



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

Межотраслевой журнал для главных
специалистов предприятий

Апрель
4/2017

Оборудование | Технологии | Автоматизация | Энергоэффективность | Безопасность | Надежность | Ремонт | Модернизация | Экология | Защита от коррозии

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА

ЭТМ ЭНТЕХМАШ®

МОДЕРНИЗАЦИЯ
И ПРОИЗВОДСТВО
ТУРБОКОМПРЕССОРНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ

Современное производство с замкнутым циклом

ООО НПФ «ЭНТЕХМАШ»
188682, Лен. область, Всеволожский район,
пос. им. Свердлова, ул. Овчинская, 66Д (а/я 33)
тел.: +7 (812) 655-77-11
etm@entechmach.com
www.entechmach.com



Роторы не прощают дисбаланс!

Научитесь понимать причины дисбаланса и проводить балансировку на курсах нашей Академии!

Для большого числа даже технически грамотных людей, дисбаланс и балансировка - это не до конца понятные явления. Широкий спектр учебных программ по теории и практике балансировки поможет внести полную ясность и дать Вам знания, в которых Вы нуждаетесь.

Инвестиции в образование, несомненно, окупят себя. Вы обязательно это поймете, когда в очередной раз будете оценивать результаты работы и увидите, что продукт Вашего труда стал лучше!

www.balancing-academy.ru

 **АКАДЕМИЯ
балансировки**

Отдел Дополнительного Профессионального Образования (Лицензия № 037710 от 21.07.2016 г.)
ООО «Дюрр Системс РУС» 127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская 16, стр. 1, подъезд 3
Телефон +7 (495) 741 0091, ab-moscow@durr.com



Ежемесячный
межотраслевой
журнал
для главных
специалистов
предприятий

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-68727

Журнал «Химическая техника» включен в национальную библиографическую базу данных научного цитирования – Российский индекс научного цитирования с 2005 г.

Учредитель
ООО «Маркет Скиппер»

Издатель
ООО «Маркет Скиппер»

Главный редактор
Э.И. Морозова

Редколлегия
Ашенбреннер Н.Н.
(зам. главного редактора)
Валюхов С.Г.
Векслер Г.Б.
Кабанов Б.С.
Микерин Б.И.
Марцинковский В.С.
Микерин Б.И.
Типайлов А.М.
Фадеев Н.В.
Шаталов А.А.
Шпаков О.Н.

Контент-редактор
Хряпина С.А.

Дизайн и компьютерная верстка
Япин О.Ю.

Адрес редакции
95027, Санкт-Петербург,
Красногвардейская пл., 6,
лит. А, пом. 3Н
тел. +7 812 645 67 74
e-mail: info@chemtech.ru
www.chemtech.ru

Юридическую ответственность за достоверность рекламы несут рекламодатели. Полная или частичная перепечатка материалов допускается только с письменного разрешения редакции.

© «Химическая техника», 2002

Сдано в набор 15.03.2017 г.
Подписано в печать 22.04.2017 г.
Формат 60x90/8. Печать офсетная.
Усл.-печ. Л. 5.0.

Отпечатано в ООО «ЛЮКС»
197198, Санкт-Петербург,
Большая Пушкарская, д. 10, лит. А

Попечительский совет



Березин Сергей Викторович
директор по продажам
ООО «Игл Бургманн» (Россия и Казахстан)



Бородко Евгений Евгеньевич
генеральный директор НПЦ «Анод»



Валюхов Сергей Георгиевич
генеральный директор, генеральный конструктор
ОАО «Турбонасос»



Гриценко Вячеслав Григорьевич
руководитель департамента технического обслуживания и ремонта АО МХК «ЕвроХим»



Кабанов Борис Сергеевич
председатель Совета главных механиков нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и стран СНГ



Твердохлеб Игорь Борисович
президент Российской ассоциации производителей насосов



Костюков Владимир Николаевич
генеральный директор
ООО НПЦ «Динамика»



Краевский Владимир Николаевич
главный механик Одесского припортового завода



Марцинковский Василий Сигизмундович
генеральный директор ООО «ТРИЗ»



Орыщенко Алексей Сергеевич
генеральный директор
ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»



Семаков Андрей Владимирович
генеральный директор
ООО НПФ «Энттехмаш»



Романихин Александр Владимирович
президент Союза производителей нефтегазового оборудования



Терентьев Сергей Викторович
Председатель совета директоров
Группы компаний «INTRATOOL»



Харемов Владимир Георгиевич
Председатель Совета директоров ГК «ИНТЕРЮНИС»



Шафран Михаил Иванович
технический директор OSTCHEM



Шахназаров Александр Рафаэлович
заместитель генерального директора
Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков



IV Международный Форум

Valve Industry
Forum & Expo '2017

Промышленная трубопроводная арматура
для нефти, газа, энергетики, химии и ЖКХ

07-09 июня 2017

Россия, Москва

ВДНХ, павильон 75



Под эгидой



Научно-Промышленная
Ассоциация
Арматуростроителей (НПАА)

При поддержке



Торгово-промышленная
палата РФ



Российский союз
промышленников
и предпринимателей (РСПП)



Европейская Ассоциация
Арматуростроителей
(CEIR)



ASTM International
(American Society
for Testing and Materials)

valve-forum.ru



ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

Межотраслевой журнал для главных
специалистов предприятий

Апрель
4/2017

Содержание

Энергоэффективность

Гимпельсон И.В. Обеспечение энергетической эффективности
при проектировании опасных производственных объектов 4

Модернизация и ремонт

Семаков А.В., Евдокимов В.Е., Любимов А.Н. Повышение производительности
и снижение удельной мощности аммиачного холодильного компрессора в производстве аммиака 6

Щелкунов Л.С., Ширяев П.В. Современные технологии
и оборудование для производства и ремонта теплообменной аппаратуры 9

Анисимов В.Н. Современные образовательные технологии подготовки специалистов
по внедрению современных ремонтных технологий на предприятиях ТЭК 12

Уплотнительная техника

Бузовкин А.Е. Защитные лабиринтные уплотнения подшипниковых узлов Flowserve Bearing Gard 14

Импортозамещение

Логанов Ю.Д., Мороз В.В. Импортозамещение по версии компании «МосЦКБА» 16

Насосы, компрессоры

Кондратюк В.В., Гулидов Р.В.
Газотурбинные установки АО «Дальэнергомаш» для технологических агрегатов УКЛ-7 20

Защита от коррозии

Афанасьев С.В., Сантьяго Ариас
Антикоррозионные цинкнаполненные покрытия для защиты оборудования и металлоконструкций 23

Трубопроводное оборудование

Артюхов Ю.О.
Мобильная трубопроводная система на основе полиуретановых плоскосворачиваемых рукавов 26

Тепло- и массообменное оборудование

Терентьев С.Л., Рубцов Д.В. Методы повышения энергоэффективности теплообменных аппаратов 29

Безопасность и надежность

Бусько В.Н.
Методика и стенд для испытания образцов на усталость при моно- и бигармоничном нагружении 32

Выставки, конференции

Хряпина С.А. Разумная экономия ресурсов и максимальная эффективность деятельности –
как этого добиться производителям минеральных удобрений? 36

Дайте больше, лучше, бесплатно 39

Национальный нефтегазовый форум 43

Обеспечение энергетической эффективности при проектировании опасных производственных объектов

И.В. Гимпельсон (ООО «НИАП»)

На стадии проектирования опасных производственных объектов закладывается не только потенциал будущего производства, но и возможные проблемы. С точки зрения энергоэффективности к таким проблемам следует отнести:

- неоптимальные энергозатраты, превышающие себестоимость продукции;
- завышенные затраты на приобретение средств экономии энергии;
- несоответствие требованиям энергетической эффективности зданий, строений, сооружений.

ООО «НИАП», основываясь на анализе рынка и своем более чем полувековом опыте, предлагает заказчикам реализовать комплексный подход к осуществлению энергоэффективности – как к взвешенному показателю, отличающемуся от энергосбережения «любой ценой».

Основной потенциал энергоэффективности для химических предприятий во многом определяется решениями в области технологии производства, электроснабжения, архитектурными решениями, системами отопления и вентиляции.

Так, энергетическая эффективность, закладываемая при разработке архитектурно-строительной части проекта, во многом обусловлена подбором оптимальных размеров зданий, их грамотной планировкой, исключающей неиспользуемые объемы помещений и сокращающей расходы на вентиляцию, отопление и обслуживание (рис. 1). Применение современных строительных материалов также позволяет оптимизировать режим энергосбережения и обеспечивает надежную работу сооружения на протяжении расчетного срока службы (рис. 2).

С точки зрения проектирования систем вентиляции важно выделить автоматическое регулирование подачи теплоносителя для отопления (или хладагента для кондиционирования) помещений в зависимости от температуры окружающего воздуха и режима работы. Поскольку основные потери энергии на обогрев или кондициониро-

вание помещений происходят через систему общеобменной вентиляции, ООО «НИАП» традиционно предлагает применение рекуперативного теплообмена в установках общеобменной вентиляции. При проектировании систем отопления также учитывается возможность использования бросового и низкопотенциального тепла. Например, при компримировании выделяется тепло, и решения по его использованию для отопления машинного зала компрессии и смежных помещений являются стандартными в проектах ООО «НИАП».

Одним из действенных способов повышения энергетической эффективности при разработке электротехнических разделов проекта является применение преобразователей частоты напряжения питания электродвигателей. В результате обеспечивается значительная оптимизация электропотребления. Другие способы повышения энергоэффективности – компенсация реактивной мощности, использование в схемах автоматики электрообогрева термостатов и датчиков температуры – также применяются ООО «НИАП». При проектировании освещения предусматривается применение энергосберегающих светильников, использование датчиков движения для включения светильников при появлении персонала и управление уличным освещением сумеречным выключателем по уровню естественной освещенности.

Основной потенциал энергетической эффективности для объектов химической промышленности определяется в технологической части проекта и может быть реализован за счет решений в различных областях. Примерами тому могут служить утилизация тепла реакции, использование низкопотенциальных энергоресурсов для обогрева оборудования и трубопроводов, применение в качестве топлива смеси природного газа и образующихся в процессе продувочных, отходящих газов, содержащих горючие компоненты, применение высокоэффективных теплообменных аппаратов. Так, благодаря оптимизации теплообмена можно добиться оптимального извлечения

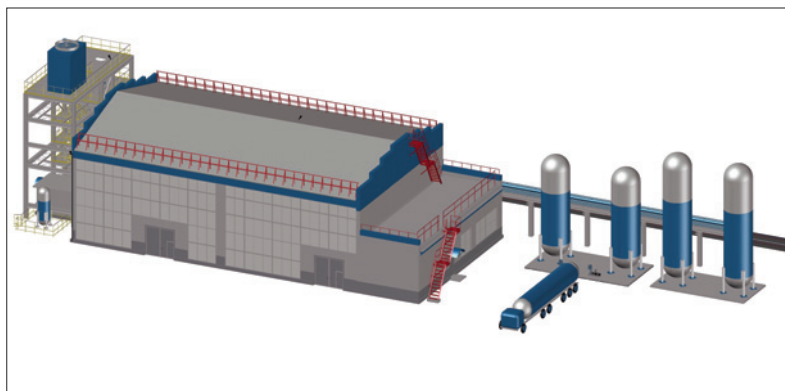


Рис. 1. 3D модель производства жидкой углекислоты

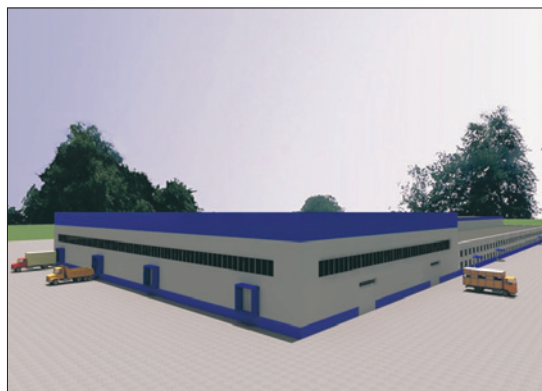


Рис. 2. Дизайн-проект производственного корпуса, совмещенного с АБК

тепла и рекуперации энергии, а также уплотнить компоновку, уменьшая при этом затраты на строительство и эксплуатацию зданий (рис. 3).



Рис. 3. Аппарат захлаживания воздуха, совмещенный с установкой испарения аммиака для производства фосфорных удобрений

Переработка побочных продуктов в товары с высокой добавочной стоимостью и утилизация отходов является еще одним способом повышения эффективности проектируемых объектов. В качестве примеров можно отметить следующие:

- переработку сульфата аммония в сульфат-нитрат аммония – товар, востребованный на рынке;
- доведение до товарного состояния конверсионного мела, являющегося побочным продуктом производства минеральных удобрений;
- производство пищевой углекислоты и многое другое.

Теплоизоляция – одно из основных средств, предотвращающих тепло- и холодопотери. Проектируя тепловую изоляцию для трубопроводов и оборудования, работающих в условиях, близких к конденсации влаги из воздуха или обмораживанию, ООО «НИАП» применяет материалы с низкой гигроскопической способностью (например, на основе пеностекла или пенополиуретана). Для стандартных условий эксплуатации подойдет недорогая изоляция на основе минеральной ваты, для высоких температур или стесненных условий хорошо зарекомендовали себя решения на основе пирогеля.



Рис. 4. Вспомогательный котел агрегата аммиака

На практике весьма эффективно применение различных машин с приводом от паровых турбин. Например, для производства электроэнергии в одном из агрегатов производства аммиака был запроектирован турбогенератор мощностью 15 МВт. Пар для привода турбины было решено получать с помощью вспомогательного котла, первоначально предусмотренного лишь для пусковых операций. Это решение позволило не только полностью обеспечить собственные потребности агрегата, но и выдавать электроэнергию в заводскую сеть, одновременно исключив простой дорогостоящего вспомогательного котла (рис. 4).

Еще одним практическим примером оптимизации энергопотребления является модернизация производства слабой азотной кислоты посредством замены турбокомпрессорного агрегата ГТТ-3М газотурбинной установкой ГТУ-8. Таким образом, за счет исключения из работы электродвигателя компрессора и оптимизации регенерации тепла дымовых газов на агрегате УКЛ-7 удалось достичь следующих показателей:

Экономия природного газа	350 м ³ /ч
Экономия электроэнергии	830 кВт/ч
Сокращение расхода оборотной воды	500 м ³ /ч
Дополнительная выработка пара 0,6 МПа (изб)	1...4 т/ч

Следует отметить, что в результате внедрения такого решения пар давлением 0,6 МПа (изб) полностью обеспечивает собственные нужды цеха, высвобождая для выдачи в сеть предприятия эквивалентное количество пара 1,3 МПа (изб), являющегося дефицитным на предприятии, в состав которого входит производство азотной кислоты (рис. 5).



Рис. 5. Производство слабой азотной кислоты на базе агрегатов УКЛ-7

Необходимо учесть, что все упомянутые решения не являются универсальными и требуют индивидуального подхода, а также учета специфики каждого предприятия. Банальное копирование решений, эффективных в каком-то конкретном месте, чаще всего не дает ожидаемого эффекта.

Привлекая ООО «НИАП» для проектирования, заказчики приобретают:

- проектную документацию, соответствующую всем действующим нормам и правилам РФ;
- решения, сбалансированные по соотношению инвестиционных и эксплуатационных затрат.

Повышение производительности и снижение удельной мощности аммиачного холодильного компрессора в производстве аммиака

А.В. Семаков, В.Е. Евдокимов, А.Н. Любимов (ООО НПФ «ЭНТЕХМАШ»)

В 2013 г. в цехе производства аммиака ПАО «Дорогобуж» возникла необходимость увеличить холодопроизводительность существующей холодильной машины (ХМ) открытого контура на 20% для согласования ее работы с изменившимися требованиями последующей технологии, в которой дополнительный жидкий аммиак должен испаряться. В соответствии с этим появилась необходимость проведения модернизации центробежного компрессора (ЦК), входящего в состав упомянутой машины. Были поставлены следующие цели:

1. Увеличение производительности компрессора на 20% относительно проектной;
2. Обеспечение максимально возможной экономичности работы (минимальной удельной мощности);
3. Сохранение существующего привода и существующих корпусов компрессора;
4. Использование модернизированной ранее системы сухих газодинамических уплотнений;
5. Обеспечение надежной работы.

Штатный компрессор

Турбокомпрессорный агрегат поз. 105J/JT предназначен для сжатия аммиака в составе трехступенчатой холодильной машины в технологии крупнотоннажного производства аммиака по технологии фирмы ТЕС (Toyo Engineering Co.) Агрегат, показанный на рис. 1, состоит

из двухкорпусного трехсекционного 14-ступенчатого холодильного ЦК, приводной паровой турбины номинальной мощностью 11,37 МВт, частотой вращения $n = 5500 \dots 6700$ об/мин. В состав ЦНД компрессора входят две секции, расположенные по аэродинамической схеме «спина к спине», по 4 ступени в каждой. В ЦВД одна секция с 6-ю ступенями. Между 2-й и 3-й секциями установлен промежуточный охладитель воздушного типа (АВО).

Секции компрессора поз. 105J обеспечивают работу холодильной машины с открытым циклом, поддерживая три температурных уровня: -32°C , -13°C и $+6^\circ\text{C}$. На рис. 2 показана принципиальная схема турбокомпрессорного агрегата.

Штатный компрессор имеет ряд недостатков, которые подлежат устранению при модернизации компрессора:

- сниженный политропный КПД ЦВД (70–72%) вследствие работы компрессора при пониженном конечном давлении 1,7...1,8 МПа вместо 2,45 МПа абс. (по проекту);
- рассогласование режимов работы 1-й секции с газодинамическими характеристиками (ГДХ) 2-й и 3-й секций;
- повышенная температура на нагнетании компрессора 160°C не способствует эффективному охлаждению аммиака в конденсаторе ХМ при повышенных расходах.

Непосредственно перед модернизацией было проведено моделирование его работы в соответствии с [1], [2] и построены ГДХ трех секций по инженерной мето-

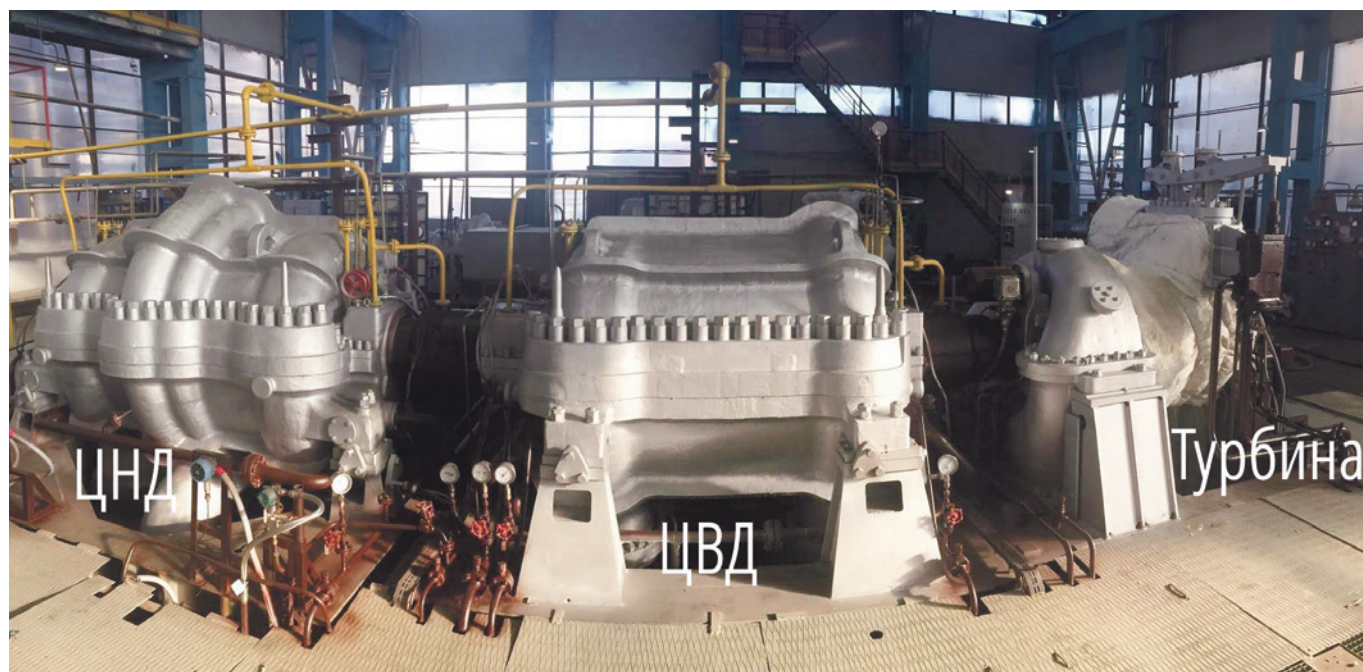


Рис. 1. Общий вид турбокомпрессорного агрегата поз. 105J/JT

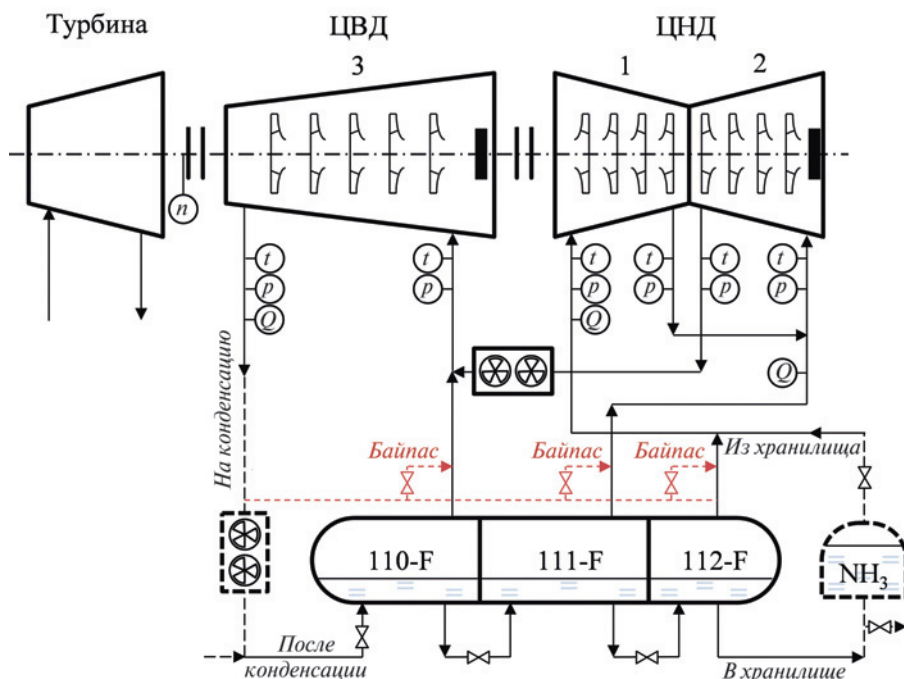


Рис. 2. Принципиальная схема агрегата 105J/JT

дике [3–5]. Было получено хорошее качественное и количественное соответствие полученных расчетных ГДХ секций паспортным ГДХ компрессора [6].

Модернизированный компрессор

Модернизация проводилась в 2 этапа: на первом этапе проведена модернизация ЦНД, а на втором – ЦВД. Корпусы ЦНД и ЦВД, а также сухие газодинамические уплотнения (СГУ) остаются штатными. Замена подлежат все элементы проточной части ЦНД и ЦВД: роторы, диафрагмы. Вместо безлопаточных диффузоров (БЛД) используются лопаточные диффузоры (ЛД). При проектировании использованы данные экспериментального банка отработанных ступеней центробежного компрессора, имеющегося в распоряжении НПФ «ЭНТЕХМАШ». Расчет термодинамических свойств аммиака выполнен по программе применительно к ПЭВМ с использованием уравнения состояния реального газа Редлиха–Квонга в модификации Соаве [7].

Модернизированные секции ЦНД компрессора выполнены с тем же числом ступеней, как и у штатного, тогда как в ЦВД число ступеней уменьшено на одну по сравнению со штатным – 5 ступеней вместо 6. В новой проточной части использованы рабочие колеса (РК) радиального типа с загнутыми назад лопатками. Углы выхода лопаток РК составляют в 1-й и 2-й секциях $\beta_{2л} = 35^\circ$, во 2-й секции $\beta_{2л} = 35^\circ$, в 3-й – $22,5^\circ$ вместо $\beta_{2л} = 45^\circ, 35^\circ$ и 35° в штатной конструкции соответственно. Модернизированные роторы и диафрагмы компрессора показаны на рис. 3, 4.

При расчете новой проточной части выбрано давление конденсации 1,8 МПа (абс), которое обеспечивает температуру конденсации аммиака $t_{конд} \approx 45^\circ\text{C}$, что в летнее время при температуре окружающего воздуха 30°C обеспечивает приемлемый температурный напор кон-

денсатора $\sim 15^\circ\text{C}$. При этом учитывалось, что после модернизации конечная температура аммиака снизится со 160 до 145°C , что уменьшит нагрузку на конденсатор.

В 2014 г. по первому этапу модернизации был введен в эксплуатацию ЦНД, в 2016 г. были проведены окончательные промышленные эксплуатационные испытания целого модернизированного компрессора. Сравнение параметров штатного компрессора с модернизированным на номинальном режиме работы приведено в таблице.

Политропный КПД 1-й секции с «узкими» РК повысился несущественно, а КПД 2-й и 3-й секций после модернизации увеличился с $71...72$ до $82,5...83$. Это свидетельствует о высоком уровне совершенства новой проточной части. Опытные данные, полученные в ходе газодинамических испытаний, хорошо согласуются с расчетными ГДХ секций. Удельное энергопотребление модернизированного агрегата снижено на $\sim 14\%$, экономия мощности на сопоставимых режимах составила 1,4 МВт.

В результате модернизации достигнута повышенная производительность при сохранении штатной турбины.



Рис. 3. Модернизированный ротор ЦНД



Рис. 4. Модернизированный ротор ЦВД

Сравнение параметров компрессора до и после модернизации

Параметры	Ед. изм.	Проектный режим (1360 т/сут)			Модернизированный компрессор (1750 т/сут)		
		1-я секция	2-я секция	3-я секция	1-я секция	2-я секция	3-я секция
Производительность Q_g (0°C, 1 физ. атм.)	нм ³ /ч	9591	89556	108949	11500	108800	120000
Начальное давление	МПа	0,097	0,262	0,684	0,097	0,262	0,647
Конечное давление		0,262	0,724	2,447	0,262	0,686	1,765
Частота вращения	об/мин	6450			6150		
Потребляемая мощность	МВт	10,33 (11,37 max)			~10,1		

Помимо этого, практически доказана возможность компрессора обеспечить режимы работы при производительностях выше номинальных на 10%, что требуется для дальнейшего развития технологии.

Список литературы

1. *Рис В.Ф.* Центробежные компрессорные машины. Л.: Машиностроение. 1981. С. 351.
2. *Ден Г.Н.* Проектирование проточной части центробежных компрессоров. Машиностроение. 1980. С. 232.
3. *Любимов А.Н., Евдокимов В.Е.* О расчете газодинамических характеристик ступени центробежного компрессора//Компрессорная техника и пневматика. 2012. №7. С. 28–33.

