Sphere. Oil and Gas сферанефтьигаз.рф

СФЕРА

НЕФТЬ И ГАЗ

интернет-портал и всероссийский информационно-технический журнал

5/2023 '92

СДЕЛАНО В РОССИИ

ПРОМПРИБОР-Р

РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГАЗОВОГО АНАЛИЗА

- стационарные и индивидуальные газоанализаторы, системы централизованного контроля
- течеискатели и датчики утечек
- разработка, производство, поверка и сервисное обслуживание

☎ 8 (800) 500-71-25

PRIBOR-R.RU

СДЕЛАНО В РОССИИ

АБАК ПЛК™

ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНТРОЛЛЕР

АБАК PLC

IGC СТО Газпром 9001

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ КОРПУС АБАК ПЛК: ЧИСЛО КАНАЛОВ УВЕЛИЧЕНО ДО 32

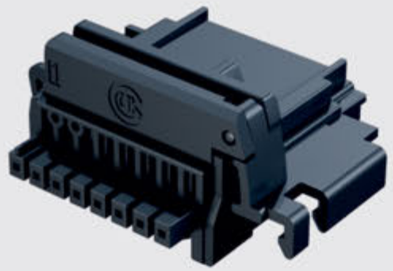
- срок поставки от шести недель
- 10 миллисекунд – цикл опроса всех модулей
- резервирование и «горячая» замена модулей CPU, питания, шины данных и модулей ввода-вывода
- дублирование шин питания и данных
- программирование на пяти языках стандарта МЭК 61131
- встроенная поддержка HART прозрачного протокола

Сертификат «ПОЖТЕСТ» ФГБУ ВНИИПО МЧС №0369128 ТР ЕАЭС 043/2017

Свидетельство Российского Морского Регистра Судоходства ЕР 20.51511.130

Заключение по ПП №719 о подтверждении производства на территории РФ

ШИННЫЙ РАЗЪЁМ, АДАПТИРОВАННЫЙ ПОД КОРПУС АБАК ПЛК



- разработан Т-образный шинный разъём
- улучшены эксплуатационные характеристики
- снижена себестоимость
  используется только российское сырье
- отсутствует зависимость от импортных компонентов
- производство на территории Республики Татарстан
- высокая производительность
  (5000 штук за 5 дней)

Научно-инженерный центр «ИНКОМСИСТЕМ», Закрытое акционерное общество
420095, г. Казань, ул. Восстания, 104и www.abakplus.com
техническая поддержка: support.abak@incomsystem.ru 8 800 234 5519
по вопросам приобретения: sales.abak@incomsystem.ru 8 917 930 9439

КЛИНЦЫ

8 800 555-86-98

Акционерное общество «Клинцовский автокрановый завод»

АО «КАЗ» – С НАМИ БУДУЩЕЕ!

Акционерное общество «Клинцовский автокрановый завод» – один из крупнейших российских производителей грузоподъемной техники

RDK-50T
телескопический гусеничный кран

- Максимальная грузоподъемность – 50 т
- Максимальный грузовой момент – 150 т·м
- Максимальная длина телескопической стрелы – 34 м
- Длина гуська – 9 м
- Допустимый уклон площадки – до 3°
- Преодолеваемый уклон в транспортном положении – до 15°

АГП-36-5К
автогидроподъемник коленчато-телескопический

- Максимальная грузоподъемность рабочей платформы – 400 кг
- Максимальная высота подъема рабочей платформы – 36 м
- Максимальный вылет стрелы – 22 м
- Опорный контур – 5,55 х 6,1 м
- Угол поворота рабочей платформы – ±90°

(48336) 4-24-25

www.oaokaz.ru

СОДЕРЖАНИЕ

08 В Казани подвели итоги Татарстанского нефтегазохимического форума-2023 и международной выставки «TatOilExpo»

10 Тенденции на рынке сопровождения инвестпроектов

14 Проект «Техэксперт: WikiOil» – внедрение, эксплуатация, опыт

20 Цифровая экосистема – прочный каркас газоперерабатывающего завода в 2023 году

24 Промприбор-Р – российский разработчик, российский производитель и российский работодатель

28 Мы поставляем наши датчики давления в рекордно короткие сроки!

34 Датчики температуры и давления от НПО «Вакууммаш»

38 Виброконтроллер AP5400 от компании ООО «ГлобалТест»

40 Повышение экономической эффективности нефтеперерабатывающих заводов в результате применения регенерации катализаторов гидропроцессов по технологии «вне реактора»

44 ООО «Русь-Турбо»: качественное импортозамещение комплектующих для паровых установок и ГТУ

48 Опыт решения современных задач повышения надежности рабочих колес центробежных компрессоров

СФЕРА. Нефть и Газ №5/2023 (92)
Спецвыпуск

Учредитель: ООО «ИД «СФЕРА»
Издатель: ООО «ИД «СФЕРА»

Заявленный тираж 8 000 экз.
Дата выхода 30.10.2023 г.
Цена свободная.

16+

Адрес редакции (Издателя):
192012, Санкт-Петербург,
пр. Обуховской Обороны, д. 271
тел. 8 (800) 555-63-65
info@сферанефтьигаз.рф
https://сферанефтьигаз.рф
Отпечатано в типографии «Любавич»:
194044, Санкт-Петербург, ул. Менделеевская, д. 9
тел. +7 (812) 603-25-25
https://lubavich.spb.ru

Журнал зарегистрирован в управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-52571 от 25.01.2013г.
Издатель не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламных объявлениях.
Мнение издателя может не совпадать с мнением авторов публикаций.

Полная или частичная перепечатка опубликованных материалов без письменного разрешения издателя запрещена.

СОДЕРЖАНИЕ

54 Опыт производства клапанов ООО «Центр Компрессорых Технологий»

56 Двухкомпонентные полиуретановые покрытия для защиты нефтегазового оборудования и резервуаров

60 «КоммерЦЪ»: разбираемся в ошибках заземления

64 Кто должен ответить за вред природе?

66 Изучение формирования структуры низколегированных сталей для обеспечения потребительских свойств сварных труб

68 Что представляет собой компенсатор ЧЕГЛОК? Конструкция и виды

72 ИИ в охране труда и промышленной безопасности. Успешные кейсы в России

76 Совершенствование конструкции шарошечного расширителя-калибратора

80 Анализ процесса бурения турбобуром в условиях возникновения резонанса

86 Ухтинский государственный технический университет – форпост нефтегазового образования на европейском севере России

92 ООО «ЗБКиТ»: традиции и современность

Генеральный директор и главный редактор: Андрей Назаров info@сферанефтьигаз.рф

Выпускающий редактор: Евгений Шолохов pr@сферанефтьигаз.рф

Научный консультант: Дмитрий Сериков serrico@yandex.ru

Спец. корреспондент: Владимир Медведев

Директор по маркетингу: Светлана Кривошеева sk@сферанефтьигаз.рф

Руководитель отдела по работе с клиентами: Алексей Смирнов as@сферанефтьигаз.рф

Менеджеры отдела по работе с клиентами: Ирина Назарова, Юлия Аксеновская, Сергей Бандурко

Офис-менеджер: Маргарита Иванова

Дизайн и верстка: Наталья Ананьева

Корректура: Ольга Николаева

Отдел подписки: Елена Головина

Выставочная деятельность: Кристина Глинкина, Ирина Еганова

НевИнтерМаш

ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ КОМПРЕССОРЫ И НАГНЕТАТЕЛИ

Санкт-Петербург
пр. Добролюбова, 11Е, пом. 147

+7 812 677 07 71
mail@nimturbo.ru
nimturbo.ru

30 лет АО «НПФ «Невинтермаш» занимается работами по проектированию и изготовлению современных центробежных компрессоров для нужд заказчиков.

Одно из наиболее востребованных направлений – услуги по реконструкции и модернизации имеющихся центробежных компрессоров общего и специального назначения, а также экспертиза промышленной безопасности оборудования.

За время своей деятельности специалистами АО «НПФ «Невинтермаш» реализовано более 300 задач по модернизации, ремонту и оптимизации работы центробежных компрессоров для предприятий крупнейших российских и зарубежных компаний. Среди заказчиков «Роснефть», «Сибур», «Лукойл», «Газпромнефть», «ТНК ВР», «Башнефть», «Акрон», «Еврохим», АСНЕМА, «Уралхим», «Белнефтехим», «Орлен».

ПЕРЕЧЕНЬ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ СПЕЦИАЛИСТАМИ КОМПАНИИ

- Проектирование, изготовление и поставка новых центробежных компрессорных машин
- Реконструкция/модернизация ЦКМ
- Газодинамические испытания ЦКМ
- Инженерные услуги по оснащению ЦКМ «сухими» газовыми уплотнениями
- Экспертиза промышленной безопасности, определение остаточного ресурса элементов компрессоров
- Шефмонтаж, пусконаладка и шефремонт компрессоров
- Обратный инжиниринг ЦКМ импортной и отечественной поставки
- Проектирование и поставка АСУ ЦКМ, включая ППЗ

ВЫПОЛНЕНО БОЛЕЕ

300

РАБОТ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ, РЕМОНТУ И ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ

ВЫПОЛНЕНО БОЛЕЕ

900

ЭКСПЕРТИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ КРУПНЫХ РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ

В Казани подвели итоги

Татарстанского нефтегазохимического форума-2023 и международной выставки «TatOilExpo»

В период с 31 августа по 2 сентября в международном выставочном центре «Казань Экспо» прошли ежегодный Татарстанский нефтегазохимический форум, посвященный 80-летию нефтедобычи в Республике Татарстан, и международная выставка «TatOilExpo». Организаторами мероприятия выступили Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан и АНО «Казань Экспо».

За три дня работы Форума в мероприятии приняло участие более 10 000 человек. Международный состав участников был представлен делегациями Азербайджанской Республики, Республики Ангола, Королевства Бахрейн, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Государства Катар, Китайской Народной Республики, Объединенных Арабских Эмиратов, Турецкой Республики, Туркменистана, Республики Узбекистан и других государств.

Иностранные делегации традиционно выбирают площадку Форума в качестве места встречи как с российской стороной, так и друг с другом. Это свидетельствует о способности Форума содействовать установлению значимых торгово-экономических отношений и расширению возможностей для развития глобального бизнеса.

Почетными гостями Форума стали Раис Республики Татарстан Рустам Нургалиевич Минниханов, заместитель Премьер-министра Республики Беларусь Петр Александрович Пархомчик, министр нефти и экологии Королевства Бахрейн доктор Мохаммед бен Мубарак бен Даина.

В 2023 году Татарстанский нефтегазохимический форум-2023 был поддержан Российским союзом промышленников и предпринимателей и десятью крупнейшими российскими и международными ассоциациями, что, несомненно, подтверждает признание высокого статуса мероприятия среди профессионального сообщества.

Ключевым мероприятием деловой программы Форума стало Пленарное заседание Международной научно-практической конференции «Перспективы развития нефтегазовых компаний России в современных условиях» с участием Раиса Республики Татарстан Рустама Нургалиевича Минниханова.

В рамках деловой программы Татарстанского нефтегазохимического форума-2023 и международной выставки «TatOilExpo» состоялось более 27 сессий, в том числе дни поставщика ПАО «Газпром», ПАО «Газпром нефть», ПАО «Татнефть» им. В. Д. Шашина, ПАО «Транснефть», а также впервые прошел деловой завтрак Газпромбанка.

Международная выставка «TatOilExpo» собрала на площади 10000 кв.м выставочные экспозиции 180 российских и зарубежных нефтяных корпораций и холдингов, производителей и поставщиков газового и нефтяного оборудования, нефтегазодобывающих и перерабатывающих, нефтехимических предприятий.

В 2023 году на выставке приняли участие экспоненты из Азербайджанской Республики, Республики Беларусь, Республики Камерун, Республики Узбекистан. Впервые был организован национальный павильон отраслевых компаний Китайской Народной Республики.

Спонсором выставки «TatOilExpo-2023» выступил Газпромбанк – один из крупнейших универсальных финансовых институтов России, предоставляющий широкий спектр продуктов и услуг корпоративным и частным клиентам, финансовым институтам, институциональным и частным инвесторам.

Генеральный информационный партнер TatOilExpo-2023 – отраслевой журнал «СФЕРА Нефть и Газ».

Традиционно в рамках Форума состоялась церемония награждения победителей и лауреатов конкурса на лучший проект или техническое решение, который способствует распространению новейших разработок и технологий для нефтегазохимического сектора экономики и смежных отраслей.

Татарстанский нефтегазохимический форум-2023 и международная выставка «TatOilExpo» получили высокую оценку представителей органов власти, профессионального сообщества, делегатов и посетителей.

tatoilexpo.ru

Тенденции на рынке
сопровождения инвестпроектов

Промышленное строительство, оборудование, введение в эксплуатацию и дальнейшее функционирование предприятий – сложные, ресурсоемкие процессы. Зачастую экспертным сопровождением многочисленных этапов этих процессов занимаются специальные компании. На данный момент в России активно формируется рынок сопровождения инвестпроектов, который, как и другие отрасли, пережил непростое время в 2022 году. Главными вызовами стали антироссийские санкции, уход западных компаний и поиск новых поставщиков. Отличительной тенденцией на сегодняшний день является переориентация импорта в сторону Китая.

***Георгий ГАРКУША** – руководитель департамента сопровождения крупных проектов компании «ПромМаш Тест»*

Своими наблюдениями о перспективах рынка инвестпроектов поделился руководитель департамента сопровождения крупных проектов компании «ПромМаш Тест» Георгий Гаркуша.

События февраля 2022 года и санкции, а также уход из России зарубежных компаний заметно изменили рынок сопровождения инвестпроектов. Это связано с переориентацией товарных потоков из стран запада на Китай. Согласно данным главного таможенного управления КНР, за первое полугодие 2023-го товарооборот между Россией и Китаем составил $114,5 млрд, что на 40,6% больше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.

«После введения санкций против России многие западные поставщики оборудования покинули страну и фактически бросили стройки. Остались единицы, но и они потихоньку уходят. Недавно об уходе из России заявила компания SLB, известная у нас как Schlumberger. Остались только Weatherford. Естественно, российским промышленникам ничего не остается, как переориентироваться на новые рынки и переходить на китайские технологии. В текущем году их доля растет с каждым месяцем. В основном инвестпроекты реализуются сейчас именно на китайском оборудовании. При этом Запад уже начинает адаптироваться, однако, гораздо в меньшем объеме. В дальнейшем ждем еще в большем количестве китайских, а также иранских и индийских проектов в тяжелой промышленности», – обратил внимание Георгий Гаркуша.

После небольшого провала на рынке сопровождения инвестпроектов в прошлом году ситуация постепенно начала выравниваться, считает представитель компании «ПромМаш Тест». Ведь, по подсчетам экспертов, уровень добычи нефти в России в 2030 году может сохраниться на уровне выше 500 млн тонн в год только при условии, если удастся заместить критически важные импортные технологии. По словам Георгия Гаркуши, основная сложность данного процесса заключается в том, чтобы сертифицировать, ввезти и установить китайское оборудование.

«Нельзя просто так взять и заменить итальянское оборудование на китайское. Это влечет за собой изменение в проектной документации, повторное прохождение Главгосэкспертизы РФ. Именно для этого и нужны компании, которые занимаются сопровождением инвестпроектов и готовы подхватить проект любой сложности на любой стадии. Китайское оборудование, которое поставляется на территорию России, не внесено в госреестр средств измерений, не проходит соответствующие процедуры по сертификации, это является основной проблемой на сегодняшний день», – уточнил представитель «ПромМаш Тест».

Если российское предприятие захочет самостоятельно установить китайское оборудование, оно столкнется с тем, что сложная техническая документация на китайском языке будет непонятна, а сам производитель не будет гореть желанием все подробно объяснять и помогать, прогнозирует руководитель департамента сопровождения крупных проектов «ПромМаш Тест».

«Мы решаем эту проблему, плотно сотрудничая с китайскими коллегами. Мы работаем с документацией на китайском языке, поддерживаем контакты с производителями. Помимо сертификации, мы помогаем устанавливать и вводить в эксплуатацию китайское оборудование», – отмечает Георгий Гаркуша.

>>>

Говоря о перспективах развития рынка сопровождения инвестпроектов, специалист указал, что это сложная сфера, требующая от компаний формирования разветвленной системы отделов и департаментов по разным направлениям. При этом подразделения должны взаимодействовать друг с другом на всех этапах исполнения проекта. Это неизбежно приведет к укрупнению компаний и уходу с рынка небольших игроков.

Высокая стоимость проектов, долгие сроки их исполнения, и длительные периоды эксплуатации объектов способствуют созданию компаний, которые сами планируют работать «вдолгую» и рассчитывают на долгосрочные партнерские взаимоотношения. Это тоже вписывается в тенденцию на укрупнение.

Представитель «ПромМаш Тест» обозначил, что на рынке также существуют и фирмы-однодневки, которые пока еще пользуются популярностью.

«Они подходят ко всем процессам формально – готовят документы для государственных органов, ничего не проверяя и не испытывая. Предприниматели, которые пытаются сэкономить и используют такие фирмы, рискуют столкнуться с многочисленными происшествиями на производстве в будущем», – уверен Гаркуша.

Для успешной работы по сопровождению инвестконтрактов компаниям придется все плотнее сотрудничать с производителями из Китая, нанимать специалистов со знанием китайского языка, изучать китайский рынок и открывать в этой стране свои представительства. Те, кто уже сделал это, имеют преимущество.

Руководитель департамента сопровождения крупных проектов компании «ПромМаш Тест» прогнозирует, что в любом случае рынок продолжит расти, так как темпы строительства в России восстанавливаются, а промышленность нуждается в оборудовании.

Из-за переориентации на новые страны-поставщики происходит серьезная встряска рынка компаний, сопровождающих инвестпроекты.

«Те, кто найдут себя в новой реальности, получат большие возможности, а те, кто не смогут переориентироваться, уйдут с рынка или будут поглощены более успешными конкурентами», – заметил Георгий Гаркуша.

Резюмируя, Георгий Гаркуша сказал, что, обращаясь в крупные организации с широким спектром аккредитации и штатом опытных экспертов, как «ПромМаш Тест», компании могут значительно минимизировать риски, существующие при реализации крупных инвестпроектов.

