосредственно на месте установки). Технология, используемая ООО «НТЦ «Эгида», обеспечивает не только регистрацию факта негерметичности затвора ЗРА, но и определение с высокой точностью величины протечки. Результаты контроля позволяют оперативно определять объем ЗРА, подлежащей первоочередному ремонту и существенно повысить качество планирования ТОиР. Применение данной технологии позволяет оптимизировать планирование, организацию, а также стоимость работ по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту ЗРА, обосновать необходимость проведения одного из видов ремонта, в том числе и полную замену арматуры