4. *Любимов А.Н., Евдокимов В.Е.* Обобщенная газодинамическая характеристика политропного КПД геометрически неподобных ступеней стационарного центробежного компрессора//Компрессорная техника и пневматика. 2016. №5. С. 13–17.

5. *Любимов А.Н.* Совершенствование методов расчета газодинамических характеристик проточной части стационарных центробежных компрессоров. Дис... канд. техн. наук – СПб., 2016.

6. *Hitachi Ltd.* Паспорт. Центробежный компрессор 105J. 1/4. Производство аммиака 1360 т/сутки.

7. *Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т.* Свойства газов и жидкостей. Л.: Химия, 1982. С. 592.

**XVII МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО КОМПРЕССОРНОЙ ТЕХНИКЕ**

23–24 мая 2017 года в г. Казани АО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» (Группа ГМС) и АСКОМП проводят XVII международную научно-техническую конференцию по компрессорной технике, на которой будут рассмотрены вопросы исследования, проектирования, изготовления, эксплуатации и сервисного обслуживания компрессорной техники.

Будут работать секции: объемные компрессоры и установки; центробежные, осевые компрессоры и газоперекачивающие агрегаты; компрессоры, детандеры холодильных и криогенных систем; динамика, прочность, подшипники и уплотнения компрессоров; эксплуатация, импортозамещение, техническая диагностика и повышение ресурса компрессоров.

Будет издан Сборник докладов конференции.

Организационный взнос (за одного участника): для представителей НИИ, вузов – 5000 рублей, для представителей предприятий и организаций – 10 000 рублей, в том числе НДС.

Оргвзнос необходимо перечислить до 23 мая 2017 года на расчетный счет АО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа».

Банковские реквизиты АО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа»:

Р/счет №40702810662190100815 Отделение «Банк Татарстан» №8610 ПАО СБЕРБАНК

ИНН/КПП 1660016351/166001001, БИК 049205603. Корр. счет №30101810600000000603.

Контактное лицо: член оргкомитета XVII МНТК – Андрей Николаевич Колочков
E-mail: andrey.kolochkov@niitk.ru

Приглашаем вас принять участие в конференции!

Современные технологии и оборудование для производства и ремонта теплообменной аппаратуры

Л.С. Щелкунов, П.В. Ширяев (ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры»)

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

ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры» как головная организация по технологии крепления труб в трубных решетках и затяжки резьбовых соединений теплообменных аппаратов и аппаратов воздушного охлаждения в отраслях химического и нефтегазового машиностроения с 1966 г. разрабатывает и обеспечивает предприятия отрасли нормативными документами, 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.

ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры» разработаны ГОСТ Р 55601–2013 «Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения. Общие технические требования к креплению труб в трубных решетках»; СТО 00220368-014–2009 «Крепление труб в трубных решетках кожухотрубчатых теплообменных аппаратов и АВО»; 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 затяжки резьбовых соединений. Общие технические требования».

ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры» оформляет письма-разрешения на отступление от нормативных документов по креплению труб в трубных решетках и затяжке резьбовых соединений; письма-рекомендации по технологии крепления труб в трубных решетках и затяжки резьбовых соединений.

Кроме того, ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры» разрабатывает и согласовывает в соответствии с требованиями указанных нормативных документов технологические инструкции по развальцовке труб и затяжке резьбовых соединений, а также положения об инженере, ответственном за крепление труб и затяжку резьбовых соединений в теплообменных аппаратах.



Рис. 1. Вальцовка типа AP – охлаждаемая удлиненная с регулируемой глубиной развальцовки

В 1966 г. во ВНИИПТХимнефтеаппаратуры была создана единственная в России научно-исследовательская лаборатория развальцовки труб (ЛРТ), которая послужила научной базой для создания ООО «Техремэкс-ЛРТ», организовавшего серийное производство развальцовочного инструмента и установок для развальцовки труб. В настоящее время поставлено уже более 280 электрических установок для развальцовки труб серии МЭР и более 30 электрических установок для торцевания и высверливания труб серии МЭТ.

Многие химические, нефтехимические и нефтеперерабатывающие предприятия, а также их ремонтные подразделения в России и СНГ успешно применяют оборудование и инструмент производства ООО «Техремэкс-ЛРТ».

Охлаждаемый инструмент для развальцовки труб

ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры» разработаны ОСТ 26-17-02–83 «Инструмент развальцовочный с принудительным охлаждением и смазкой для труб диаметром 10...57 мм», переизданный в 2008 г., а также СТО 00220368-015–2009 «Инструмент развальцовочный для труб диаметром 10...57 мм».

Охлаждение вальцовок типа А производится от специального блока охлаждения и смазки, входящего в состав электрических установок ТЕХРЕМЭКС для развальцовки МЭР-11М или МЭР-16М. Смазывание, охлаждение и выдувание продуктов износа производится в процессе работы автоматически. Данная технология применяется в ООО «Птимаш», ООО НПП «Басэт», ООО «Газпром нефтехим Салават» и др. Специалисты этих предприятий отмечают, что применение охлаждаемого инструмента ТЕХРЕМЭКС способствует стабилизации контактного давления в соединении трубы и трубной решетки, повышая качество вальцовочных соединений, а также увеличивает производительность и повышает стойкость деталей инструмента на 30%.

Установки и машины для развальцовки труб

ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратуры» разработаны ГОСТ Р 55601–2013, ОСТ 26-17-01–83 (переиздан в 2007 г.); СТО 00220368-014–2009, в которых приведены методы подбора крутящего момента развальцовки труб и технология развальцовки труб в трубных решетках теплообменных аппаратов и АВО. Электрические установки и машины с блоками управления на программируемом логическом контроллере позволяют вести развальцовку с контролируемым крутящим моментом с погрешностью не более $\pm 5\%$.

Установка для развальцовки труб серии МЭР-11М

Установка для развальцовки труб МЭР-11М ТЕХРЕМЭКС предназначена для развальцовки труб наружным диаметром от 16 до 63 мм. Наибольший внутренний диа-

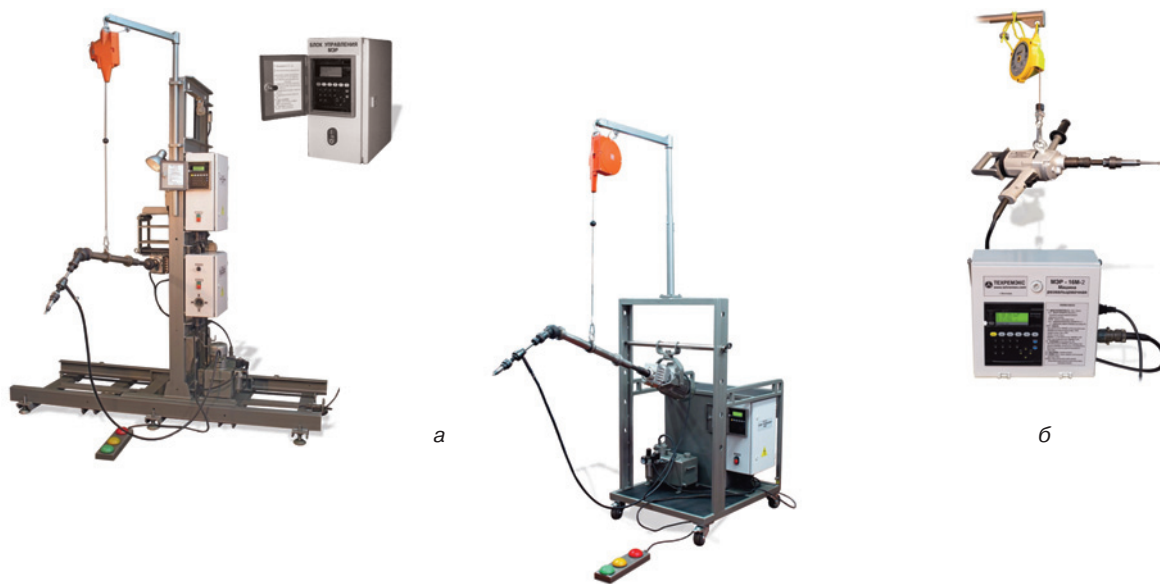


Рис. 2 Установки для развальцовки труб МЭР-11М и МЭР-16М (а) и МЭР-16М-2 (б)

метр теплообменного аппарата, развальцовываемого без перемещения установки, составляет 1900 мм. Вертикальное и горизонтальное перемещения мотор-редуктора механизированы. Оптимальный режим охлаждения реализуется блоком охлаждения и смазки и охлаждаемыми вальцовками типа А.

АСУТП развальцовки, реализуемая блоком управления и частотным преобразователем, обеспечивает:

- высокое качество за счет пониженной скорости при развальцовке после соприкосновения трубы с трубной решеткой;
- защиту от перевальцовки благодаря программе контроля корректности выбранного момента;
- паспортизацию и обработку данных развальцовки благодаря программе архивирования крутящих моментов.

Установки МЭР-11М применяются в ООО «Томскнефтехим», ООО «Газпром нефтехим Салават», ОАО «Волгограднефтемаш» и на многих других предприятиях. Специалисты этих предприятий отмечают высокое качество, надежность, безотказность, долговечность установок МЭР-11М и качество производимых работ, а также удобство работы с теплообменными аппаратами диаметром более 1000 мм за счет особой конструкции стойки и механизированного перемещения по ней мотор-редуктора.

Передвижная установка для развальцовки труб серии МЭР-16М

Установка предназначена для развальцовки труб диаметром от 16 до 38 мм. Наибольший внутренний диаметр теплообменного аппарата, развальцовываемого без перемещения установки, составляет 1500 мм. Блок управления, мотор-редуктор, телескопический вал (с одним шарниром), блок охлаждения и смазки идентичны установке МЭР-11М.

Установки МЭР-16М применяются в ПАО «Саратовский НПЗ», ООО «Эмпикс», АО «Куйбышевский НПЗ» и многих других. Практика применения показала их высокую надежность, долговечность, точность и повторяемость отработки крутящего момента, а также мобильность и удобство. Конструкция стойки установки МЭР-16М разгружает

соединение мотор-редуктора и телескопического вала, значительно повышая ресурс телескопического вала.

Машина электрическая развальцовочная МЭР-16М-2

Машина предназначена для развальцовки труб диаметром от 8×1 до 25×3 мм в трубных решетках теплообменных аппаратов и АВО. Центр масс привода расположен на оси подвеса. Машина удобна в работе благодаря дополнительной рукоятке с обрезиненной ручкой, компенсирующей реактивный крутящий момент.

Электронная система управления развальцовкой организует весь цикл развальцовки: пуск двигателя, отработку до заданного крутящего момента, остановку, реверсивное включение. В автоматическом режиме циклы повторяются. Продолжительность паузы между циклами может регулироваться. Система управления выполнена на базе программируемого логического контроллера Segnetics и имеет четырехрежестрочный цифровой дисплей для отображения режимов и параметров процесса развальцовки, чтения архива данных по развальцовке каждого соединения.

После развальцовки труб в первой решетке и перед развальцовкой труб во второй трубной решетке трубы торцуются до значений вылета над трубной решеткой в соответствии с п. 6.7 ГОСТ Р 55601–2013 и п. 2.4 ОСТ 26-02-1015–85 (переиздан в 2007 г.). Для этого применяется электрическая установка для торцевания труб.

Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2

Установка МЭТ-2 предназначена для торцевания и высверливания труб диаметром 16...38 мм, толщиной стенки 1...3,5 мм и для удаления сварных швов в комбинированных (сварка с развальцовкой) соединениях. Наибольший внутренний диаметр теплообменного аппарата, обрабатываемого без перемещения установки, составляет 1400 мм. Вертикальное перемещение мотор-редуктора механизировано. Оптимальный режим охлаждения инструмента обеспечивает его долговечность.



Рис. 3. Установка для торцевания и высверливания труб МЭТ-2 в работе

Специалисты предприятий, эксплуатирующих данную установку, отмечают высокое качество обработки, надежность и долговечность установок МЭТ-2.

С 2005 г. ООО «Техремэкс-ЛРТ» является авторизованным представительством фирмы HYTORC (США) – мирового лидера в разработке и производстве гидравлического и пневматического оборудования для тарированной затяжки резьбовых соединений. ООО «Техремэкс-ЛРТ» предлагает следующее оборудование HYTORC.

Гидравлическая система Simultorc для симметричной тарированной затяжки резьбовых соединений фланцев

Стандартно система Simultorc позволяет одновременно затягивать четыре болта, симметрично расположенных по периметру фланцевого соединения. Для этого болтинг-машины оснащены антиторсионным механизмом с крупнозубчатым храповиком и блокиратором обратного хода храповика. Система обеспечивает высокую степень равномерности сжатия разъемного соединения, что гарантирует высокую надежность и герметичность разъема при эксплуатации, а также повышение безопасности работ. С помощью программы расчета крутящего момента для фланца определяется необходимый крутящий момент для данного фланцевого соединения.

Высокое качество изготовления, надежность, безотказность, качество производимых работ, долговечность



Рис. 4. Гидравлическая система Simultorc из четырех болтинг-машин

оборудования обусловили широкое применение систем Simultorc на предприятиях России.

Болтинг-машины JGUN для тарированной затяжки резьбовых соединений

Безударные пневматические болтинг-машины JGUN HYTORC предназначены для тарированной затяжки резьбовых соединений. Безударная пневматическая болтинг-машина JGUN применяется для быстрого навинчивания, отвинчивания и срыва гаек. Пневматические болтинг-машины имеют безударный непрерывный (не циклический) принцип работы. Необходимый крутящий момент определяется с помощью программы расчета крутящего момента. Аккумуляторная болтинг-машина аналогична пневматической.

Безупорные технологии затяжки с шайбами HYTORC

В ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез» данная технология проходила эксплуатационные испытания в 2015 г. Шайбами HYTORC было оснащено два фланца. Благодаря положительным результатам испытаний предприятие запланировало оснастить уже около 30 фланцевых разъемов шайбами HYTORC.

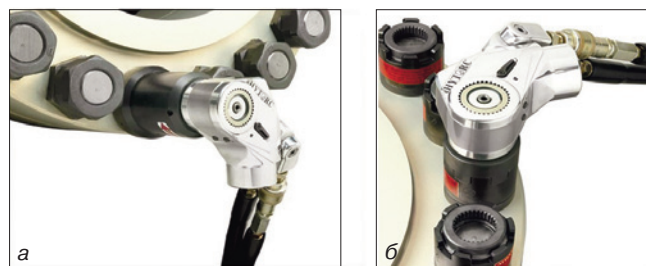


Рис. 5. Работа гидравлическим ключом: а – без упора и обратного ключа с помощью шайбы HYTORC и опорного стакана; б – с гайкой-натяжителем HYTORC через специальный привод

Безупорные технологии высокоточного осевого механического натяжения с применением гайки HYTORC

В ОАО «КуйбышевАзот» с 2010 г. взамен шпилько-натяжителей применяют гайки-натяжители компании HYTORC для затяжки и ослабления верхней крышки конвектора аммиака с 32 шпильками M120x6 и круглыми гайками диаметром 176 мм. Осевое напряжение шпилек 1182 кН. Анализ выполненных работ показал, что качество затяжки фланцевых соединений с использованием гидравлических безупорных систем затяжки HYTORC существенно выше, чем качество работ с использованием других способов и средств: напряжение шпильки достигается плавно и равномерно до заданного уровня без пережима прокладки, обеспечивая симметричность затяжки при использовании двух и более болтинг-машин одновременно. Болтинг-машины HYTORC используются как с крепежом под шпильконатяжитель при помощи гаек-натяжителей HYTORC, так и со стандартным крепежом, с использованием торцовых головок.

Для мониторинга, контроля эффективности и повторяемости обслуживания фланцевых соединений применяются программы технического учета и анализа затяжки фланцев.

Современные образовательные технологии подготовки специалистов по внедрению современных ремонтных технологий на предприятиях ТЭК

В.Н. Анисимов (ООО «Сервисная Компания ИНТРА»)

ООО «Сервисная Компания ИНТРА» (СК ИНТРА) входит в Группу Компаний INTRATOOL, деятельность которой направлена на внедрение современных ремонтных технологий на предприятиях ТЭК. В 2013 г. СК ИНТРА была признана лучшей сервисной компанией отрасли по решению World Refining Association. Ключевыми направлениями деятельности компании являются продажа современного оборудования и технологий ремонта, проведение ремонта без остановки производства, технический контроль качества работ (супервайзинг) при проведении ремонтов на предприятиях ТЭК. В целях освоения передовых технологий специалисты СК ИНТРА прошли обучение в лучших специализированных учебных центрах США, Великобритании, Германии, Израиля, ОАЭ и ряда других стран.

В процессе выполнения работ по супервайзингу на территории РФ специалисты компании неоднократно поднимали вопрос о низкой квалификации работников подрядных организаций, привлекаемых для выполнения

ремонтных работ. Для решения этой проблемы было предложено проводить обучение работников подрядных организаций современным методам ремонта технологического оборудования.

Дальнейшая работа в этом направлении, а также отсутствие образовательных учреждений по этому профилю обусловило создание на базе СК ИНТРА научно-образовательного центра (НОЦ), который осуществляет реализацию программ дополнительного профессионального образования и профессионального обучения.

Создание НОЦ было продиктовано необходимостью обучения собственного персонала и персонала подрядных организаций новым технологиям выполнения ремонтных работ с использованием современного станочного парка, инструментов, материалов и технологий.

Разработка дополнительных образовательных программ осуществляется в соответствии с профессиональными стандартами и требованиями заказчиков. Взаимодействие с заказчиком образовательных услуг в процес-



Протачивание уплотнительных поверхностей

се создания программы обучения направлено на определение профессиональных компетенций слушателей, способствующих успешному выполнению ими трудовых функций с учетом особенностей конкретного производства. Успешному решению задачи способствует высокий профессионализм преподавателей НОЦ, знание профессиональных стандартов и потребностей конкретных предприятий.

В ходе реализации разработанных дополнительных профессиональных программ широко используются современные образовательные технологии, позволяющие формировать необходимые профессиональные компетенции слушателей. Электронные образовательные ресурсы (ЭОР) разрабатываются под конкретные программы обучения. Стандартная конфигурация ЭОР включает электронный учебник, предназначенный для самостоятельной работы слушателей, систему сопровождения лекций, позволяющую преподавателю формировать визуальный ряд из 2D и 3D графики и анимации, подсистему контроля знаний и систему управления учебным процессом.

Подсистема контроля знаний позволяет слушателю производить самоконтроль в ходе закрепления знаний на самоподготовке, оценивать его знания при завершении изучения темы или раздела и проводить итоговую аттестацию. Кроме широко распространенной практики контроля знаний с использованием 2D или 3D моделей механизмов широко используются понятийные тренажеры. Понятийные тренажеры позволяют сформировать схему действий обучаемого при решении той или иной технической задачи и проконтролировать уровень его знаний по технологии выполнения работ, например, сборки

болтового фланцевого соединения, ремонта теплообменного аппарата и т.д.

В целях повышения вариативности обучения создание ЭОР осуществляется на основе ссылочной модели совместного использования модулей контента (Sharable Content Object Reference Model). Это позволяет использовать общую базу графических и текстовых материалов по техническому объекту для создания учебных курсов, рассчитанных на слушателей различных уровней квалификации.

Электронные образовательные технологии способствуют интенсификации обучения, но не позволяют сформировать умения и навыки выполнения трудовых действий. Для решения этой задачи СК ИНТРА разработала и изготовила ряд учебных стендов и тренажеров, позволяющих эффективно отрабатывать весь комплекс действий при разборке-сборке различных фланцевых соединений с помощью ручного и механизированного инструмента, тренироваться в устранении утечек и восстановлении несущей способности трубопроводов, производстве проточки фланцев большого диаметра.

Деятельность научно-образовательного центра СК ИНТРА совершенствуется по мере решения различных задач для предприятий ТЭК. Формируются совместные проекты по разработке электронных образовательных ресурсов для межотраслевых региональных учебных центров и предприятий.

Новым направлением деятельности является разработка комплектов оценочных средств для определения соответствия компетенций работников требованиям профессиональных стандартов.



RPI

НЕФТЕГАЗОВЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ 2017



Международный форум
«ТОПЛИВНЫЙ РЫНОК РФ – 2017»
6-7 апреля, Москва



XIV Международная конференция
**«ОСВОЕНИЕ ШЕЛЬФА РОССИИ
И СНГ – 2017»**
19 мая, Москва, отель «Балчуг Kempinski»



II Международная конференция
**«ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МАСЛА И СОЖ
В МЕТАЛЛУРГИИ, МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ
И МАШИНОСТРОЕНИИ – 2017»**
11 октября, Москва, МВЦ «Крокус Экспо»



XVI Международный форум
**«СЕРВИС И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ
РОССИИ – 2017»**
13 октября, Москва, отель «Балчуг Kempinski»



VIII «МОСКОВСКАЯ НЕДЕЛЯ
СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ – 2017»
14-17 ноября, Москва



+7 (495) 502 54 33; +7 (495) 778 93 32



Konstantinova.Elena@rpi-inc.ru
Lisak@rpi-inc.ru



www.rpi-conferences.com

реклама

Защитные лабиринтные уплотнения подшипниковых узлов Flowserve Bearing Gard

А.Е. Бузовкин (Корпорация Flowserve)

Проблема

Известно, что около 91% подшипников качения, используемых в мировой промышленности, не достигают заложенного производителем базового расчетного ресурса L_{10} . Этот параметр предполагает, что лишь 10% изделий из группы идентичных подшипников, работающих в одинаковых условиях, могут не достигнуть расчетного ресурса без появления первых признаков усталости металла одного из колец или тел качения.

Многочисленные исследования показали, что основной проблемой выхода подшипников из строя является загрязнение их смазки. Наибольшее количество загрязнений попадает в корпус подшипников через места выхода вала и вентиляцию корпуса.

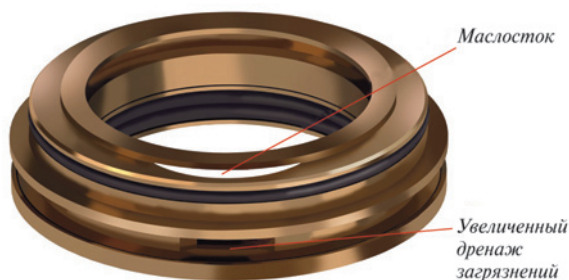
В процессе эксплуатации оборудование подвержено многочисленным температурным колебаниям: день/ночь, состояние покой/работа. При повышении температуры давление в замкнутом объеме корпуса подшипников увеличивается, при снижении – уменьшается. Для уравнивания давления с атмосферным применяются сапуны и/или стандартные лабиринтные уплотнения, через которые загрязнения попадают в корпус и смазку подшипников, что серьезно сокращает продолжительность их службы и приводит к выходу оборудования из строя.

Также установлено, что для электродвигателей, входящих в состав популярного и широко используемого сегодня регулируемого электропривода, основной причиной преждевременного выхода из строя является электрическая эрозия подшипников.

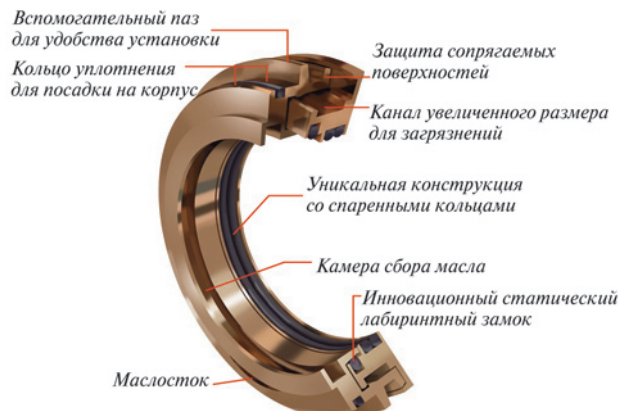
Решение

Корпорация Flowserve – ведущий мировой производитель механических уплотнений, насосов и запорно-регулирующей арматуры для промышленного применения – выводит на российский рынок новую группу продукции – лабиринтные уплотнения Bearing Gard, разработанные специально для защиты подшипниковых узлов вращающегося оборудования от попадания внешних загрязнений и предотвращения электрической эрозии.

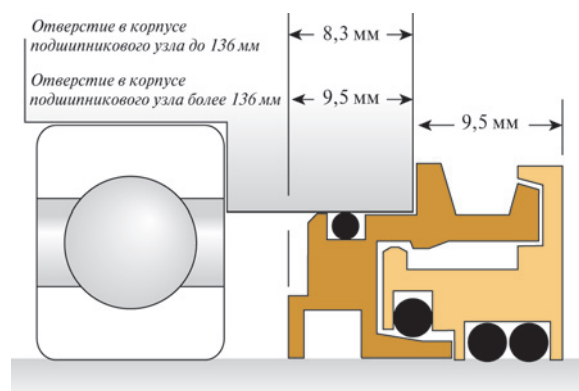
С одной стороны, конструкция защитных лабиринтных уплотнений Bearing Gard надежно изолирует внутреннюю полость подшипникового узла от внешних загрязнений,



Отверстия для маслостока и дренажа загрязнений



Защитное лабиринтное уплотнение Flowserve Bearing Gard



Разрез защитного уплотнения

а с другой – предотвращает утечки масла из подшипникового узла по валу. Кроме того, уплотнения с заземляющим кольцом AEGIS® обеспечивают высокую надежность и продление срока службы электродвигателей, работающих с частотными преобразователями.

Конструктивные особенности лабиринтных уплотнений Bearing Gard:

- работа уплотнения в неподвижном состоянии обеспечивается с помощью внутреннего уплотнительного кольца между корпусом и валом;
- работа уплотнения при вращении вала обеспечивается за счет лабиринта сложной конфигурации, который отлично зарекомендовал себя в условиях агрессивной окружающей среды;
- стандартная конструкция допускает осевые смещения вала в пределах 0,63 мм;
- при пуске уплотнение быстро переходит в бесконтактный режим работы без какого-либо износа вала или корпуса подшипника;
- важным преимуществом является предотвращение утечек масла из подшипникового узла.

Для лабиринтных уплотнений с заземляющим кольцом AEGIS® используются запатентованная технология

Electron Transport Technology™ и электропроводящие волокна Conductive microfibers™ для надежного съема напряжения с вала. Благодаря этим технологиям предотвращаются повреждения поверхности подшипников, обусловленные прохождением электрического тока, включая выкрашивание, и возможные изменения смазки из-за электрического тока и/или внешних загрязнений.

Технические характеристики лабиринтных уплотнений Bearing Gard

Диаметр вала для уплотнения:	
стандартного	23...203 мм
с заземляющим кольцом	23...152 мм
Максимальное осевое смещение вала	0,63 мм
Максимальное радиальное биение вала	0,13 мм
Линейная скорость вала	до 30 м/с
Материал неподвижного и вращающегося колец уплотнения	бронза
Материал уплотнительных колец	фторкаучук

Для валов диаметром до 150 мм отверстие в корпусе подшипникового узла на 20...50 мм больше диаметра вала, для валов диаметром более 150 мм отверстие в корпусе подшипникового узла на 25...50 мм больше диаметра вала.

Установочные размеры приведены на чертеже продольного разреза.

Смазка подшипников для стандартных уплотнений: жидкая (уровень масла в корпусе ниже сливного отверстия защитного уплотнения; осуществляется погружением, разбрызгиванием, масляный туман), консистентная, твердая.