ООО «ПромМаш Тест»
119415, Москва,
Большой Строченовский пер., 22/25с1
тел. (495) 481-33-80
e-mail: info@prommashtest.ru
prommash-test.ru

Проект «Техэксперт: WikiOil» – внедрение, эксплуатация, опыт

Эксперты Консорциума «Кодекс» знакомят читателей с реальным опытом внедрения и эксплуатации системы управления нормативной и технической документацией «Техэксперт» на предприятиях Иркутской нефтяной компании в рамках проекта WikiOil.

Иркутская нефтяная компания (ИНК) – один из крупнейших независимых производителей углеводородного сырья в России, чья история начинается с 2000 года. Компания ведет геологическое изучение, разведку и разработку 53 участков недр на территории Иркутской области, Красноярского края и Республики Саха (Якутия). За последние 13 лет ИНК открыла четырнадцать месторождений углеводородного сырья. В настоящее время в группе компаний работают более 15 тысяч человек.

В 2017 году стало очевидно, что дальнейшее развитие компании по всем направлениям невозможно без качественного управления внешними и внутренними нормативными документами.

В том же году нефтяная компания познакомилась с разработками Консорциума «Кодекс», чей опыт в области цифровизации работы с документами насчитывал на тот момент уже 26 лет. Специалистов ИНК заинтересовала платформа «Техэксперт» и, в частности, Система управления нормативной и технической документацией (СУ НТД).

В структуре заместителя генерального директора ИНК по повышению эффективности был создан отдел оптимизации бизнес-процессов и стандартизации (позднее он влился в департамент развития системы управления). В задачи подразделения входили сбор, анализ и систематизация всех внутренних нормативно-методических документов (ВНМД) компании, а также поиск оптимальной единой площадки для их размещения. Так возникла концепция системы WikiOil на базе платформы «Техэксперт».

Предпосылки появления системы WikiOil

Одной из главных причин создания WikiOil стала разрозненность хранилищ ВНМД: сетевой диск на корпоративном сервере, внутренний корпоративный портал, система электронного документооборота и официальный сайт компании. Кроме того, у ИНК давно существовала необходимость собрать в одном месте всю нормативную базу, применяемую в головной компании и дочерних обществах.

К этому прибавилось и отсутствие установленных механизмов распространения ВНМД и внешних документов среди сотрудников холдинга.

Поиск документов, регулирующих определенные сферы, бизнес-процессы и задачи, тоже был долгим и трудоемким. Также не стоит забывать о важности соблюдать требования постоянно меняющегося законодательства и условий договоров с контрагентами. Такой крупной и разветвленной компании, как ИНК, необходимо оперативно отслеживать изменения во внешней нормативной базе и должным образом реагировать на них, а также имплементировать требования договоров с контрагентами во внутреннюю документацию. На момент начала работы над системой WikiOil механизмы фиксации внешних требований в ВНМД и их своевременной актуализации в компании существовали, но не были совершенными.

Задачи WikiOil

В первую очередь перед отделом оптимизации бизнес-процессов и стандартизации ИНК стояла задача создать единую электронную базу знаний компании и ее дочерних структур. Она должна была объединить инструменты управления документами, базу ВНМД и внешний фонд нормативной документации. Также был необходим единый стандарт фиксации и распространения ВНМД среди сотрудников холдинга и удобные инструменты для своевременной актуализации действующих ВНМД в соответствии с законодательными изменениями.

Все это значительно сократило бы трудозатраты на поиск и проверку актуальности как внутренних, так и внешних документов. Единый актуальный источник нормативных данных вместо отдельных файлов в разрозненных местах – такова была основная задача разработки WikiOil.

Специалисты Информационной сети «Техэксперт» и ИНК пришли к выводу, что компании также требуется единая база терминов и определений, которая бы позволила унифицировать их употребление в рамках фонда внутренних документов, а также обеспечить единство и преемственность трактовок, которые бы исключали разночтение в толковании терминов.

Большой массив ВНДМ также нуждался в программных инструментах для эффективного и автоматизированного анализа с возможностью формирования отчетов результата проверки. Все это, разумеется, нужно было связать с реестрами требований к бизнес-процессам компании, а также «цифровыми кабинетами», содержащими актуальную и исчерпывающую подборку информации для разных подразделений, должностей или бизнес-задач, включая ссылки на внешние источники и системы.

Развитие системы WikiOil

■ **Формирование единого фонда документов**

Все вышеописанные задачи требовали не только сбора и концентрации на едином ресурсе действующих документов, но и создания полноценной системы управления нормативно-техническим контентом предприятия.

В результате были определены: объект управления – внутренний нормативно-методический документ (ВНМД), порядок сбора и размещения в едином фонде новых документов, а также распространения, группирования и проверки на актуальность уже действующих ВНМД.

Как говорилось ранее, до начала работы отдела оптимизации бизнес-процессов и стандартизации необходимые в работе ИНК документы были распределены по четырем разрозненным источникам: отдельный диск на корпоративном сервере, внутренний корпоративный портал, система электронного документооборота и официальный сайт компании. Кроме того, сотрудники предприятия могли скачать документ на свой компьютер и пользоваться им локально, а это в случае изменения документа на корпоративном уровне влечет риск работы по неактуальным требованиям.

>>>

Для того чтобы решить вопрос и с единым хранением, и с актуализацией, требовалось новое системное решение.

На начальном этапе специалисты подразделения собирали все актуальные версии ВНМД из четырех источников в одном месте. Параллельно шел поиск программной платформы, которая могла бы не просто стать централизованным хранилищем документов, но и дать дополнительные инструменты для управления ВНМД: каталогизации, поиска, сортировки, анализа, группирования по темам, создания сервисов для доступа к документам в «едином окне» и т. д.

В итоге выбор был сделан в пользу отечественной цифровой платформы «Техэксперт», разработанной специалистами Консорциума «Кодекс». Главным достоинством платформы является возможность объединения в едином цифровом пространстве внешних и внутренних документов предприятий, связи их перекрестными гиперссылками и использования для работы с ними единых SMART-сервисов программного комплекса. Так появился тандем «Техэксперт: WikiOil».

SMART-сервисы платформы позволяют не только оперативно реагировать на изменения во внешних нормативных документах, но и анализировать массивы документов и принимать взвешенные бизнес-решения.

Кроме того, специалисты подразделения ИНК, ответственного за повышение качества управления ВНМД, отмечают качество техподдержки программного решения и постоянную готовность разработчиков услышать потребности клиентов и работать над их закрытием.

После выбора платформы для будущей системы WikiOil специалисты начали постепенно внедрять на предприятии ее программные модули. За необходимый ИНК функционал теперь отвечают Система управления нормативной и технической документацией (СУ НТД) «Техэксперт» и ее разнообразные подсистемы, каждая из которых оптимизирует тот или иной этап управления ВНМД.

Работа началась с развертывания подсистемы «Банк документов», которая позволяет загружать и систематизированно хранить документы внутреннего фонда предприятия. Каждый документ в таком фонде представляет собой контейнер данных, в котором, помимо текста документа в PDF-формате и других вложений, есть атрибуты этого документа. Присвоенные документу атрибуты позволяют не только быстрее и точнее находить документ, но и эффективнее его применять. Подсистема «Банк документов» позволяет как использовать встроенные атрибуты, так и создавать собственные атрибуты различных типов, отражающие особенности бизнес-процессов компании.

Специалисты подразделения ИНК совместно с экспертами Консорциума «Кодекс» начали активно загружать уже существующие документы в единый фонд WikiOil. Параллельно создавались и совершенствовались требования к передаче вновь разработанных или обновленных ВНМД от ответственных подразделений, размещению документов в фонде, их проверке и актуализации. Отдельная работа велась по выработке механизма внедрения и использования ВНМД на предприятии: система «Техэксперт: WikiOil» была зафиксирована на уровне руководящих документов как единственный источник актуальной нормативно-технической информации холдинга, введено обучение сотрудников работе с системой и ее сервисами.

На 2023 год в фонде внутренних документов компании хранятся порядка 4000 ВНМД, 4100 терминов, 5700 определений. За 6 лет развития проекта система внедрена во всей группе компаний ИНК и участвует в автоматизации бизнес-процессов планирования, разработки и актуализации ВНМД. Она информирует работников предприятий об изменениях и появлении новых ВНДМ, а также утрате актуальности внешней и внутренней нормативной документации.

bunter.ru

10 лет
Bunter group

ЗАКРЫТАЯ ФАКЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА

Посмотреть реализованный проект

10 ЛЕТ
Bunter group

bunter.ru

строительство нового завода
по производству газового оборудования
ПЛОЩАДЬ БОЛЕЕ 3 га | 150 РАБОЧИХ МЕСТ

Сотрудники группы компаний активно используют систему при решении рабочих задач, а также формируют запросы к ответственному за развитие системы подразделению на создание новых сервисов.

■ Дополнительные сервисы

Сформированной в 2019 году группе ИНК по стандартизации (ранее – отдел оптимизации бизнес-процессов и стандартизации) и специалистам Информационной сети «Техэксперт» удалось создать ряд ценных сервисов для сотрудников нефтяной компании, используя возможности подсистемы «Банк документов», модуля «Контроль актуальности ссылочных документов» и интеграционного модуля «кАссист». Речь идет о разнообразных реестрах требований, которые составляются как из внутренних документов группы компаний, так и из внешних нормативных источников.

В системе WikiOil была создана специальная вкладка, где сотрудники ИНК могут найти реестры нормативных документов для каждого юридического лица, входящего в группу компаний, реестр обязательных для разработки в рамках юридического лица ВНМД в соответствии с нормами трудового права, налогового законодательства, федеральных норм промышленной безопасности и т. д. В рамках внедренной в группе компаний ИНК интегрированной системы менеджмента одним из обязательных условий является наличие у юридического лица Реестра законодательных требований в области охраны окружающей среды либо безопасности труда и охраны здоровья.

Каждый документ в таком реестре размечен гиперссылкой, которая ведет на текст этого документа внутри системы WikiOil. Реестры регулярно проверяются с помощью модуля платформы «Техэксперт» – «Контроль актуальности ссылочных документов» и интеграционного модуля «кАссист» на актуальность и корректируются в соответствии с внешними или внутренними нормативными изменениями. Таким образом, специалисты ИНК всегда имеют доступ к самому актуальному набору документов, регулирующему их деятельность, и не тратят время на их поиск и проверку.

В планах у группы компаний разработка еще многих реестров для сотрудников ИНК, в том числе реестра принятых на предприятиях группы сокращений в документации – для обеспечения единства интерпретаций тех или иных аббревиатур по всему холдингу.

Еще один важный тип сервисов в рамках «Техэксперт: WikiOil» – это цифровые кабинеты. Если реестры требований позволяют ссылаться только на документы внутри системы, то цифровой кабинет – это виртуальная область с готовой подборкой документов, списков управляющих документов по процессам, ссылок на внешние/внутренние сервисы и инструменты, необходимые в работе сотрудника, задействованного в конкретном бизнес-процессе предприятия. В частности, созданный в WikiOil цифровой кабинет направления «Проектирование объектов капитального строительства» содержит ссылки не только на внутренние и внешние нормативные документы цифровой платформы, но и на внешнее программное обеспечение (AutoCAD, Appius и др.). Это бесценный инструмент для экономии времени специалиста, с одной стороны, и погружения новых сотрудников в бизнес-процессы компании – с другой.

Кроме того, для сотрудников ИНК специалистами Информационной сети «Техэксперт» был разработан цифровой кабинет «Альбомы форм», призванный сократить время на внутренние бюрократические процессы. В первом добавленном в кабинет альбоме содержатся все стандартные формы, необходимые для кадрового администрирования: каждый сотрудник, которому нужно подать заявление, заявку, служебную записку, может скачать шаблон >>>

ТЕХЭКСПЕРТ: WIKIOIL

ИНК

более **15 000** пользователей

4100 терминов и **5700** определений

4000 внутренних нормативно-методических документов

1000 новых и актуализированных документов в год

и быстро его заполнить. Планируется создание альбомов форм и по другим направлениям деятельности – по крайней мере, группа стандартизации получает такие запросы от пользователей системы WikiOil.

Еще одна подсистема СУ НТД, которая используется в ИНК, – это «Пользовательский словарь». С его помощью был создан справочник всех терминов и их определений, используемый в ВНМД холдинга. Теперь любой пользователь WikiOil может посмотреть, как трактуется тот или иной термин в разных документах компании, и сослаться на наиболее подходящий источник термина во вновь разрабатываемых ВНМД. Как и перспективный реестр сокращений, этот сервис работает на унификацию терминологии и повышение связности и непротиворечивости внутренних документов компании.

Наконец, есть системы и сервисы, которыми пользуется сама группа стандартизации. В частности, речь идет о вышеупомянутой подсистеме «Контроль актуальности ссылочных документов», которую специалисты группы стандартизации используют в процессе плановой и внеплановой актуализации документов фонда. Информация об устаревших ссылочных документах доносится до ответственных за разработку ВНМД подразделений, которые самостоятельно оценивают влияние тех или иных изменений во внешней нормативной документации на внутренние процессы предприятия и соответственно актуализируют действующие ВНМД.

Надежный источник внешних нормативных документов

Ни одна компания не обходится в своей деятельности без внешних нормативных документов, а также справочной и аналитической информации по их применению. Эту потребность предприятиям помогают закрыть профессиональные справочные системы (ПСС) «Кодекс»/«Техэксперт» для специалистов разных отраслей экономики. Чаще всего новые пользователи начинают свое знакомство с решениями Консорциума «Кодекс» именно с ПСС, а уже потом подключают другие системы. Однако случай Иркутской нефтяной компании оказался необычным, поскольку сначала на предприятиях ИНК была внедрена СУ НТД «Техэксперт», а уже после профессиональные справочные системы. С 2019 года и по настоящее время ИНК использует не только основную профильную для отрасли систему «Техэксперт: Нефтегазовый комплекс», но и полный комплект систем для топливно-энергетического комплекса. Кроме этого, специалисты ИНК используют большой набор юридических систем, в том числе посвященных судебной практике и региональному законодательству, и системы для обеспечения охраны труда и производственной безопасности.

Также Иркутская нефтяная компания ответственно подходит к возведению своих объектов и всей сопутствующей инфраструктуры: в ее распоряжении находится солидный набор систем для строительства, в т. ч. дорожного.

Узнать больше о решениях цифровой платформы «Техэксперт» для управления нормативными и техническими документами можно:

- по электронной почте spp@kodeks.ru
- по телефону 8-800-505-78-25

Материал подготовлен Информационной сетью «Техэксперт»

КОДЕКС ТЕХЭКСПЕРТ

Компания «Наука»: IT-решения для нефтегаза

Nauka более 30 лет оказывает услуги по разработке, интеграции и сопровождению IT-решений для бизнеса. В число заказчиков входят крупные промышленные производства, предприятия энергетической, авиационной и других отраслей. Но главная специализация компании - программные продукты для нефтегаза.

Управление активами

Отгрузка нефтепродуктов

Управление производством

Управление запасами

Электронный документооборот

Планирование и оптимизация производства

Точное моделирование производственных объектов

Производственный учёт

Энергоменеджмент

Диспетчеризация материальных потоков производства

Ситуационно-аналитический центр

За годы работы компания собрала в своей команде ведущих экспертов производственных и управленческих процессов. Все проекты реализуются по технологиям, предпочтительным для ведения бизнеса в России. Опытные разработчики, аналитики и тестировщики внедряют готовые решения, кастомизируют их под запросы клиента или создают продукты с нуля. Свяжитесь с менеджерами, и они расскажут об услугах компании подробнее.

г. Санкт-Петербург, ул. Курчатова, д. 6, к. 4, пом. 2Н, лит. А

г. Санкт-Петербург, ул. Гжатская, д. 21, корп. 2

Ленинградская область, г. Кириши, площадь Бровко, д. 2

ntik.ru

office@ntik.ru

Тел.: +7 (812) 346-61-49

naukaspb

Сайт:

Презентации:

Цифровая экосистема – прочный каркас газоперерабатывающего завода в 2023 году

Эффективная работа газоперерабатывающего завода (ГПЗ) и любого другого предприятия непрерывного цикла зависит от множества факторов. В их числе, в одном ряду с техническим оснащением и применяемыми технологиями переработки сырья, стоит специализированное программное обеспечение для управления производством. NAUKA практикует подход к организации автоматизированной информационной среды предприятия через внедрение комплекса взаимно интегрированных решений. Другими словами, посредством формирования цифровой экосистемы ГПЗ. В нее входят системы, выполняющие задачи учета и планирования производства, моделирования и оптимизации технологических процессов. Органично связанные друг с другом, эти системы позволяют обрабатывать большие массивы данных, сохраняя их актуальность и полноту, а также выполнять на их основе точный анализ. Результаты анализа в конечном счете помогают усовершенствовать каждый этап производственного процесса и способствуют принятию верных управленческих решений.

Базовые компоненты цифровой экосистемы ГПЗ от компании NAUKA

Прежде чем рассмотреть все составляющие цифровой экосистемы предприятия непрерывного цикла производства детально, поговорим о том, что их объединяет. Дело в том, что решения по производственному учету и планированию, равно как и системы для создания цифровых двойников технологических процессов, основаны на математических моделях, описывающих объекты и операции.

Взаимный обмен и впоследствии оперирование данными результатов расчета этих систем позволяют выстроить цифровую модель предприятия в целом. Иными словами, создается цифровой завод – динамичное, информативное и объемное отображение текущего состояния завода реального. Примечательно, что цифровой завод во многом интерактивен. Действительно, компьютерные модели органично объединяются в общую систему для решения поставленных задач, и изменения одной модели непременно отражаются на оставшихся. Теперь проникнем внутрь цифрового завода и посмотрим, из чего состоит его экосистема.