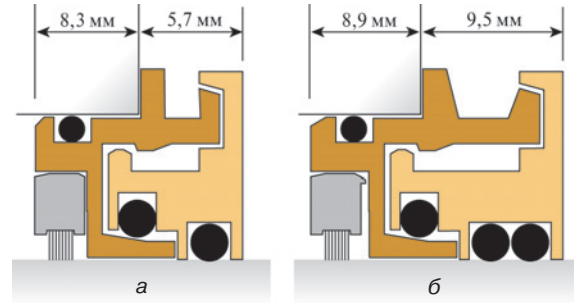


Защитное лабиринтное уплотнение Flowserve Bearing Gard с заземляющим кольцом

Смазка подшипников для уплотнений с заземляющим кольцом – консистентная, твердая.

Успешные результаты интенсивных стендовых испытаний уплотнения Bearing Gard показали, что их параметры соответствуют или превосходят требования следующих промышленных стандартов и систем сертификации: API 610, IEEE-841, IP-66, ATEX.

Уплотнения Bearing Gard могут успешно применяться для различных типов вращающегося оборудования –



Защитное лабиринтное уплотнение с заземляющим кольцом: а – уменьшенной толщины; б – стандартной толщины

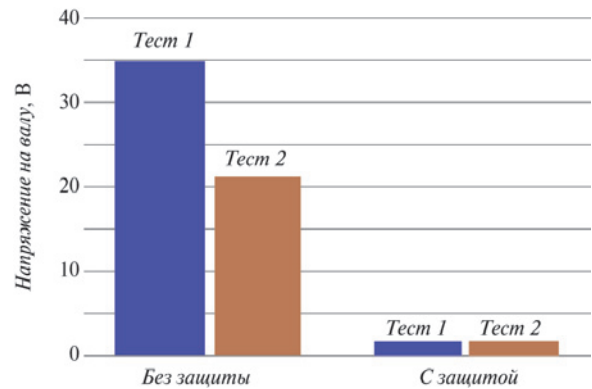
насосов, электродвигателей, редукторов, мультипликаторов, а также для замены резиновых манжетных уплотнений.

Большое количество защитных уплотнений стандартных типоразмеров и исполнений имеется на складе. Кроме того, корпорация Flowserve готова быстро разработать специальные решения под требования заказчиков.

Результат

Статистика показывает постоянный рост продаж предлагаемой продукции. Например, в 2016 г. было продано более 8000 уплотнений Bearing Gard во всем мире, что на 23% выше показателей 2015 г.

Таким образом, все больше потребителей делает ставку на инновационный продукт корпорации Flowserve, обеспечивающий увеличение срока службы подшипников и межремонтного интервала оборудования, снижение аварийности, затрат на ремонт и потерь по причине простоя оборудования.



Снижение напряжения на валу электродвигателя, оборудованного защитными уплотнениями с заземляющим кольцом

Заключение

Корпорация Flowserve обладает рядом преимуществ: возможностью комплексной поставки насосных агрегатов, оснащенных всеми необходимыми для надежной работы компонентами – механическими уплотнениями вала и защитными лабиринтными уплотнениями подшипников Bearing Gard.

Корпорация Flowserve постоянно работает над расширением ассортимента своей продукции и техническими решениями для заказчиков.

Импортозамещение по версии компании «МосЦКБА»

Ю.Д. Логанов, В.В. Мороз (ОАО «МосЦКБА»)

В последнее время термин «импортозамещение» не сходит с уст представителей власти, средств массовой информации, с трибун различных форумов, семинаров и других мероприятий. Порой его используют не «к месту» и «не в тему», а лишь для того, чтобы презентовать себя как прогрессивного мыслителя, производителя или в иных целях саморекламы. В результате такого подхода смысл этого слова размылся и потерял свою значимость. Если трактовать данный термин буквально, то импортозамещение – это замещение на рынке товаров, производимых ранее за рубежом, товарами, произведенными внутри страны. После введения взаимных санкций Россией и странами Запада замена импортных товаров отечественными имеет стратегическое значение для нормального функционирования и развития промышленности. Но главной стратегической задачей импортозамещения является придание импульса развитию и росту собственной экономики. Закономерным и давно ожидаемым шагом в этом направлении стало закрепление тенденции на переход к продукции собственного производителя в России в «Законе о промышленной политике в Российской Федерации», по которому ранее существовавший принцип равного отношения к отечественным и зарубежным товарам теперь заменен общей концепцией приоритетности отечественных товаров. Для того, чтобы идти в ногу со временем и не оказаться в хвосте передела отечественного рынка, многие предприятия и организации включились в реализацию этой стратегии, но продемонстрировали при этом разные подходы к решению данной проблемы. Сегодня четко прослеживается три направления в этом движении. О первом уже упоминалось выше: это профанация и пустые разговоры к месту и не к месту, за которыми, как правило, нет реальных действий. Второй путь, который выбрали многие предприятия, это создание «двойников» тех изделий, которые перестали поступать на отечественный рынок. Так на российском рынке трубопроводной арматуры начали появляться «клоны» шаровых кранов «ORBIT», осевых затворов и антипомпажных клапанов «MOKVELD», электрогидравлических приводов шаровых кранов «Biffi» и т.д. Другие предприятия, в том числе и инжиниринговая компания ОАО «МосЦКБА», выбрали третий путь: создание и патентование отечественных разработок, востребованных на промышленных объектах страны. В рамках этого направления ОАО «МосЦКБА» совместно с компанией патентных поверенных РФ «Знак Патента» были подробно изучены вопросы, связанные с текущим состоянием, сложившимся в России с правовой защитой интеллектуальной собственности, и определена стратегия борьбы с явлениями «интеллектуального рейдерства» [1]. На самом деле указанный второй путь является очень рискованным, так как предприятия, выбравшие его, имеют большую вероятность нарваться на так называемые «интеллектуальные мины» – специально созданные искусственные препятствия, целью которых является не защита интеллектуальной

собственности на продукцию, а искусственное принуждение предприятий к выплате денежных компенсаций либо к покупке патентов или лицензий. Кроме того, многие зарубежные изделия имеют высокую стоимость, достаточно наукоемки и, хотя, как правило, и защищены патентами, но зачастую оторваны от российских реалий. Только отечественный разработчик по-настоящему знает потребности эксплуатирующих трубопроводную арматуру предприятий, а также условия, в которых она работает. Простое копирование перечисленных изделий для некоторых наших фирм представляется наиболее простым путем в рамках реализации программы импортозамещения, но на самом деле – это путь тупиковый, так как в перспективе здесь стоит ожидать исков от зарубежных патентообладателей. К тому же следует признать, что у отечественного производителя отсутствует необходимая технологическая база для качественного изготовления подобной продукции. Поэтому и происходит, например, так: вроде бы и создали свой электрогидравлический привод, но львиная доля комплектующих продолжает закупаться за рубежом. Учитывая богатую историю научных разработок, которые осуществлялись у нас в стране в советский период в таких отраслях народного хозяйства, как космонавтика, авиация, химическая промышленность, энергетика, машиностроение, в том числе и арматуростроение, наконец-то пришло время наверстать упущенные позиции и создать отечественные наукоемкие и патентоспособные изделия.

Да, это сложный путь, но ОАО «МосЦКБА» в последнее время уделяет именно такому подходу большое внимание. Примером могут служить разработанные специалистами компании простые и надежные конструкции регулирующей арматуры, созданные на базе шаровых кранов. Впервые они были представлены экспертному сообществу на Арматуростроительном Форуме в апреле 2015 г. Это две принципиально новые конструкции запорно-регулирующих шаровых кранов. Один кран – с плавающей пробкой и уплотнением «металл по металлу», имеющий уникальную конструкцию с изменяемой геометрией корпуса, предназначенный для абразивных высокотемпературных сред (рис. 1) [2, 3], второй кран – с мягким уплотнением и пробкой в опорах – для природного газа высокого давления (рис. 2) [4].

В запорно-регулирующем шаровом кране с регулируемым поджатием и изменяемой геометрией корпуса (см. рис. 1) поворот пробки происходит в разблокиро-

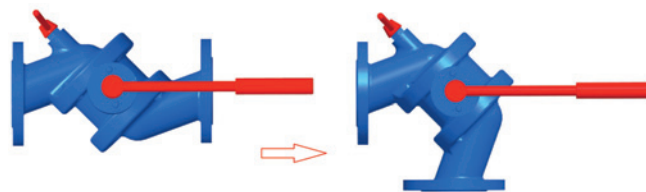


Рис. 1. Запорно-регулирующий шаровой кран с регулируемым поджатием и изменяемой геометрией корпуса

ванном «свободном» состоянии, что уменьшает износ седел и пробки и увеличивает срок службы крана. Кроме того, седла запорно-регулирующего крана не поджаты пружинами, как в обычном шаровом кране «металл по металлу» с аналогичными параметрами, поэтому требуется значительно меньшее усилие для поворота пробки. Более того, в отличие от классического клеточного регулирующего клапана новый запорно-регулирующий кран может работать на загрязненных средах и не требует установки дополнительных фильтров, так как при заблокированной пробке в нем нет ходовых зазоров. В случае необходимости кран может быть легко очищен, для чего достаточно разблокировать штоком шаровую пробку (создав ходовой зазор) и сделать рукояткой несколько поворотов в разные стороны, удалив посторонние включения с поверхности шара и седел. При этом кромки седел и пробки будут выполнять роль скребков. В случае негерметичности затвора имеется возможность закрыть запорно-регулирующий кран «посильнее», аналогично клапану или задвижке. При необходимости кран может быть легко трансформирован из проходного в угловой поворотом выходного патрубка на 180°. Такая конструкция может быть востребована в нефтегазовой и химической промышленности для комплектации сепараторов, а также в иных случаях (абразивные среды). Кроме того, такие краны незаменимы при ограниченном пространстве для размещения трубопроводной обвязки.

Запорно-регулирующий шаровой кран с пробкой в опорах (см. рис. 2) может применяться для управления средами высокого давления. При этом за счет конструктивного исполнения «пробка в опорах» момент при закрытии и открытии крана будет относительно небольшим. Одна из опор пробки в кране, кроме главной функции, выполняет и дополнительную – функцию регулирующего органа. В отличие от классического односедельного регулирующего клапана новый запорно-регулирующий кран является прямооточным и имеет меньший коэффициент сопротивления. Седла запорно-регулирующего крана постоянно поджаты пружинами к шаровой пробке, что обеспечивает отсутствие протечек в широком диапазоне давлений рабочей среды. В открытом и закрытом положении шаровой пробки сальниковые узлы отсечены седлами от воздействия рабочей среды, т.е. разгружены, благодаря чему появляется возможность замены сальниковых колец без сброса давления.

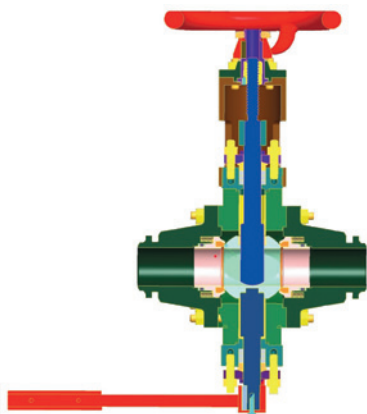


Рис. 2. Запорно-регулирующий шаровой кран с надежной герметичностью в закрытом положении

Эти запорно-регулирующие шаровые краны были созданы на базе серийной продукции, поэтому они вполне доступны для освоения отечественными производителями шаровых кранов. Благодаря многофункциональности, применение таких кранов в обвязке технологического оборудования на производственных объектах позволяет вместо двух единиц трубопроводной арматуры (запорной и регулирующей) установить одну, что дает возможность сэкономить значительные средства.

На Газовом форуме в Санкт-Петербурге была представлена еще одна новая разработка ОАО «МосЦКБА» – инновационный межфланцевый регулятор «Квадрига» (рис. 3) [5, 6], разработанный также на базе шаровых кранов и предназначенный для установки в обвязке скважин. Помимо этого, «Квадрига» может применяться для ступенчатого регулирования потока абразивных сред в химической промышленности. Регулятор «Квадрига» не имеет аналогов как на отечественном, так и на зарубежном рынке; его применение даст возможность ступенчато регулировать расход абразивной рабочей среды при обеспечении герметичности в запорном органе по классу «А» (и это при давлении рабочей среды до 35МПа!).

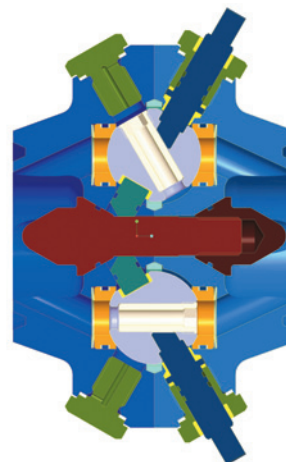


Рис. 3. Многоканальный регулятор высокого давления «Квадрига» со сменными дросселями

В сентябре 2015 г. в рамках Дискуссионного клуба «Трубопроводная арматура для агрессивных сред. Особенности конструкций и материалы», проводившегося под эгидой НПАО, ОАО «МосЦКБА» представило инновационную конструкцию шарового крана DN50 PN25 (рис. 4) [7, 8]. В этой конструкции полностью отсутствуют металлические детали, в том числе крепеж и пружины: весь кран изготовлен из полимерных композиционных материалов, обладающих высокой коррозионной стойкостью против агрессивных сред. Такая конструкция способна составить достойную конкуренцию шаровым кранам из высоколегированных сталей за счет более низкой цены. Композиционные материалы позволяют массово изготавливать шаровые краны с минимальным использованием производственных площадей и привлекаемого персонала. Небольшая масса крана существенно упрощает логистику. В конструкции при герметизации запорного органа используется «эффект клина», при котором поджатие седел к пробке происходит только в конечный момент закрытия крана, что позволило по-

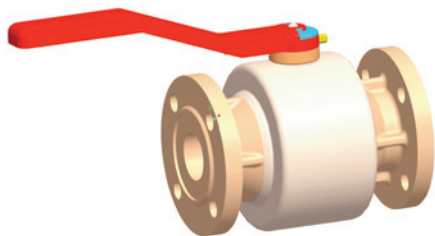


Рис. 4. Шаровой кран из композиционных материалов с клиновым поджатием плавающих седел к пробке

лучить низкий момент, необходимый для управления. Посредством того, что 90% поворота шаровой пробки происходит без ее контакта с уплотнением седел, существенно увеличивается ресурс крана. Кроме того, возможность производить корректировку износа уплотнений шаровой пробки без демонтажа крана из трубопровода совместно со свойством полимерных материалов не обрастать отложениями, содержащимися в рабочей среде, обеспечивают очень высокую надежность крана при эксплуатации. Благодаря применению байонетного соединения сальниковой втулки с корпусом, появилась также возможность быстро менять уплотнения шпинделя без применения специальных приспособлений: эта операция осуществляется оператором на месте с помощью рукоятки крана, которая выполняет дополнительную функцию приспособления и ключа.

Одной из последних разработок компании стала инновационная концепция так называемого «умного» шарового крана с управляемыми седлами (рис. 5) [9], которая была представлена экспертному сообществу на «Арматуростроительном форуме» в июне 2016 г. Новая концепция конструкции шарового крана базируется на отводе седел от запорного органа штатным блоком управления пневмогидравлического привода при отработке им дистанционно подаваемых системой автоматического управления команд «открыть» или «закрыть» кран и позволяет создать более дешевые и надежные шаровые краны для магистральных газопроводов. Эти качества достигаются за счет снижения массы и уменьшения трудоемкости изготовления запорного органа, снижения момента, необходимого для управления шаровым краном, уменьшения размеров и массы силовых деталей крана, применения для управления менее мощных и более дешевых приводов, а также увеличения ресурса уплотнительных эле-

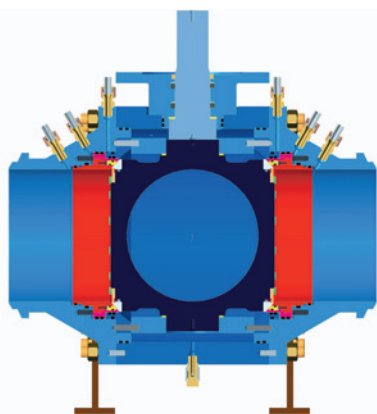


Рис. 5. Шаровой кран с управляемыми седлами в разрезе

ментов. Внедрение новой концепции позволит на 20% снизить стоимость крана в сборе с приводом и повысить ресурс работы уплотнений в 3 и более раз по сравнению с шаровыми кранами традиционной конструкции.

Следующим шагом по созданию инновационного оборудования для газотранспортной системы страны стала последняя разработка ОАО «МосЦКБА», которая презентована на круглом столе «Развитие российского производства технологического оборудования для объектов энергетики и промышленности» (Санкт-Петербург, март 2017 г.). Это ручной гидравлический насос «Тандем» (рис. 6) [10], предназначенный для применения в качестве ручного дублера пневмогидравлических приводов шаровых кранов магистральных трубопроводов. При его разработке решалась задача упрощения конструкции, повышения производительности, надежности,

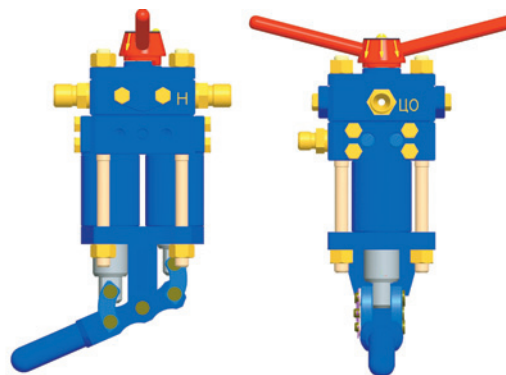


Рис. 6. Насос ручной гидравлический «Тандем»

ремонтпригодности и удобства работы при управлении пневмогидравлическими приводами. Конструкция насоса «Тандем» имеет существенные преимущества перед аналогичной продукцией, представленной сегодня на рынке. Конструкция представляет собой двухплунжерный насос с гидрораспределителем, выполненным на базе трехходового многоканального шарового крана. Нагнетание в насосе «ТАНДЕМ» осуществляется как при движении рукоятки вниз, так и при движении вверх, т.е. у рукоятки отсутствует «холостой ход». Двухплунжерная схема насоса позволяет создать непрерывное движение гидравлической жидкости по трубопроводам, что снижает гидравлическое сопротивление в них и повышает КПД насоса (уменьшаются щелевые и объемные потери). Применение модульной схемы, в которой гидрораспределитель, клапанная коробка и рабочие цилиндры выделены в отдельные узлы, позволяет обеспечить свободный доступ к нагнетательным и всасывающим клапанам, а также к деталям гидрораспределителя, что повышает ремонтпригодность конструкции. Седла клапанов и уплотнительные седла шарового золотника выполнены съемными, поэтому они могут быть легко демонтированы для промывки, ремонта или заменены новыми. Удачным решением стало и то, что седла нагнетательного и всасывающего клапанов изготовлены в виде шайб, каждая из сторон которых является рабочей поверхностью. Благодаря этому в случае выработки на уплотнительной поверхности седла или ее повреждения с одной стороны, седло может быть развернуто обратной стороной и опять установлено в клапанную коробку насоса; в этом случае

будет использоваться резервная уплотнительная поверхность. Насосы «Тандем», кроме использования для комплектации пневмогидравлических приводов шаровых кранов и приводов другой крупногабаритной трубопроводной арматуры, могут применяться для опрессовки резервуаров, котлов, других емкостей и трубопроводов. Они могут служить источником давления в стендах для испытаний трубопроводной арматуры и деталей трубопроводов на предприятиях с небольшим объемом производства, когда приобретение специализированного испытательного оборудования экономически не оправдано. Насосы «Тандем» могут также использоваться в гидравлических системах, в которых необходимо создать высокое давление при небольшом расходе.

Приведенные примеры иллюстрируют тот путь, который выбрало для себя ОАО «МосЦКБА» при решении задач импортозамещения: создание принципиально нового оборудования, которое не имеет аналогов за рубежом и может быть запатентовано как в России, так и в других странах. В данной статье не перечислены другие работы, проводимые специалистами ОАО «МосЦКБА», например, по созданию шаровых кранов для систем атомных станций, криогенной трубопроводной арматуры, распределительной арматуры и многие другие. К сожалению, большая инерция производственных мощностей предприятий, осторожность инвесторов и заказчиков по отношению ко всему новому и необычному, утрата веры в собственные силы, космополитизм во взглядах некоторых чиновников не позволяют быстро внедрять новые разработки в производство. Несмотря на это, инжини-

ринговая компания «МосЦКБА» и далее будет продолжать работы по созданию новых конструкций и по закреплению в отношении их приоритета Российской Федерацией. В этом и заключается, по нашему мнению, процесс действительного, рационального импортозамещения и защита отечественного рынка от зарубежных конкурентов.

Список литературы

1. *Логанов Ю.Д., Мороз В.В., Слыхов А.А., Терешкина Т.М.* Монополия на интеллектуальную собственность – один из важнейших инструментов импортозамещения//Газовая промышленность. 2016. №3. С. 36–42.
2. Пат. №154808 РФ. МПК F 16K 5/00. Шаровой кран с регулируемым поджатием и изменяемой геометрией.
3. *Мороз В.В.* Кентавры на трубе//Арматуростроение. 2014. №6. С. 36–40.
4. *Мороз В.В.* Кентавры на трубе//Арматуростроение. 2015. №1. С. 58–63.
5. Пат. №2610622 РФ. МПК F 16K 5/10. Многоканальный регулятор высокого давления «Квадрига» со сменными дросселями.
6. *Мороз В.В.* Квадрига Аполлона//Арматуростроение. 2015. №5. С. 48–53.
7. Пат. 2588337 РФ. МПК F16K 5/20. Шаровой кран с клиновым поджатием плавающих седел к пробке.
8. *Логанов Ю.Д., Мороз В.В.* Инновационные шаровые краны из композиционных материалов для агрессивных сред//Химическая техника. 2016. №7. С. 20–23.
9. *Мороз В.В., Логанов Ю.Д.* Разрыв шаблона//Арматуростроение. 2016. №1(100). С. 51–58.
10. *Мороз В.В., Логанов Ю.Д.* Механическое «сердце» пневмогидравлического привода//Арматуростроение. 2017. №2(107). С. 50–57.



6-7 июня 2017 г. в ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва) состоится Девятая Всероссийская конференция «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ - 2017», посвященная модернизации оборудования электростанций, ТЭЦ, АЭС, ГРЭС, ТЭС, повышению ресурса и эффективности турбин, котлов и другого энергетического оборудования, автоматизации, надежности, газоочистке, водоподготовке и водоочистке, антикоррозионной защите, восстановлению и усилению зданий и оборудования, экологии и промышленной безопасности энергетики.

Каждый год в работе конференции принимают участие около 150 делегатов.



Условия участия, бланки заявок, сборники предыдущих конференций, а также другую информацию - см. на сайте www.intecheco.ru

т.: +7 (905) 567-8767, ф.: +7 (495) 737-7079 admin@intecheco.ru

Газотурбинные установки АО «Дальэнергомаш» для технологических агрегатов УКЛ-7

В.В. Кондратюк, Р.В. Гулидов (АО «Дальэнергомаш»)

Внедрение технологии производства слабой азотной кислоты на базе агрегатов УКЛ-7 на предприятиях азотной промышленности началось в начале 70-х гг. прошлого века. Выпуск азотной кислоты на базе агрегата УКЛ-7 мощностью 120 тыс. т мнг HNO_3 /год (по схеме с одним давлением 7,3 ата) увеличивался почти в 3 раза по сравнению с используемой в то время низкоэффективной технологией с двумя давлениями 1/3,5 ата (45 тыс. т/год). Энергетическим ядром технологической схемы УКЛ-7 стала газовая высокотемпературная турбина, которая служит приводом осевого компрессора, подающего воздух на технологические нужды, и для рекуперации энергии очищенного от окислов азота выхлопного газа («хвостовых газов»).

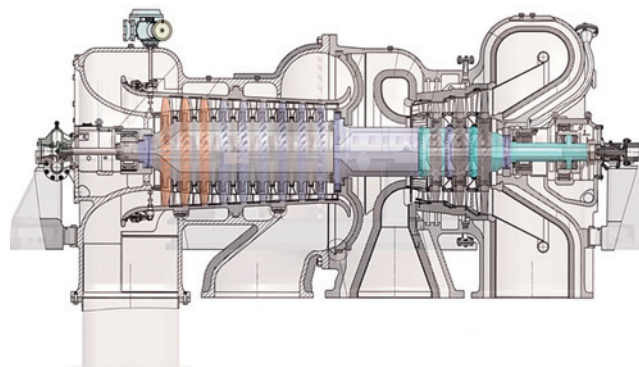
Серийный выпуск газотурбинных установок ГТТ-3 для работы в составе агрегата УКЛ-7 был освоен на Дальневосточном заводе энергетического машиностроения (в настоящее время – АО «Дальэнергомаш») в 1970 г. [1]. Кроме собственно турбокомпрессора, установка включает редуктор (мультипликатор), дожимной нагнетатель воздуха, разгонный приводной электродвигатель и другие узлы. С 1977 г. стала поставляться модернизированная установка ГТТ-3М. По состоянию на сегодняшний день заводом произведено и поставлено на предприятия азотной промышленности России, Украины, Узбекистана, Литвы, Казахстана более 180 газотурбинных установок для технологических линий УКЛ-7.

Новая газотурбинная установка ГТТ-9 для замены ГТТ-3М

Учитывая, что эксплуатация агрегатов УКЛ-7 на большинстве предприятий азотной промышленности осуществляется уже 35–40 лет, их составные элементы и заложенные в технологии решения объективно нуждаются в замене более технически совершенными. В последние 10–15 лет модернизация агрегатов УКЛ-7 ведется с нарастающей интенсивностью практически на всех ведущих азотных предприятиях страны [2]. Не обошел этот процесс и газотурбинную установку ГТТ-3М.

Задача модернизации ГТТ-3М состояла в упрощении конструкции, повышении КПД и производительности установки, применении современной системы автоматического регулирования при условии сохранения прочих выходных технологических параметров и установочных и монтажных размеров. Совместно с ФГУП «ММП «Салют» и ФГУП «Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова» завод «Дальэнергомаш» успешно решил эту задачу, разработав газотурбинную установку ГТТ-9 [3]. При этом проточная часть турбокомпрессора разработана с использованием современных методов проектирования и оптимизации, используемых в авиационном моторостроении (продольный разрез представлен на рисунке).

Основные конструктивные отличия и преимущества ГТТ-9 перед ГТТ-3М:



Продольный разрез агрегата ГТТ-9

- установка турбины в действующую технологическую линию УКЛ-7 с минимальными доработками корпусных деталей и воздухопроводов;
- полнонапорное сжатие в модернизированном осевом компрессоре, что позволило исключить из состава установки дожимной нагнетатель и редуктор;
- повышенная производительность (на 27% по сравнению с ГТТ-3М) и возможность ее регулирования в диапазоне 80–105% номинальной;
- высокая топливная эффективность (потребление природного газа меньше на 10–15% по сравнению с ГТТ-3М);
- для изоляции «горячей части» турбокомпрессора использованы современные материалы, исключающие проблемы с попаданием в воздушный тракт элементов изоляции;
- новые опорные демпферные подшипники скольжения с самоустанавливающимися вкладышами на гидростатической пленке, обеспечивающие более высокую несущую и демпфирующую способность во всем диапазоне режимов эксплуатации установки;
- пуск турбины осуществляется от высокооборотного электродвигателя с преобразователем частоты, что позволяет исключить использование промежуточной передачи (мультипликатора) и снизить нагрузки на турбокомпрессор во время пуска;
- благодаря оптимизации конструкции, оптимальному выбору материалов основных деталей турбокомпрессора и обеспечению необходимых коэффициентов запаса увеличен эксплуатационный ресурс работы турбины до 150 000 ч (на 25% больше, чем у ГТТ-3М).

Установка ГТТ-9 и ряд конструктивных решений защищены патентами РФ.

Улучшение технико-экономических показателей работы в результате сокращения потребления природного газа, электроэнергии, воды и масла, повышения производительности, снижения стоимости средних и капитальных ремонтов из-за сокращения числа узлов и деталей, имеющих ограниченный срок службы (рабочих лопаток, зубчатых муфт, зубчатых передач), делает уста-

новки ГТТ-9 достойной заменой выработавшим свой ресурс агрегатам ГТТ-3М. В настоящее время на заводе изготавливается головной образец установки ГТТ-9.

Эволюционный подход к модернизации ГТТ-3М

В отсутствие промышленного образца газотурбинной установки ГТТ-9 для удовлетворения потребностей предприятий азотной промышленности в обновлении и замене газотурбинного оборудования предлагается руководствоваться эволюционным подходом. Как сильные стороны, так и недостатки газотурбинной установки ГТТ-3М хорошо известны специалистам. ГТТ-3М является единственной промышленной турбиной, разработанной специально для агрегата УКЛ-7, и за почти 50-летний период применения продемонстрировала высокую эксплуатационную надежность.

К числу «узких мест» газотурбинной установки ГТТ-3М в основном относятся следующие:

- невозможность полной автоматизации работы установки;
- морально устаревший приводной двигатель;
- отсутствие постоянной системы виброконтроля;
- перегрев и коробление корпуса;
- высокие затраты на обслуживание.

В последние годы АО «Дальэнергомаш» проведена большая работа по совершенствованию конструкции и автоматизации работы установки, что позволило исключить эти недостатки в установках ГТТ-3М, предлагаемых к поставке в настоящее время [4].

Взамен морально устаревшей гидравлической системы регулирования газотурбинная установка ГТТ-3М сегодня оснащается современной системой на базе микропроцессорной техники. Новая электропневматическая система регулирования полностью исключает использование масла. Соответственно, исключается контур масла предельной защиты: регулятор скорости, блок стопорного и регулирующих клапанов с ограничителем приемистости, перепускной воздушный клапан, электромагнитный вентиль, байпасный клапан с сервомотором, автомат безопасности с масляным выключателем, противопомпажный клапан с сервомотором, электромагнитный выключатель, масляные реле осевого сдвига.

В состав системы входят станция контроля и управления, предусматривающая запись поступающей информации на жесткие диски для анализа критических параметров; контроллер Allen Bradley или Siemens; блок топливных (стопорный и регулирующий) клапанов Woodward; антипомпажный клапан (АПК); регулирующий клапан на подаче первичного воздуха в универсальную камеру сгорания (УКСТ), датчики давления и перепада давления.

Данная система регулирования предназначена для выполнения следующих функций:

- автоматический пуск, плановый и аварийный остановки установки;
- измерение частоты вращения с точностью ± 1 об/мин;
- поддержание заданного соотношения топливный газ – первичный воздух в камере сгорания УКСТ;
- предельное (ограничивающее) регулирование температуры газов перед турбиной и давления воздуха за центробежным нагнетателем;
- управление регулирующим (дозированным) топливным клапаном, регулирующим клапаном первичного возду-

ха на УКСТ, АПК, разгонным электродвигателем, клапанами запальной и дежурной горелок, маслонасосами, стопорным клапаном;

- выдача аварийного сигнала при превышении предельно допустимой частоты вращения турбокомпрессора;
- сохранение работоспособности системы при неисправности датчиков или информационных каналов связи;
- архивирование параметров, задействованных в системе, для последующего анализа;
- интеграция с АСУТП по цифровому каналу связи в объеме всех сигналов, задействованных в системе.

Привод установки заменен современным электродвигателем с частотным регулированием. В качестве разгонного электродвигателя турбины ГТТ-3М предлагается использовать асинхронный двигатель Siemens либо ABB мощностью 800 кВт с подшипниками скольжения или подшипниками качения (по выбору заказчика). Все критические скорости двигателя находятся выше его номинальной частоты вращения.

После завершения разгона турбины обеспечивается синхронный перевод питания двигателя с преобразователя частоты на сеть с последующим выводом преобразователя частоты, который может быть использован для возможного запуска другой турбины (в случае необходимости).

Функциональные возможности преобразователя частоты, в частности, включают:

- встроенную цифровую защиту трансформатора, преобразователя и двигателя (защита от перенапряжений со стороны сети, защита от коротких замыканий, защита от обрыва фазы, защита от перегрузки, токовая отсечка, защита от небаланса фаз, защита от тепловой перегрузки);
- функцию подхвата вращающегося двигателя;
- конфигурируемую цифровую индикацию скорости, токов, напряжений и т.д.;
- встроенные журналы событий, неисправностей и аварий;
- панель управления с цифровой индикацией;
- возможность работы при отсутствии питающего напряжения в течение 5 периодов входного напряжения;
- функцию прохода критической скорости.

Газотурбинная установка ГТТ-3М поставляется в комплекте с термопреобразователями сопротивления и датчиками вибрации на корпусах подшипников турбокомпрессора, нагнетателя, редуктора и электродвигателя, а также с датчиком осевого сдвига ротора турбокомпрессора.

Все сигналы от указанных датчиков заводятся в контроллер системы регулирования и управления.

В конструкции поставляемой сегодня газотурбинной установки ГТТ-3М учтен опыт эксплуатации этих газотурбинных установок и внесены существенные изменения, улучшающие безопасность и эксплуатационные характеристики установки.

Среди наиболее значимых конструктивных улучшений можно выделить следующие:

- для предотвращения раскрытия горизонтального разъема впускной вставки и прорыва горячих газов в корпусе турбины установлена впускная вставка новой конструкции – литая из жаропрочной стали с затягивающимся горизонтальным разъемом;
- разнесенная маслосистема заменена выполненной в виде отдельного блока;

- новая универсальная камера сгорания турбины УКСТ имеет улучшенные экологические показатели (малотоксичная) и увеличенный ресурс работы;
- усовершенствована изоляция корпуса турбины, в которой применены современные термостойкие материалы;
- маслобак, трубопроводы, масло- и воздухоохладители выполнены из коррозионно-стойкой стали.

Применение новой электропневматической системы регулирования и частотно-регулируемого привода

позволяет исключить человеческий фактор при пусках турбины, что традиционно является основной причиной перегрева и последующего коробления корпуса турбокомпрессора. Сохранение заводской геометрии корпуса является залогом снижения затрат на ремонтные работы (по сравнению с действующими установками ГТТ-3М) и увеличивает эксплуатационный ресурс оборудования при сохранении надежности работы установки в целом.



Открытое акционерное общество
«Научно-исследовательский и проектный
институт карбамида»

9-я Международная научно-практическая конференция

«Карбамид-2017»

Нижний Новгород, 6-8 июня 2017 года

В программе конференции – новые разработки и уже реализованные проекты ОАО «НИИК» в части строительства и реконструкции химических производств, будут представлены также современные технологии проектирования при строительстве и эксплуатации.

ОАО «НИИК» обобщит свой опыт работы в качестве инжиниринговой компании, обладающей компетенцией для выполнения работ по проектированию, поставке оборудования и строительству на условиях ЕРС (сдача объекта «под ключ»).

В деловой программе конференции будут отражены и такие актуальные для представителей заводов по производству минеральных удобрений проблемы, как диагностика, обследования и ремонт оборудования.

Обсудить вопросы производства карбамида участники конференции смогут во время экскурсии и рабочих встреч в ОАО «НИИК». Темами для обсуждения станут возможности 3D-проектирования, компьютерный технологический тренажер, получение сложных удобрений в скоростном барабанном грануляторе с демонстрацией лабораторной установки СБГ, коррозионные обследования и ремонты.

Конференция проводится на базе конгресс-отеля «Маринс парк отель», Нижний Новгород

Контакты:

Тел.: (8313) 26-49-68

Факс: (8313) 25-52-21, 26-19-95

E-mail: pr@niik.ru

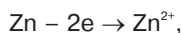
<http://www.niik.ru>

Антикоррозионные цинкнаполненные покрытия для защиты оборудования и металлоконструкций

С.В. Афанасьев (Тольяттинский госуниверситет), Сантьяго Ариас (фирма «Хемпель»)

Для повышения безопасной эксплуатации химического оборудования и резервуарных парков с нефтепродуктами проводятся обширные работы по их антикоррозионной защите. Среди большого разнообразия антикоррозионных грунтовок важное место занимают материалы, содержащие металлический цинковый порошок и называемые цинкнаполненными протекторными грунтовками (ЦНПГ). Именно они получили широкое распространение в нашей стране и за рубежом и являются надежной альтернативой другим методам антикоррозионной защиты металлических конструкций. Рассмотрим главные отличительные особенности производимых ЦНПГ. Механизм протекторной защиты поверхности базируется на том, что электрохимический потенциал протекторного металла (цинк) существенно ниже, чем железа.

Это приводит к тому, что при проникновении влаги в защитное покрытие образуются многочисленные микрогальванические пары, в которых металлический цинк выступает в качестве анода, а защищаемый металл является катодом. Соответственно, коррозионному воздействию подвергается только анод, который постепенно растворяется по следующей реакции:



а металлическая подложка в свою очередь пассивируется за счет реакции: $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4e \rightarrow 4\text{OH}^-$.

В результате ионы цинка связываются гидроксильными ионами в труднорастворимую амфотерную гидроокись. Это соединение, а также основные соли цинка могут концентрироваться на стальной поверхности, защищая ее от последующего коррозионного разрушения [1].

В соответствии со сложившимся в науке мнением выделяют две основные стадии противокоррозионной защиты металлов цинкнаполненными протекторными грунтовками: катодную (электрохимическую) и барьерную.

Катодная защита осуществляется благодаря высокому содержанию в ЦНПГ порошка цинка. При повреждении покрытия или при воздействии на него агрессивной среды начинают работать гальванопары «железо–цинк», в которых цинк подвергается жертвенному растворению с образованием продуктов окисления. При этом труднорастворимые продукты постепенно накапливаются в микропорах покрытия, оно уплотняется и становится менее проницаемым для агрессивных веществ [2]. Наступает гидроизолирующая стадия защиты. При кажущейся простоте такого объяснения реальные процессы, протекающие в ЦНПГ различного состава, значительно сложнее. В зависимости от формы, качества и количества цинкового порошка, а также от химической природы используемого пленкообразующего полимера общее коррозионно-защитное поведение покрытий и вклад в него протекторного и гидроизолирующего механизмов оказываются различными. Это обусловлено уникальностью неупорядоченной структуры формирующихся покрытий.

По мнению авторов работы [3], условием реализации протекторной защиты является существование цепочек из частиц цинкового порошка, электрически связанных между собой и со стальной подложкой. В многочисленных работах этих авторов показано, что при массовой доле цинковых частиц более 65% в ЦНПГ скачкообразно нарастает электропроводность, т.е. уже при данной массовой доле цинкового порошка в покрытии реализуется протекторная защита. Именно при этом условии в ЦНПГ возникают первые бесконечные кластеры типа «А» (цепочки контактирующих между собой частиц цинка), показанные на рис. 1.

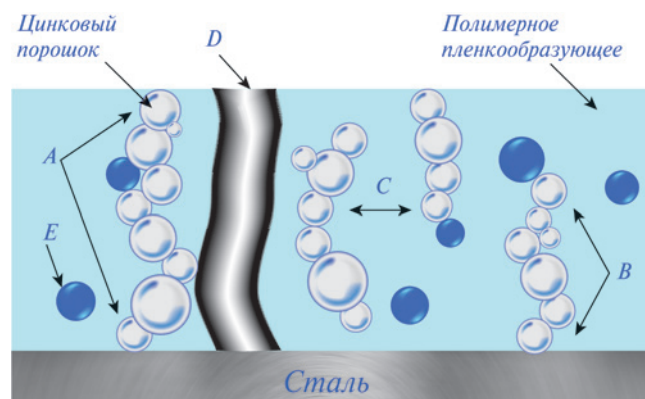


Рис. 1. Основные структурные элементы цинкнаполненного покрытия:

А – бесконечные кластеры, определяющие сквозную проводимость, участвующие в реализации протекторного механизма защиты при их контакте с агрессивной средой; В – кластеры, контактирующие с металлом-основой, но не выходящие на поверхность и активно влияющие на защитные свойства по мере проникновения агрессивной среды вглубь пленки; С – «висячие» кластеры, не образующие гальванопар; D – открытые (сквозные) поры; E – микропоры

При возникновении на поверхности лакокрасочного покрытия какого-либо дефекта под действием агрессивной среды или условий эксплуатации в реакцию вступает цинк В-кластера, который, действуя по катодному механизму, предотвращает коррозию стали и «залечивает» повреждение. Анодное растворение цинка продолжается до тех пор, пока образующиеся труднорастворимые продукты коррозии не заполнят поры покрытия D уплотняя их и прекращая доступ агрессивной среды к металлической поверхности. Указанный процесс начинается с поверхности защитного слоя и затем постепенно проникает на определенную глубину. В таком состоянии цинкнаполненные покрытия выступают уже в роли предохраняющего барьера, обеспечивающего блокировку металла от проникновения к нему воды, воздуха и других коррозионно-активных веществ. Однако это не исключает повторного проявления местного протекторного защитно-

го действия в случае локальных повреждений покрытия и доступа агрессивного электролита к более глубоко расположенным частицам цинка. Как правило, в тонких слоях (до 10...20 мкм) цинк играет в основном роль протектора, однако срок службы такого покрытия ограничен продолжительностью растворения диспергированных частиц металла [4].

Важным условием протекторной защиты является наличие электрического контакта цинкового кластера со стальной поверхностью, а также электропроводимость самой ЦНПГ. Это достигается прежде всего за счет высокой степени наполнения пленки металлическим порошком, при котором связующее не образует сплошных оболочек вокруг отдельных частиц цинковой пыли. Кроме того, особое внимание необходимо уделять подготовке металлической поверхности перед нанесением на нее протекторной грунтовки. В производственной практике, связанной с операциями окрашивания металлоконструкций и химического оборудования лакокрасочными материалами (ЛКМ) подобного типа, качество поверхности и технология ее подготовки устанавливаются строго определенными требованиями ГОСТ 9.402 и ИСО 8501-1. Для достижения эффективного действия цинконаполненных лакокрасочных материалов предъявляются высокие требования как к чистоте цинковой пыли, так и к форме и размерам частиц.

При определении оптимальных размеров частиц цинкового порошка, используемого для получения протекторных грунтовок, специалистами принимаются во внимание следующие факторы:

- способность металлического пигмента обеспечивать максимальный и устойчивый во времени потенциал системы ЦНПГ – стальная подложка;
- седиментационная стабильность цинконаполненной грунтовки;
- высокое качество получаемого защитного покрытия, оцениваемое пористостью, плотностью, шероховатостью, влагопоглощающей способностью и т.п.;
- возможность получения цинконаполненного протекторного покрытия заданной толщины с учетом требований по применению различных видов сварки загрунтованных изделий и др.

На сегодняшний день разработана обширная группа цинконаполненных грунтовок на эпоксидной основе. В частности, эффективная антикоррозионная защита химических объектов может быть обеспечена использованием ЦНПГ марки ЦИНОЛ [3], эмали «Виникор-62» (ТУ2312-001-54359536–2003) в сочетании с цинконаполненными грунтовками типа ЭП-057, грунтовками ЭП-0259, «Виникор-061», «Виникор ЭП-0199» и некоторыми другими [5].

Все они характеризуются достаточно высокими значениями таких показателей, как прочность пленки при ударе и стойкость против статического воздействия жидкостей.

Применительно к данным материалам были разработаны и внедрены организационно-технические мероприятия, позволяющие повысить качество окрасочных работ и долговечность антикоррозионных покрытий.

В 2015 г. в Ульяновске с участием фирмы «Хемпель» был построен современный завод по выпуску цинконаполненных антикоррозионных покрытий нового поколения. Их разработке предшествовали обширные исследования поведения защитных композиций в различных агрес-

сивных средах. В результате было установлено, что только часть тонко диспергированного в антикоррозионном слое металлического цинка участвует в протекторной защите металлической поверхности.

Экспериментально показано, что этим свойством обладают частицы цинка, находящиеся в ближайших 20...30 мкм покрытия, и именно они обеспечивают электрохимическую защиту. Поскольку толщина обычного антикоррозионного слоя составляет около 60...80 мкм, то около двух третей цинка расположены слишком далеко от участка коррозии для того, чтобы стало возможным их электрохимическое окисление. Соответственно, они не способны обеспечить эффективную защиту стали. С другой стороны, активирование большего количества частиц цинка будет способствовать повышению гальванического эффекта без увеличения их содержания в композиции, поскольку возрастет суммарный электрический ток к поверхности металла, необходимый для антикоррозионной защиты (рис. 2).

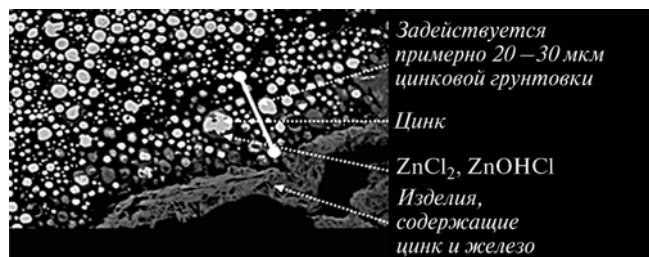


Рис. 2. Распределение цинка и его производных в цинконаполненном покрытии

Перед специалистами фирмы «Хемпель» была поставлена задача по вовлечению всего цинка в антикоррозионный процесс путем активирования поверхности диспергированного цинка и рецептуростроения наносимого защитного покрытия. Данная проблема решена, причем без увеличения содержания цинка в эпоксидной системе. Одновременно с этим было уделено должное внимание совершенствованию технологии покраски. Под последней подразумевалась легкость нанесения ЛКМ при различных температурах и универсальность.

Созданная инновационная технология получила название AvantGuard® и была рекомендована для защиты сооружений, эксплуатируемых в жестких условиях окружающей среды, когда получение прибыли связано со снижением эксплуатационных расходов и увеличением интервала между регламентными работами по техническому обслуживанию.

Новшества компании «Хемпель» заключались в комбинировании элементов, используемых в традиционных цинк-эпоксидных покрытиях, с двумя новыми ингредиентами – полыми стеклянными сферами и активаторами цинковых частиц. Первые грунтовки с активированным цинком, использующие преимущества технологии AvantGuard®, получившие название HEMPADUR AvantGuard®, были недавно запущены в производство.

При использовании материалов, изготовленных по технологии AvantGuard®, частицы цинка и активаторы вступают в контакт с водой и кислородом воздуха с активированием большего количества цинка в покрытии, что существенно повышает эффективность электрохимической защиты. Одновременно возрастают механиче-

ская прочность и долговечность. По результатам комплексных испытаний покрытия HEMPADUR AvantGuard® превзошли стандартные цинк-эпоксидные композиции, в которых не используется технология AvantGuard®, почти по всем ключевым показателям.

Для долговременной защиты металлов от коррозии некоторые исследователи используют специальный метод, связанный с включением в состав протекторных цинксодержащих покрытий токопроводящих полимеров в качестве малых добавок, в частности полианилина (торговая марка Catize) в количестве до 1%. Механизм защитного протекторного действия при этом аналогичен описанному.

Однако вследствие обеспечения тесного электрического контакта между частицами цинка и подложкой, который достигается за счет применения добавки, эффективность протекторного действия, полнота расхода цинка, а также общая эффективность и продолжительность противокоррозионной защиты ЦНПГ намного возрастают.

По такому же пути пошли и специалисты фирмы «Хемпель» (рис. 3). Вводимый по технологии AvantGuard® активатор (на рис. 3, б показан в виде звездочек) формирует мостиковые связи между частицами цинка и стеклянными микросферами.

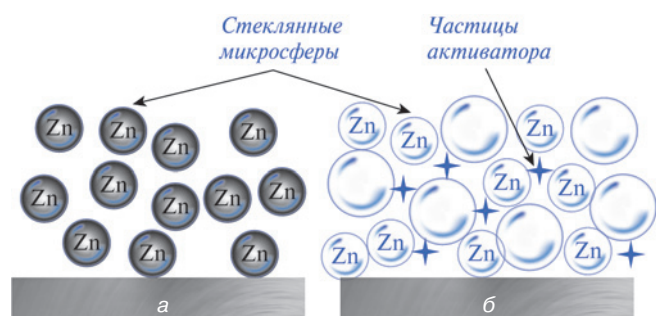


Рис. 3. Цинк-эпоксидное покрытие, изготовленное без применения технологии AvantGuard® (а) и по AvantGuard® (б)

Покрытия AvantGuard® имеют еще одно преимущество перед другими ЦНПГ при антикоррозионной защите металлоконструкций, эксплуатируемых в акватории моря. Известно, что ионы хлора проникают из водных сред в защитные покрытия и вызывают питтинговую коррозию, особенно в агрессивных условиях соленых водоемов. Покрытия AvantGuard® задерживают ионы хлора, образуя хлорсодержащие соли вокруг стеклянных сфер. Это существенно замедляет процесс коррозии, так как ионы хлора перехватываются покрытием и не могут достичь поверхности стали.

Таким образом, покрытие AvantGuard® играет тройную роль:

- обеспечивает более высокую степень гальванической защиты за счет усиления активации цинка;
- образует неорганический солевой барьер, защищающий от воздействия воды и других коррозионных веществ;
- выполняет функцию поглотителя ионов хлора.

Предлагаемые фирмой «Хемпель» цинк-эпоксидные покрытия рекомендуется использовать также и в тех случаях, когда сталь подвергается воздействию сильных механических напряжений, возникающих при чрезмерных колебаниях температур. Этим качеством не обладают

обычные цинковые грунтовки. В результате в покрытии могут образовываться трещины, поскольку металл подвергается деформационному растяжению или сжатию.

Иная ситуация с покрытиями AvantGuard®, что было выявлено при расширенных испытаниях покрытия HEMPADUR AvantGuard® на стойкость против растрескивания при циклическом температурном воздействии и на адгезию. Высокое значение указанных параметров было объяснено результатом реализации двух механизмов: способности полых стеклянных сфер останавливать развитие трещин и положительного эффекта от активирования поверхности цинковых частиц.

По нашему мнению, первый этап образования и развития трещины сопряжен с затратами наибольшего количества энергии. Она может привноситься в результате механического или температурного воздействия на покрытие. В дальнейшем для расширения трещины и нарушения целостности антикоррозионного слоя необходим подвод небольшого количества тепловой или солнечной энергии. Показано, что стеклянные сферы, включенные в состав ЦНПГ, образуют мостики с частицами цинка и стеклянными микросферами, гася тем самым разрастание образовавшейся трещины и останавливая ее распространение. Кроме того, обнаружено, что субпродукты, образовавшиеся в процессе активирования цинка, способны заполнять пространство, оставленное микротрещиной, предотвращая тем самым ее дальнейшее развитие в более серьезный дефект. Таким образом, можно утверждать, что инновационная технология AvantGuard® обладает эффектом самозалечивания микротрещин, чего не наблюдается для ряда других цинкнаполненных систем.

Основные преимущества покрытий HEMPADUR AvantGuard®:

- повышенная защита от коррозии благодаря высокому уровню активированного цинка в покрытии;
- высокая стойкость против растрескивания при циклических колебаниях температуры и изменении влажности;
- самозалечивание микротрещин предотвращает дальнейшее распространение трещин;
- используются те же приемы нанесения, что и для обычных цинк-эпоксидных покрытий;
- широкая область применения, в том числе для неблагоприятных условий и сред категорий С4 и С5.

В настоящий момент на российском и мировом рынке представлены три покрытия: HEMPADUR AvantGuard® 770, HEMPADUR AvantGuard® 750 и HEMPADUR AvantGuard® 550, применение которых позволяет не менее чем на 10 лет защитить металл от электрохимической коррозии.

Список литературы

1. Дринберг А.С., Ицко Э.Ф., Калинин Т.В. Антикоррозионные грунтовки. М.: ООО «Пейнт_медиа», 2008. 168 с.
2. Павлович А.В., Владенков В.В., Изюмский В.Н. Цинкнаполненные антикоррозионные грунтовки//Лакокрасочная промышленность. 2010. №3. С.38–46.
3. Субботина О. Ю., Ярославцева О.В. Особенности применения и испытания цинкнаполненных покрытий разного типа//Промышленная окраска. 2007. №1. С. 38–44.
4. Фришберг И.В., Субботина О.Ю., Павлюкова О.Н., Ярославцева О.В., Кишкопаров Н.В. Новые отечественные цинкнаполненные материалы//Промышленная окраска. 2003. №1. С. 8–15.
5. Афанасьев С.В., Курбатов А.В., Суханова Г.Н. Опыт использования системы ВИНКОР для антикоррозионной защиты оборудования в ОАО «Тольяттиазот»//Сборник трудов V международного экологического конгресса ELPIT 2015. 16–20 сентября 2015 г. Самара: Сам. научн. центр РАН. 2015. Т. 6. С. 10–14.

Мобильная трубопроводная система на основе полиуретановых плоскостворачиваемых рукавов

Ю.О. Артюхов (ООО «БАЛТИКФЛЕКС»)

Мобильные трубопроводные системы на основе плоскостворачиваемых рукавов (МТС) – это инновационное решение проблемы прокладки временных трубопроводных линий для перекачивания сырой и товарной нефти, нефтепродуктов, растворов кислот и щелочей, воды, а также ряда других жидких и сыпучих сред.

По сути, МТС – это российская разработка. Непосредственно сам метод экструзии был изобретен и запатентован в 1990-е годы в России, однако патент не был оплачен, и разработка стала доступна для всего мира.

Сейчас все больше и больше ведущих мировых нефтегазодобывающих организаций начинают внедрять МТС в свою эксплуатационную деятельность. Это обусловлено в первую очередь тем, что комплекс из плоскостворачиваемых рукавов – это не просто гибкий трубопровод для перекачивания жидкости из пункта «А» в пункт «Б», а полноценное инженерно-техническое решение, которое включает комплекс оборудования различного назначения, начиная от сматывающих систем различных типов и заканчивая запорно-регулирующей арматурой.

Помимо этого, производители МТС осуществляют всю научную и конструкторскую разработку, исходя из требований и потребностей заказчика, осуществляют шеф-монтаж и пусконаладку на месте проведения работ.