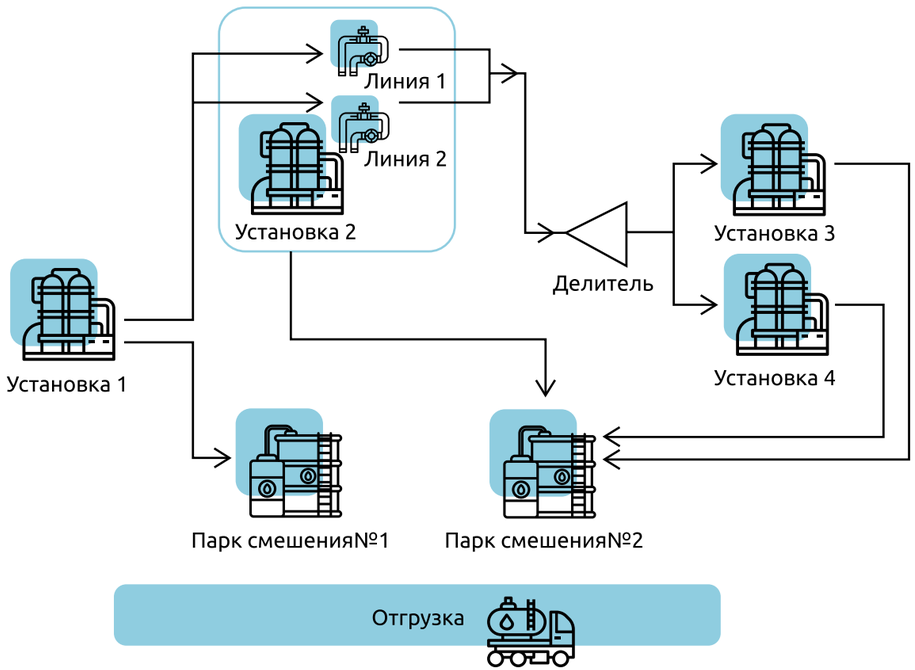


Рис. 1. Потоковая модель производства

■ Система «Производственный учет»

Потоковая модель, лежащая в основе системы, представляет собой совокупность технологических объектов и связей (рис. 1). В ней отражена топология предприятия. То есть характеристики всех объектов производства, а также их взаимосвязей. Таким образом, с помощью (потоковой) модели можно проследить производственную цепочку от сырья до готовой товарной продукции.

Исходной информацией для расчета по модели служат поступающие сведения о текущей схеме производства, данные приборов учета и лабораторного контроля технологических процессов (рис. 2).

Оперируя полученной информацией, «Производственный учет» решает следующие задачи:

- Расчет материального баланса переработанного сырья и полученных продуктов.
- Оценка затрат энергоресурсов.
- Сведение материальных балансов.
- Поиск и идентификация потерь.

Все это способствует достижению ключевой цели системы – получению достоверных данных об объемах переработки сырья, выработки товарных продуктов и потребления топливно-энергетических ресурсов.

Весьма полезной дополнительной функцией «Производственного учета» выступает контроль исполнения производственной программы. В этой части и прослеживается его связь с другим компонентом экосистемы ГПЗ – системой «Оптимальное планирование производства», в основе которой лежит та же потоковая модель.

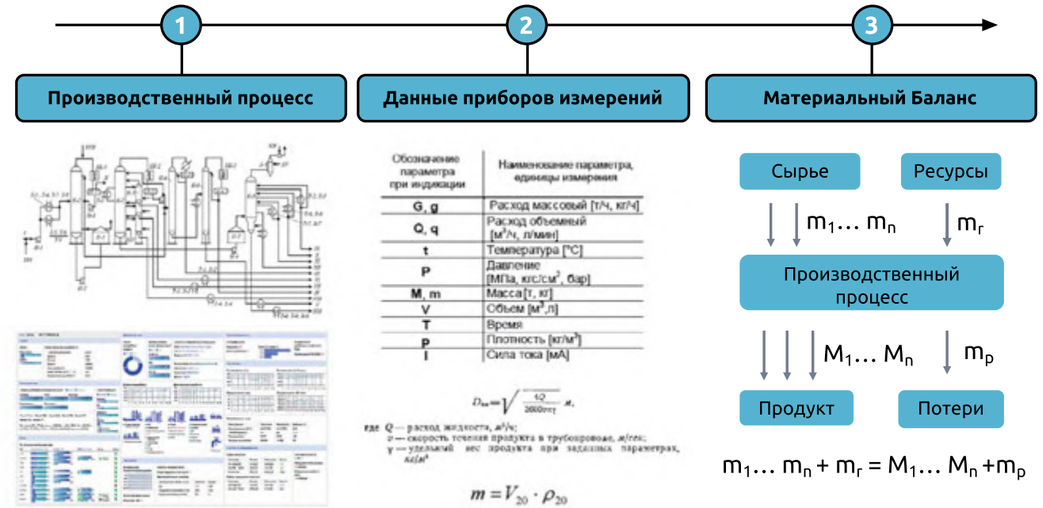


Рис. 2. Последовательность расчета материального баланса в системе

■ Система «Оптимальное планирование производства»

Предназначена для расчета объемов выпуска продукции в соответствии с экономической составляющей и технологическими критериями, исходя из приоритетной задачи, стоящей на данный момент перед бизнесом. Например, повышение маржинальности производства, формирование определенной товарной корзины или увеличение объемов переработки сырья до максимума.

Любая из приведенных целей достигается с помощью математического решателя (солвера) собственной разработки специалистов NAUKA. Для математического аппарата задается целевая функция, и при расчете в качестве факторов и ограничений учитываются следующие параметры производства:

- Объем и номенклатура сырья и товарных продуктов.
- Показатели потребления вспомогательных материалов.
- Технологические режимы работы с учетом вида сырья, графиков ремонтов установок и величины потерь.
- Величины переходящих запасов по периодам.
- Характеристики качества сырья, полуфабрикатов и товарной продукции.
- Рецептуры приготовления или смешения товарной продукции.
- Технико-экономические показатели деятельности ГПЗ в целом.

Решение позволяет распределять сырье в нужном объеме по производственным объектам и формирует оптимальную рецептуру смешения товарной продукции (рис. 3). В дополнение к этому систему можно использовать для формирования многопериодных планов с отдельным планом по отгрузке для каждого периода.

Несмотря на то что две описанные ранее системы основаны на одной математической модели, взаимодействуют они с ней по-разному. Если «Производственный учет» обрабатывает данные по факту получения готовой продукции, то «Оптимальное планирование производства» рассчитывает наилучшее будущее значение расхода для конкретного потока.

Важно отметить то, что в течение производственного процесса внутри объектов непрерывно происходят физико-химические изменения. Системы учета и планирования функционируют, опираясь на статистические модели установок. Чтобы дополнительно повысить точность планирования, важно брать в расчет и физико-химические явления. Для этого NAUKA разработала решение для моделирования технологических процессов и сделала его третьим компонентом экосистемы ГПЗ.

>>>

Смешение	Пропан-бутан технический	Пропан-бутан автомобильный	Технический углерод	Широкая фракция легких углеводородов	Газовый конденсат
Сжиженный пропан-бутан технический	✓	✓		✓	
Пропан-бутан технический	✓	✓			
Пропан технический	✓				
Газовый конденсат					✓
Технический углерод			✓		
Технический углерод 2			✓		

Рис. 3. Рецептура смешения для каждого типа товарной продукции

■ Система моделирования технологических процессов

В ее основе лежит база данных физико-химических свойств более полутора тысяч индивидуальных химических веществ, их бинарных композиций, а также термодинамические пакеты в виде алгоритмизированных методик расчета параметров многокомпонентных многофазных смесей. Помимо этого, в системе содержатся математические модели типовых технологических аппаратов и каталитических процессов переработки углеводородного сырья (рис. 4).

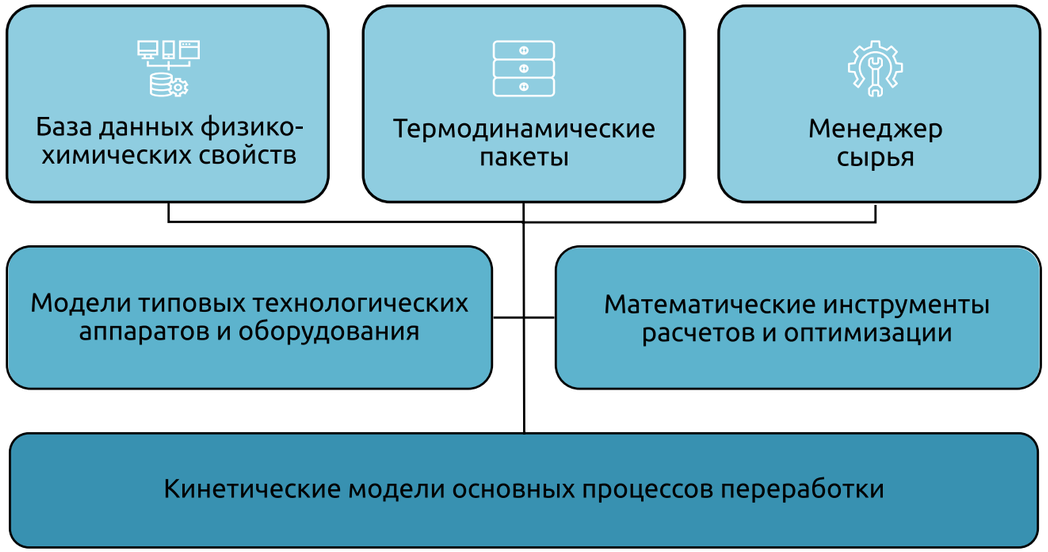


Рис. 4. Структура системы

В результате моделирование технологических процессов расширяет возможности цифрового завода:

- Помогает находить оптимальные параметры режима работы установок в заданных условиях.
- Способствует увеличению выпуска продукции.
- Позволяет повысить качество целевых компонентов.
- Расширяет возможности анализа и прогнозирования показателей производства.

Дополнительно модели технологических процессов могут выступить инструментом оптимизации энерго- и ресурсопотребления на производственных объектах.

Таким образом, благодаря взаимной интеграции перечисленных систем, на ГПЗ осуществляются постоянные обработка и анализ колоссального объема разрозненных данных. Только так на современном непрерывном производстве может быть обеспечена грамотная работа с информацией: ее систематизация, типизация и ранжирование. Это повышает точность учета, планирования, оценки показателей производства и, как следствие, увеличивает его эффективность.

NAUKA

ООО «Наука»
194223, Санкт-Петербург,
ул. Курчатова, д. 6, к. 4, пом. 2Н лит. А
тел. (812) 346-61-49
e-mail: office@ntik.ru
ntik.ru

Промприбор-Р – российский разработчик, российский производитель и российский работодатель.

Мы хотим и можем работать с российским потребителем!

Сегодня, когда западные технологии стали практически недоступны, а значительная часть общества по старинке считает, что в России собственных технологий нет, российские предприятия-производители не просто заслуживают уважения, но и крайне необходимы. Как пробиться в число поставщиков нефтегазовых компаний? Где искать надежных поставщиков? И что делать с кадровым голодом? Эти вопросы актуальны для всех малых и средних компаний – производителей оборудования. Своими ответами и информацией о продукции поделится И. В. Лебедев – генеральный директор компании ООО «Промприбор-Р».

***Иван Викторович ЛЕБЕДЕВ** – генеральный директор ООО «Промприбор-Р»*

Насколько крупные нефтегазовые компании сейчас готовы сотрудничать с российским производителем?

– Конечно, любому производителю хочется, чтобы у него покупали больше. Если этого не происходит, возникает ощущение, что нас не замечают или игнорируют сознательно. Но если говорить о нефтегазовой сфере, то пробиться правда довольно сложно. Здесь свою роль играет человеческий фактор. К сожалению, в любой профессии людей «горящих» своим делом не так много. Наша задача как раз найти тех, кто хочет выполнять свою работу хорошо, и рассказать им о преимуществах наших приборов. Возможно все это вопрос потраченных сил. Прежде люди смотрели на Запад, сейчас они смотрят на Восток. Однако между Западом и Востоком – наша большая страна. Потребность в газоанализаторах в России большая: у нас очень развит ТЭК, не зря все санкции направлены в основном на эту сферу.

Московская компания «Промприбор-Р», которая выпускает газоаналитическую аппаратуру для контроля воздуха рабочей зоны, может служить примером совмещения научной и производственной деятельности. Это предприятие полного цикла имеет серьезную научную базу и занимается исследованиями, создавая на их основе высокотехнологичную продукцию. Системный подход к проектированию, технологической проработке и организации серийного производства позволяет компании выпускать оборудование, которое применяется не только для мониторинга состояния воздушной среды на предприятиях, но и в качестве средств измерений при проведении исследований в научных центрах и лабораториях.

В настоящее время специалисты тысяч российских предприятий используют разработанное компанией «Промприбор-Р» оборудование, в частности – универсальный стационарный газоанализатор «СИГМА-03», измеряющий концентрацию взрывоопасных горючих и токсичных газов и паров, элегаза и кислорода в окружающей среде и в воздухе рабочей зоны. Газоанализатор «СИГМА-03» служит на промышленных площадках газовой и нефтегазовой, химической и нефтехимической промышленности, металлургии и фармацевтического производства. Незаменим он и на объектах автомобильного хозяйства (АЗС, АГНКС, автостоянках и подземных паркингах), энергетики, сельского хозяйства (в частности, на животноводческих предприятиях), в коммунальном хозяйстве, где применяется для мониторинга состояния воздуха в колодцах, коллекторах подземных коммуникаций, подвалах, котельных и других помещениях.

В 2022 году был запущен в серию модифицированный газоанализатор «СИГМА-03М». В его состав входят: взрывозащищенный информационный блок «СИГМА-03М.ИПК» (рис. 1) и блок датчиков, непрерывно преобразующих величину измеряемого компонента в унифицированный аналоговый токовый выходной сигнал, который дистанционно передается в информационный блок.

Информационный блок обеспечивает:

- вывод результатов измерений на экран;
- подачу звуковой и световой сигнализации при превышении пороговых значений измеряемых компонентов;
- управление сторонними устройствами автоматики с помощью выходных контактов встроенного силового блока реле;
- искробезопасное электропитание датчиков.

Рис. 1. Информационный блок газоанализатора «СИГМА-03М»

Устройство может быть оснащено портом RS-485, обеспечивающим передачу результатов измерений на персональный компьютер (ПК). Возможно создание разветвленной информационной системы, включающей в себя до 20 информационных блоков и до 160 датчиков. В зависимости от исполнения газоанализатора количество датчиков варьируется от 1 до 16.

Исполнения информационного блока различаются количеством каналов и реле, наличием или отсутствием интерфейса RS-485 и другими характеристиками.

Датчик «СИГМА-03М.Д4» представляет собой флагманскую модель, которая оборудована ярким дисплеем и светозвуковой индикацией, имеет настраиваемые пороги и встроенное реле. Ударопрочный корпус датчика обеспечивает степень защиты IP68. Диапазон рабочих температур – расширенный: -60°С…+60°С. Для каждого типа датчика «СИГМА-03М.Д4» разработана камера принудительного забора пробы, позволяющая герметично подавать газ или газовую смесь. В качестве примера на рис. 2 показан блок датчиков исполнения «СИГМА-03М.Д4» для метана (степень защиты датчика – IP68; диапазон измерений – 0…100% НКПР; термокаталитический сенсор).

Рис. 2. Блок-датчик газоанализатора «СИГМА-03М.Д4»

Газоанализатор «СИГМА-03М» имеет расширенный перечень измеряемых газов (60 уникальных ВОГ) и обеспечивает одновременный контроль до 16 различных газов.

В числе преимуществ прибора необходимо отметить: помехозащищенность, беспрецедентную стабильность «нуля», микропроцессорную систему сбора данных, цифровую индикацию результатов измерения по каждому из каналов, быстрое установление показаний, гибкую настройку оповещений, возможность крепления на стенку и, наконец, низкую цену по сравнению с зарубежными аналогами. Дополнительно заказчикам могут поставляться комплект для поверки (проверки) датчиков (ротаметр с креплением, шланг, поверочный штуцер) и проточная камера для калибровки датчика, представляющая собой технологическую насадку на чувствительный элемент прибора. Камера позволяет выполнять поверочные, измерительные и сервисные работы при отборе проб в принудительном режиме.

Еще одно изделие ООО «Промприбор-Р», заслужившее популярность на российском рынке газоаналитического оборудования, портативный многоканальный газоанализатор взрывоопасных и токсичных газов «СИГНАЛ-44» (рис. 3). Это переносное устройство предназначено для индивидуальной защиты рабочего персонала как в помещении, так и на улице. Прибор с эргономичным дизайном удобно носить в руке, сумке или в кармане рабочей одежды.

Несмотря на компактность, газоанализатор оснащен сразу тремя видами сигнализации: вибрационной, световой и звуковой, они срабатывают, когда прибор фиксирует превышение пороговых значений. При этом цифра на дисплее, показывающая превышение концентрации какого-либо опасного газа, выделяется цветом.

Устройство способно определять концентрацию четырех газов одновременно, поддерживается работа с четырьмя сенсорами разных типов. Какими именно – зависит от исполнения газоанализатора, но в принципе это могут быть любые сенсоры: термохимические, электрохимические, оптико-абсорбционные и др.

>>>

специального приложения. В исполнениях без Bluetooth-модуля может применяться Bluetooth-адаптер USB для оперативной работы на ПК.

Корпус газоанализатора выполнен из ударопрочного технического ABS-пластика и обеспечивает степень защиты IP65. Широкий диапазон рабочих температур (от -40°С до +50°С) позволяет осуществлять контроль воздуха рабочей зоны и окружающей среды в экстремальных условиях. В целях безопасности устройство оборудовано защищенным паролем доступа к меню калибровки сенсоров.

Мощный аккумулятор (10500 мА) вместе с умной системой энергосбережения и современным разъемом питания Type-C создают необходимые условия для непрерывной стабильной работы устройства в течение как минимум 24 часов. Время зарядки аккумулятора – 12 часов.

Дополнительное оборудование, выпускаемое предприятием для переносных газоанализаторов «СИГНАЛ-44», показано на рис. 4.

Портативный переносной газоанализатор «СИГНАЛ-44» с успехом используется на объектах водо- и газоснабжения, водоотведения и водопотребления, в теплосетевых компаниях и на предприятиях кабельных сетей электросвязи, при транспортировке и хранении горюче-смазочных материалов, аммиака, газообразного и жидкого хлора, других опасных газов и их смесей, а также на промышленных предприятиях других сфер народного хозяйства, где требуется постоянный мониторинг состояния воздуха рабочей зоны.

Рис. 3. Портативный переносной газоанализатор взрывоопасных и токсичных газов «СИГНАЛ-44»

В базовой версии газоанализатор «СИГНАЛ-44» оснащен не только сенсорами для горючих или токсичных газов, но и сенсорами температуры, атмосферного давления: эти климатические параметры позволяют производить точную оценку газовой среды. Также прибор имеет 8 ГБ внутренней памяти для хранения результатов измерений на протяжении всего поверочного периода. Результаты измерений выгружаются в форме стандартных отчетов – в меню предусмотрена такая функция.

Чувствительный сенсорный ЖК-дисплей оснащен экраном, на который выводится информация о результатах измерений, а также о давлении и температуре, дате и времени измерений, заряде АКБ. Здесь же – сенсорная кнопка для управления меню. Информация легко читается как на солнечной улице, так и в темном помещении, потому что регулируется подсветка.

Интерфейс на русском языке интуитивно понятен. Кроме того, в базовом исполнении можно выбрать английский язык интерфейса, а по дополнительному запросу разработчики могут предоставить интерфейс на других языках.

Для передачи данных на ПК или мобильные устройства газоанализатор оснащен модулем Bluetooth 4.0 и может встраиваться в систему мониторинга TRS EVA Monitoring Platform с помощью

С какими трудностями сталкиваетесь вы при выборе поставщиков? Ведь не секрет, что наличие качественных комплектующих – это необходимое условие работы производственного предприятия. На первый взгляд может показаться, что надежнее купить у иностранного поставщика?

– Раньше как-то не задумывались над этим и, как все, покупали западное. Сейчас обстоятельство изменились, и мы стараемся покупать оборудование и комплектующие у наших компаний. Я считаю, что это к лучшему – в работе с отечественными поставщиками есть свои преимущества. Так, с западными компаниями часто невозможно иметь какие-то глубокие коммуникации, потому что это крупные организации с массой филиалов, где каждый отвечает за какой-то небольшой участок и не принимает решения. С российскими же компаниями нам не просто легче, но и интереснее взаимодействовать. Мы не просто проверяем, испытываем их продукцию, а даем обратную связь.

С этой точки зрения мы всегда за взаимодействие. И тем самым помогаем компаниям-производителям развиваться. К тому же мы сами позиционируем себя как отечественного производителя, призываем покупать российское.

И это накладывает на нас определенные моральные обязательства тоже следовать в этом направлении. Также необходимо отметить, что независимость от внешних поставок комплектующих (производство всех компонентов расположено в России) и полноценное участие в государственных программах импортозамещения дают предприятию уверенность в стабильности производства, а заказчикам – гарантию своевременных поставок продукции с оптимальным соотношением цены и качества.

Практически в любой отрасли компании сейчас ощущают нехватку кадров. В сложных наукоемких отраслях этот вопрос стоит наиболее остро. Как вы справляетесь с ситуацией?

– Путем проб и ошибок мы пришли к тому, что все кадры выращиваем сами. К нам приходили люди с хорошим опытом работы на руководящих должностях, и у них не получилось. Может, мешало гипертрофированное чувство собственной важности. И потом, если человек не понимает, как все собрать, спаять, то у людей это не вызывает уважения.

Промприбор-Р когда-то начинался с трех человек, и я сам тогда собирал приборы. Понятно, что сейчас штат у нас гораздо больше и такой необходимости уже нет.

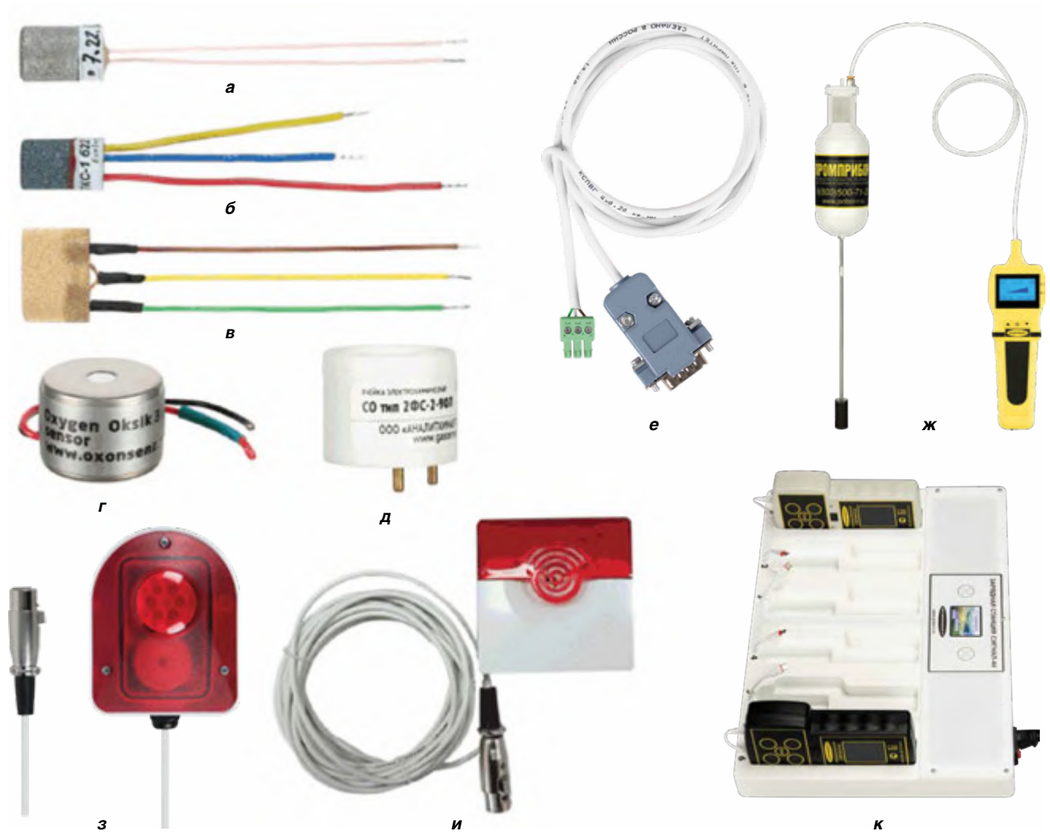


Рис. 4. Дополнительное оборудование для переносного газоанализатора «СИГНАЛ-44»:
а – сенсор ПГС-1; б – сенсор ТКС-1; в – термокаталитический сенсор; г – сенсор ОКСИК-3; д – сенсор СО;
е – смонтированные кабели; ж – зонд для принудительного забора пробы с поплавком;
з – внешние свето-звуковые оповещатели IP41; и – оповещатели с кабелем до 5 м;
к – зарядная станция для быстрой зарядки до шести газоанализаторов одновременно

Но я по-прежнему знаю весь производственный процесс. Поэтому на своем опыте могу сказать, что человеку, который прошел весь путь снизу верх, работать потом намного проще. После удаленки во время пандемии многие люди расслабились, и мотивация ушла. Огромный поток людей проходят через собеседования, и 90% из них говорят: не хочу ходить на работу, но хочу много денег. Понимаете, человека, который изначально пришел отсидеться, невозможно ничем замотивировать. Увеличьте ему зарплату в 10 раз, он скорее будет работать еще хуже, чем до этого.

Другое дело, если находишь человека, который хочет развиваться. И тут встает вопрос, чем мы его можем заинтересовать? Понятно, что кому-то интересно работать в крупных корпорациях, в штате которых тысячи человек. Но малые и средние компании дают такому человеку возможность пройти путь условно от стажера-монтажника до инженера-метролога, от младшего инженера до технического директора. Это реальные примеры. Ведь работа, помимо зарплаты, приносит и моральное удовлетворение, потому что у тебя получается.

Мы по праву гордимся собственной независимостью от внешних поставок – наше оборудование полностью производится в России. Прикладывая максимум собственных усилий для реализации государственной программы импортозамещения в нашей сфере, мы готовы принять вызов в непростых современных условиях и одержать победу! Каждую минуту, при любых, даже самых экстремальных условиях, на тысячах предприятий газоанализаторы ООО «Промприбор-Р» осуществляют непрерывный контроль состава воздуха рабочих зон, обеспечивая безопасность работы.

ПРОМПРИБОР-Р
РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ

ООО «Промприбор-Р»
115280, Москва, ул. Автозаводская, д. 16, корп. 2, стр. 17, эт. 2, ком. 14
тел. 8 (800) 500-7125
e-mail: office@prompribor-r.ru, pribor-r.ru

Мы поставляем наши датчики давления
в рекордно короткие сроки!

Интервью с директором по развитию компании «ЭМИС» Даутовым Артуром Ражаповичем

В настоящее время обеспечение промышленных предприятий страны точными и надежными средствами измерения стало острой необходимостью, что потребовало от отечественных производителей КИПиА внедрения новых технологий и разработок, а также кратного увеличения объемов выпускаемой продукции. В сложившейся ситуации компания «ЭМИС» не только замещает ушедшие зарубежные бренды собственным оборудованием, но и поддерживает складскую программу, предусматривающую короткие сроки производства и отгрузки интеллектуальных датчиков давления «ЭМИС-БАР».

***Артур Ражапович ДАУТОВ** – директор по развитию ЗАО «ЭМИС»*

Фото 1. Датчики дифференциального давления «ЭМИС-БАР»

Фото 2. Датчики избыточного давления «ЭМИС-БАР»

На сегодняшний день преобразователи давления «ЭМИС-БАР» вошли в число наиболее востребованных приборов при внедрении комплексов учета и систем автоматизации на объектах промышленности, что обусловлено их техническими характеристиками и функциональными свойствами, аналогичными лучшим мировым образцам, а также другими факторами. Подробнее о том, как датчики давления «ЭМИС-БАР» завоевывают рынок, рассказал директор по развитию ЗАО «ЭМИС» Артур Ражапович Даутов.

Артур Ражапович, датчики давления появились в продуктовой линейке компании «ЭМИС» сравнительно недавно, в 2019 году. Благодаря чему удалось за короткий срок добиться успеха и признания заказчиков?

При разработке интеллектуальных датчиков давления «ЭМИС-БАР» мы изначально взяли высокую планку и ориентировались на самые современные международные стандарты в области автоматизации. В результате мы предложили заказчику продукт, полностью стандартизированный в части присоединения к процессу и конкурентный в сравнении с ведущими зарубежными аналогами в части таких основных параметров, как основная приведенная погрешность, перегрузочная способность, диапазоны измеряемого давления, возможности перенастройки, диапазон температур измеряемой среды, межповерочный интервал 5 лет и других.

Безусловно, с учетом контраста климатических поясов нашей страны акцент был сделан на возможность эксплуатации при экстремально низких температурах. Традиционно исполнение до -60°С по температуре окружающей среды является отличительной эксплуатационной характеристикой продукции ТМ «ЭМИС».

При этом, являясь отечественной разработкой, датчики давления «ЭМИС-БАР», соответствуют требованиям российских стандартов и прошли все необходимые испытания, предусмотренные Техническими регламентами Таможенного союза. Также наши датчики имеют дополнительные сертификаты на виброустойчивость, сейсмостойкость, уровень полноты безопасности SIL, свидетельство о типовом одобрении Российского Морского Регистра Судоходства, Интергазсерт и РусХлорСерт. Для применения на средах с содержанием сероводорода образцы продукции прошли испытания, и мы подтверждаем стойкость датчиков давления «ЭМИС-БАР» сертификатом соответствия требованиям ГОСТ Р 53679-2009 и 53678-2009, а также корпоративным стандартам ПАО «Газпром» РТМ №311.001-90. Необходимо отметить, что в дополнение к внутренней обязательной и разрешительной документации, датчики «ЭМИС-БАР» прошли аттестацию на соответствие Европейским Директивам ATEX (взрывозащита), EMC (электромагнитная совместимость) и PED (оборудование, работающее под избыточным давлением).

Следует подчеркнуть, что все перечисленные выше сертификаты подразумевают многочисленные периодические испытания приборов, в ходе которых датчики давления «ЭМИС-БАР» подтверждают заявленные технические и метрологические характеристики, демонстрируют высокое качество и надежность.

Проделанная работа позволила нам на равных конкурировать с признанными мировыми брендами и успешно выполнять задачи импортозамещения в российской промышленности.

>>>

Фото 3. Датчики давления «ЭМИС-БАР» с присоединением к процессу 1/2NPTF

Какие особенности и преимущества отличают датчики давления «ЭМИС-БАР»?

Могу сказать, что в преобразователях давления «ЭМИС» мы воплотили лучшие инженерные решения, существующие на сегодняшний день. Например, если говорить о метрологических характеристиках датчика, то его основная приведенная погрешность составляет от ±0,04%. Такая точность в первую очередь является подтверждением высокого качества используемого чувствительного элемента. К высокой точности добавляется еще одно обстоятельство: погрешность ±0,04% является базовой для всех датчиков «ЭМИС-БАР» (без использования разделителей сред и капилляров). И уже по требованию заказчика мы присваиваем необходимую точность в паспорте прибора, выбирая ее из стандартного ряда показателей: от ±0,04% до ±2,5%. Это является очень важным эксплуатационным фактором, так как заказчик имеет возможность выбрать необходимый ему класс точности, и тем самым не увеличивать стоимость своей метрологической базы или расходы на поверку.

В числе преимуществ датчиков давления «ЭМИС-БАР» также следует отметить долговременную стабильность – она одна из лучших среди конкурентных аналогов: не более 0,1% от диапазона измерения в течение 10 лет, минимальную дополнительную температурную погрешность; внутреннюю самодиагностику в соответствии с протоколом NAMUR NE 107, а также высокую перегрузочную способность до 105 МПа, и, как уже говорилось ранее, возможность эксплуатации при температуре окружающей среды от -60°C до +85°C с сохранением класса взрывозащиты.

Насколько важны в этом вопросе конструктивные особенности датчика давления? Часто можно столкнуться с требованием «взаимозаменяемости»…

Все верно. Это фундамент всей системы унификации, действующей на предприятиях наших заказчиков. Стандартное механическое присоединение позволяет заменить вышедший из строя датчик иностранного производителя, который был ранее поставлен, например, из Европы или США в составе технологической установки в рамках проекта строительства производства или отдельной установки. И если у нас традиционной считается резьба M20x1.5, то для зарубежных инжиниринговых и проектных компаний, стандартной является резьба 1/2NPTM (наружная трубная коническая резьба) или 1/2NPTF (внутренняя трубная коническая резьба). Именно NPT стандарт часто вызывал увеличение сроков для отечественных производителей датчиков давления, т.к. был несерийным, и запрашивали NPT резьбу под такие присоединения в основном импортных производителей. В рамках складской программы ЗАО «ЭМИС» увеличило количество комплектующих с подобными резьбами, вследствие чего мы добиваемся сокращения сроков отгрузки по этой позиции. Пока это касается маленьких и средних заказов, реализуемых за счет складской программы, но заказчики это оценили по достоинству.

В итоге мы сделали присоединение к процессу M20x1,5, 1/2NPTM, 1/2NPTF стандартными для заказа и добавили данные исполнения в программу ускоренного производства с короткими сроками.

Для датчиков дифференциального давления все в целом стандартно – межцентровое расстояние 54 мм, отверстия во фланце с резьбой M10 для монтажа клапанного блока или скобы, отверстие для поступления рабочей среды с резьбой 1/4NPT. В результате нет необходимости менять присоединение.

Отдельно следует обратить внимание на конструктив электронного преобразователя датчика давления «ЭМИС-БАР» (иногда называют трансмиттером).

Фото 4. Климатическая камера

В качестве базового решения используется двухсекционный корпус, который предусматривает расположение электронного блока преобразователя и блока с клеммной колодкой в двух отсеках, герметично отделенных друг от друга. Такое решение защищает электронику от попадания пыли и влаги, например, в процессе монтажа или неплотного закручивания задней крышки.
В совокупности с двухсекционным корпусом применена наружная клавиатура, с помощью которой возможно производить настройку датчика и установку нуля во взрывоопасной зоне без нарушения взрывозащиты.

Сам корпус электронного блока изготавливается из сплава алюминия с коррозионностойким эпоксидным покрытием – опция AI. Также возможно изготовление корпуса электронного из нержавеющей стали – опция S. При этом мы также выводим нержавеющую сталь корпуса электронного блока из части спецзаказов в область стандартного исполнения.

Раз датчик имеет электронный блок, значит есть и выходной сигнал? Насколько тут работает «взаимозаменяемость»?

Выходной сигнал у датчика «ЭМИС-БАР», если коротко, токовая петля 4–20 мА с наложенным на него цифровым сигналом по стандарту HART версии 6 или 7. Передача информации в цифровом виде осуществляется по этой двухпроводной линии питания и связи путем изменения силы тока в диапазоне 4–20 мА.
В настоящее время это наиболее распространенный протокол, применяемый в промышленности для передачи данных. Соответственно наши датчики без труда встраиваются в существующие системы автоматизации на предприятиях, в т.ч. при необходимости замены импортного оборудования на отечественное. Системе РСУ или любому вторичному прибору «без разницы» какой прибор является источником стандартного сигнала 4–20 мА. В наших датчиках реализован протокол HART с наличием DD- и DTM-файлов. Поэтому пользователь может получать расширенную информацию о состоянии процесса (например, температуру сенсора датчика давления или температуру его электроники) и о состоянии датчика давления.

Отмечу, что оборудование с выходным сигналом на основе протокола HART компания «ЭМИС» выпускает с 2016 года, являясь членом международной ассоциации FieldComm Group. HART-протокол является стандартным, то есть в системе АСУТП заказчика не нужно ничего менять под датчик «ЭМИС-БАР»: поставил, подключил и далее датчик давления работает штатно, передавая сигнал и диагностическую информацию. Собственные разработки в части внедрения цифровых протоколов дали нам конкурентное преимущество, есть богатый опыт, оборудование HART TEST KIT, обеспеченность необходимыми электронными компонентами.

В этой связи необходимо дополнить, что с 2022 года и по настоящее время FieldComm Group прекратило сотрудничество с российскими производителями средств автоматизации.

Однако, все оборудование торговой марки «ЭМИС» прошло испытания и получило подтверждение в ассоциации до 2022 года, что означает, что аппаратные и программные решения, используемые производителем во вторичных преобразователях своих приборов, являются проверенными и надежными, и полностью соответствуют стандартам данного международного сообщества.

Какое еще оборудование применяется в процессе производства датчиков давления «ЭМИС-БАР»?

При запуске линейки датчиков давления мы провели большую работу по модернизации некоторых технологических процессов производства, по увеличению штатной численности персонала и расширению площадей предприятия. К слову, на сборочном участке установлена система климатического контроля, которая обеспечивает необходимые параметры температуры и влажности для сборки, настройки, калибровки и поверки датчиков давления. Для проведения операций термокомпенсации используются климатические камеры.

Процесс характеризации и верификации датчиков происходит под управлением собственного программного обеспечения TESTLab, которое было разработано нашими программистами специально для датчиков давления «ЭМИС-БАР». Программа TESTLab управляет климатической камерой, эталонами, компрессором и другим оборудованием, которое мы применяем для термокомпенсации и линеаризации датчиков. Также данное программное обеспечение применяется для поверки. Метрологические испытания осуществляются на поверочных стендах до 10 МПа, которые работают на воздухе и стендах до 70 МПа, которые работают на жидкости. Они позволяют проводить поверку датчиков давления с точностью до 0,04%.