Рис. 1. Осмотр мобильного трубопровода

С помощью мобильной трубопроводной системы нефтегазодобывающие организации, в первую очередь, могут решать следующие задачи:

1. Организация байпасных линий любой протяженности (рис. 1). Исходя из опыта эксплуатирующих нефтяные месторождения организаций, потребность в строительстве байпасной линии при ремонте нефтесборных, технологических магистралей, возникает примерно 1–2 раза в месяц. В ряде случаев строительство стальной байпасной линии не представляется возможным либо влечет за собой достаточно серьезные временные и финансовые издержки; а если рассматривать ситуацию с остановкой для проведения ремонтных работ, то это может обусловить снижение уровня добычи, ухудшение нефтеотдачи пласта и иные последствия;

2. Ввод скважин в эксплуатацию до строительства основной трубопроводной линии (рис. 2). Нефтегазодобы-



Рис. 2. Ввод скважины в эксплуатацию при помощи мобильной трубопроводной системы

вающие организации непрерывно ведут геолого-разведывательные изыскания с целью нахождения новых нефтяных месторождений. В большинстве случаев это отдаленные районы Сибири, где единственным способом передвижения являются вертолетная техника и болотоходы. Бурение и ввод скважин в эксплуатацию в таких условиях – дорогостоящая процедура. Более того, зачастую требуется подвести всю необходимую трубопроводную инфраструктуру еще до начала добычи нефти.

Всегда существует риск того, что скважина полностью обводнится спустя непродолжительное время эксплуатации или ее дебет окажется неподтвержденным, что вкупе с уже подведенной инфраструктурой делает мероприятие убыточным. Именно поэтому МТС в подобном случае может стать незаменимым решением для ввода скважины в эксплуатацию до строительства стальной трубопроводной линии, так как прокладка мобильного трубопровода даже на многокилометровые расстояния в условиях почвы с низконесущей способностью, перекачанной местности может занимать считанные дни.

Кроме того, у нефтедобывающей организации появляется возможность начать добычу нефти непосредственно после заканчивания скважины, что позволяет на порядок сократить финансовые и временные издержки, затраченные при бурении и вводе в эксплуатацию.

В случае обводнения скважины и ее дальнейшего перевода в ППД, МТС может быть применена для решения иных технико-эксплуатационных задач;

Организация временных трубопроводов различного назначения для увеличения нефтеотдачи пласта, опресовки, увеличения давления в трубопроводе. В условиях нефтедобычи, когда добываемый флюид является трудно извлекаемым, одной из технологий увеличения нефтеотдачи является закачивание пара в пласт. Для этого на многих предприятиях применяются мобильные парогенераторные установки, для функционирования которых требуется подача пресной воды, точка забора которой может быть удалена на несколько километров. Прокладка стального трубопровода в таких ситуациях с учетом того, что парогенераторная установка через определенное время может поменять место своей дислокации, в боль-

шинстве случаев будет являться серьезным препятствием для эксплуатирующей организации.

Вариант с применением МТС будет оптимальным решением, поскольку прокладка гибкого трубопровода займет на порядок меньше времени по сравнению со стальной трубой или иными аналогичными решениями.

Для наглядности имеет смысл рассмотреть реальный опыт эксплуатации мобильной трубопроводной системы на примере ведущих российских нефтегазодобывающих организаций, а также понять, какие задачи система позволила решить и какой положительный итог извлекли для себя эксплуатирующие организации.

В 2013 г. в ПАО «ЛУКОЙЛ» на месторождении «Рассветное» стояла задача по ремонту нефтесборного трубопровода протяженностью 160 м, который пролегал от скважины к АГЗУ. Для проведения ремонтных работ применялась мобильная трубопроводная система, в комплект которой входили плоскосворачиваемые рукава $D_y = 150$ мм, $p_y = 4$ МПа в комплекте с быстроразъемными соединениями типа СРТ, намоточное устройство для размотки и транспортировки системы, а также различное вспомогательное оборудование для обеспечения автономной работы МТС.

Данное техническое решение привлекло компанию «ЛУКОЙЛ» возможностью сократить финансовые и временные издержки, которые неминуемо возникают при прокладке стальной байпасной линии. Кроме того, компания хотела на практике проверить оперативность прокладки гибкой байпасной линии и сравнить полученные результаты с опытом монтажа временного стального байпаса.

Прокладка мобильного трубопровода заняла около 1 ч 10 мин., монтаж и сварка стального байпаса, исходя из практики, занимает около суток.

Специалистам ПАО «ЛУКОЙЛ», помимо подтверждения заявленной скорости размотки мобильной трубопроводной системы, было важно понять, насколько надежно используемое оборудование, проверить его стойкость против воздействия отрицательных температур, ультрафиолета и иных внешних факторов. Следует отметить, что перекачиваемый флюид отличался повышенным газовым фактором и наличием агрессивных примесей в добываемой нефтегазодобываемой эмульсии.

Мобильная трубопроводная система в рамках опытно-производственных испытаний непрерывно проработала около 6 мес. Высокой оценкой ее эксплуатационных характеристик со стороны ПАО «ЛУКОЙЛ» является положительное заключение по программе испытаний, а также дальнейшее желание использовать подобные инновационные решения.

Еще одним примером успешного внедрения и эксплуатации мобильной трубопроводной системы является Новопортовское месторождение на полуострове Ямал, разрабатываемое компанией ПАО «Газпромнефть». Это была первая в истории зимняя погрузка нефти по временной схеме на Ямале.

Перед эксплуатирующей организацией стояла задача обеспечить бесперебойную погрузку нефти на танкеры в летний и зимний периоды до ввода в эксплуатацию круглогодичного нефтеналивного терминала. Было принято решение применить мобильную трубопроводную систему на основе плоскосворачиваемых рукавов: общая протяженность гибкой трубопроводной линии

$D_y = 150$ мм, $p_y = 4$ МПа составила 5100 м в зимний период и около 3000 м в летний.

Сложность выполнения данной задачи также заключалась в том, что нельзя было допускать падения температуры перекачиваемого флюида ниже 24°C во избежание выпадения твердого парафина. Временную трубопроводную линию на период зимней эксплуатации обернули специальным утеплителем, который позволял на порядок сократить теплопотери и снижение температуры транспортируемого продукта.

До внедрения мобильной трубопроводной системы единственным путем транспортировки нефти были зимники. Однако по причине тяжелых транспортных условий и короткого периода автомобильного сообщения не удавалось выйти на плановые сезонные показатели вывоза товарной нефти.

Благодаря внедрению МТС плановые показатели были перевыполнены в ~2 раза, на порядок сократились финансовые издержки. Более того, товарная нефть, которая грузилась в морские танкеры, отправлялась напрямую европейским потребителям в порт Роттердама.

Мобильная трубопроводная система непрерывно проработала с осени 2014 г. по май 2016 г., схема временной погрузки прошла все необходимые согласования с органами технического и экологического надзора Российской Федерации.

Как уже было сказано, перед эксплуатирующими организациями могут стоять совершенно разные нестандартные задачи по организации временных трубопроводных линий.

Для компании АО «Зарубежнефть» такая ситуационная задача возникла на острове Куба, где для увеличения нефтеотдачи пласта было принято решение использовать мобильную парогенераторную установку, которую планировалось передислоцировать с пласта на пласт в течение 5–6 мес. Для функционирования установки требовалось подавать пресную воду от ближайшей точки забора воды, удаленность которой могла составлять до 5000 м.

Строительство стальной байпасной линии влекло бы за собой серьезные финансовые затраты. Кроме того, следует принимать во внимание и тот факт, что договориться с местными органами управления достаточно затруднительно, а в большинстве случаев практически невозможно.

Учитывая совокупность всех перечисленных факторов, эксплуатирующая организация приняла решение о применении трубопроводной системы на основе плоскосворачиваемых рукавов.

Общая протяженность гибкого трубопровода $D_y = 100$ мм, $p_y = 1,6$ МПа составила около 3500 м. Для размотки, хранения и транспортировки было применено запатентованное затягивающее устройство контейнерного типа, что обеспечило скорость прокладки до 10 км/ч (рис. 3).

Таким образом, монтаж участка протяженностью более 3 км составил примерно одну рабочую смену (необходимо также добавить, что прокладка осложнялась наличием 7 переходов под дорогой).

МТС и по сей день работает на месторождении Бока-де-Хорука в условиях жесткого воздействия ультрафиолета и непрерывной эксплуатации.

Перечисленные ситуации являются лишь несколькими примерами из опыта эксплуатации мобильной трубо-



Рис. 3. Мобильная трубопроводная система в тропических условиях

проводной системы на основе плосковорачиваемых рукавов. Спектр ее применения многогранен и уникален.

Например, на Самотлорском месторождении, разрабатываемом ПАО «НК «Роснефть», МТС использовалась для увеличения давления в трубопроводе, поскольку первоначального давления было недостаточно и внутри трубопровода застрял диагностический снаряд.

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что комплекс полностью отвечает повышенным требованиям нефтедобычи, и уже после однократного применения можно оценить экономическую целесообразность внедрения и полезность дальнейшей эксплуатации.

Основные параметры и характеристики МТС

Мобильные трубопроводные системы из плосковорачиваемых рукавов обладают рядом технических характеристик и свойств.

Рукав изготавливается методом экструзии термопластичного полиуретана через текстильный каркас. В процессе изготовления все пространство между полиэстеровыми нитями заполняется полиуретаном, и образуется цельная стенка рукава, содержащая текстильный каркас, который представляет собой бесшовную трубчатую конструкцию и изготавливается на кругловязальных машинах.

Для снятия статического напряжения при перекачивании нефтегазоводяной эмульсии или иной нефтьсодержащей жидкости в силовой каркас рукава вплетены медные антистатические провода.

Диаметр плосковорачиваемого рукава составляет 50...400 мм, рабочее давление – 1...10 МПа. Стоит обратить внимание, что чем больше диаметр плосковорачиваемого рукава, тем меньшее рабочее давление



Рис. 4. Прокладка мобильного трубопровода по болоту

он способен выдержать. Запас прочности для каждого типоразмера независимо от рабочего давления составляет 2:1.

Мобильная трубопроводная система может эксплуатироваться при температуре от -60 до +80°C, что подтверждено достаточно широкой географией применения – от арктических до тропических широт (рис. 4).

Срок службы плосковорачиваемого полиуретанового рукава составляет более 10 лет, при этом назначенный ресурс – 3000 циклов. Один цикл подразумевает под собой процессы монтажа, транспортировки продукта, демонтажа.

Стенки рукава, изготовленные из термопластичного полиуретана, не подвержены отложениям, химически не активны, устойчивы к таким агрессивным средам, как сера, растворы щелочей, кислот.

При подаче рабочего давления рукав увеличивается в диаметре на ~5–7%, что в совокупности с гладкой поверхностью стенки обеспечивает высокую пропускную способность (на порядок больше, чем стального трубопровода такого же диаметра).

Полиуретановые рукава могут комплектоваться различными соединительными элементами, оптимальными и наиболее применяемыми являются быстроразъемные соединения типа «СРТ», которые обеспечивают полную герметичность соединительного стыка и способны выдерживать высокое давление.



Рис. 5. Подключение мобильного трубопровода к АГЗУ

В комплекс входят различные системы сматывания, хранения и транспортирования гибких рукавов, вспомогательное оборудование, весь спектр запорно-регулирующей арматуры, комплекты ЗИП и иные элементы, которые гарантируют автономную работу системы в полевых условиях (рис. 5).

Все оборудование обладает необходимой разрешительной документацией для работы на опасных производственных объектах, часть элементов системы запатентована.

Помимо нефтегазодобывающей отрасли, МТС применяются в горнодобывающей и сельскохозяйственной промышленности, ЖКХ, военно-промышленном комплексе и во многих других сферах.

Мобильная трубопроводная система на основе плосковорачиваемых рукавов может служить инструментом для решения как повседневных, так и нестандартных задач нефтегазодобывающей и других отраслей, ее работоспособность и надежность подтверждается опытом эксплуатации в различных организациях.

Методы повышения энергоэффективности теплообменных аппаратов

С.Л. Терентьев, Д.В. Рубцов (ОмГТУ)

Получение прибыли на современных химических и других предприятиях всегда связано с затратами на энергоносители при производстве товаров. Таким образом, минимизация указанных затрат обеспечивает повышенную рентабельность производства. Снижение расхода энергоносителей может быть связано в основном с сокращением недорекуперации в теплообменных аппаратах. Настоящая работа посвящена максимальному использованию тепла греющего пара в подогревателе аммиака при переводе его из низкотемпературного хранилища в условия, близкие к нормальным.

Система перекачивания аммиака из изотермической емкости в сосуды повышенного давления, работающая на производстве аммиака и продуктов его переработки, организована на вновь строящемся предприятии ОАО «АММОНИЙ».

Ранее на подобных установках для подвода тепла к заоложенному аммиаку использовались трубчатые витые подогреватели с пленочной конденсацией водяного пара при свободной конвекции. Для повышения надежности и энергоэффективности указанного узла разработан подогреватель альтернативной конструкции.

Подогреватель аммиака представляет собой вертикальный кожухотрубный аппарат. Тип аппарата обеспечивает высокую надежность при работе с ядовитым веществом при сравнительно высоких давлениях (1,8...2,8 МПа) и отрицательных температурах – до -34°C .

В процессе разработки аппарата сформирован ряд важнейших эксплуатационных требований, связанных с обеспечением надежности его работы. Технология перевода аммиака из изотермической емкости в сосуды повышенного давления требует непрерывности работы и не допускает кипения жидкого аммиака. Подвод тепла, как уже было сказано, осуществляется посредством водяного пара при давлении, близком к атмосферному. Его конденсат способен кристаллизироваться при температурах, близких к 0°C . Температура пара составляет $98...140^{\circ}\text{C}$, при этих значениях и давлении 1,8...2,8 МПа аммиак находится в состоянии перегретого пара [1], что недопустимо. Перечисленные факторы технологического процесса ограничивают возможности максимального использования тепла парового конденсата.

Целью работы является модернизация проектного решения ОАО «НИИК» в части установки подогрева для максимального использования тепла пара и его конденсата в условиях технологических ограничений при производстве аммиака.

Достижение поставленной цели реализуется посредством решения следующих задач:

- наложение температурных ограничений для процессов кристаллизации и кипения согласно второму началу термодинамики в конструкции теплообменного аппарата;
- дифференциация областей аппарата для эффективно и надежно протекания различных процессов;
- обеспечение соответствующей теплопередачи для каждого исследуемого процесса;

- стабилизация градиентов параметров по «живому» сечению трубчатки;
- создание алгоритма управления процессами теплообмена в аппарате;
- обеспечение максимальной компактности аппарата;
- создание условий надежной работы аппарата в широком диапазоне регулирования производительности (23–100%).

Методология достижения необходимых результатов основывается на особенностях физических свойств потоков, изменении температурных потенциалов и структуры потоков рабочих тел, а также на условиях эксплуатации аппарата.

Согласно второму началу термодинамики, нагрев потока невозможен более холодным телом, а охлаждение – соответственно горячим. Это ограничение по направлению движения тепла используется в аппарате разделением кожуха на две вертикальные полости, в которых происходит нагрев переохлажденного аммиака паром (конденсация) и последующий догрев аммиака конденсатом (рекуперация).

Соотношение тепла конденсации пара и охлаждения конденсата (в пределах $100...8,5^{\circ}\text{C}$) определяется значением 5/1. Тогда конденсат охлаждается при температурах аммиака в диапазоне $\sim 6...14^{\circ}\text{C}$, что выше температуры кристаллизации конденсата [1].

Реализация тепла конденсации осуществляется в отдельной зоне при контакте с переохлажденным аммиаком, когда парообразование последнего маловероятно.

Давление аммиака выбрано с учетом подъема потока на высоту ~ 25 м емкости высокого давления, а также из условий насыщения: 1,8 МПа – порядка 45°C ; 2,8 МПа – порядка 63°C [1]. Приведенные соотношения состояния насыщения практически полностью исключают закипание аммиака внутри трубчатки при нагреве потока не более 20°C , чего требует технологический процесс.

Помимо учета физических особенностей процессов фазового перехода, в конструкции используются факторы, влияющие на поправку к температурному напору. Эта поправка (практические значения – от 0,5 до 1) связана со схемами движения потоков [2]: прямоточной, противоточной и перекрестной.

В конденсационной секции аппарата предусмотрена чисто прямоточная схема, при которой условно изотермически конденсируется водяной пар и частично охлаждается конденсат. Здесь полностью исключена возможность испарения аммиака и кристаллизации конденсата при контроле параметров потока на входах и выходах аппарата.

В рекуперативной секции протекают процессы в умеренных температурных условиях, удаленных от температур кристаллизации и кипения, при перекрестном движении потоков, где присутствуют прямоток и противоток [3].

Разделение аппарата на секции вызвано значениями теплоотдачи конденсации водяного пара ~ 30 МВт/($\text{м}^2\cdot\text{K}$) и выше [4]. При такой теплоотдаче высока вероятность

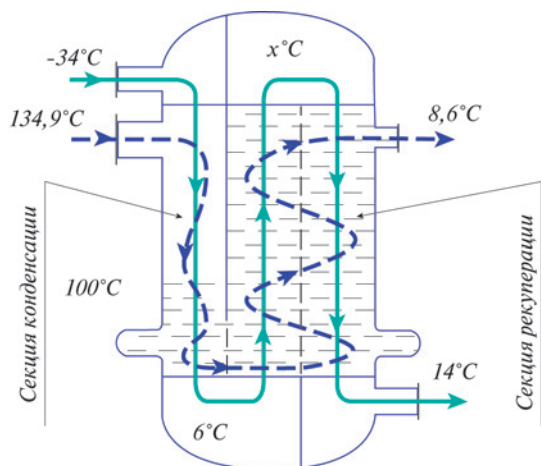


Рис. 1. Схема аппарата с результатами измерения температур

закипания аммиака в ламинарной пристенной области, что недопустимо. Для обеспечения надежности работы аппарата и максимальной реализации тепла греющего рабочего тела процесс глубокой рекуперации тепла вынесен в секцию умеренных температурных уровней и значений теплоотдачи.

Таким образом, обеспечено разделение аппарата на секции с теплопередачей $\sim 1900 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ в области конденсации и $700 \dots 900 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ в области углубленной рекуперации [5].

Описанные мероприятия можно оценить из графического представления схемы аппарата на рис. 1.

Температура 6°C определена расчетно – по доле тепла охлаждения конденсата в сумме удельных тепловых потоков с теплом конденсации. Из схемы потоков на рис. 1 видно, что температура X не выйдет за пределы диапазона $6 \dots 14^\circ\text{C}$ и будет всегда меньше температуры выходящего водяного конденсата. Эти два условия определя-

ют невозможность кристаллизации греющего конденсата (в данном случае $8,6^\circ\text{C}$) при контроле температуры аммиака на выходе.

Указанная схема позволяет избежать кристаллизации конденсата и вскипания аммиака при контроле его температуры на выходе. Это обеспечивается в широком диапазоне расходов при соблюдении температурных уровней на концах аппарата. Именно такая организация аппарата позволяет углублять рекуперацию тепла практически без рисков возникновения аварийных ситуаций. Температура X , находясь в пределах $6 \dots 8,6^\circ\text{C}$, позволяет держать минимальный температурный уровень конденсата водяного пара без существенных рисков его кристаллизации, при этом нет затрат на сложные системы блокировок и автоматики. Предельная минимальная температура конденсата может быть определена опытным путем при снижении расхода греющего пара (или отвода конденсата), когда температура выходящего аммиака будет снижаться ниже 14°C , что не требуется, исходя из назначения подогревателя.

В работающем ранее типовом аппарате была реализована одноходовая прямоточная схема потоков, где «живое» сечение трубчатки имеет весьма низкое гидравлическое сопротивление и существенное значение имеет степень распределения потока аммиака по трубам посредством общего коллектора.

В такой конструкции, особенно при малых расходах, высока вероятность роста градиентов таких параметров, как температура стенки трубы и скорость потока. Эти параметры определяют возможность образования локальных участков вскипания и кристаллизации.

В альтернативном аппарате существенно сокращено «живое» сечение трубчатки в результате минимизации площади теплообменной поверхности (82 м^2 против 180 м^2) и увеличения числа ходов по трубному пространству до трех. Это определило допустимый рост гидравлических сопротивлений в трубах и способствовало более равномерному распределению скоростей потока и температур стенки трубы.

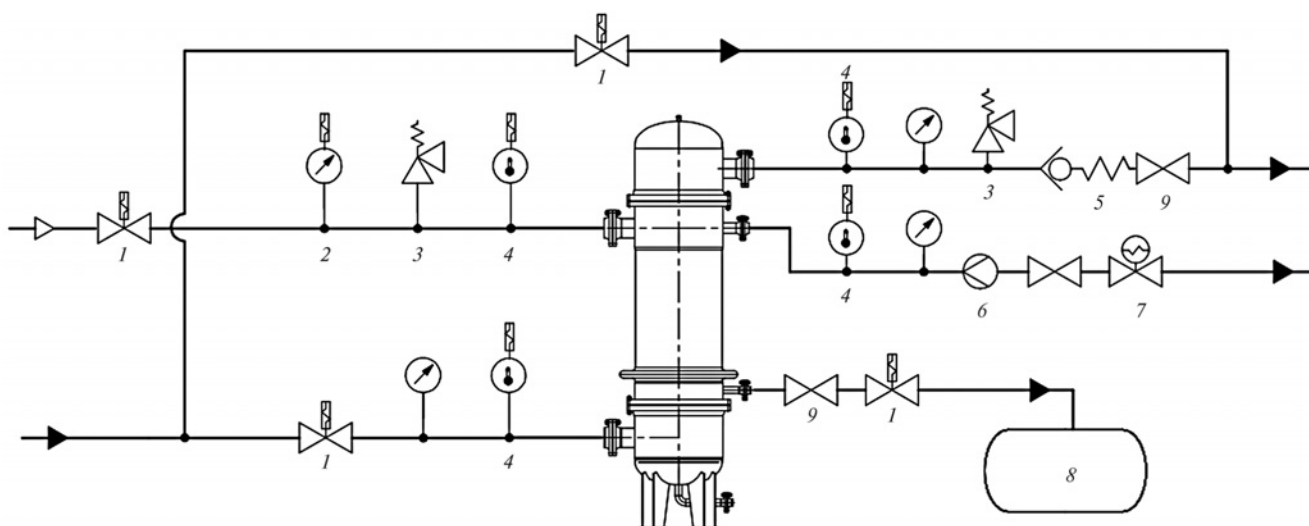
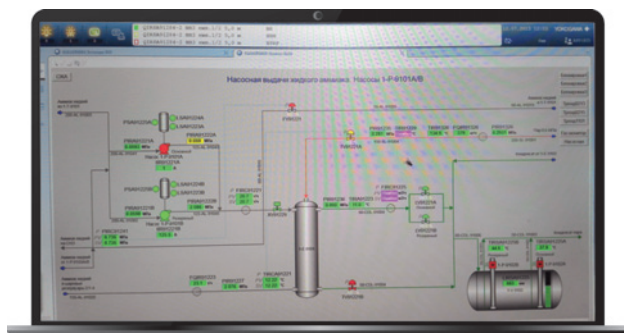
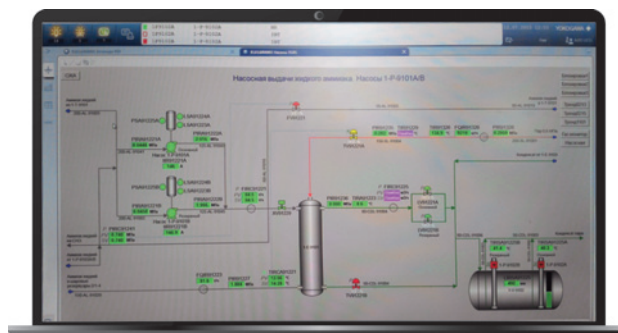


Рис. 2. Схема пневмогидравлической обвязки подогревателя аммиака:

1 – запорный вентиль с электроприводом; 2 – электроконтактный манометр; 3 – предохранительный клапан; 4 – термометр сопротивления; 5 – обратный клапан; 6 – расходомер; 7 – регулирующий вентиль с электроприводом; 8 – конденсатосборник; 9 – запорный вентиль



а



б

Рис. 4. Мнемосхемы:

а – при максимальном расходе; б – при минимальном расходе

Аппарат спроектирован на основании главного требования – компактность, благодаря чему была обеспечена низкая инерционность при управлении и регулировании параметров [6]. При высокой инерционности риск появления кристаллизации и кипения возрастает.

Малая инерционность аппарата позволяет в реальном времени в течение нескольких секунд варьировать параметры работы установки и выстраивать наиболее энергоэффективные режимы. Обеспечение устойчивого функционирования системы контроля, управления и блокировок осуществлено на основании пневмогидравлической схемы (рис. 2) и соответствующего алгоритма работы системы автоматики.

Результатами проделанной работы стали два работающих подогревателя аммиака общей расчетной мощностью до 1,44 МВт. Аппараты оснащены автоматизированной системой управления и контроля с выведением информации в реальном времени на мониторы компьютеров.

Интерактивные мнемосхемы на рис. 3 отражают максимальную и минимальную нагрузки по аммиаку в пределах расходов соответственно 84,5 и 20,7 т/ч.

Пуск и испытания подогревателей типа LOTUS BFM LS-0,72-140228 [7] были осуществлены на производственной площадке ОАО «АММОНИЙ». В ходе длительной эксплуатации была подтверждена высокая энергоэффективность аппаратов при различных режимах. Несмотря на широкие диапазоны рабочих характеристик, аппараты безотказно справляются со своей задачей, показывая высокую надежность реализованных технических и технологических решений.

На основании зависимости мощности теплового потока от интенсивности теплопередачи, площади теплообменной поверхности и температурного напора ($Q = kF\Delta T$), а также из результатов практической реализации решений, использованных при разработке подогревателя, можно сделать следующие выводы:

- для комплексного выполнения широкого спектра задач, порой противоречащих друг другу, целесообразно каскадирование процессов – разделение аппаратов на секции с соответствующей площадью теплообменной поверхности, что позволяет оптимизировать изделия под индивидуальные условия эксплуатации [8];
- снижая температурный напор в отдельных секциях теплообменника с учетом теплофизических особенностей веществ и схем движения потоков, можно уменьшить тепловую мощность на отдельных участках каналов и избежать аварийных ситуаций;

- изменяя интенсивность теплопередачи и выбирая зоны для протекания процессов различной природы, можно достичь высокой компактности аппаратов при исключении рисков возникновения тех или иных нарушений условий технологических процессов;
- распределяя потоки в трубах и в кожухе, можно исключить зоны локального переохлаждения и перегрева, что позволит снизить существенные градиенты параметров в «живом» сечении каналов;
- управляя процессом теплообмена в реальном времени в условиях полной автоматизации технологического цикла, можно достичь максимально возможной энергоэффективности при стабильной и безаварийной работе систем;
- оптимизация конструкции и рациональный выбор комплекса технических решений позволяет при сохранении основных параметров сохранять стабильность температур при изменении расхода потоков в широком диапазоне.

Конструкция описанного аппарата позволила удерживать температуру конденсата на минимальных безопасных значениях при необходимом нагреве жидкого аммиака, что дало возможность использовать существенную часть тепла охлаждения конденсата. Эта часть составила ~16% или 230 кВт затрачиваемой мощности по отношению к теплу конденсации водяного пара.

Список литературы

1. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука, 1972. 720 с.
2. Кейс В.М., Лондон А.Л. Компактные теплообменники. М.: Энергия, 1967. 340 с.
3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Уч. пособие для вузов. 9-е изд., перераб. и доп. Л.: Химия, 1981. 560 с.
4. Шершевский А.Г., Рубцов Д.В. Конденсация под контролем LOTUS//Химическая техника. 2010. №10. С. 15.
5. Малков М.П., Данилов И.Б., Зельдович А.Г., Фрадков А.Б. Справочник по физико-техническим основам глубокого охлаждения. М. Л.: Госэнергоиздат, 1963. 416 с.
6. Рубцов Д.В., Терентьев С.Л., Карпов Д.Н. Испарители типа LOTUS® как средство управления ректификацией//Химическая техника. 2014. №8. С. 46.
7. Аппараты LOTUS® теплообменные кожухотрубчатые интенсифицированные. Технические условия ТУ 3612-001-60793544-2009.
8. Рубцов Д.В., Ланько Д.С. Каскадирование процессов как средство проведения оптимизации рабочих параметров испарителей пара-трет-бутилфенола при вакуумной ректификации//Химическая техника. 2016. №5. С. 26.

Методика и стенд для испытания образцов на усталость при моно- и бигармоничном нагружении

В.Н. Бусько (ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси»)

На предприятиях газонефтехимического комплекса, смежных или обслуживающих отраслей промышленности (химическое машиностроение, металлургия, строительство, трубопроводный транспорт и др.) часто возникает необходимость проведения механических испытаний при отсутствии для этого специального оборудования. Основной целью испытаний является оценка прочностных характеристик, в частности, усталостной долговечности (УД) или выносливости, материала. Обусловлено это тем, что УД относится к одним из основных факторов, влияющих на эксплуатационную долговечность изделий, элементов конструкций и оборудования (паротрубопроводы, узлы механизмов машин и др.). УД в первую очередь определяется физико-механическими характеристиками материала, условиями и длительностью эксплуатации, под воздействием которых механические свойства материала претерпевают значительные изменения в сторону их снижения [1, 2].

Однако проведение механических испытаний на усталость относится к сложным процедурам, так как требует наличия дорогого (от десятков до сотен тысяч долларов) и громоздкого оборудования. Как правило, для исследования усталости на образцах обычно используют стандартное промышленное оборудование [3–6], представляющее собой крупногабаритные машины или установки с механическими, электромагнитными, магнитоэлектрическими, электродинамическими или комбинированными способами нагружения образцов с применением в качестве силовых возбудителей для передачи усилия к образцу различных устройств и механизмов. Это ограничивает и делает невозможным использование оборудования в лабораторных условиях, при тестовых или экспрессных усталостных испытаниях. Портативные установки, использующие, например, электромагнитный принцип создания циклических напряжений или «кулачковую» схему, имеют ограничения из-за малых амплитуд напряжений, необходимости наличия специальных образцов и другие недостатки.

Для оперативного испытания материалов на УД с малыми затратами на их проведение требуется применение малогабаритного, альтернативного промышленному, испытательного оборудования и методик, обеспечивающих приведенные требования. Оно должно быть недорогим и простым в изготовлении, надежным в эксплуатации, обладать высокой производительностью и воспроизводимостью результатов.

В ИПФ НАНБ разработана методика и изготовлен макет стенда для механических испытаний и исследования на усталость образцов из ферромагнитных материалов с помощью воздействия на образец одно- [7, 8] или двухчастотного нагружения [9].

Сущность методики испытаний рассмотрим на примере бигармонического (двухчастотного) воздействия циклической нагрузкой на испытуемый образец. Такое

нагружение является распространенным явлением, так как в процессе эксплуатации значительная часть деталей машин и элементов конструкций подвергается бигармоническому циклическому нагружению, при котором на циклическую (периодическую) нагрузку наложены гармоники малых амплитуд относительно высоких частот. При таком виде нагружения в отличие от одночастотного за счет интенсификации процесса накопления усталостной повреждаемости происходит ускоренное разрушение. Выносливость металла при бигармоническом воздействии оказалась в 1,5–4 раза меньше, чем при одночастотном (гармоническом) [10], а процесс накопления усталостной повреждаемости в образце становится приближенным к таковому в реально работающем элементе конструкции.

Такой вид нагружения, когда металл образца подвергается одновременному воздействию двух и более частот, распространен в газонефтехимической отрасли (газо-, паро- и нефтепроводы), химическом машиностроении (трубопроводные обвязки) в результате вибраций от прохождения пульсирующего рабочего продукта, подвижек фундаментных опор, грунта и т.д., в машиностроении (элементы автомобильных рам, кузовов, валы и др.), авиационной (фюзеляж, нервюры крыла, лопатки двигателя и др.), строительстве (фермы и опоры мостов, мачт, башни и др.). В процессе испытаний такое нагружение позволяет более детально изучить трещиностойкость материалов, интенсивность и стадии распространения усталостных трещин. Также считается, что в связи с различием влияния на выносливость высокой и низкой частот нагружения двухчастотные испытания имеют самостоятельное значение [10]. В связи с этим такие исследования относятся к более актуальным, эффективным и информативным, чем исследования при одночастотном нагружении.

Бигармоническое нагружение реализуется различными схемами [10–15]. Примеры типовых условных спектров при механических испытаниях образца с помощью бигармонического нагружения приведены на рис. 1, а, б [10, 11], где отражено одновременное действие двух на-

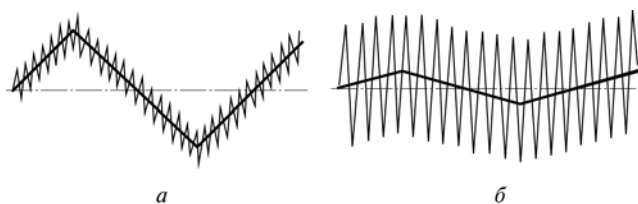


Рис. 1. Условные схемы бигармонического нагружения образца при усталостных испытаниях:

а – наложение высокочастотной модулированной нагрузки на низкочастотную; б – циклическая нагрузка с гармоническим медленно изменяющимся средним циклом нагружения низкой частоты

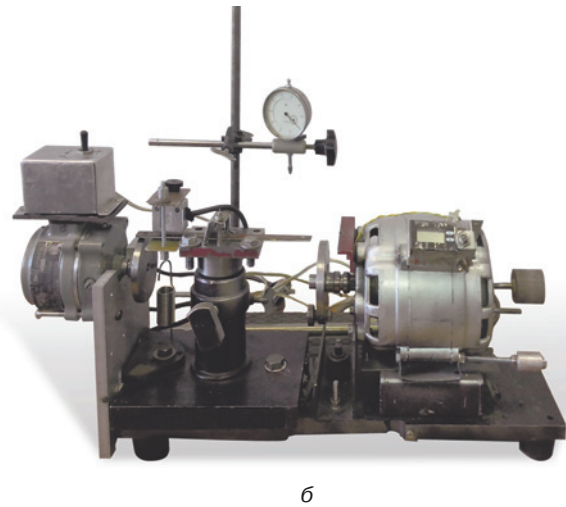
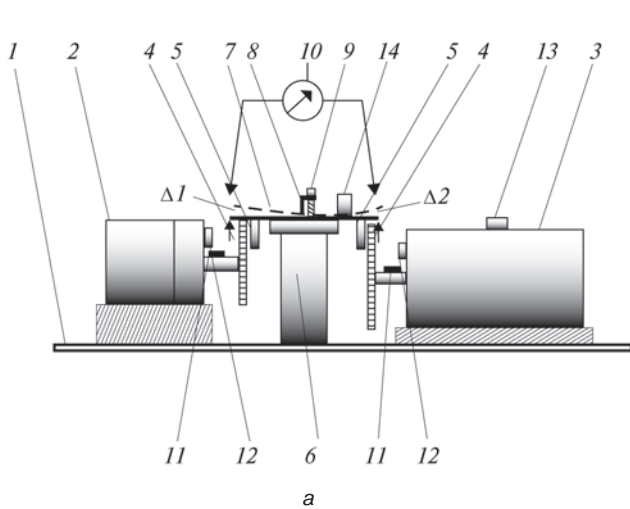


Рис. 2. Схема (а) и внешний вид (б) макета лабораторного стенда для испытаний образцов на усталость с помощью бигармонического нагружения:

1 – станина; 2 – двигатель с редуктором с низкой частотой вращения вала; 3 – двигатель с высокой частотой вращения; 4 – диски; 5 – подшипники качения; 6 – основание; 7 – образец; 8 – пластина; 9 – болты; 10 – индикатор прогиба; 11 – постоянные магниты; 12 – герконы; 13 – счетчик оборотов; 14 – преобразователь Баркгаузена

грузок с различными частотами. Для создания циклических напряжений при изгибе в консольно защемленном образце предлагается схема, реализующая принцип преобразования вращения вала электродвигателя в вертикальное колебательное движение свободного конца образца с возможностью регулирования амплитуд знакопеременных напряжений. Особенностью является использование двух подшипников качения, расположенных нормально на стальном диске, установленном на валу электродвигателя, с возможностью их перемещения в пазах диска. Подшипники исполняют роль силовозбудителей-толкателей для создания в образце изгибающего момента и одновременно обеспечивают постоянство амплитуд знакопеременных напряжений «растяжение–сжатие».

На рис. 2 представлены схема и внешний вид простого стенда для испытаний образцов на усталость с помощью двухчастотного воздействия.

Стенд содержит станину 1, на которой установлены два электродвигателя: двигатель 2 с редуктором с низкой частотой вращения вала и двигателя 3 (высокая частота) для создания в образце двухчастотных напряжений при изгибе. На валах электродвигателей установлены стальные диски 4 с размещенными на них подшипниками качения 5, регулируемое по высоте основание 6, на котором размещен испытуемый образец 7 плоской формы, прижимаемый V-образной пластиной 8 и закрепленной с помощью двух болтов 9 к основанию 6 так, чтобы она прижимала образец сверху, механический или электронный индикатор прогиба образца 10, закрепленный на станине, основании или электродвигателях, два постоянных магнита 11, два геркона 12, двухшкальный (на каждую частоту циклирования) электронный счетчик 13 оборотов вала электродвигателей и преобразователь Баркгаузена (ПБ) 14. Для создания изгибающих моментов в образце применялись схема и методика нагружения, описанные в работах [7–9].

Работа стенда при бигармоническом нагружении основана на том, что нагружение образца производится

одновременно двумя частотами f_1 и f_2 . При этом изгибающий момент создается на обоих концах образца независимо: один конец образца подвергается низкочастотному циклированию с частотой f_1 , второй – высокочастотному с частотой f_2 . В результате одновременного воздействия двух частот нагружения с амплитудами напряжений σ_1 и σ_2 в образце (преимущественно в зоне образования максимальных изгибных напряжений) с увеличением числа низкочастотного N_1 и высокочастотного N_2 циклов нагружения происходит накопление усталостной повреждаемости и образуются вначале невидимые, а затем видимые усталостные трещины, вследствие чего снижается механическая прочность образца и происходит разрушение.

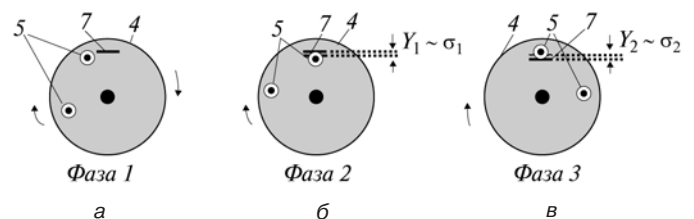


Рис. 3. Алгоритм и фазы работы стенда:

а – до нагружения образца;
б – нагружение первым подшипником (Y_1, σ_1);
в – нагружение вторым подшипником (Y_2, σ_2)

Стенд работает следующим образом. Испытуемый образец устанавливается на основание и с помощью V-образной прижимной пластины болтами закрепляется на основании. Данное положение образца относительно диска соответствует фазе 1 (рис. 3, а). При вращении диска соответствующего на валу электродвигателя диска в результате контакта наружного кольца первого подшипника, вращающегося на оси и выполняющего роль силового элемента, в направлении снизу вверх происходит надавливание на нижнюю поверхность образца. При этом создаваемый в нем прогиб Y_1 характеризует амплитуду цикла

напряжений, равную σ_1 (см. рис. 3, фаза 2). Вращаясь далее, диск с расположенным на нем вторым подшипником аналогичным образом давит на поверхность образца сверху вниз, заставляя образец изгибаться в противоположную сторону с прогибом Y_2 и σ_2 (см. рис. 3, фаза 3), но уже с противоположным знаком. Прогиб обоих концов образца можно регулировать с помощью перемещения подшипников в пределах длины пазов и изменения их диаметров. Изменяя число подшипников (один или два), их диаметры и взаимное расположение, можно смоделировать практически любую схему симметричных и асимметричных переменных напряжений с различными коэффициентами асимметрии цикла R . Пересчет прогибов Y_1 и Y_2 в значения создаваемых в любой точке поверхности образца механических напряжений σ (МПа) производится предварительно с помощью известных формул с учетом размеров образца, модуля Юнга и расстояний между местом приложения силы и точкой измерения сигнала.

В результате применения расположенных таким образом подшипников исключается температурный нагрев образца, наблюдаемый в случае использования вместо подшипников неподвижно закрепленного на диске кулачка или эксцентрика (контактная схема) вследствие сухого трения, что позволяет повысить достоверность исследований и выполнять длительные многоцикловые испытания. Под действием циклических колебаний свободных частей образца вблизи его зоны зацементации после достижения определенного числа циклов нагружения N возникают микротрещины, приводящие в конечном итоге к усталости и разрушению металла. Определяемое экспериментально значение N наряду с другими факторами может быть использовано в качестве одного из критериев выносливости материала.

Для создания низкочастотного нагружения образца использовался однофазный реверсивный электродвигатель типа РД-09 с коэффициентом передачи, равным 1/137, и частотой вращения вала двигателя $n_1 = 8,8$ об/мин ($f_1 = 0,15$ Гц). Такая редукция позволяет испытывать образцы толщиной до 2...3 мм, создавая в нем упругопластические деформации. Для создания в образце высокочастотного нагружения использовался электродвигатель переменного тока с номинальным значением $n_2 = 2900$ об/мин ($f_2 = 48$ Гц). В зависимости от напряжения питания электродвигателя диапазон изменения f_2 составляет 12...48 Гц. При использовании двигателей других модификаций частоты f_1 и f_2 могут быть другими.

В результате одновременного действия циклических знакопеременных двухчастотных нагружений с ростом N_1 и N_2 со временем будут изменяться физико-механические свойства образца, регистрируемые накладным ПБ 14 (см. рис. 2). С помощью ПБ можно производить сканирование по поверхности образца, измеряя магнитный шум (МШ) в любой части поверхности и получая его распределение по длине образца. Значения N_1 и N_2 определяются с помощью электронного счетчика импульсов 13, сигнал на который поступает от двух магнитоуправляемых герконов, расположенных на корпусах двигателей и срабатывающих от двух постоянных магнитов 11, закрепленных на валах электродвигателей. Для определения N_1 и N_2 использовался двухшкальный электронный счетчик с питанием постоянным напряжением 9 В. Стенд обеспечивает независимое регулиро-

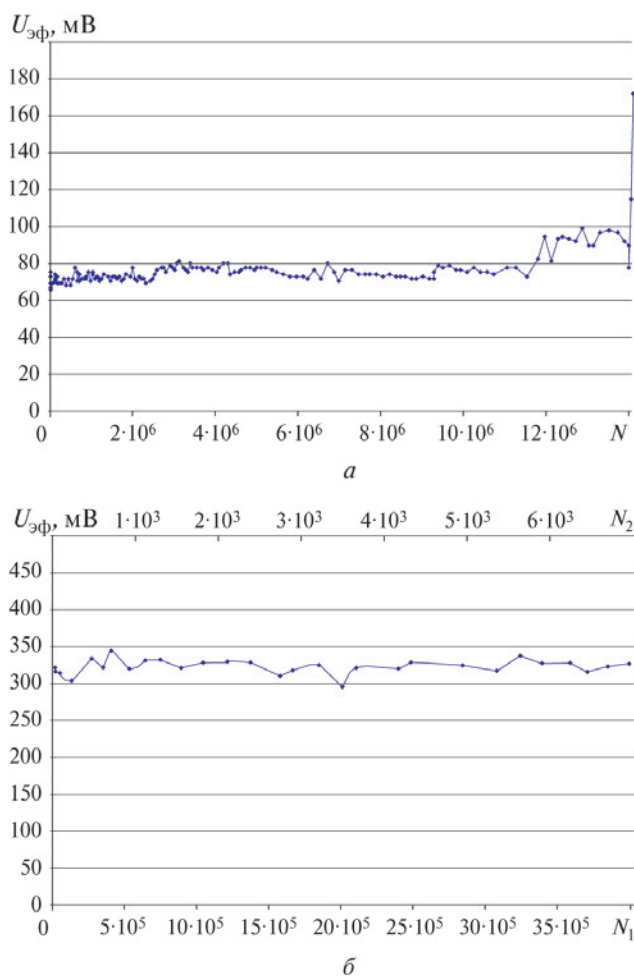


Рис. 4. Зависимость интенсивности МШ $U_{эф}$ от числа циклов нагружения N для разных образцов: а – сталь ВНС-2 при одночастотном ($f_1 = 36$ Гц; $N_{0\max} = 14,096$ млн. циклов); б – сталь Ст. 3 при двухчастотном нагружении ($f_1 = 0,15$; $f_2 = 48$ Гц; $N_{1\max} = 3,989$ млн. циклов; $N_{2\max} = 6880$)

вание низкой и высокой компонент частот нагружения и максимальных амплитуд напряжений при изгибе на обоих концах образца. В результате суперпозиции двухчастотного циклического нагружения в области места закрепления образца происходит накопление усталостной повреждаемости, которая приводит к изменению физико-механического состояния и регистрируется ПБ.

При исследовании УД при одночастотном нагружении консольно закрепленного образца используется один из двух электродвигателей. При мононагружении использовались плоские образцы в виде балок длиной $l = 70$ мм, шириной $b = 15$ мм и толщиной $h = 2$ мм; при двухчастотном – в форме параллелепипеда $l = 300$ мм, $b = 15$ мм и $h = 2$ мм (возможно использование образцов других размеров); максимальный прогиб образца $Y = 7...8$ мм; габариты стенда (длина, ширина, высота) – 450×180×200 мм; масса – 11,5 кг. Испытывались изготовленные в соответствии с ГОСТ 25.502–79, ГОСТ 25347–82 образцы из конструкционной хромистой стали 40Х, высокопрочной ВНС-2, низколегированной 10ХСНД, стали Ст.3 и др. Испытания проводились при симметрич-

ных и асимметричных формах циклов нагружения при разных N и σ вплоть до разрушения образцов. Методом исследования процессов накопления усталостной повреждаемости являлся магнитный метод эффекта Баркгаузена (МЭБ) [16], измерение интенсивности МШ $U_{\text{эф}}$ осуществлялось прибором ИМШ [17].

На рис. 4 показаны результаты испытаний стэнда при исследовании влияния N на интенсивность $U_{\text{эф}}$ МШ при моно- и бигармоническом нагружении, из которых можно определить число циклов N , выдержанных образцом при определенных σ , режимах испытаний и анализа МШ. Из рис. 4, а видно, что при мононагружении при $N_{0\text{max}} = 14,1$ млн. произошло резкое изменение $U_{\text{эф}}$, свидетельствующее о появлении в зоне шейки образца усталостных трещин, что было подтверждено оптическим методом, из рис. 4, б следует, что при двухчастотном нагружении кривая зависимости $U_{\text{эф}} = U_{\text{эф}}(N_1 + N_2)$ пока не претерпела существенных изменений.

Таким образом, разработана методика и создан малогабаритный универсальный стэнд для механических испытаний и исследования усталости ферромагнитных образцов, основанные на моно- и бигармоническом циклическом нагружении, что позволило расширить функциональные возможности испытательного оборудования за счет применения новых технических решений по формированию напряжений в образце, увеличить производительность и достоверность испытаний, производить неразрушающий контроль и исследование процесса накопления усталостной повреждаемости. Стэнд отличается портативностью, малой массой, простотой конструкции и удобством использования по сравнению с громоздкими, сложными в изготовлении и эксплуатации дорогостоящими промышленными машинами и стэндами. Появляется возможность создавать одновременно и независимо одно- или двухчастотные знакопеременные циклические напряжения в образце с возможностью регулирования частот нагружения и амплитуд напряжений, приближая состояние образца к состоянию реального элемента конструкции при эксплуатации. Стэнд позволяет проводить мало- и многоцикловые испытания образцов, моделировать различные виды циклических напряжений растяжения/сжатия при изгибе. Использование

МЭБ как метода исследования усталости и деградации металла показало эффективность при решении научных задач, неразрушающем контроле, мониторинге и диагностике.

Список литературы

1. Терентьев В.Ф. Усталость металлических материалов. М.: Наука, 2003. 254 с.
2. Коцаньда С. Усталостное растрескивание металлов. Изд. 3-е, переработ. и дополн., пер. с польского. М.: Металлургия, 1990. 623 с.
3. Тимошук Л.Т. Механические испытания металлов. М.: Металлургия, 1971. 224 с.
4. Школьник Л.М. Методика усталостных испытаний. М.: Металлургия, 1978. 300 с.
5. Механика разрушения и прочность материалов: Справ. пособие; в 4 т. /Под ред. Панасюка В.В. Усталость и циклическая трещиностойкость конструкционных материалов. Киев. Наук. Думка, 1990. Т. 4. 680 с.
6. Испытательная техника: Справочник. В 2 кн./Под ред. В.В. Ключева. М.: Машиностроение, 1982. Кн. 1. 528 с.
7. Патент РФ 5248, МПК G 01 N 3/32, G 01 N 27/30. Устройство для испытания плоских образцов на усталость.
8. Бусько В.Н. Лабораторная установка для исследования усталостной повреждаемости плоских ферромагнитных образцов//Приборы и техника эксперимента. 2011. №1. С. 165–167.
9. Бусько В.Н. Лабораторная установка для испытаний образцов на усталость с помощью бигармонического нагружения// Приборы и методы измерений. 2015. Т. 6. №2. С. 181–187.
10. Воробьев А.З., Олькин Б.И., Стебнев В.Н. Сопротивление усталости элементов конструкций. М.: Машиностроение, 1990. 240 с.
11. Энциклопедия по машиностроению. В 40 т. /Под ред. акад. Фролова К.В. М.: Машиностроение, 1994–2012.
12. Кобрин М.М., Титов А.А. Методика испытаний на усталость при полигармоническом нагружении независимыми возбудителями//Заводская лаборатория. 2005. №5. С. 586–591.
13. Патент РФ 1826031А1, G01N3/32. Установка для испытания образцов при двухчастотном нагружении.
14. Фомичев П.А. Долговечность металлов при бигармоническом нагружении//Проблемы прочности. 2004. №1. С. 14–21.
15. А.с. СССР №1259145, G01N 3/32. Установка для испытаний на усталость при бигармоническом воздействии.
16. ГОСТ 18-353–79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.
17. Бусько В.Н., Венгринович В. Л., Довгялло А.Г., Кукарко В.А., Комарова В.И. Возможность контроля методом магнитных шумов деградации металла в результате поверхностного изнашивания//Химическая техника. 2007. №6. С. 36–38.

Уважаемые господа!



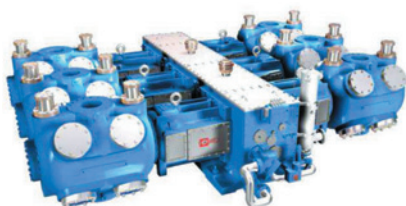
Московское представительство компании Ariel International Corporation приглашает Вас принять участие во 2-й ежегодной международной конференции на тему:

«Компрессорные станции на базе Ariel.

От современного проектирования к надежной эксплуатации»

Конференция состоится 16-17 мая 2017 г. по адресу: Россия, Москва, Тверская улица, 26/1 (Марриотт Москва Гранд Отель, метро Маяковская)

По всем вопросам, связанным с регистрацией на мероприятие, просьба обращаться в московское представительство.



Контакты:

Сергей Лукьянов:

e-mail: slukyanov@arielcorp.com, russia@arielcorp.com

Тел: +7 (495) 721-11-13; **моб.:** +7 (963) 692-39-20.

Разумная экономия ресурсов и максимальная эффективность деятельности – как этого добиться производителям минеральных удобрений?



Всем хорошо известно, что химическая промышленность в целом и производство минеральных удобрений, в частности, довольно энерго- и ресурсоемкая отрасль. Чем больше объемы потребления ресурсов, тем выше стоимость конечной продукции – фактор, автоматически снижающий на нее спрос потребителей. Для повышения конкурентоспособности российским химическим предприятиям необходимо не только с максимальной выгодой для себя использовать источники энергии и сырья. Чтобы не стать аутсайдером среди игроков рынка, нужно добиваться роста эффективности производства и улучшения качества продукции. Достичь этого не просто, поскольку основы отрасли закладывались большей частью в 60–70-е годы прошлого века. Модернизация, которую проводили и проводят предприятия, позволяет повысить эффективность и мощность работы оборудования, но лишь на время. Производства, построенные в последние годы, на которых используют технологии нового поколения, их значительно опережают. Догнать и перегнать их можно только при условии постоянного развития и обновления МТБ, освоения новых методик и производства наиболее востребованных видов продукции высокого качества. Прежде чем браться за реализацию новые проектов, предприятия – производители минеральных удобрений знакомятся с опытом работы своих коллег, а также с последними предложениями авторов технологий и изготовителей оборудования. Три раза в год они собираются на научно-практические конференции, которые организует компания «Инфохим». На сей раз совещание проходило с 15 по 17 марта в ПАО «КуйбышевАзот», в городе Тольятти. Тема его звучала так: «Современные тенденции энерго- и ресурсосберегающих технологий в области основных процессов минеральных удобрений». Общение заказчиков с изготовителями напрямую – отличная возможность получить новую информацию о ситуации на рынке, увидеть новые разработки, услышать пожелания потенциальных покупателей. «Собран-

ные данные обрабатываются, результатом чего становятся более грамотные проектные решения» – говорит И.В. Гимпельсон, директор по производству ООО «НИАП» (г. Новомосковск).

После приветственных вступлений организаторов совещания слово взял главный технолог ПАО «КуйбышевАзот» С.Я. Садивский. Он рассказал участникам встречи о масштабах и результатах модернизации предприятия в последнее время. Напомним, основные направления деятельности компании – производство капролактама и продуктов его переработки (доля в общероссийской выработке – 55%), аммиака и азотных удобрений, промышленных газов. Предприятие – явный лидер в производстве полиамида, а также полиамидных и смесовых ПА тканей (99% и 100% общероссийских показателей). Выручка компании в 2016 г. составила 37,9 млрд. руб., из них чистая прибыль – 4 млрд. руб. Выработка товарной продукции с 2000 г. увеличилась в 2 раза. А вот число химзагрязненных стоков уменьшилось в 2,8 раза, а число удельных выбросов – в 1,3. По отношению к 2000 году сократилось и потребление воды, тепло- и электроэнергии – в 1,5; 1,3 и 1,2 раза. Все это – результат внедрения ресурсосберегающих технологий, модернизация действующих производственных мощностей. Сергей Ярославич ознакомил аудиторию с основными проектами, которые предприятие планирует реализовать в рамках инвестиционной программы до 2020 г. Увидеть изменения, которые произошли и происходят на территории «КуйбышевАзот», участники совещания смогли на следующий день, во время экскурсии. В роли гидов выступили главный технолог С.А. Садивский, начальник цеха по производству аммиака Д.В. Еранцев и начальник цеха №40 П.В. Забелин.