>>>

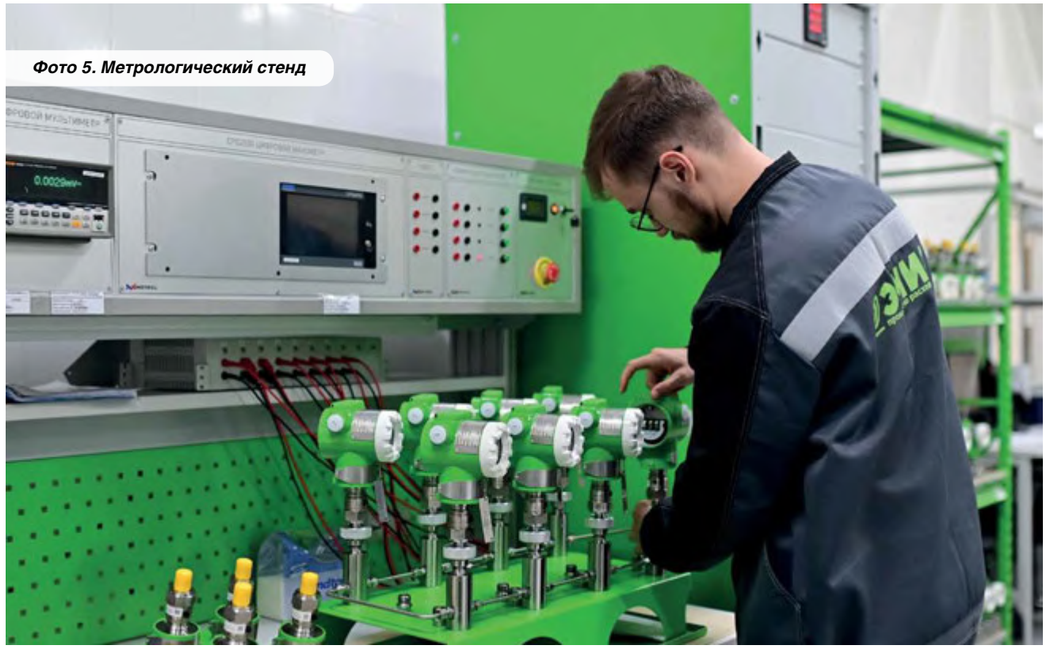


Фото 5. Метрологический стенд

Санкционное давление в 2022 году сильно ударило по рынку контрольно-измерительного оборудования в России, разделив его на «до» и «после». Как ситуация отразилась на вашем предприятии и какие планы на 2023 год?

Если говорить о ситуации на рынке в 2022 году, то от нас этот год потребовал максимальных усилий для выполнения резко возросшего объема заказов на все типы приборов. Не могу сказать, что возникшие задачи были как «гром среди ясного неба». Предвестниками всевозможного возникающего дефицита в части компонентной базы были события на рынке электроники в 2020–2021 годах. В результате мы восприняли сигнал и проработали «запасные варианты», провели НИОКР в части альтернативных конструктивных решений.

В результате, при массовом переходе промышленных предприятий России на отечественные аналоги КИПиА у нас произошел существенный рост производства в 2022 году, который еще в большей степени проявил себя и в 2023 году.

При этом нас приглашают в проекты, где ранее иностранными подрядчиками и проектировщиками были заложены средства автоматизации иностранных брендов. Продукция ТМ «ЭМИС», в целом, и датчики «ЭМИС-БАР», в частности, полностью соответствуют высоким требованиям этих заказчиков и получают положительные отзывы по результатам эксплуатации.

Например, ряд проектов связанных с химической переработкой этана, получения из него полиэтилена через пиролиз и синтез базовых углеводородов. Проекты, связанные с СПГ, переработкой химических отходов, получения минеральных удобрений.

В настоящее время наряду с увеличением объемов выпускаемой продукции мы сократили сроки отгрузки преобразователей давления «ЭМИС-БАР» до 10 рабочих дней.

Проделанная работа по переводу в стандартное исполнение таких опций как резьба NPT, нержавеющий корпус электронного блока (опция S), блок грозозащиты (опция LP) позволяет формировать складскую программу в части комплектующих, что позволяет оперативно закрывать потребности наших заказчиков в средствах измерения давления, что особенно актуально в период остановочных ремонтов.

Данная программа будет расширяться и дополняться новыми исполнениями наряду с ростом производительности цеха датчиков давления «ЭМИС-БАР», так как в сентябре текущего года запланирован переезд на новые большие площади с последующим запуском собственных участков смежных и вспомогательных производств.

ЭМИС 20 ЛЕТ

ЗАО «ЭМИС»
456518, Челябинская обл., Сосновский р-н, д. Казанцево, ул. Производственная, 7/1
тел. 8 (800) 500-22-81
e-mail: sales@emis-kip.ru
emis-kip.ru

РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ И УРОВНЯ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

- компактные датчики давления во взрывозащищенной оболочке Ex d
- интеллектуальные датчики давления с HART-интерфейсом
- датчики давления с механическим присоединением Hammer Union
- компактные датчики давления с видом взрывозащиты Ex ia
- погружные гидростатические датчики уровня

+7 (495) 796-92-20 PIEZUS.RU

Датчики температуры и давления
от НПО «Вакууммаш»

Компания «Вакууммаш» – ведущий российский изготовитель контрольно-измерительных приборов, специализируется на выпуске промышленных датчиков температуры и давления для контроля технических процессов на производственных объектах. В данной статье приведены особенности датчиков различного назначения и их характеристики.

Научно-производственное объединение «Вакууммаш» было образовано в 1995 году и сегодня выполняет полный комплекс работ по промышленной автоматизации, помогая предприятиям эффективно управлять технологическими процессами.

Благодаря изделиям компании можно улучшить следующие показатели:
- увеличить эффективность работы сотрудников;
- сократить эксплуатационные расходы;
- повысить безопасность техпроцессов и оптимизировать производство.

ООО НПО «Вакууммаш» – **активный участник всероссийской программы импортозамещения.** За последние годы предприятие выпустило полноценные аналоги датчиков многих мировых брендов, что позволило компаниям-заказчикам обеспечить независимость от политики отдельных зарубежных стран и сэкономить до 50% средств на покупку необходимого им для повседневной деятельности контрольно-измерительного оборудования.

Номенклатурный ряд компании насчитывает свыше 2100 изделий в ассортименте. Компания **входит в топ-10** российских поставщиков средств измерения температуры и давления, незаменимых при создании и эксплуатации современных АСУ ТП в таких отраслях промышленности, как нефтегазовая, энергетическая, химическая, пищевая, металлургия, машиностроение, и многих других.

Промышленная термометрия

Датчики температуры разработки и производства ООО НПО «Вакууммаш» могут использоваться в различных средах, в том числе кислотных и щелочных, в диапазоне измеряемых температур, соответствующем требованиям Межгосударственного стандарта ГОСТ 6616 и Государственного стандарта ГОСТ Р 8.625.

Полный диапазон измеряемых датчиками температур составляет от -196°С до +1600°С (рис. 1).

Выбирая температурный датчик непрерывного действия, рекомендуем обратить внимание на:
- среду, в которой будут производиться измерения температуры;
- диапазон измеряемых температур, так как от него зависит точность измерений и цена изделия. Например, в диапазоне от 0 до +300°С не следует использовать датчики, верхний предел измерения которых составляет 600°С, так как они будут иметь меньшую точность и более высокую цену;

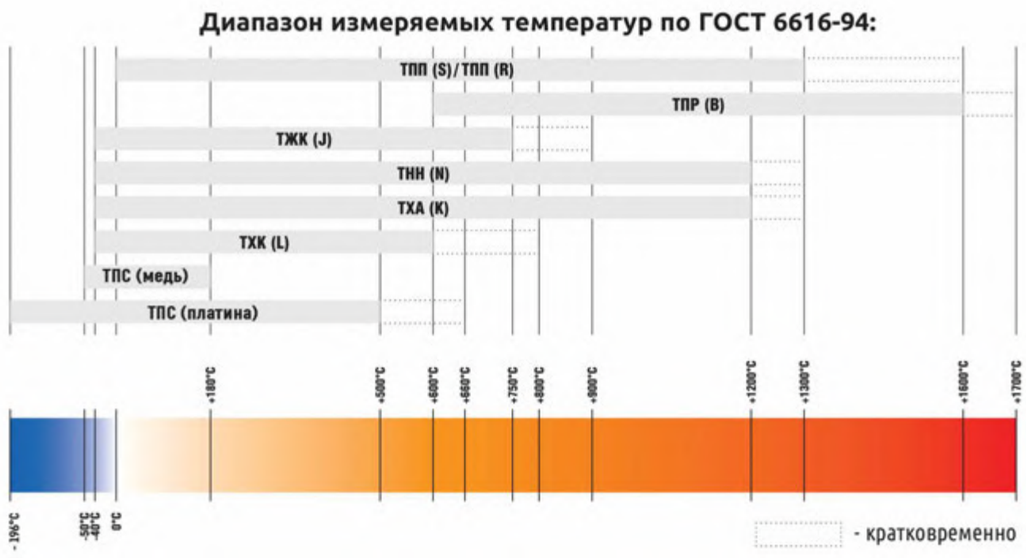


Рис. 1. Диапазон измеряемых температур по ГОСТ 6616-94 и ГОСТ Р 8.625-2006

- материал защитной арматуры. Например, цена температурного датчика с защитной арматурой из нержавеющей стали 12Х18Н10Т ниже, чем у аналогичного с арматурой из коррозионностойкой жаропрочной инструментальной стали 15Х25Т, в 1,5 раза;
- необходимость использования взрывозащищенного прибора.

Все температурные датчики, разработанные специалистами ООО НПО «Вакууммаш» и сходящие с его производственных линий, которые оснащены самым современным оборудованием, можно объединить в три группы.

Первая группа – **термоэлектрические преобразователи и термопреобразователи сопротивления**, которые предназначены для измерения температуры газообразных и жидких сред независимо от степени их химической агрессивности, а также поверхностей твердых тел и расплавов.

Выпускаемые **термоэлектрические преобразователи** можно разделить по виду чувствительного элемента (проволочные или кабельные) и типу термопары с такими основными НСХ (номинальными статическими характеристиками) по ГОСТ Р 8.585, как **ТХА (К), ТХК (L), ТНН (N), ТЖК (J), ТПП (S), ТПП (R) и ТПР (В)**. На рис. 2 в качестве примера представлены термоэлектрические преобразователи НПО «Вакууммаш» в различных модификациях.

Рис. 2. Термоэлектрические преобразователи производства ООО НПО «Вакууммаш»

Рис. 3. Термопреобразователь сопротивления ТПС с платиновым проволочным чувствительным элементом

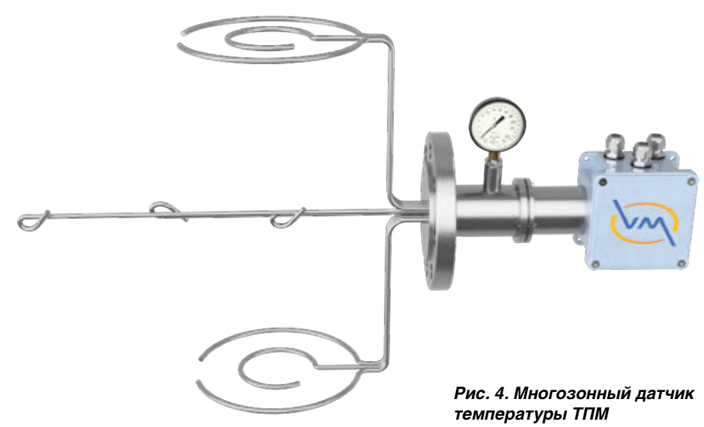


Рис. 4. Многозонный датчик температуры ТПМ

Входящие в состав первой группы **термопреобразователи сопротивления ТПС** (рис. 3), изготавливаемые предприятием, представляют собой средства измерения температуры с медными **(50М, 100М, 53М**) и платиновыми **(50П, 100П, 46П, PT100)** проволочными чувствительными элементами, а также с напыленными тонкопленочными элементами сопротивления **(PT100, PT500, PT1000)**.

Вторая группа – **многозонные термопары типа ТПС и ТПМ** (ТПМ.301 Exi/Exd; ТПС 401, 402, 403, 404), предназначенные для измерения величины температурного градиента одновременно в нескольких точках, расположенных на разных уровнях (рис. 4).

Третья группа – **измерительные преобразователи** в исполнениях ПИ Т, ПИ Т Exi, ПИ С, ПИ С Exi, а также модели VME-103/104 и VME-Exi-105 (рис. 5) с токовым выходом 4–20 мА и поддержкой HART-протокола, служащие для преобразования сигналов, поступающих от первичных устройств, в унифицированный электрический выходной сигнал.

Рис. 5. Преобразователь измерительный VME с HART-протоколом

Межповерочный интервал измерительных преобразователей типа VME, термопреобразователей сопротивления ТПС и термопреобразователей типа ТХА (К), ТХК (К), ТНН, ТЖК составляет 5 лет. На все средства измерения предприятие дает стандартный 18-месячный гарантийный срок с начала эксплуатации. Средний срок службы датчиков при этом – до 10 лет в зависимости от температуры, при которой они эксплуатируются.

>>>

Датчики давления «VMP»

В продуктовой линейке ООО НПО «Вакууммаш» представлен **широкий спектр средств измерения давления – это датчики абсолютного, избыточного и вакуумметрического (датчики разряжения), избыточного вакуумметрического и гидростатического (датчики уровня) давления**. Отдельную группу составляют **датчики давления для коммунальных систем энергоснабжения и ЖКХ**.

Датчики давления серии «VMP» выполнены на базе микропроцессорных технологий, использование которых создает условия для улучшения метрологических характеристик и повышения точности измерений. Это происходит за счет математической корректировки разного типа погрешностей, которые возникают под воздействием ряда внешних факторов. Подбор оптимальных характеристик и материалов при определении конструктивных особенностей датчиков с исключением ненужных опций позволяет заказчику получить изделие по минимальной цене с необходимым качеством.

Все датчики давления, созданные инженерами НПО «Вакууммаш», работают по стандартной и апробированной схеме, предусматривающей прямое подключение, без дополнительных устройств, что дает возможность применять их **для измерения давления сред с температурами в диапазоне от -20°С до +80°С в стандартном исполнении и опционально – от -55°С до +120°С**. Если устройство подключается через отвод-охладитель, выпускаемый предприятием, то максимальная температура измеряемой среды может достигать 280°С. При необходимости измерения перегретого пара используются разделительные сосуды с импульсными линиями.

Вместе с тем следует отдельно остановиться и на решениях в новом для предприятия сегменте – **измерение давления в коммунальных системах энергоснабжения и ЖКХ.** Среди новинок – малогабаритный датчик избыточного давления VMP-ДИ-1160-2,5 (1,6; 1,0; 0,6) МПа-КС-М20 (G1/2», G1/4»), относящийся к первичным преобразователям сигнала и предназначенный для работы со вторичными регистрирующими и показывающими компонентами КИПиА, а также с системами автоматического управления. Внешний вид и характеристики датчика представлены на рис. 6.

Диапазон измерений (ВПИ)	0...0,6; 1,0; 1,6; 2,5 МПа
Давление перегрузки	не менее 2ВПИ (до 5 МПа)
Выходной сигнал	4...20 мА
Погрешность измерений	0,5% от ВПИ
Коэффициент температурной погрешности	0,1%/10°С
Температура окружающей среды	-20...+80°С
Материал корпуса и штуцера	Нержавеющая сталь 12Х18Н10Т
Материал мембраны	Нержавеющая сталь AISI 316L
Степень защиты от воздействия пыли и воды	IP65
Присоединительные размеры (штуцер)	М20х1,5; G1/2''; G1/4''
Вид электрического присоединения	разъем DIN 43650A

Рис. 6. Датчик избыточного давления «VMP» для коммунальных систем с характеристиками

В устройстве использован новый эксклюзивный микропроцессор, за счет которого значительно упростилась калибровка прибора и соответственно ускорился процесс производства, а также снизилась стоимость датчика при одновременном улучшении его точностных характеристик. Кроме того, в сравнении с изделиями других производителей, новый датчик стал обладать меньшей температурной зависимостью от окружающей среды – снижение составило величину до 0,1% на каждые 10°С.

С учетом специфики ЖКХ в датчике используется унифицированный для общепромышленных первичных приборов стандартный разъем DIN 43650 типа А. Он позволяет осуществлять замену приборов непосредственно в процессе эксплуатации. А для предотвращения человеческой ошибки при подключении датчика в схеме предусмотрена возможность использования защиты от переполюсовки. Новый датчик давления для ЖКХ отвечает всем установленным требованиям по электромагнитной совместимости оборудования (Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 020/2011) и имеет защиту от перенапряжения.

В рамках сотрудничества, взаимодействие со своими заказчиками НПО «Вакууммаш» осуществляет поэтапно:

- Предварительное знакомство с проблемой или задачей;
- Выезд технических специалистов на производственную площадку компании – заказчика с целью осмотра и детального изучения технических условий применения установок;
- Изготовление опытных образцов;
- Тестирование в производственных условиях;
- Запуск в серийное производство.

Компания также предоставляет своим заказчикам выгодные условия поставок контрольно-измерительных приборов:

- Нет минимального объема для заказа, поставки ведутся от 1 штуки;
- Проекты изготавливаются «под ключ» и по спецзаказам;
- Осуществляется бесплатная опытная партия для новых разработок или в рамках первого заказа.

Уровень качества продукции, производимой заводом «Вакууммаш», подтверждается как наличием полного комплекта документации о соответствии отечественным и международным стандартам, так и сотрудничеством с предприятиями крупнейших российских и зарубежных холдингов – ПАО «Газпром», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО «Мечел», Группы «ЛУКОЙЛ», Indorama Corporation, SOCAR.

НПО ВАКУУММАШ

НПО «Вакууммаш»
426006, г. Ижевск, проезд Дерябина, 2/52
тел. (3412) 918-650
e-mail: info@vakuummash.ru
vakuummash.ru
vmelectro.ru

МИРТЕК®
изобретая будущее

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ УЧЁТ ГАЗА

Счётчики от российского производителя

Соответствие требованиям ООО «Газпром межрегионгаз»

Интеграция с «ИУСЦИФРА»

Встроенный модуль телеметрии

Возможность подключения датчиков CO и CH_4

Размещение датчика температуры в потоке газа

Встроенный запорный клапан

Используемые каналы связи:

GSM GPRS NB-IoT

Внесение подстановочных значений коэффициента сжимаемости, расхода, температуры и давления

Виброконтроллер AP5400
от компании ООО «ГлобалТест»

ООО «ГлобалТест» является научно-производственным предприятием с замкнутым циклом производства. Компания ООО «ГлобалТест» находится на рынке уже более 30 лет и отличается неизменно высоким качеством продукции по вибродиагностике и вибромониторингу. Ассортимент продукции нашей компании крайне широк. Мы производим акселерометры, вихретоковые преобразователи, преобразователи виброскорости и виброперемещения. Также в нашей линейке большое количество сопутствующего оборудования: согласующие устройства, усилители и материалы для крепления датчиков (шпильки, переходники и мастика). Мы активно включены в программу импортозамещения.

Компания является максимально клиенто-ориентированной. Возможно изготовление продукции, как из основного ассортимента, так и по специальному заказу клиента.

Среди заказчиков продукции ведущие предприятия России, в том числе научно-исследовательские институты и предприятия оборонно-промышленного комплекса.

Представляем вашему вниманию виброконтроллер AP5400 производства ООО «ГлобалТест», предназначенный для измерений мгновенных значений и среднего квадратического значения (СКЗ) виброскорости. Общий вид виброконтроллера AP5400 представлен далее на рис. 1.

Конструктивно виброконтроллер состоит из электронного блока и первичного преобразователя (ПП) виброускорения со встроенной электроникой. Схема подключения виброконтроллера AP5400 изображена далее на рис. 2.

Принцип действия виброконтроллера основан на преобразовании сигнала, поступающего от ПП и вычислении среднего квадратического значения виброскорости. В качестве ПП используются вибропреобразователи AP36 или вибропреобразователи AP20XX.

Виброконтроллер имеет цифровой индикатор и унифицированный выход постоянного тока 4–20 мА для выдачи результатов измерений, интерфейсы RS-485 – для передачи результатов измерений и USB – для настройки виброконтроллера, а также набор «сухих контактов» для реализации уставок.

Рис. 1. Общий вид виброконтроллера AP5400

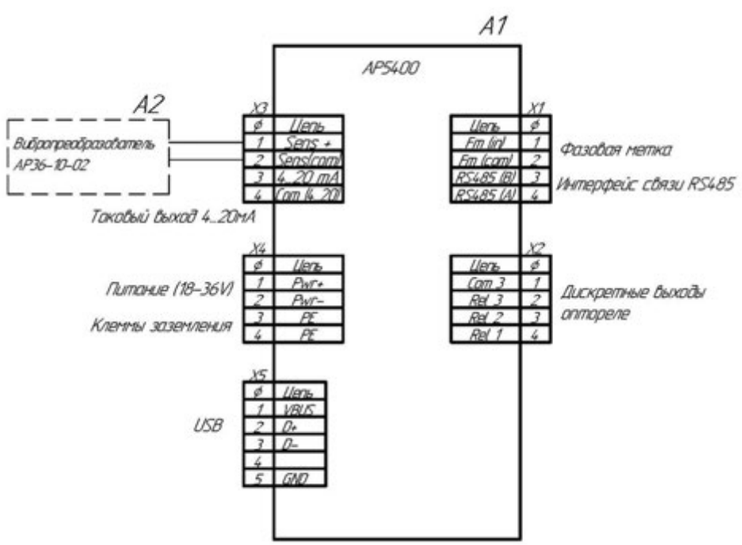


Рис. 2. Схема подключения виброконтроллера AP5400

Таблица 1. Виброконтроллеры в России и за рубежом

Характеристика виброконтроллера	AP5400 ООО «ГлобалТест» (Россия)	PCH 1420 PCH Engineering (Дания)	VC-1860 Brüel & Kjær Vibro (Германия)
Диапазон измерений СКЗ виброскорости	от 0,3 до 16,0 мм/с от 0,4 до 20,0 мм/с от 0,6 до 32,0 мм/с	нет данных	от 0,1 до 105 мм/с
Рабочий диапазон частот	от 10 до 1000 Гц СКЗ (мгновенные значения от 10 до 2500 Гц) от 2 до 1000 Гц СКЗ (мгновенные значения от 2 до 2500 Гц)	10 Гц – 1000 Гц	от 0,7 до 1500 Гц
Номинальное значение коэффициента преобразования СКЗ виброскорости	$KV=16/V_{макс}$, мА/(мм·с$^{-1}$), где $V_{макс}$ – максимальное значение диапазона измерений СКЗ виброскорости, мм/с	нет данных	100
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости на базовой частоте	по цифровому индикатору и выходу RS-485 ± 2,5% по токовому выходу ± 3,0%	нет данных	±0,5
Обеспечиваемый диапазон задания порога срабатывания	от 0,4 до 16,0 мм/с для диапазона измерений от 0,3 до 16,0 мм/с от 0,5 до 20,0 мм/с для диапазона измерений от 0,4 до 20,0 мм/с от 0,7 до 32,0 мм/с для диапазона измерений от 0,6 до 32,0 мм/с	нет данных	нет данных (не нормируется производителем)
Габаритные размеры электронного блока (длина х ширина х высота), мм, не более	115 х 115 х 23	109 х 114,5 х 45	114 х 23 х110

Рассмотрим особенности регистрации и анализа вибрационных возмущений, а также задачу, решаемую посредством виброисследований. Существует понятие вибромониторинга. Данное понятие подразумевает под собой метод контроля технического состояния оборудования, основанный на математическом анализе уровня его вибрации. Система вибромониторинга поставляется в комплекте со специальным программным обеспечением, осуществляющим указанный анализ виброхарактеристик. Таким образом вибромониторинг – непосредственное отслеживание параметров в режиме реального времени.

В противоположность вибромониторингу существует вибродиагностика, целью которой является заключение вердикта по состоянию узлов исследуемого оборудования.

Наш виброконтроллер AP5400 является одним из средств для проведения вибромониторинга.

Основным преимуществом мониторинга является удешевление оборудования, используемого для вибротестирования.

Рассмотрим основные особенности ПО, поставляемого с виброконтроллером AP5400. Программа предназначена для управления устройством и предоставляет следующие возможности:

- поддержка спецификаций USB1.1 и USB2.0 (только на полной скорости (Full Speed));
- поддержка спецификации «Plug and Play» (подключение, определение, отключение устройств в процессе работы компьютера по USB-интерфейсу);
- обработка ошибок при работе с USB-интерфейсом и RS485-интерфейсом;
- программирование параметров устройства через USB-интерфейс и RS485-интерфейс;
- ввод необходимой информации пользователем путем редактирования текста в соответствующих строках ввода-вывода в рабочем окне программы;
- передача сообщений пользователю о важных моментах работы программы.

В табл.1 приведены основные характеристики указанного прибора в сравнении его с аналогами, представленными за рубежом.

Таким образом, виброконтроллер AP5400 производства ГлобалТест, согласно описанию типа, является прибором с куда большим количеством нормированных характеристик, и его поведение при проведении вибромониторинга является более понятным и информативным. Также в силу небольшой стоимости по сравнению с зарубежными аналогами, данное устройство является крайне конкурентоспособным на рынке виброизмерительного оборудования.

GLOBALTEST

ООО «ГлобалТест»
607185, Нижегородская обл., Саров,
ул. Павлика Морозова, д. 6
тел. (83130) 6-77-77
e-mail: mail@globaltest.ru
globaltest.ru

Повышение экономической эффективности нефтеперерабатывающих заводов

в результате применения регенерации катализаторов гидропроцессов по технологии «вне реактора»

***А. Б. ГОЛУБЕВ** – генеральный директор ООО «Новокуйбышевский завод катализаторов»*
*(ред. **И. М. КУРГУЗОВ**, ООО «РН-Драгмет»)*

Экономика Российской Федерации, начиная со второй декады XXI века, испытывает на себе непрекращающиеся «удары» Запада и многократные попытки подрыва во всех без исключения отраслях. В 2022 году санкционному давлению подверглась, в том числе, и российская нефтепереработка – одна из ключевых сфер промышленности. Учитывая, что в последнее время катализаторы гидроочистки на российском рынке были представлены, в основном, зарубежными компаниями, многие из которых с весны прошлого года прекратили поставки, вопросы максимального использования ресурса и потенциала катализаторов, отработавших один или даже два цикла эксплуатации, приобретают одно из ключевых значений. Таким образом, в данном материале рассмотрим опыт «НК «Роснефть» в продлении «жизненного цикла» катализатора путем проведения его регенерации по технологии «вне реактора» («ex-situ») для максимально возможного восстановления его каталитической активности при повторном использовании в целях обеспечения и поддержания высокой экономической эффективности отечественной нефтепереработки.

Основным крупнотоннажным процессом нефтепереработки, обеспечивающим производство дизельных и реактивных топлив, а также подготовку сырья для других процессов нефтепереработки (каталитический риформинг, изомеризация, каталитический крекинг, гидрокрекинг) является гидроочистка различных нефтяных дистиллятов.

Каталитические системы процесса гидроочистки в ходе эксплуатации теряют первоначальную активность и к концу цикла, дезактивируясь, перестают обеспечивать необходимую глубину удаления серы, азота, ароматики. Помимо невозможности выпуска продукции требуемого качества при штатной производительности проблемы при работе технологических установок могут также возникнуть из-за критических ограничений, связанных с аппаратурным оформлением реакторного блока или технологической установки в целом. Исходя из индивидуальных особенностей каждого НПЗ, продолжительность цикла работы каталитической системы при этом может составлять от нескольких месяцев до нескольких лет. Для НПЗ в таких случаях выход может быть только одним – остановка объекта для перегрузки каталитической системы. Если работы по перегрузке

катализатора совпадают с прогнозом цикла работы катализатора и совмещены с плановыми ремонтами установки в целом, то НПЗ, как правило, заблаговременно планирует решения и осуществляет поставку новой каталитической системы для перегрузки. Если же останов технологической установки происходит внепланово из-за ускоренного или непрогнозируемого ухудшения качества выпускаемой продукции, или достижения критических эксплуатационных параметров, то тогда экономические потери НПЗ от недовыпуска продукции становятся довольно значительными. Несмотря на то, что затраты на катализатор для процесса гидроочистки составляют в себестоимости, например, дизельного топлива в среднем всего до 1,5%, влияние работы катализатора на эффективность предприятия в целом крайне велико.

Дезактивация катализатора может быть как обратимой из-за отложения углерода/серы, так и необратимой из-за накопленных из сырья каталитических ядов, таких как, например, мышьяк, диоксид кремния, никель или ванадий. При принятии решения о регенерации катализатора «ex-situ» важно понимать причину дезактивации и ожидаемую активность после промышленной регенерации. В ходе регенерации «ex-situ» происходит удаление углерода/серы посредством контролируемого сжигания, в ходе которого сводится к минимуму повреждение пористой структуры и уменьшение площади поверхности катализатора. Активность регенерированного катализатора должна соответствовать определенным критериям производительности установки конкретного НПЗ с учетом ее технологических параметров и аппаратурного оформления, а также состава и свойств применяемого сырья. Выдвигая требования к качеству регенерированного катализатора, НПЗ вместе с производителем катализатора, как правило, имеют прогнозы и решения о схеме загрузки реакторов, продолжительности цикла, рабочих температурах процесса, прогнозах роста перепада давления и т.д., что и позволяет НПЗ с достаточной достоверностью планировать свою производственную программу. Следует отметить, что перегружаемая каталитическая система помимо регенерированного катализатора содержит 10–20% свежего катализатора основного слоя и полностью свежий пакет катализаторов защитного слоя.

Так как относительная объемная активность (RVA) регенерированного катализатора обычно составляет 75–85% от активности свежего, добавка 10–20% свежего катализатора позволяет нивелировать такую потерю активности и достигать необходимой продолжительности цикла.

Регенерация «ex-situ», если это технически возможно, обычно экономически более привлекательна, чем покупка свежего катализатора. Повторное использование регенерированного катализатора освобождает НПЗ от оплаты таких составляющих, как тщательно изготовленный носитель с контролируемой структурой пор и металлы, нанесенные на носитель для придания катализатору его активности. К особенностям повторного применения регенерированных катализаторов относится и то, что качество нерегенерированного катализатора (прочность, средняя длина, яды и т.д.) будет неизвестно до тех пор, пока он не будет выгружен, отобран и проанализирован. Из-за этой особенности практически невозможно провести регенерацию и повторно загрузить ту же партию во время капитального ремонта.

>>>

Однако, чтобы свести к минимуму время простоя и устранить риск применения катализатора низкого качества, большинство НПЗ имеют замещающую партию катализатора необходимого качества до начала капитального ремонта, чтобы установку можно было запустить в соответствии с производственной программой НПЗ. Хотя приобретение и хранение запасной партии связано с некоторыми затратами, ее наличие обеспечивает одну из главных составляющих эффективности НПЗ – стабильность выработки товарной продукции.

Еще одной из немаловажных причин использования технологии регенерации «вне реактора» является то, что на сегодня возможности и мощности российских предприятий, оказывающих подобные услуги, целиком покрывают потребности всех отечественных НПЗ. Кроме того, качественно проведенная регенерация открывает дорогу более массовому внедрению следующего этапа восстановления активности катализатора, а именно: реактивации, позволяющей за меньшие затраты получить на перегрузку катализатор с активностью близкой, а в некоторых случаях и превосходящей свежие образцы катализаторов.

Сегодня такой комплекс услуг (регенерация+реактивация) на российском рынке нефтепереработки предоставляют, в том числе, предприятия, входящие в периметр «Роснефти» – ООО «Новокуйбышевский завод катализаторов» и ООО «РН-кат».

На установке в Новокуйбышевске, введенной в эксплуатацию в декабре 2016 года, реализована уникальная технология «конвейерной регенерации» катализаторов.

С момента пуска было регенерировано более 7,5 тысяч тонн катализаторов различных марок от ведущих мировых производителей (более 30 марок) с 21 предприятия нефтепереработки и нефтехимии России. Технология реактивации в промышленном масштабе освоена в ООО «РН-кат» (г. Стерлитамак).

Загруженные в промышленные реакторы каталитические системы с реактивированным катализатором показали свою прогнозную активность и стабильность в процессах гидроочистки.

Таким образом, опытные разработки и технологии, применяемые в «НК «Роснефть», свидетельствуют о том, что при оценке затрат на перегрузку каталитической системы решающим фактором становится разница между стоимостью свежего катализатора (включая логистику) и затратами на услуги по регенерации (включая логистику и + до15% стоимости свежего катализатора на досыпку), что в итоге выражается в прямую экономию до 75% от стоимости свежего катализатора на каждую загрузку.

Поставка катализаторов и оказание услуг – ООО «РН-Драгмет»

РН-ДРАГМЕТ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

119049, Москва,
ул. Шаболовка, д. 10, к. 2
тел. (495) 710-72-65
e-mail: info@rndm.rosneft.ru
rndragmet.ru

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ИСКРА

Более 30 лет
на рынке ТЭК

Полный цикл
от проектирования
до ввода
в эксплуатацию

Поставлено Заказчикам:

более 600
газоперекачивающих
агрегатов серии «Урал»

более 300
единиц компрессорного
оборудования серии «Урал»

более 95
газотурбинных
электростанций
серии «Урал»

Более 2000
зарегистрированных
изобретений,
более 40
действующих патентов

ПАО НПО «Искра»
Россия, 614038, г. Пермь,
ул. Академика Веденеева, д. 28
тел.: (342) 262 72 72
info@npoiskra.ru, www.npoiskra.ru

ООО «Русь-Турбо»:
качественное импортозамещение комплектующих для паровых установок и ГТУ

ООО «Русь-Турбо» – активно развивающаяся российская компания, объединившая высококвалифицированных специалистов в области ремонта турбинного и компрессорного оборудования. Благодаря созданию современной материально-технической базы и установлению крепких партнерских связей, компания смогла привлечь значительное количество клиентов внутри страны и успешно выходит на международные рынки. Об уникальных компетенциях компании, позволяющих динамично развиваться и быть востребованным, рассказал технический директор ООО «Русь-Турбо» Артем Станюлис.

Артем Александрович, в чем заключается основная деятельность компании «Русь-Турбо»?

Компания «Русь-Турбо» видит свою миссию в импортозамещении в области обслуживания газовых, паровых турбин и вспомогательного оборудования иностранного производства. Мы гордимся тем, что можем предложить полный комплекс сервисных услуг без необходимости привлечения западных специалистов, так как у нас есть достаточный опыт и знания для выполнения этих задач.

В чем причина быстрого роста компании: от новичка до лидера сегмента? Это был маркетинговый успех, человеческие ресурсы, свободные ниши или какие-то другие факторы?

Самое главное, ООО «Русь-Турбо» сумело зарекомендовать себя как надежный подрядчик в области ремонта газовых и паровых турбин иностранного производства. Зачастую российские компании сталкиваются с проблемой недостатка опыта или знаний и приглашают иностранных специалистов для получения технической поддержки в процессе ремонта. Однако такой подход приводит к значительному удорожанию сервисного обслуживания и увеличению сроков проведения работ. Это происходит из-за отсутствия необходимых запчастей, которые приходится заказывать из-за границы, что в наше время сопряжено с трудностями.

Кроме того, иностранные коллеги не являются такими многопрофильными специалистами, как коллектив Русь-Турбо. Наши компетенции были сформированы благодаря опыту советских и российских инженеров. Специалисты компании обладают не только высокой эрудицией и глубокими знаниями, но и пониманием работы системы в целом.

Хотелось бы отметить, что наше главное преимущество заключается в том, что есть возможность приступить к проведению ремонтных работ в течение буквально нескольких дней, а, кроме того, мы независимы от иностранных партнеров и капитала. Благодаря этому компания свободна в своих действиях и может предлагать лучшие решения для своих заказчиков. Несмотря на то, что некоторые зарубежные компании уже долгое время присутствуют на российском рынке и имеют мощный административный ресурс, мы смогли найти своего заказчика и наши партнеры полностью удовлетворены совместной работой.