В июне прошлого года заработала современная воздуходелительная установка ПЛ-4 (совместный проект с компанией Praxair, США). Объем производимых жидких продуктов разделения воздуха вырос 1,7 раза, а энерго-

потребление, напротив, снизилось на 12%. Производимая на ПЛ-4 продукция развозится потребителям в радиусе 400 км от Тольятти в криогенных емкостях.

Цеху слабой азотной кислоты уже более полувека. Ему построят замену, которая будет занимать площадь в 5 раз меньше нынешней, зато производительность будет в 1,5 раза больше. Новый агрегат рассчитан на производство 1,5 тыс. т азотной кислоты в пересчете на моногидрат в сутки.

Как уже говорилось, производство капролактама – одно из основных направлений в деятельности компании. Она выпускает до 197 тыс. т этой продукции в год и является лидером по ее производству в РФ. Капролактамы перерабатывают в полиамид, далее в химическое волокна, нити, кордовую ткань. Для этих целей используются четыре установки и скоро их число вырастет до пяти. Среди постоянных покупателей продукции – страны Северо- и Юго-Восточной Азии.

Предприятие намерено увеличить объемы выпуска карбамида. Сейчас оно вырабатывает около 340 тыс. т в год. В настоящее время ведется проработка проекта с инвесторами о строительстве нового производства.

Агрегат для производства аммиака «КуйбышевАзот» еще не так давно был самым эффективным в стране, чего удавалось добиваться благодаря его постоянной модернизации. Проектная мощность агрегата составляла 1360 т жидкой продукции в сутки. В 1999 г. заменили печь риформинга, поставили более современные трубы увеличенного диаметра. Провели реконструкцию колонны синтеза. Раньше была аксиальная четырехполочная, сейчас стоит радиальная трехполочная, что позволило снизить энергопотребление и увеличивать выработку аммиака. В 2000 г. раствор МЭА сменили на МДЭА, в 2005 г. одновременно с тренажером для технологического персонала заработала новая система компании Yokogawa. Раньше в цехе работал компрессор природного газа. В 2010 г. предприятие подключилось к газопроводу высокого давления, и сейчас природный и технологический газы поступают по нему. Сейчас компрессор в резерве, но его в любое время можно разглушить и использовать. Была установлена еще одна колонна синтеза. Другие компрессоры, которые работают и по сей день, подверглись реконструкции. В них полностью заменили роторы (два комплекта), поставили новую ротор-турбину в компрессор синтеза-газа и провели модернизацию воздушного компрессора. Снижение потребления пара производством аммиака позволило выдавать его на производственные нужды завода расходом до 40 т. Соответственно уменьшились поставки пара с соседней ТЭЦ.

Сейчас агрегат выдает 1800 т продукции в сутки, расходный коэффициент по газу составляет менее 1090 м³ в пересчете на стандартную калорийность на 1 т аммиака. По объемам производства жидкого аммиака тольяттинцев недавно опередили коллеги из Невинномысска – у них на предприятии фирма Casale провела реконструкцию, и теперь выпускается 2000 т продукции в сутки. В этом году совместно с компанией Linde «КуйбышевАзот» планируют запустить высокотехнологичное производство аммиака.

В августе 2016 г. на производственной площадке предприятия было введено в эксплуатацию энергоэффективное производство циклогексанона (ЭПЦ). В проект инвестировано порядка 10 млрд. руб., в том числе



1,25 млрд. руб. на условиях софинансирования было вложено государственной корпорацией «РОСНАНО», выступившей партнером.

Если говорить о собственных проектах предприятия, то это прежде всего производство сульфат-нитрат аммония. В настоящее время ведется строительство установки, планируемые инвестиции – 1,7 млрд. руб. Сроки реализации планов – 2018 г. Заключаются пусконаладочные работы на универсальной комплектной линии (УКЛ) азотной кислоты. В стадии проработки находится еще несколько проектов. Сумма, которая необходима для реализации всего задуманного, – почти 70 млрд. руб. 24,5 из них уже вложены.

С инвестициями ситуация во всех отраслях промышленности в наши дни непростая, и химическая промышленность не является исключением. Виною тому стали подешевевший рубль и введенные санкции ряда государств в отношении России, которые болезненно сказались на экономике страны, считает О.В. Коротков, менеджер по продажам ООО «Сандвик». Два-три года назад валютные поступления были значительно выше. Сейчас стоимость минеральных удобрений, как и цена на нефть, упала. Объем производства хоть и увеличился, но доходы существенно не выросли. В размерах валютных поступлений производители минеральных удобрений сегодня проигрывают. Инвестиционный климат не из лучших, у них нет средств на полноценное развитие, полагает О.В. Коротков. До санкций была возможность взять за рубежом «дешевый» кредит, сейчас сделать это крайне трудно. ПАО «КуйбышевАзот» использует все возможные способы найти средства для осуществления задуманного. Это не только создание совместных предприятий с зарубежными компаниями, которые вкладывают капитал в реализацию проектов. Предприятие увеличило количество банков-партнеров, основные из которых «Сбербанк России», «Росбанк», «Райффайзенбанк», «Газпромбанк», «ВТБ». Они дают объединению различные по срокам и ставкам кредиты.

Более того, «КуйбышевАзот» продолжает работать с международными финансовыми институтами. В их числе IFC (Международная Финансовая Корпорация), которая является акционером предприятия.

Итак, решение финансового вопроса напрямую зависит от готовности предприятия находить инвесторов, пусть и иностранных, и реализовывать с ними совместные проекты. Более того, надо уметь предвидеть риски

и иногда идти на них. Если говорить о выборе оборудования, то и тут ситуация тоже непростая. Одно дело провозгласить курс на импортозамещение, другое дело – способствовать ему. Что же предпочитают российские производители минеральных удобрений?

По словам Е.Н. Черемисина, заместителя начальника Центра технического развития АО «Минудобрения» (г. Россошь), сейчас об импортозамещении вопрос не стоит. Главный приоритет его и коллег – надежность техники. Планка перед ввозимым оборудованием повышается, поскольку рубль слабый, а валюта дорогая. В такой ситуации растут шансы быть замеченными у компаний, локализованных в России. Пока рубль не подешевел, предпочтение отдавали зарубежной продукции, поэтому у отечественных производителей возможностей было гораздо меньше.

Любой производитель минеральных удобрений должен смотреть далеко вперед. Для успешной деятельности ему надо внедрять новые технологии, которые позволят повысить эффективность работы предприятия, КПД компрессорной техники, паровых турбин. Понятно, что это недешево, говорит Евгений Николаевич. Сейчас используются типы техники, которые разрабатывались 40–50 лет назад. Смена поколений происходит не так быстро, как, к примеру, в электронике. Интервал составляет 20–25 лет. Но это вовсе не значит, что рынок косной, и интересные предложения на нем большая редкость. Появляются новые способы металлообработки, если говорить о компрессорно- или турбиностроении. Создаются станки, которые позволяют производить лопатки более сложной формы. Разрабатываются более совершенные виды катализаторов, позволяющих результативнее использовать ресурсы.

На этой конференции сотрудникам ОАО «Минудобрения» показали интересными идеи тольяттинской фирмы Tonaro Refractory Engineering, которая занимается огнеупорной футеровкой и теплоизоляцией печей. Они рассчитывают, что тольяттинцы помогут им разрешить проблему, возникшую при эксплуатации оборудования. Никаких революционных новых предложений гости из Россоши не услышали, но поездку на совещание все равно считают очень полезной. Личное общение с производителями дает возможность узнать важные детали, о которых на сайтах компаний нет ни слова. Ценной информацией в сетях уже давно никто не делится, замечает А.Е. Арбузов, зам. начальника цеха аммиака по технологии.

О каких тонкостях и от кого на сей раз могли узнать производители минеральных удобрений на конференции в Тольятти?

Доклад С. Хлопенкова, руководителя по развитию бизнеса компании AUMUND Fördertechnik GmbH был посвящен разрушающему воздействию на гранулы удобрения при их транспортировке в ковшевом элеваторе. Он перечислил преимущества техники с гибридной разгрузкой перед тихоходными элеваторами с гравитационной разгрузкой. Меньшие габариты, значит, более компактная установка, соответственно это требует меньше инвестиций в строительную часть. При этом энергопотребление снижается. Компания предлагает варианты модернизации оборудования, которые помогут увеличить производительность оборудования тех же размеров с использованием существующих металлоконструкций.



Удастся повысить надежность машин за счет использования высококачественных компонентов, а также сделать процесс разгрузки гранул более щадящим за счет оптимизации формы ковша, его материала и траектории движения. Инженер-технолог ООО «КемИнСи» А.К. Митин познакомил аудиторию с эффективными методами очистки газовых выбросов предприятий по производству минеральных удобрений. Технологии компании позволяют не только защищать воздушный бассейн. Они дают возможность улавливать целевой продукт из потока выбрасываемой газовой фазы.

Главный инженер «Дальневосточного завода энергетического машиностроения» В.В. Кондратюк продемонстрировал преимущества новых разработок для УКЛ-7. Это ГТТ-9, которая обеспечивает полнонапорное сжатие в осевом компрессоре турбоблока, при этом редуктор и нагнетатель исключаются. К числу преимуществ можно отнести возможность установки в действующую технологическую линию с минимальными затратами. Это первое. Второе – повышенная производительность (на 27% больше по сравнению с ГТТ-3М) и возможность ее регулирования в диапазоне 80–105%. Третье – высокая топливная эффективность (потребление природного газа меньше на 10–15% по сравнению с ГТТ-3М). Компания предлагает и варианты конструктивного улучшения ГТТ-3М.

С.А. Сазоненков, руководитель отдела нестроительной химии компании «Полипласт Северо-Запад», рассказал, как предотвратить слеживаемость минеральных удобрений, используя кондиционирующую заправку их производства. Внесение 1 кг заправки на 1 т удобрений позволяет повысить прочность гранул на 35–50%, а количество ретура снизить с 75 до 37%.

За два дня работы прозвучало около тридцати докладов. Речь в них шла об оборудовании и технологиях не для одного, а для разных направлений деятельности компаний – производителей минеральных удобрений. Но цель у авторов выступлений были одна: подсказать наиболее приемлемые на их взгляд пути выхода на новый, более высокий уровень деятельности. Это подразумевает умение экономить на потреблении энергии и ресурсов, добиваясь при этом максимальной выгоды. Теперь дело за теми, кому были адресована эта информация. У компаний «КуйбышевАзот» и «АКРОН», «Минудобрения» и «Щекиноазот», трех предприятий с названием «Азот» из Кемерово, Гродно и Невинномыска выбор есть, а вот что они предпочтут, покажет время.

С. Хряпина

Дайте больше, лучше, бесплатно

Пост-релиз конференции «Полиэтилен. Полипропилен 2017».

Организатор – INVENTRA в составе Группы CREON

Загрузка мощностей по выпуску базовых пластиков близится к пределу, и активный рост предложения российского сырья прекратится. Переработчики указывают на узость марочного ассортимента и обеспокоены высокой стоимостью отечественных полимеров. Производители транслируют свое желание поддержать внутренний рынок, продолжая оценивать свой товар в соответствии с мировым паритетом.

Четырнадцатая международная конференция «Полиэтилен. Полипропилен 2017», организованная компанией INVENTRA, состоялась 21 марта в Москве. Мероприятие прошло при поддержке Минпромторга России и Группы «Полипластик». Партнерами выступили компании «Центрополимер», OMIPIA, Milliken Europe, «Коммуникации».

«Сквозная проблематика рынков полиэтилена и полипропилена подтолкнула нас к объединению основных игроков данных сегментов на одной площадке», – отметил в приветственном слове управляющий директор Группы CREON Сергей Столяров. Он напомнил о разработке Минпромторгом дорожной карты по развитию переработки пластмасс до 2025 г. и призвал активно участвовать в создании одного из главных документов подотрасли. «Мы уже включились в работу и готовы транслировать мнения регулирующим органам», – подчеркнул он.

Мероприятие открыл обзорный доклад о состоянии и основных тенденциях российского рынка полипропилена и полиэтилена, который традиционно представила директор департамента аналитики INVENTRA Лола Огрель. Суммарный потенциал по выпуску двух базовых полимеров (ПП и ПЭ) в России составляет 3 млн 300 тыс. т, при этом количество производителей ограничено десятью предприятиями, только четыре из которых производят оба полимера.

В 2016 г. выпуск полипропилена увеличился на 7,5% и составил 1 млн 380 тыс. т. Рынок ПП активно развивался последние четыре года благодаря реализации двух новых проектов – «Сибур-Тобольск» (500 тыс. т) и «Полиом» (210 тыс. т). На сегодняшний день лимиты роста исчерпаны, загрузка мощностей достигла 97% и вплотную приблизилась к критическому уровню. В данных условиях отечественные предприятия обратили внимание на высокомаржинальные продукты. По итогам 2016 г. производство сополимеров в России достигло рекордных 280 тыс. т, увеличившись на 12% относительно прошлогоднего показателя. Если в 2010 г. на сополимеры приходилось 9% общего выпуска ПП, то в 2016 г. – уже 20,3%.

Производство полиэтилена прибавило 7% к прошлогоднему результату и достигло 1 млн 716 тыс. т при загрузке мощностей 91%. Выпуск полиэтилена низкого давления в 2016 г. вырос на 10%, превысив 1 млн т, однако все еще не достиг уровня 2013 г. В прошедшем году «НКНХ» запустил модернизированное производст-



во альфа-олефинов. В результате количество линейного ПЭ выросло в 1,6 раз и достигло 73,5 тыс. т. Однако, несмотря на положительную динамику, сегмент линейного полиэтилена остается самым импортозависимым. Производство полиэтилена высокого давления практически осталось на уровне предыдущего года, снизившись всего на 6 тыс. т.

Несмотря на повышение объемов выпуска продукции в 2016 г., рынок ПЭ стагнирует в плане запуска новых мощностей. Так, за последнее десятилетие не было введено в эксплуатацию ни одного нового предприятия, выручала модернизация существующих производств. Поэтому форс-мажор на любом из функционирующих заводов может выбить рынок из равновесия и привести к резкому ценовому скачку, что мы и наблюдали в апреле прошлого года на рынке ПВД.

Последнее время отечественные производители базовых полимеров чувствовали себя гораздо увереннее потребителей. Одна из основных причин – сложившаяся ценовая политика в области реализации ПП и ПЭ. Цены на внутреннем рынке удерживались в соответствии с импортным паритетом, несмотря на падение цен на нефть и снижение стоимости сырья (этилен и пропилен). Так, в 2010–2014 гг. разница между стоимостью полимеров и сырья для их производства находилась в пределах 20...30 тыс. руб., а в 2016 г. спреда выросли до 47 тыс. руб. для полипропилена и 55 тыс. руб. для полиэтилена.

Помимо этого, развитие российской переработки сдерживали высокие ставки по кредитам и сложный процесс их получения, узкий марочный ассортимент отечественного сырья, в том числе добавок и наполнителей, а также отсутствие целевой государственной программы по стимулированию переработки.

В сложивших условиях рынки переработки ПЭ и ПП развивались по-разному. Спрос на полипропилен увеличивался и за последние 7 лет вырос на 50%. Переработка полиэтилена расширялась до 2013 г. за счет труб-



ного сегмента и просела вместе со спросом на ПЭ трубу. Переломным для рынка полиэтилена (но не труб) стал 2016 г., показавший пусть небольшой, но прирост в 70 тыс. т. Это стало возможным благодаря вытеснению конечной импортной полимерной продукции по причине высокого курса доллара.

Говоря об отечественном рынке полимерных труб, директор департамента трубопроводных систем Группы «Полипластик» Кирилл Трусов добавил, что с пика производства в 2013 г. рынок сузился на 32%, но ближе к концу 2017 г. начнет потихоньку оживать. К 2021 г. с большей вероятностью рынок снова пойдет вверх и достигнет уровня 2013 г. в 400 тыс. т. Он также добавил, что для успешного развития сегменту необходимы марки ПЭ100 повышенной стойкости против распространения трещин и сопротивлению стеканию, PERT, а также блоксополимер ПП для безнапорных применений.

Старший менеджер технологий «Лукойл» Оксана Борисова сообщила, что в марте 2018 г. «Ставролен» планирует начать выпуск ПЭ 100. Скорее всего, это будет натуральный, а не саженаполненный полиэтилен. Относительно полипропилена – большинство российских производителей имеют технологические возможности, чтобы производить блоксополимеры и статсополимеры, но зачастую это финансово не выгодно по причине высоких затрат на производство и применения исключительно импортных добавок.

В сегменте как инфраструктурных гофрированных труб, так и напорных труб для систем водоснабжения и отопления компания «Про Аква» завершила 2016 г. ростом. Как сообщил директор по маркетингу Михаил Бондаренко, возросло количество потребителей, завод увеличил мощности после переоборудования. Кроме того, помогло импортозамещение и экспортные направления. В текущем году завод также возобновляет выпуск ПНД труб до 63-го диаметра.

Возвращаясь к теме импортозамещения, начальник управления по продвижению полимеров – начальник отдела рекламы и выставок «НКНХ» Марат Фатыхов отметил, что «Нижнекамскнефтехим», единственный отечественный производитель ЛПЭНП, продолжает наращивать объемы выпуска дефицитного на российском рынке сырья. Доля линейного полиэтилена в общем объеме производства возрастет в 1,5 раза, и должна достигнуть показателя в 100 тыс. т по итогам 2017 г.

Мировые производители линейного полиэтилена тоже не стоят на месте. Заявлен ряд проектов в Америке (среди них ExxonMobil мощностью 1,3 млн. т), на Ближнем Востоке, в Китае, сообщила глава представительства ChemOrbis в России и СНГ Мария Смирнова. Кроме того, весной 2017 г. будут запущены два крупных завода в Иране мощностью 300 тыс. т каждый: Mahabad Petrochem (ПНД и линейный ПЭ) и Kordestan Petrochem (ПВД). За 5 лет мощности иранских заводов по производству ПЭ увеличатся на 3,5 млн. т при условии запуска всех инвестиционных проектов. По полипропилену Иран к 2019 г. прибавит дополнительно еще 600 тыс. т. Рост мощностей и производства полиолефинов на мировом рынке напрямую влияют на ценообразование в России, но это не единственный фактор. По мнению г-жи Смирновой, эффективное принятие решений в условиях ценовой волатильности должно быть основано на своевременном анализе сырьевых рынков (нефть, газ, нефтяные мономеры), что позволяет по марже предугадывать действия производителей полимеров. Помимо этого, через торговые и аналитические инструменты следует ежедневно мониторить спотовые сделки, которые все больше будут появляться на контрактных рынках в связи с перераспределением объемов между регионами.

По мнению генерального директора самарского «Завода тарных изделий» Гамлета Оганесяна, цена на отечественный полиэтилен производителями завышена, и у потребителей нет возможности повлиять на сложившуюся ситуацию. Сегодня наблюдается благоприятная для переработчиков динамика снижения стоимости ПЭ, однако вряд ли эта тенденция будет длительной. На фоне оживления экономической ситуации ожидается повышение объемов потребления, и, скорее всего, оно будет сопровождаться ростом цен.

По мнению же генерального директора компании «Центрополимер» Алексея Завьялова, существующая тенденция снижения стоимости сырья на фоне растущей конкуренции будет развиваться. После запуска новых производственных мощностей и увеличения производства цены на сырье пойдут вниз.

«Казаньоргсинтез» как производитель базовых полимеров «наблюдает за иранскими проектами». Начальник отдела анализа и планирования Александр Леонтьев отметил, что, несомненно, компания отслеживает импортные материалы и их ценовые спреды. По его словам,



ценообразование в России сегодня диктует рынок, для «Казаньоргсинтеза» первостепенным является насыщение внутреннего спроса, а не экспортные направления, возможно высокомаржинальные из-за разницы валютных курсов.

Генеральный директор «Спринт-пласт» Евгений Бронштейн заметил, что, например, в Европе цена пленочного ПНД для местного потребителя составляет примерно 83 руб., в то время как в России 95 руб. Возможно, отмена импортных пошлин могла бы стимулировать снижение цен на внутреннем рынке, полагает он.

Своим мнением о том, насколько стоимость базовых полимеров влияет на рост переработки в РФ, поделились участники конференции во время интерактивного опроса: 35% опрошенных считает, что снижение цены на сырье увеличит переработку для сбыта на внутреннем рынке и на экспорт, 65% – отметили, что снижение цен увеличит маржу, но сбыт зависит от проблем с конечным спросом.

Вопрос таможенного оформления также оказался весьма актуальным для участников рынка. Начальник Аналитического управления ФТС России Александр Гуськов постарался прояснить ситуацию. Так, по его словам, с целью упрощения таможенного администрирования в декабре 2015 г. вступило в силу Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии №139, которое позволяет при соблюдении определенных условий не назначать дополнительную проверку таможенной стоимости. В частности, если по ранее ввезенным идентичным товарам по одному контракту один раз доказана достоверность указанных цен, то дополнительные проверки на все последующие партии отменяются. При этом оформление должно проходить на одном таможенном посту, и декларант обязан самостоятельно сообщать о наличии прецедента. Интересно, что только 10% участников ВЭД, ввозящих 39-ю группу товаров, заявили о своем праве упрощенного ввоза.

Представитель ФТС также отметил, что ведомство крайне заинтересовано во владении актуальной ценовой информацией, и волатильность индикативных цен находится в пределах 20%. Федеральная таможенная служба не проводит сертификацию источников данных, поэтому участники ВЭД свободны в выборе материалов для доказательства таможенной стоимости товара.

Совершенствование законодательной базы и госрегулирования должны находить практическое применение в единых стандартах, которым будут следовать все пункты таможенного оформления. Сегодня существует проблема, когда в реальной жизни процесс таможенной очистки грузов по одним и тем же контрактам на разных постах проходит в соответствии с различными требованиями, отметил г-н Завьялов. В частности, болезненным для бизнеса является несвоевременный возврат замороженных в результате дополнительных проверок по стоимости товара средств, получить которые компании не могут до 8–9 месяцев. Кроме того, генеральный директор «Центрополимер» обратил внимание на проблему импорта внутри Таможенного союза. По его словам, поставки через Белоруссию и Казахстан осуществляются на более льготных условиях. Вышеперечисленные факты не только нарушают конкурентную среду, но и стимулируют отечественные компании изменять географию поставок, что ведет к потерям российского бюджета.



Обсуждая сегмент тары и упаковки, главный технолог по развитию компании «Мир упаковки» Ольга Коваленко отметила, что в РФ уже есть хорошие рандом-, гомо- и блоксополимеры, теперь стоит двигаться дальше в сторону марок, увеличивающих производительность. «Достаточный выбор качественных марок ПП появился во многом благодаря упорной работе специалистов «НКНХ», которые действительно много работают с потребителями. А вот ассортиментный ряд отечественных полиэтиленов очень маленький, особенно для экструзии с раздувом. Мы очень ждем новых марок с улучшенными свойствами от производителей», – подчеркнула эксперт.

Начальник производства компании «Контрольный пакет» Михаил Шуляков не видит радужной картины на рынке пищевых пленок на ближайшие два года и сетует на невозможность повлиять на стоимость сырья. По его словам, «за последнее время заметно снизилось качество пленок Waterfall Pro, «Биакспен», «Евромет». Waterfall Pro срывает сроки поставок. Полиэтиленовое сырье не всегда доступно и по объему, и по стоимости, потому как производители сориентированы на внешние рынки, и формирование цены сырья происходит по пресловутому импортному паритету. При этом стоимость сырья при экспорте на ~15–20% ниже внутренней».

Руководитель направления продуктового и технологического развития дирекции базовых полимеров «Сибур» Константин Вернигоров отметил, что «Биакспен» взял курс на диверсификацию портфеля и ведет активную работу по выводу на рынок новых типов пленочных изделий и повышению качества продуктовых решений.

Сегодняшняя мощность по выпуску полипропилена четырех заводов «Сибур» (с учетом совместных предприятий) составляет 970 тыс. т, продолжил г-н Вернигоров. В 2016 г. завершилась реконструкция ПНД-производства на «Томскнефтехиме», а в январе 2017 г. был представлен новый бренд специальных марок полипропилена Sibex. Линейка предлагает продукты для термоформования, литья под давлением, рафии, бопп- и cast-пленок, для производства полипропиленовых труб горячего и холодного водоснабжения, нетканого волокна.

Директор по науке и развитию «Полипластик» Михаил Кацевман сообщил, что отечественный рынок композиционных материалов на основе полиолефинов в 2016 г. достиг показателя в 250 тыс. т, показав 3–5%-ный рост относительно прошлого года. В общем объеме потреб-

ления полипропилена и полиэтилена композиты занимали соответственно ~10% и 15%, что связано с активным использованием полиэтиленовых покрытий магистральных трубопроводов, изготовленных компаундированием. На 2017 г. эксперт не прогнозирует существенного роста, скорее, стоит говорить о стабилизации объемов производства и потребления, хотя рост производства автомобилей может и изменить эту картину в лучшую сторону.

Более половины композиционных материалов на основе полипропилена (51%) используются в автомобилестроении, и, несмотря на спад автомобильного рынка, процент продолжает расти, так как растет количество данных материалов в автомобиле, приближаясь к средне-европейскому уровню. Так, при сокращении автопроизводства на 10% в 2016 г. потребление полимерных материалов упало всего на 5%. При этом доля использования отечественных материалов заметно увеличилась.

Докладчик обратил внимание слушателей, что заметного роста производства композиционных материалов в ближайшие несколько лет стоит ожидать только в условиях интенсивной программы экспорта, которая может быть осуществлена лишь при поддержке государственных органов.

Тенденцию импортозамещения ПП и ПЭ автопроизводителями подтвердила Гузель Кирсанкина, инженер по локализации сырья и материалов отдела развития продуктов Ford Sollers Holding. На сегодняшний день общий уровень локализации компонентов составляет более 50%. В 2016 г. 86% локализованных полипропиленовых деталей производилось с применением российского полипропилена. В текущем году компания планирует использовать полностью отечественное сырье для деталей, производимых на российских площадках. При этом вспененный полипропилен поставляется исключительно по импорту. Доля отечественных сополимеров в компонентах российского производства находилась на уровне 26%, но должна прибавить 24% в течение года. Потребление отечественного ПНД для производимых локально деталей составляет 81%. Эксперт также отметила необходимость развивать производство отечественных сополимеров, вспененного полипропилена, модификаторов и наполнителей.

Управляющий директор OMIPA Фабио Каццани рассказал о рынке сотового полипропилена, который в России на сегодняшний день находится в зачаточном со-



стоянии. В Европе ежегодное производство сотового ПП превышает 150 тыс. т, тогда как в России с трудом дотягивает до 10 тыс. т. Потенциально российский рынок может увеличиться в объеме в 3–4 раза, став драйвером развития сегмента жесткой упаковки. Технологические решения в области производства сотовых листов, в частности из полиэтилена и полипропилена, предлагает компания OMIPA.

Дариуш Лукашевски, региональный менеджер по Центральной и Восточной Европе компании Milliken, представил технологию просветления и нуклеации для производства сверхпрозрачного полипропилена. Упаковка из этого материала пластична, обладает легкостью и низкой плотностью, подлежит рециклингу, устойчива к повреждениям и различным температурам. Данная технология позволяет широко использовать полипропилен для замены других материалов.