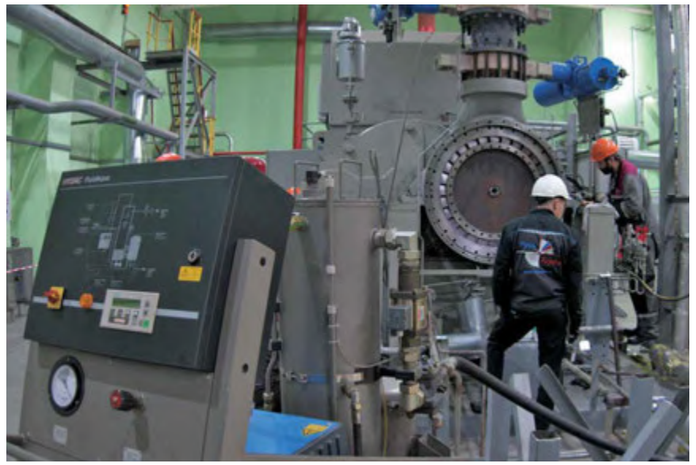
Другими словами, вы готовы прилететь в Салехард, скажем, через несколько дней?

Да, в случае необходимости, наша команда может быть мобилизована всего за сутки или двое и приступить к работам в любой части страны. Мы ценим время наших заказчиков, поэтому стараемся быть максимально отзывчивыми и эффективными в решении всех задач. Наша цель – обеспечить высококачественный сервис и удовлетворить запросы каждого клиента.

Независимо от местоположения объекта, специалисты компании готовы выехать на место с необходимым оборудованием и инструментами, укомплектованными в морской контейнер, который может быть перевезен любым видом транспорта и позволяет выполнять широкий спектр ремонтных работ, включая капитальный ремонт.

В рамках масштабной программы импортозамещения вами активно используются схемы реверс-инжиниринга. Как работает эта схема?

В последнее время возникли новые проблемы для российских потребителей. Сначала из-за пандемии, а теперь, в связи с введенными санкционными ограничениями, зарубежные производители либо отказываются от сотрудничества с российскими партнерами, либо устанавливают неприемлемые цены и сроки или вообще игнорируют запросы.



В России часто используется импортное оборудование, для которого либо отсутствует подробная техническая документация, либо доступные сведения сильно ограничены или искажены из-за некачественного перевода с иностранного языка. Такая ситуация создает серьезные трудности как для эксплуатирующего персонала, так и для сервисных служб. Они сталкиваются с проблемами при установке, настройке и обслуживании импортного оборудования. Отсутствие подробной документации и недостоверные сведения могут привести к ошибкам и неправильной эксплуатации, что, в свою очередь, может привести к серьезным последствиям, включая аварии и отказы в работе.

Русь-Турбо предлагает уникальные решения в энергетической отрасли: наши специалисты не только способны восстановить поврежденные элементы, но и создать с нуля узлы и детали, полностью соответствующие требованиям заказчика. На сегодняшний день мы единственные, кто предлагает такие услуги.

Близость к ведущим научным центрам России, таким как ЦКТИ в Санкт-Петербурге и ВТИ в Москве, позволяет компании быть в курсе последних научных разработок и применять их в работе. А наличие собственной производственной площадки позволяет выпускать оборудование любой сложности. Мы гордимся тем, что наши специалисты могут заменить любую деталь, обеспечивая надежность и качество работы, превосходящие импортные аналоги.

Применяемый нами обратный инжиниринг не ограничивается простым копированием, а включает перепроектирование детали с упором на повышение ее надежности. Кроме того, мы предлагаем различные виды диагностики и обследования оборудования заказчика. Это позволяет определить надежность работы и оценить оставшийся период безаварийной эксплуатации. Такая информация помогает владельцам планировать корректирующие мероприятия и обеспечивать бесперебойную работу оборудования. Наша компания готова взяться за проекты любой сложности и обеспечить высокое качество и надежность выпускаемого оборудования.

Где вы находите нужные запчасти, в России или за рубежом? Учитывая экономическую ситуацию, является ли это сложным и насколько?

За семь лет своей деятельности мы исследовали множество вариантов и можем предложить возможность заказа необходимых запчастей как в России, так и за рубежом, например, из Китая, Индии и Ирана.

Однако, наша компания также готова предложить альтернативное решение для заказчиков. Мы можем создать собственные чертежи и изготовить необходимые запчасти на паровые и газовые турбины в процессе ремонтных работ.

>>>

Это означает, что мы можем выполнить работы, основываясь на готовых изделиях, без необходимости обращаться к западным производителям. Прошлый год стал примером нашей способности решать подобные задачи.

Расскажите о наиболее ваших значимых российских проектах.

Одним из интересных проектов, реализованных компанией, стал шеф-инжиниринг монтажа газовых турбин ТПЭ-170 в Крыму без участия иностранных специалистов. Это позволило сэкономить средства и обеспечить надежность работы турбин. Кроме того, с 2017 года наша компания выполняет сервисные работы на паровой турбине Siemens SST-600 одного из нефтеперерабатывающих заводов.

Ключевыми клиентами Русь-Турбо являются такие крупные компании, как ПАО «Роснефть», ПАО «Газпром нефть», ООО «СибЭнерго» и ПАО «ФосАгро» (АО «Апатит»).

Есть ли в планах развивать деятельность за пределами России?

В 2021 году компания активно развивала направление ремонта паровых турбин Siemens в России и странах СНГ, таких как Узбекистан и Беларусь. Мы предоставили высококвалифицированных специалистов для проведения ремонтных работ на паровых турбинах Siemens SST и газовых турбинах большой мощности. Однако, также стремимся расширить географию нашего присутствия и готовы рассмотреть возможности работы в других странах.

Что можете рассказать, о достижениях в области разработки и внедрения технических новинок?

Русь-Турбо является активным участником научно-технической сферы и постоянно делится результатами своих исследований и разработок. Недавно наши специалисты представили инновационное решение для борьбы с проблемой эрозии лопаток турбин, которое вызвало большой интерес в отрасли.

Также мы представили новый подход к модернизации уплотнений паровых турбин, основанный на собственных разработках.

Какие сервисные работы вы выполняете на тепломеханическом оборудовании?

Русь-Турбо специализируется на импортозамещении и реверс-инжиниринге в области обслуживания газовых и паровых турбин иностранных производителей. Главная цель компании заключается в решении проблемы зависимости от иностранных производителей оригинального оборудования (OEM), включая запчасти системы управления и контроля. Специалисты компании обладают высокой квалификацией и обширным практическим опытом в области монтажа, ремонта и наладки газовых и паровых турбин таких производителей, как Siemens, General Electric, Alstom, Ansaldo, ГТЭ-160 «Силовые машины», Howden, PBS. Компания с 2016 года специализируется на проведении сервисных работ на паровых турбинах Siemens. За это время мы успешно выполнили множество проектов и накопили значительный опыт работы с этим оборудованием. С 2017 года осуществляется сервисное обслуживание газовых турбин ГТЭ-160 «Силовые машины» и получены положительные отзывы от наших клиентов. В 2020 году начата поставка различных электронных компонентов для заказчиков из России. Мы постоянно развивается и стремится к расширению спектра предоставляемых услуг. Например, с 2022 года начали выполнять сервисные работы на паровых турбинах Howden.

Расскажите о примерах работ, выполненных в России и странах СНГ за последние два года?

За последний год наши специалисты успешно провели капитальный ремонт паровой турбины Siemens SST-600 на предприятии «Уральская Сталь», осуществив поставку необходимых запчастей и инструмента. По запросу другого клиента провели обследование вакуумной системы паровой турбины «УТЗ» АТ-252 и выявили некоторые замечания, которые были успешно устранены. Были выполнены бороскопические инспекции на газовых турбинах Kawasaki GPB70D и Hitachi H-25. В течение 2022–2023 года мы провели шесть малых инспекций газовых турбин ГТЭ-145 «Силовые машины» с поставкой необходимых расходных материалов и запчастей для этих работ. В ноябре–декабре 2022 года успешно завершена инспекция горячего тракта на двух газовых турбинах Kawasaki в городе Владивосток. В процессе инспекций и сервисных работ были выявлены и оперативно ликвидированы различные нарушения, возникшие в результате эксплуатации оборудования. Все работы выполнялись в соответствии с техническим заданием завода-изготовителя и сопровождались гарантией на выполненные работы.

Какие планы у компании на будущее?

Мы намерены продолжать свою основную деятельность. В прошлом году мы получили лицензии и соответствующие разрешения для проведения энергоаудита. Этот вид деятельности включает в себя не только диагностику, но и оценку энергопотребления. Важно отметить, что мы планируем активно развивать это направление в текущем году, что поможет нашим клиентам оптимизировать и улучшить энергетическую эффективность своих систем.

ООО «Русь-Турбо»
195253, Санкт-Петербург,
ш. Революции, д. 58, лит. А, пом. 24
тел. (812) 992-38-25
e-mail: info@russturbo.ru
russturbo.ru

Опыт решения современных задач
повышения надежности рабочих колес центробежных компрессоров

***И. А. МАКСИМЕНКО, Л. В. ТИТОВА** – АО «НПФ «НевИнтерМаш»*

АО «НПФ «НевИнтерМаш» (Санкт-Петербург) уже 30 лет специализируется на решении полного спектра технических задач от идеи до внедрения центробежных компрессоров предприятий нефтегазоперерабатывающего комплекса. Специалистами фирмы выполняется проектирование, конструирование, производство, поставка, монтаж, пусконаладка, диагностирование, ремонт, модернизация и реверс-инжиниринг как отдельных узлов агрегатов, так и целых компрессорных установок. Данный материал освещает опыт АО «НПФ «НевИнтерМаш» в части расчетной оценки прочности, подбора исполнения рабочих колес и освоения передовых технологий отрасли, а также содержит примеры, демонстрирующие важность решения современных задач повышения надежности рабочих колес, стоящих перед конструкторами при проектировании центробежных компрессоров.

Области применения компрессорного оборудования и, в частности, центробежных компрессоров охватывают все базовые отрасли промышленности, энергетики и транспорта. В России одной из наиболее обширных областей их применения является газотранспортная система – затраты на привод компрессоров этой области экономики по оценкам специалистов превышают 50 млн. кВт [1].

Большинство компрессоров, применяемых в газовой отрасли, относятся к компрессорам газоперекачивающих агрегатов (ГПА), изготавливаемых серийно, что в немалой степени отличает компрессоры ГПА от центробежных компрессоров химических, нефтехимических и нефте- и газоперерабатывающих производств, чаще в силу технологических особенностей, изготавливаемых по индивидуальным проектам. При этом отмечается рост спроса как на модернизацию существующего компрессорного парка, так и на разработку новых машин таких производств, что в свою очередь связано с интенсификацией производства, увеличением глубины переработки сырья и реализацией современных технологических процессов в контексте перехода к более ресурсосберегающему отношению в части охраны окружающей среды.

АО «НПФ «НевИнтерМаш» 30 лет специализируется на решении полного спектра технических задач от идеи до внедрения центробежных компрессоров предприятий нефтегазоперерабатывающего комплекса. Специалистами фирмы выполняется проектирование, конструирование, производство, поставка, монтаж, пусконаладка, диагностирование, ремонт, модернизация и реверс-инжиниринг как отдельных узлов агрегатов, так и в целом компрессорных установок.

Сущностью рабочего процесса центробежных компрессоров вне зависимости от области их применения является передача совершаемой двигателем механической работы газу за счет силового взаимодействия потока с лопатками вращающихся рабочих колес ротора [2]. Таким образом, основными узлами, не только в значительной степени определяющими энергоэффективность машины, но и ограничивающими ресурс центробежного компрессора в силу наибольшей загруженности при эксплуатации, а также наиболее сложными в проектировании и производстве, являются рабочие колеса ротора.

Реализация на предприятиях нефте- и газопереработки проектов современных технологических процессов определяет тяжелые условия эксплуатации проектируемых центробежных компрессоров, предполагая работу машин на различных режимах, требующих кроме детальной расчетной газодинамической проработки с точки зрения энергоэффективности, также и обеспечения надежной эксплуатации на каждом режиме. Такие условия определяют необходимость особого внимания к материальному, конструктивному и технологическому исполнению основных деталей и узлов, в частности рабочих колес, работающих в агрессивных средах и подвергающихся эрозионному износу, а также коррозионному, сульфидному или водородному растрескиванию под напряжением.

Материалы и технологии

Конструктивное и материальное исполнение деталей компрессоров выбирается в соответствии с наиболее часто применяемыми в настоящее время в практике нефтегазоперерабатывающей отрасли стандартами API 617 / ISO 10439 (частичная локализация в России – СТО ИНТИ S.60.2–2022) и NACE MR-0103 (требования во многом идентичны стандартам нефтегазодобывающей отрасли NACE MR-0175 / ISO 15156 / ГОСТ Р 53678, 53679), предполагающими использование как специальных сталей, так и сплавов цветных металлов, среди которых в качестве материалов рабочих колес центробежных компрессоров наибольшее употребление получили титановые сплавы. При этом соединения дисков рабочих колес закрытого типа должны быть сварными или паяными.

В качестве материала рабочих колес паяной или сварно-паяной конструкции наибольшее распространение в отечественной практике получила аустенитно-мартенситная сталь переходного класса 07Х16Н6, пайка дисков из которой производится с использованием палладиевого припоя ПЖК-1000 (массовая доля палладия 45,8-50,0 %). Это удорожает производство рабочих колес по причине использования в конструкции драгоценного металла, однако позволяет получить узел с равнопрочным основному металлу соединением дисков, обеспечивающих высокую категорию прочности (КП 110 – условный предел текучести стали 07Х16Н6 1080 МПа) и повышенную износостойкость. При этом сложной технологической задачей оказывается осуществление термической обработки (закалка с быстрым охлаждением, обработка холодом и старение узла в сборе после пайки), для чего ранее применялось бандажирование и автовакуумирование рабочих колес. Кроме существенного усложнения процесса производства, такая практика изготовления рабочих колес при технологических отклонениях могла привести и к повышению склонности металла к хрупкости из-за возможности образования окалины, карбидной сетки, повышенной твердости и высоких внутренних напряжений. Обусловленная технологическими отклонениями склонность металла к хрупкости может явиться причиной разрушения рабочего колеса после относительно непродолжительной наработки, примеры чего отмечались специалистами «НевИнтерМаш» при обследовании компрессоров перед проведением модернизации с целью повышения надежности (рис. 1).

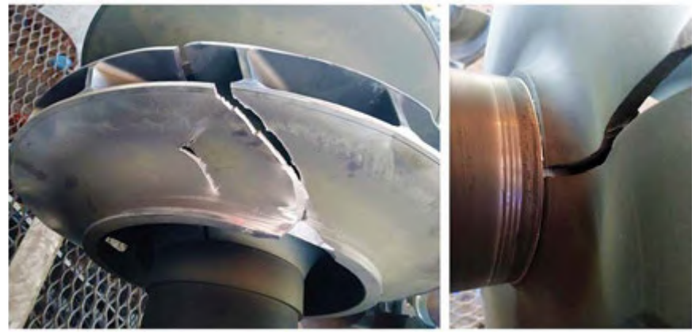


Рис. 1. Разрушение рабочего колеса из-за отклонений режима термообработки

При реализации собственных проектов (рис. 2) специалистами «НевИнтерМаш» отработана технология, позволившая отказаться от бандажирования и автовакуумирования паяных рабочих колес перед закалкой с быстрым охлаждением: современные вакуумные печи позволяют проводить закалку сталей путем быстрого заполнения рабочего пространства различными газами; таким образом, весь цикл «пайка-закалка» рабочих колес производится в одной форвакуумной печи с использованием азота в качестве охлаждающего газа. При этом нагрев изделий под закалку производится только после их полного охлаждения с температуры пайки, обеспечивая тем самым перекристаллизацию структуры в целях измельчения выросшего в процессе пайки зерна.

Рис. 2. Стальные рабочие колеса, паянные палладиевым припоем

Положения стандартов API 617 / ISO 10439 / СТО ИНТИ S.60.2–2022 определяют границу возможного применения материалов с условным пределом текучести выше 827 МПа значением парциального давления водорода в рабочем газе – не более 689 кПа. Для рабочих колес компрессоров, сжимающих водородосодержащий газ (ВСГ), специалистами «НевИнтерМаш» отработана технология получения требуемых стандартами механических свойств: в таком случае для стали 07Х16Н6 целесообразно допустить в структуре значительное количество аустенита, т.е. исключить обработку холодом или повысить ее температуру.

Для условий технологического газа, которые вызывают сульфидное растрескивание (например, для сталей – парциальное давление серосодержащих компонентов выше 300 Па) положениями стандартов API 617 / ISO 10439 / СТО ИНТИ S.60.2–2022 запрещается использование высокопрочных сталей, что определяет широкое использование в современных производствах компрессоров с рабочими колесами из титановых сплавов в паяном исполнении, обладающих высокой удельной прочностью и коррозионной стойкостью, в том числе и к сульфидному растрескиванию в условиях высокого содержания влаги в сероводородосодержащем газе.

Титановые рабочие колеса изготавливаются в паяном исполнении достаточно давно и в России, и за рубежом. Однако ранее рабочие колеса изготавливали с использованием припоев в виде порошка или ленты, полученной прокаткой порошка. Но такая традиционная технология затрудняет точную дозировку припоя и увеличивает возможность ликвации припоя при нагреве – затекания легкоплавкой составляющей припоя в паяльный зазор, и формирования слоя, чрезмерно обогащенного медью, никелем и цирконием.

При реализации собственных проектов (рис. 3) специалистами «НевИнтерМаш» отработана технология соединения дисков титановых рабочих колес методом высокотемпературной вакуумной пайки ленточным титановым аморфным припоем, важным преимуществом которого является возможность его укладки непосредственно в паяльный зазор, что нейтрализует неблагоприятный эффект ликвации.

>>>

Проведенные исследования показали, что в паяных силовых конструкциях из титановых сплавов необходимо не только обеспечить отсутствие в структуре паяного шва хрупкой эвтектики, но и за счет диффузионного отжига создать условия для отвода легирующих элементов припоя до определенного уровня, для соединений сплава ВТ6С, паяных припоем СТЕМЕТ 1216, соответствующего ~ 3% меди, что достигается продолжительным отжигом при температуре пайки.

Также показано, что при проектировании паяных конструкций из (α+β)-титановых сплавов следует использовать основной металл с пластинчатым типом микроструктуры, свойственной сплавам после нагрева в β-области, т.к. она однотипна пластинчатой структуре паяного шва. Кроме того, как известно, пластинчатая структура титановых сплавов обладает повышенным сопротивлением развитию трещины.