О технологии создания новых марок полиолефинов с улучшенными потребительскими свойствами с помощью фторполимерных добавок 3M Dynamar TM рассказал Роман Васильев, ведущий технический эксперт «3M Россия». В частности, добавки могут быть использованы для улучшения базовых марок полимеров, поскольку не расходуются в процессе экструзии, показывая свои позитивные эффекты как на стадии производства гранул полиолефина, так и улучшая процесс переработки у конечного потребителя. Кроме того, 3M Dynamar TM уменьшают давление на фильтр, снижают крутящий момент и токовые нагрузки, препятствуют деградации полимера, что позволяет увеличивать производительность грануляторов, а также улучшают качество перемешивания полимера с пигментами, устраняют нагарообразование, способствуют устранению дефектов на поверхности, позволяют снизить толщину пленки у конечных потребителей.

Тенденции развития мирового производства пропилен-на осветил Борис Гаевский, руководитель информационно-аналитического отдела журнала «Евразийский химический рынок». Он подчеркнул сокращение доли парового крекинга и FCC-процессов на фоне увеличения целевых технологий получения пропилен-на. Помимо этого, он отметил появление и расширение удельной доли новых видов сырья для производства пропилен-на: пропана для PDH-процесса, каменного угля и метанола для MTO/MTP-процессов, этилена и бутилена для метатезиса.



Национальный нефтегазовый форум

18 апреля в ЦВК «Экспоцентр» в Москве, где с 17 по 20 апреля проходит крупнейшая в России 17-я международная выставка «Нефтегаз-2017», начал работу Национальный нефтегазовый форум. Национальный нефтегазовый форум – первое в современной истории России мероприятие федерального масштаба, организованное Министерством энергетики России совместно с ведущими предпринимательскими и отраслевыми объединениями – Российским союзом промышленников и предпринимателей (РСПП), Торгово-промышленной палатой России (ТПП РФ), Союзом нефтегазопромышленников России, Российским газовым обществом.

Ежегодно форум собирает ведущих участников и экспертов отрасли – представителей Правительства РФ, министерств и ведомств, российских и зарубежных компаний ТЭК, отраслевых ассоциаций и научных сообществ.

Форум открылся приветствием Министра энергетики РФ Александра Новака, которое передал участникам форума заместитель Министра энергетики РФ Кирилл Молодцов.

Модератором первой пленарной сессии «Стратегия научно-технологического развития нефтегазовой отрасли России: глобальные вызовы и новые точки роста» выступила Татьяна Митрова, директор энергетического центра московской школы управления «Сколково».

Руководитель глобальной практики по оказанию консультационных услуг в нефтегазовой отрасли PWC (США) Рид Моррисон отметил, что последние 3–4 года в некоторых сегментах энергетической отрасли состоялся «золотой век». Сегодня нефтегазовая отрасль является передовиком научно-технического прогресса. Нацеленные на победу компании изменили бизнес-модель от «делаем все» к модели уникальных компетенций. Он дал прогноз, что потребление нефтепродуктов и газа будет расти в связи с тем, что растет средний класс.

Майкл Стоппард, главный стратег Global Gas, IHS Energy, сообщил, что в мире продолжается наращивание объемов газа с точки зрения предложения. Объемы газа будут расти быстрее, чем нефтепродуктов или угля, – ориентировочно 2% в год. Также в ближайшие 4 года ожидается рост СПГ на 15%. В целом потребление газа к 2030 г. вырастет с 19 до 23%. Европа занимает решающее место в балансе мирового рынка газа, а США задают новую планку в части стоимости добычи.

Заместитель Министра энергетики РФ Кирилл Молодцов в ходе первой сессии обозначил глобальные вызовы и новые точки роста в нефтегазовой отрасли. «Мы наблюдаем технологические прорывы, которые сегодня намечаются в нефтегазовой отрасли. В частности, складывается ситуация, что на рынке может быть предложен большой объем сланцевого газа, и нам необходимо учитывать эту тенденцию. Роль российского газа будет увеличиваться, но и конкуренция будет расти», – сказал К. Молодцов.

Говоря о трендах развития нефтяной отрасли, Кирилл Молодцов отметил, что сегодня именно спрос активно формирует тренды. «В ближайшие 2–3 года мы перейдем на объем потребления в 100 млн. баррелей нефти в сутки. Само предложение в абсолютном значении может расти, но даже в этой ситуации на единицу продук-



ции мы станем потреблять меньше. Вопросы энергоэффективности – один из ключевых трендов развития отрасли. Уменьшение показателей на единицу продукции, повышение энергоэффективности – это фактор, который нам предстоит учитывать», – пояснил Кирилл Молодцов.

Задача внедрения энергоэффективных технологий заложена в госпрограмму импортозамещения, генсхему развития нефтяной и газовой отрасли, частично она отражена как базовый тренд в энергостратегии. «Это задача, которую должны решать наши нефтегазовые компании», – подытожил он.

Председатель комитета по энергетике ГД РФ Павел Завальный отметил, что основной вызов, который стоит перед компаниями нефтегазовой отрасли – ухудшение структуры запасов, в первую очередь, необходимо стимулировать разработку трудно извлекаемых запасов (ТРИЗ) и истощенных месторождений. Поход должен быть системным: развитие технологий, прикладной и академической науки, внедрение импортозамещающих программ, совершенствование налоговой системы. «Один из таких инструментов – НДД, который станет новой системой стимулирования работы на истощенных и новых месторождениях, – заявил П. Завальный. – Мы хотим в этом году принять НДД и в перспективе перевести всю отрасль на новые стимулы интенсивного развития».

Первый заместитель генерального директора компании «Татнефть» Наиль Ибрагимов сообщил участникам форума, что компания разрабатывает ТРИЗы, доля которых превысила 80%. Имея такой опыт, Татнефть готова оказывать соответствующие услуги и другим компаниям. К примеру, освоена добыча сверхвязкой нефти – тем самым вышли на новый промышленный уровень, освоив целый перечень цифровых технологий.

Рустам Галиахметов, член правления, управляющий директор СИБУР-Холдинга, рассказал, что холдинг модернизировал ряд заводов. Компания использует цифровые технологии (дроны, 3D-моделирование), но для перспективного развития необходим персонал высокой квалификации.

Председатель Совета Союза нефтегазопромышленников Юрий Шафраник отметил, что рынок уходит в Азию. А глобальные конкуренты по экономическим условиям – США и Саудовская Аравия. Что касается внутреннего рынка, Ю.Шафраник считает: «Ближайшие два года будет идти оживление экономики и определенный рост цен,

которого мы достигли совместным решением с ОПЕК. Затем, по нашим моделям, ожидается мировой спад, который отразится и в ценах на энергоносители. Сегодня нам нужно развивать внутренние рынки, увеличить потребление. Например, уже более 10 лет идет стабильное увеличение потребления газа – здесь мы на максимуме потребления. Второе – необходима стабилизация и даже снижение цен в проектах по электроэнергетике. Третья проблема – газохимия. В глобальной экономике ее объем составляет 10%, а у нас меньше. Для сравнения: на мировом уровне 45% газа идет на газохимию, в России только 25%. Необходимо развивать и это направление».

Клеменс Блюм, исполнительный вице-президент по промышленности Schneider Electric Industries SAS, заявил о 4-й промышленной революции в энергетической отрасли. Он отметил, что глобальная кооперация, обмен данными, развитие интернета и мобильных технологий, кибербезопасность выходят на первый план. А также, ориентируясь на потребителя, необходимы глобальные стандарты.

Артем Козловский, партнер EY, обозначил такие проблемы в сфере внедрения инноваций в российских нефтегазовых компаниях, как баланс между долгосрочными целями и краткосрочными задачами, сложные процедуры по поиску и отбору новых проектов, отсутствие инвестиций в высокорисковые проекты, инертность больших компаний.

Йозеф Тот, Президент Мирового нефтяного совета, пригласил представителей российских энергетических компаний принять участие в Мировом нефтяном конгрессе в Стамбуле 9–13 июля 2017 г. Мировой нефтяной конгресс проводится один раз в три года, во время его работы МНС принимает основные программные документы на следующий трехлетний период, определяет направления исследований и деятельности и утверждает порядок работы действующих в следующие три года комитетов и комиссий.

Вячеслав Мищенко, глава Argus в России, СНГ и странах Балтии, в кратком выступлении дал прогноз, что к концу года энергетический рынок должен стабилизироваться на уровне 60 долларов за баррель.

Завершилась первая пленарная сессия церемонией награждения лауреатов конкурса молодых специалистов ТЭК «Лучший по профессии».

Модераторами второй сессии «Конкуренция нефтегазовых технологий: импортозамещение в ключевых сегментах нефтегазовой отрасли, локализация производств и экспортный потенциал российского ТЭК» выступили заместитель Министра энергетики РФ Кирилл Молодцов и президент СНГП Геннадий Шмаль.

Василий Осьмаков, заместитель Министра промышленности и торговли РФ, рассказал о механизмах государственной поддержки российских компаний. Он отметил в своем выступлении, что ключевой вопрос для компаний – отсутствие доступа к «длинным деньгам» – вынуждает компании соглашаться на проектное финансирование на условиях зарубежных партнеров в плане отраслевого машиностроения.

Сергей Архипов, начальник департамента технологических партнерств и импортозамещения «Газпром нефть», предложил на базе двух министерств создать площадку, которая выработает программу быстрого доступа российских компаний-поставщиков к зарубежным лицензиарам.

Константин Евстюхин, управляющий директор Российского экспортного центра, сообщил, что вместе с Министерством промышленности и торговли РФ разработана программа поддержки (субсидирование, фондирование) российских экспортеров: «С этого года программа приобрела статус национального проекта».

Павел Шотер, главный механик «Транснефть», рассказал о программе локализации, принятой в 2015 г. – на сегодняшний день из 26 видов продукции компания заместила 21. К 2020 г. компания локализует оставшиеся 5 видов продукции, что позволит снизить потребление импортной продукции в целом до 3%.

Андрей Орлов, заместитель генерального директора УК Группа ГМС, сообщил, что ими реализуется две программы замещения – по насосному и компрессорному оборудованию.

Олег Жданеев, директор по разработке и производству нефтегазового оборудования в России и Центральной Азии, «Шлюмберже», отметил, что успешное импортозамещение зависит от разработки нового оборудования, фокусирования на экспорт и повышения квалификации кадров.

Антон Качурин, операционный директор ГК «Миррико», отметил три ключевых момента для экспортных проектов: репутация и завоевание доверия, гармонизация российских стандартов с международными, заинтересованность российских нефтяных компаний в поддержке национальных производителей.

Валерий Гарипов, председатель президиума СРПО ТЭК, сообщил, что российские компании могут обеспечить внутренний рынок в вопросах ПО и IT-решений на 80%. Он выступил с предложением создать межведомственный координационный совет по вопросам импортозамещения в IT-сфере.

Игорь Трушников, первый заместитель генерального директора «Бета Технологии», представил продукт компании. По его словам, «Бета-конверсия углеводородов» – прорывная отечественная технология, обеспечивающая стабильное изменение свойств нефти (тяжелой, сверхвязкой) и мазута.

Далее участники форума продолжили работу в формате круглых столов. В рамках круглого стола, посвященного анализу основных направлений генеральных схем развития нефтяной и газовой отраслей, заместитель Министра К.Молодцов подчеркнул: «Генсхемы развития газовой и нефтяной отраслей должны быть доработаны до конца 2017 г., представлены в Правительство РФ и станут основным вектором развития нефтяной и газовой отраслей».

В дискуссии также приняли участие Павел Завальный, заместитель председателя комитета по энергетике ГД РФ; Дмитрий Люгай, генеральный директор «Газпром ВНИИГАЗ»; Алексей Громов, Главный директор по энергетическому направлению Института энергетики и финансов; Геннадий Шмаль, президент СНГП; Татьяна Митрова, директор Энергетического центра бизнес-школы Сколково; Максим Нечаев, директор по консалтингу/Россия, IHS; Джеймс Гудер, вице-президент Argus Media; Вячеслав Мищенко, глава Argus в России, СНГ и странах Балтии; Сергей Вакуленко, начальник департамента стратегического планирования «Газпром нефть»; Алексей Рябов, партнер, EY; Ирина Гайда, партнер и управляющий директор VCG; Константин Симонов, директор

ФНЭБ; Александр Курдин, руководитель исследований Аналитического центра при Правительстве РФ; Маргарита Козеняшева, советник генерального директора «АссоНефть»; Джоэл Хэнли, директор редакторской группы, рынки сырой нефти Европы и Африки, S&P Global Platts; Андрей Мещерин, главный редактор журнала «Нефтегазовая вертикаль». Модератором дискуссии стал Юрий Станкевич, заместитель председателя комитета по энергетической политике и энергоэффективности РСПП.

В работе круглого стола «IT в нефтегазовой отрасли: практические аспекты в области импортонезависимости и кибербезопасности» участвовали Николай Веремко, начальник Управления повышения нефтеотдачи пластов «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»; Дмитрий Никитин, заместитель директора Департамента развития высоких технологий Минкомсвязи; Олег Силаенков, главный геофизик «Яндекс Терра»; Игорь Ефремов, генеральный директор «ГридПоинт Дайнамикс»; Кирилл Силкин, технический директор «Атомик Софт»; Василий Солодов, директор департамента по инновациям ГК «Миррико». Модератором выступил Борис Харас, председатель Союза разработчиков программного обеспечения и информационных технологий ТЭК.

Завершился первый день работы ННФ торжественным приемом участников форума, выставок «Нефтегаз» и «Электро».

Второй день работы Национального нефтегазового форума открылся дискуссиями в формате круглых столов. В фокусе внимания форума – технологическая оснащенность и инновационный потенциал нефтегазового комплекса России.

Модератором круглого стола «Разработка трудно извлекаемых и нетрадиционных углеводородов: экономический и технологический аспект» выступил Максим Нечаев, директор по консалтингу/Россия, IHS. В списке основных тем дискуссии – действующая налоговая политика, проблемы и методы стимулирования компаний по разработке трудно извлекаемых запасов (ТРИЗ), законопроект о применении налога на добавленный доход (НДД) в нефтяной отрасли, зарубежный опыт и история «сланцевой революции», успешные кейсы российских компаний.

В центре внимания участников круглого стола стал доклад генерального директора Государственной комиссии по запасам (ГКЗ) полезных ископаемых Игоря Шпурова, который заявил, что льготы для компаний нефтегазовой отрасли необходимы для создания технологий, а не разработки запасов. Их необходимо предоставлять целевым образом.

По мнению И. Шпурова, на сегодняшний день нет четких критериев, определяющих запасы в категорию трудно извлекаемых. С течением времени залежи, считавшиеся ТРИЗами, переходят в категорию традиционных, и их разработка идет стандартным способом. К ТРИЗам относятся запасы высоковязкой нефти и сверхнизкопроницаемые коллекторы, подгазовые зоны и нефтяные оторочи, истощенные залежи. Не все трудно извлекаемые запасы нуждаются в технологиях, однако все они считаются ТРИЗами, и компании порой неохотно идут на их разработку. По выработанным, по словам главы ГКЗ, вообще нет никаких проблем. Для низко проницаемых коллекторов технологии сложные, но они существуют. Что касается подгазовых зон и нефтяных оторочек, то здесь пробле-



мы и в идентификации места их нахождения, и в наличии технологий, способных их разрабатывать. Таким образом, разработка ТРИЗов – это лишь вопрос времени, которое стоит потратить с пользой, в частности, для создания технологий или выработки выгодных для компаний условий для извлечения такой «трудной» нефти.

Кроме того, по мнению главы ГКЗ, нетрадиционным запасам необходима отдельная новая наука, основанная на физике твердых пород и геохимии.

Президент СНГП Геннадий Шмаль сравнил существующую в России налоговую конструкцию с «удавкой на шее нефтяных компаний». В части разработки ТРИЗов он назвал основной задачей поиск новых технологий с достаточной степенью эффективности.

Заместитель директора департамента добычи и транспортировки нефти и газа Минэнерго России Андрей Терешок заявил, что существующая система льгот (НДПИ) показала свою эффективность и позволила сформироваться новой газовой провинции, что позволило нарастить добычу и поступления в бюджет. Однако он отметил, что с точки зрения разработки ТРИЗ, возможно, меры стимулирования недостаточны.

Заместитель генерального директора «ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ» Владимир Высоцкий представил подробный доклад о запасах в США и Канаде. Он подчеркнул, что разработка новых технологий в России должна осуществляться научными центрами.

Екатерина Грушевенко, Энергетический центр бизнес-школы СКОЛКОВО, отметила, что сланцевая революция в России – это не только новые технологии. Важны также, по опыту США, три аспекта: дешевые кредиты, существенная конкуренция между добывающими компаниями и возможность хеджировать риски производителей.

Николай Иванов, заведующий сектором «Энергетические рынки» Института энергетика и финансов, представил прогнозы и сценарии добычи нефти в США. Он отметил, что мейджоры «проспали» сланцевую революцию. Но ExxonMobil, к примеру, купив компанию в Техасе, уже в 2017 г. запланировала инвестиции в размере 30% на технологии бурения ТРИЗов.

Екатерина Козинченко, партнер, руководитель практики А.Т. Kearney «Энергетика и перерабатывающая промышленность» в России и СНГ, представила новые операционные модели для нефтяных компаний по разработке ТРИЗов, продолжив описание проблем мейджоров. Она отметила, что у больших компаний структура матричная и функции превалирует. Соответственно, решения принимаются медленно. Маленькие компании обладают ли-

нейной структурой, и решения принимаются быстро. Это стало залогом победы небольших компаний в осуществлении сланцевой революции.

Также в рамках круглого стола выступили и представили свои проекты Ильдар Ахмадейшин, «РИТЭК»; Алексей Олюнин, начальник управления геологии и разработки, проект «Бажен», Газпром нефть; Марат Амерханов, начальник управления по добыче СВН, Татнефть; Антон Рубцов, директор по развитию бизнеса VYGON Consulting; Денис Борисов, директор, Московский нефтегазовый центр ЕУ; Алексей Чемерисин, заместитель руководителя Центра добычи углеводородов СКОЛТЕХ; Андрей Лепихин, директор по развитию бизнеса в сегменте нефтегазодобычи «Шнейдер Электрик Системс».

В качестве параллельной сессии состоялся круглый стол «SMART технологии в нефтегазовом секторе: практические аспекты трансфера технологий. Требования импортозависимости и безопасности». Модератором выступил вице-президент ТПП РФ Дмитрий Курочкин. Он отметил, что нефтегазовый сектор является одним из наиболее передовых по внедрению научных и технических разработок, в частности SMART технологий («умные» технологии). За счет эффективного управления такого рода процессами, как свидетельствует опыт зарубежных стран, достижим прирост ВВП до 0,5%, аналогичный вклад в прирост ВВП дает только нефтедобыча. Именно такой потенциальный эффект от системного широкомасштабного решения сформулированных проблем является ожидаемым и достижим для нашей страны в ближайшие годы, по мнению Д. Курочкина.

Вице-президент компании «Шнейдер Электрик», председатель рабочего комитета «Информация и коммуникация» Международного делового конгресса Клеменс Блюм отметил, что проблема безопасности информационной инфраструктуры беспокоит многие компании мира. В странах ЕС, Юго-Восточной Азии и Латинской Америки приняты соответствующие нормативно-правовые акты в данной сфере. Компании, активно работающие в интернет-сфере, проводят испытания цифровых платформ, которые позволяют в дальнейшем повысить эффективность защиты и передачи данных. Хранить цифровые данные в разных стандартах неудобно и угрожает безопасности и росту затрат на их сохранность. По словам К. Блюма, требуется введение единого стандарта обмена информацией, который сможет гарантировать безопасную работу и защиту цифровых данных.

Председатель подкомитета по информационной и промышленной безопасности Комитета ТПП РФ по безопасности предпринимательской деятельности Андрей Костогрызов рассказал о подходах к проблемам прогнозирования рисков и обеспечения мер по комплексной безопасности. В частности, применение SMART технологий должно быть неотъемлемой частью комплексной безопасности. Необходимо активно внедрять основы системной инженерии, процессы жизненного цикла программных продуктов и ряд других стандартов в сфере промышленной безопасности.

Об изменении российского законодательства в сфере цифрового суверенитета проинформировал участников заседания заместитель генерального директора «ИнфоТекс» Дмитрий Гусев. Он напомнил участникам сессии, что в декабре 2016 г. принят федеральный закон, направленный на защиту цифровых данных, препятствующий ки-

бератакам на законодательном уровне. По мнению Д. Гусева, документ своевременен и будет эффективен в защите критической информационной структуры страны.

Обсуждая проект российского федерального закона «О безопасности критической информационной структуры РФ» партнер московского офиса «Бейкер и Макензи – Си – АйЭс, Лимитед» Эдвард Бекещенко отметил, что федеральный закон направлен, прежде всего, на защиту от киберугроз и кибератак. Он предусматривает активную кооперацию в данной сфере государства и компаний, организации ограниченного доступа к большому объему данных и обмену технологиями в сфере защиты технологических данных.

Тему технологии машинного обучения и искусственного интеллекта, которые будут применяться в нефтегазовой сфере, поднял в своем выступлении исполнительный директор Yandex Data Factory Александр Хайтин. Во многих отраслях промышленности простые решения исчерпаны, задачи прогнозирования и оптимизации уже решены, а дополнительная оптимизация требует капитальных затрат. В этой ситуации машинное обучение и анализ больших данных позволяет извлечь дополнительную выгоду из имеющихся активов с минимальными капитальными затратами или без них. Для этого надо насытить искусственным интеллектом операционную деятельность.

«Цифровым месторождениям» и вопросам кибербезопасности посвятила свое выступление Управляющий партнер БиСиДжи Ирина Гайда, рассказавшая, что под «цифровым месторождением» понимается взаимосвязь 11 областей, среди которых большие данные и аналитика, облачные вычисления и хранение данных, адаптивное производство и другие. Нефтегазовая отрасль во многом более подвержена киберугрозам, чем другие, а для снижения угроз необходимы действия, как на уровне отдельных компаний, так и на отраслевом уровне.

О системах управления жизненным циклом сложных инженерных объектов на основе технологии Multi-D рассказал заместитель директора по системной инженерии и ИТ Группы компаний ASE (ГК «Росатом») Павел Брук. По его словам, данная технология разработана специально для объектов атомной энергетики и позволяет комплексно управлять проектами и жизненным циклом объекта от момента принятия решения о его проектировании.

Вице-президент по стратегическим международным проектам компании «Шнайдер Электрик» Айна Кенандыкова отметила, что вопросы цифрового суверенитета являются важными для российского бизнеса и очень важными для реализации международных проектов. Не менее важным является вопрос соблюдения лицензионных соглашений при использовании иностранного программного обеспечения на территории РФ.

После обеденного перерыва участники ННФ продолжили работу в форматах следующих мероприятий: конференция «Наука – технологии – бизнес: основные этапы трансфера инновационных технологий в современном ТЭК», семинар «Планирование снабжения и закупок в нефтегазовых компаниях», круглый стол «Развитие сектора независимого предпринимательства в российском нефтегазовом комплексе», круглый стол «Кластеры, технопарки и инжиниринговые центры как драйвер развития нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности».

24-27 мая

ufi
Approved
Event



Российский нефтегазохимический форум



XXIV международная выставка

Газ. Нефть. Технологии Уфа-2016

Место проведения

ВДНХ ЭКСПО

ул. Менделеева, 158

 **БВК** БАШКИРСКАЯ
ВЫСТАВОЧНАЯ
КОМПАНИЯ



#ГАЗНЕФТЬТЕХНОЛОГИИ
#БВК

www.gntexpo.ru

(347) 246 41 77, 246 41 93
e-mail: gasoil@bvkexpo.ru



ХІІІ МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ — ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

проводится в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 5 апреля 2014 г. № 541-р

17-19 мая 2017 г., Москва, ВДНХ, павильон 75, «Россия»

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ
ВЫСТАВКИ



ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Консолидация усилий власти, науки и бизнеса в развитии отечественного приборостроения для обеспечения нужд промышленности и оборонного комплекса страны, а также повышение эффективности российской системы измерений, совершенствование нормативной базы метрологии с учетом международных тенденций в целях поддержки инноваций и их продвижения.

ДИРЕКЦИЯ ФОРУМА

129344, Москва, ул. Искры 31, корп. 1, Технопарк ВДНХ
Тел./Факс: +7 (495) 937-40-23 (многоканальный)
www.metrolexpoprom.ru
E-mail: metrolex@expoprom.ru

ПРОГРАММА ФОРУМА

- МЕТРОЛЕХРО-2017**
Метрология и Измерения
13-я выставка средств измерений, испытательного оборудования и метрологического обеспечения.
- CONTROL&DIAGNOSTIC-2017**
Контроль и Диагностика
6-я выставка промышленного оборудования и приборов для технической диагностики и экспертизы.
- RESMETERING-2017**
Учёт энергоресурсов
6-я выставка технологического и коммерческого учета энергоресурсов.
- LABTEST-2017**
Лабораторное оборудование
5-я выставка аналитических приборов и лабораторного оборудования промышленного и научного назначения.
- PROMAUTOMATIC-2017**
Автоматизация
5-я выставка оборудования и программного обеспечения для производственных процессов.
- WEIGHT SALON 2017**
Весовой салон
Выставка весового оборудования.

Организаторы



Поддержка



Стратегический партнер



Генеральный спонсор



Ключевые партнеры выставки



Международные партнеры



Устроитель и выставочный оператор



Уважаемые коллеги!
Приглашаем Вас принять участие в работе XX межрегиональной выставки энергетических и электротехнических предприятий

ЭНЕРГО-VOLGA 2017

17-19
мая
/ Волгоград /

Выставочный центр
"ЦАРИЦЫНСКАЯ ЯРМАРКА"

(8442) 26-50-34

marina@zarexpo.ru

Организаторы:



Администрация Волгоградской области,
ВЦ "Царицынская ярмарка"

реклама

реклама

SOLIDS EUROPEAN SERIES

SOLIDS

RUSSIA

6 – 7 июня 2017

ЦВК „Экспоцентр“ Москва

Станьте участником!

3-я конференция и
выставка по технологиям
и транспортировке
сыпучих материалов

На правах рекламы

www.solids-russia.ru

Organised by
EASYFAIRS
Visit the future

реклама



25 лет содействуем развитию нефтегазовой индустрии

14-я МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА

НЕФТЬ И ГАЗ

27–30 июня 2017

МОСКВА • МВЦ “КРОКУС ЭКСПО”

НА НОВОЙ ПЛОЩАДКЕ

www.mioge.ru

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Самая масштабная в России международная выставка нефтегазового оборудования и технологий

- 652 компании - участника из 40 стран мира
- 5 национальных экспозиций: Германии, Италии, Китая, Финляндии, Чехии
- 25 424 - общее количество посетителей



Данные Свидетельства аудиторской проверки выставки MIOGE 2015



13-й РОССИЙСКИЙ
НЕФТЕГАЗОВЫЙ
КОНГРЕСС

в рамках выставки

27–29 июня 2017

МОСКВА • МВЦ “КРОКУС ЭКСПО”

www.oilgascongress.ru

Организатор
Группа компаний ITE