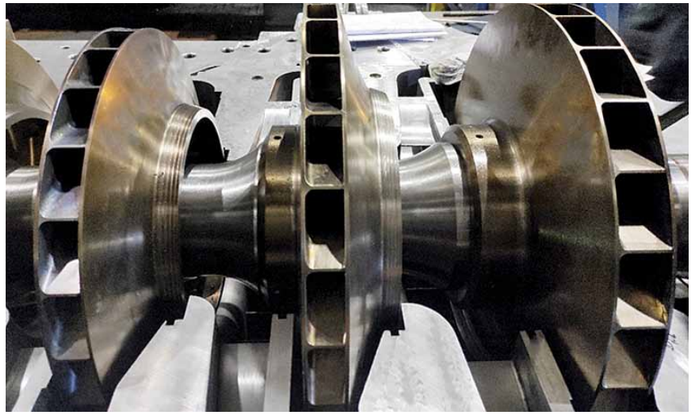


Рис. 3. Титановые рабочие колеса, паянные аморфным ленточным припоем

Однако, при проектировании рабочих колес, особенно для компрессоров, сжимающих ВСГ, следует учитывать, что, оказываясь стойким к сульфидному растрескиванию, титан и его сплавы могут быть склонны к образованию гидридных фаз, что приводит к охрупчиванию металла по гидридному механизму. Причиной быстрого наводороживания титанового сплава может стать как повышенная структурная неоднородность, проявляющаяся в различии пластинчатой морфологии разных участков колеса, что является исключительно следствием технологии изготовления, так и разогрев колеса до температур, при которых существенно возрастает равновесная растворимость водорода в титане – такой разогрев может быть обусловлен конструктивными особенностями и факторами динамического нагружения колеса при высоких частотах вращения ротора. Примеры описанной деградации механических свойств из-за насыщения водородом титанового сплава рабочих колес отмечались специалистами «НевИнтерМаш» при обследовании компрессоров перед проведением модернизации с целью повышения надежности (рис. 4).

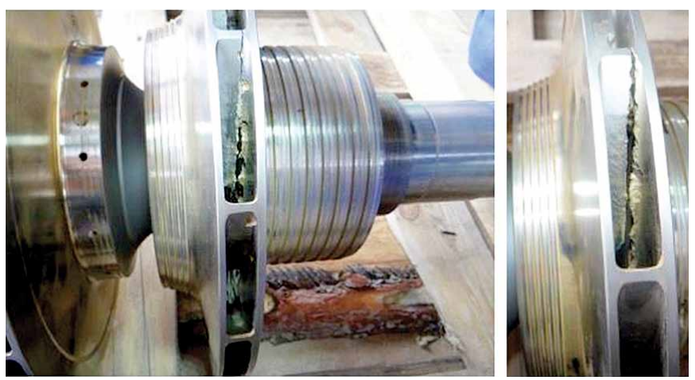


Рис. 4. Разрушение рабочего колеса из-за наводороживания титана

Положениями стандартов API 617 / ISO 10439 / СТО ИНТИ S.60.2–2022 не исключается возможность применения конструктивных и технологических решений соединения дисков рабочих колес закрытого типа, отличных от паяного или сварного исполнения, однако отмечается необходимость соответствующего обоснования. Выше был упомянут запрет на использование высокопрочных сталей (стали с условным пределом текучести выше 620 МПа) в качестве материала деталей, работающих в условиях сульфидного растрескивания под напряжением. Также была описана опасность охрупчивания титана при наводороживании в среде ВСГ.

Обозначенные выше соображения явились причиной проведения специалистами компании научно-исследовательской работы, в результате которой были разработаны рекомендации по структурному составу и режим термообработки рабочих колес в сборе из стали бейнитного класса 14Х2ГМР в клепаном исполнении, позволяющий сохранить микроструктуру стали, необходимую для обеспечения стойкости материала к сульфидному растрескиванию под напряжением с обеспечением требуемых отраслевых запасов прочности (нижний бейнит).

Также было показано, что обеспечить надежность сварных рабочих колес в данном случае сложнее ввиду невозможности выполнения сварных швов и зоны термического влияния однородными по структуре по отношению к основному металлу.

Эти разработки применены АО «НПФ «НевИнтерМаш» во многих проектах компрессоров, сжимающих сероводородосодержащий и водородосодержащий газ, где напряженность рабочих колес позволяет использовать сталь, механические свойства которой соответствуют категории прочности КП60 (рис. 5).

Тем не менее, для газов, не вызывающих сульфидное растрескивание, оказывается возможным использование сварного исполнения рабочих колес из стали 14Х2ГМР – эта сталь является хорошо свариваемой, как и ее более высокопрочная модификация, сталь 12Х2ГМФБРЧА (КП75). При реализации собственных проектов специалистами «НевИнтерМаш» отработана технология сварки и термической обработки рабочих колес из этих сталей (рис. 6).

Рис. 5. Стальные рабочие колеса в клепаном исполнении

Расчетная оценка прочности

Выше были упомянуты отраслевые запасы прочности рабочих колес из стали 14Х2ГМР, обеспечение которых требовалось при сохранении стойкости к сульфидному растрескиванию под напряжением. Испытания на стойкость к сульфидному растрескиванию проводились в соответствии с методикой NACE TM-0177 при нагружении образцов до напряжения в 400 МПа при категории прочности стали КП60, т.е. из условия обеспечения конструкцией колеса запаса прочности на расчетном режиме, равного 1,5.

Особенности нормирования прочности рабочих колес в условиях применения современных средств оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций следует рассмотреть отдельно.

Запас прочности учитывает разброс как механических свойств материала, так и приближенность расчетных оценок напряжений. Для наиболее ответственных деталей устанавливают нормы прочности, которые обобщают опыт эксплуатации машин [3].

Накопленный и проанализированный опыт проведения большого числа натурных и стендовых тензометрических испытаний, а также опыт эксплуатации, лег в основу норм прочности «Колеса ЦКМ. ТМ 4990-77», разработанных НИКТИТ ПО «НЗЛ».

Запасы прочности устанавливаются для номинальных статических напряжений, действующих в сечениях, удаленных от концентраторов напряжений. Запасы прочности по статическим напряжениям определяются как отношение предела текучести материала к максимальному напряжению в рассматриваемом сечении детали.

Значения запасов прочности деталей согласно указанным нормам в зависимости от исследуемых элементов рабочих колес варьируются от 1,2 до 1,5.

К моменту разработки отмеченных норм прочности были отработаны методы расчета статической напряженности на основании современных на то время методов расчета пластин и оболочек [4].

К настоящему времени развитие и широкое распространение в расчетной практике проектирования турбокомпрессоров получил метод конечных элементов (МКЭ), реализованный в коммерческих программных пакетах.

Разработанная ПО «НЗЛ» еще в 1992 году «Методика статического расчета центробежных колес компрессорных машин № 75-05-02» определяла способ расчета НДС колес в осесимметричной (2D) постановке методом КЭ с использованием анизотропных элементов в междисковом пространстве, а также инженерный способ оценки напряжений в лопатках и заклепках с учетом результатов расчета МКЭ.

Аналогичный подход (МКЭ 2D) к расчету НДС рабочих колес находил применение и в практике Казанского компрессорного завода («ККЗ») [5].

Развитие информационных технологий и вычислительной техники, а также возрастание окружных скоростей и усложнение конструктивных форм (сварно-паяные колеса с трехмерными лопатками), определили широкое распространение МКЭ при моделировании всего колеса в трехмерной постановке [6].

Рис. 6. Стальное рабочее колесо в сварном исполнении

Такое моделирование (МКЭ 3D) позволяет оценивать местную прочность в условиях кратковременной пластичности в предположении упругопластического поведения материала с учетом жесткости напряженного состояния. При таком подходе статическая прочность оценивается по исчерпанию пластичности, что определяет необходимость выбора специальных деформационных критериев оценки местной прочности [7].

При нормировании запасов прочности рабочих колес, НДС которых определяется по результатам моделирования МКЭ 3D, используются те же значения, что и при расчетах, выполняемых ранее другими методами, а оценка прочности производится по номинальным напряжениям, удаленным от концентраторов.

Такой подход оказывается оправданным ввиду того, что запасы по несущей способности, т.е. отношение предельной нагрузки к рабочей, не сильно зависимые от метода расчета, остаются прежними [7].

Имеющиеся у специалистов «НевИнтерМаш» технические отчеты о расчетах прочности рабочих колес центробежных компрессоров, выполненные зарубежными ведущими предприятиями отрасли с применением МКЭ 3D (ANSYS), свидетельствуют об аналогичном подходе к нормированию запасов прочности: например, в практике «ELLIOTT EBARA TURBOMACHINERY» отношение максимальной номинальной интенсивности напряжений к пределу текучести принимается не более 66%, что соответствует запасу прочности, равному 1,5.

При этом из технического отчета «HOWDEN» видно, что при расчете по выбору основных размеров положен метод предельных нагрузок, соответствующих предельному

>>>

состоянию, характеризующемуся охватом пластической деформацией всего сечения детали, что типично и для отечественной практики проектирования ответственных деталей из пластичных материалов.

Отмеченный способ оценки запасов прочности оказывается обоснованным как многолетней практикой проектирования ведущими предприятиями отрасли, так и требованиями стандартов API 617 / ISO 10439 / СТО ИНТИ S.60.2–2022, в части необходимости проведения для каждого рабочего колеса разгонных испытаний на скорости 115% от максимальной рабочей скорости вращения с требованием отсутствия остаточной деформации при контроле критических размеров рабочего колеса после разгонных испытаний: НДС в колесе преимущественно определяется влиянием центробежной силы, возникающей при вращении, и пропорциональной квадрату скорости вращения – таким образом, требуемый запас прочности по отношению к пределу текучести грубо можно определить из условия «$1{,}15^2$», т.е. «~1,3».

Однако в отношении рабочих колес подобный подход в основном распространяется на ступичную часть, уплотнительное кольцо горловины и диски – заклепки колес испытывают наиболее сложнонапряженное состояние (работа на растяжение, изгиб, смятие и срез), а использование МКЭ 3D существенно повышает достоверность характера НДС по сравнению с методами расчетов, применяемыми ранее.

Отдельно стоит отметить, что нормами прочности ТМ 4990-77 установлены запасы прочности только для периферийных заклепок рабочих колес. Усложнение же конструктивных форм колес (двух- и трехъярусные колеса) определяет необходимость оценки НДС и заклепок у входных кромок лопаток, нередко оказывающихся более нагруженными, чем периферийные.

Таким образом, можно сформулировать следующие основные положения оценки НДС и нормирования запасов статической прочности рабочих колес с использованием моделирования МКЭ 3D в пакете ANSYS, используемые специалистами «НевИнтерМаш» в практике проектирования рабочих колес:

- запас прочности определяется отношением предела текучести к интенсивности напряжений без учета локальной концентрации напряжений и принимается равным «1,2…1,5» при оценке НДС каждого рабочего колеса специалистами предприятия-разработчика на основании опыта проектирования;
- для оценки местной прочности следует использовать деформационные критерии, определяющие исчерпание пластичности в предположении упругопластического поведения материала с учетом жесткости напряженного состояния;
- оценка НДС заклепок, как и нормирование запасов прочности, оказывается индивидуальной задачей для каждой модели рабочего колеса; при этом предельным состоянием однозначно следует считать охват пластической деформацией всего поперечного сечения заклепки.

Несмотря на широкое распространение в расчетной практике предприятий отрасли МКЭ, реализованного в коммерческих программных пакетах (ANSYS и т.п.), а также приведенных выше общетехнических соображений о нормировании запасов прочности, специалистами «НевИнтерМаш» при выяснении возможных причин разрушения рабочих колес отмечались критические ошибки разработчиков конструкторской документации, обусловленные некорректным определением НДС заклепок, в результате чего происходил их срез с последующим разрушением рабочих колес и невосстанавливаемым повреждением всего компрессора (рис. 7-8).

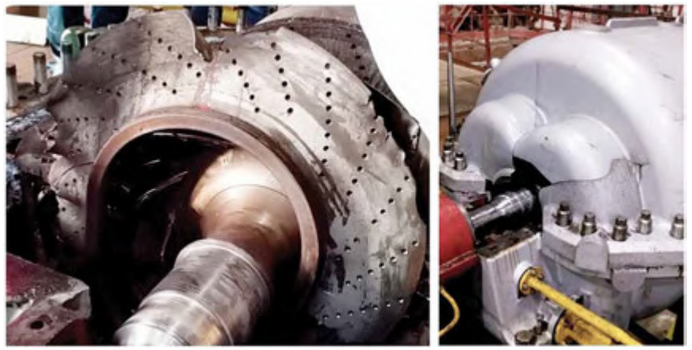


Рис. 7. Разрушение рабочего колеса и компрессора из-за среза заклепок

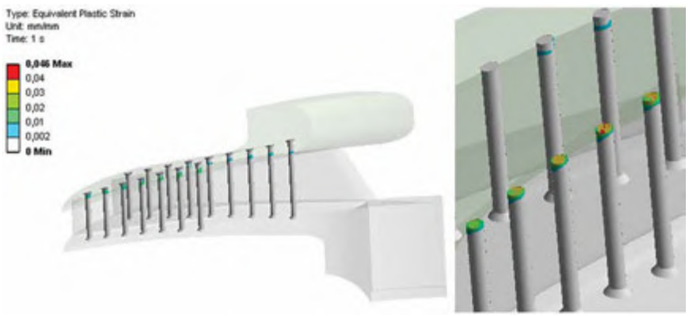


Рис. 8. Охват пластической деформацией всего поперечного сечения заклепок

Причиной разрушения рабочего колеса может явиться и наличие в дисках переменных напряжений, накладывающихся на высокие статические напряжения. Существенные переменные напряжения возникают только на резонансных режимах – при совпадении одной из собственных частот колеса с одной из гармоник возмущающей нагрузки. Отмечено, что наиболее интенсивные резонансные колебания возникают при определенных кратностях возбуждения [4-5].

До распространения в практике проектирования МКЭ 3D отмечалось, что определение значений собственных частот колебаний межлопаточных отсеков вращающегося рабочего колеса расчетным путем невозможно, однако, после широкого внедрения метода, формы и частоты собственных колебаний рабочих колес центробежных компрессоров подлежат расчетной оценке с достаточной точностью [8].

В практике проектирования рабочих колес специалистами «НевИнтерМаш» используется зарекомендовавшая себя методика «ELLIOTT EBARA TURBOMACHINERY», устанавливающая в качестве опасных перекрестных резонансов близость частот собственных колебаний рабочих колес, формы колебаний для которых содержат 2…6 узловых диаметров и определяют колебания межлопаточных отсеков полотен дисков на периферии колеса, к частотам возбуждающих сил, кратным числу лопаток ближайших неподвижных лопаточных аппаратов, при соблюдении следующих условий:

$$n = |i \cdot s \pm j \cdot b|, \; f_N = i \cdot s \cdot \omega$$

где:

n – количество узловых диаметров формы собственных колебаний рабочего колеса;

s – количество лопаток неподвижного лопаточного аппарата;

b – количество лопаток рабочего колеса;

f_N [Гц] – частота собственных колебаний колеса, форма колебаний для которой содержит «n» узловых диаметров и определяет колебания межлопаточных отсеков полотен дисков на периферии;

ω [об/с] – расчетная скорость вращения колеса;

i и j – натуральные числа.

Отдельно стоит отметить, что методика расчетной оценки свободных механических колебаний МКЭ 3D накладывает ограничения в силу принятых в расчетных алгоритмах допущений: принимается линейное упругое поведение материалов, используется теория малых деформаций, не учитывающая нелинейные эффекты, а также не учитываются эффекты демпфирования.

Тем не менее, при выяснении возможных причин разрушения рабочих колес перед проведением модернизации с целью повышения надежности специалистами «НевИнтерМаш» при моделировании МКЭ 3D в пакете ANSYS отмечались случаи выявления близости собственных частот колес к опасным перекрестным резонансам. При этом однозначно отмечалось разрушение по узловому диаметру формы собственных колебаний диска (рис. 9).

Основным направлением будущих расчетных изысканий видится оценка влияния газодинамического демпфирования на собственные

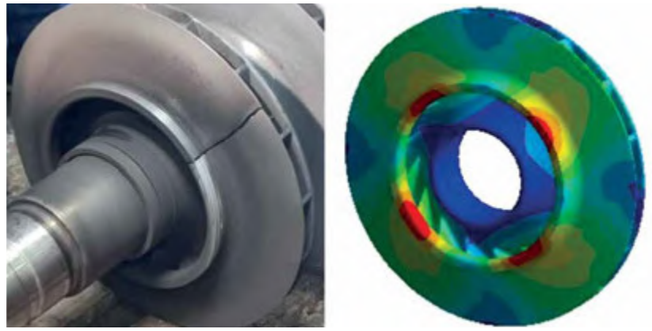


Рис. 9. Разрушение рабочего колеса по узловому диаметру при резонансе

частоты рабочих колес, для чего предполагается использование модуля вычислительной газодинамики совместно с модулем модального анализа. Данная задача представляется актуальной – специалистам компании известны случаи, когда разрушение рабочих колес по узловому диаметру, явно резонансного характера, происходило на строго определенных режимных параметрах газодинамической характеристики при неизменной частоте вращения.

Заключение

Освоение современных технологий при проектировании и изготовлении рабочих колес центробежных компрессоров является необходимым условием для разработки и производства конкурентоспособного оборудования, обладающего высокой степенью надежности и мировым уровнем качества.

Перед конструкторами при проектировании центробежных компрессоров стоят непростые задачи расчетной оценки прочности и подбора материального, конструктивного и технологического исполнения рабочих колес. При этом каждый из вариантов исполнения рабочих колес несет в себе разные потенциально опасные факторы как при производстве, так и при последующей эксплуатации компрессора, что должно учитываться на стадии проектирования.

Разрушения рабочих колес, что не редкость и в наше время, демонстрируют важность решения современных задач повышения надежности, а выяснение и анализ причин разрушения являются драйверами расчетных и экспериментальных исследований, неотъемлемой практикой в решении таких задач и залогом неповторения чужих ошибок.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шайхутдинов А. З. Современная газокомпрессорная техника – результат совместной деятельности производителей и потребителей / А. З. Шайхутдинов, В. В. Седов, С. Ю. Сальников, В. А. Щуровский // Труды 16 Международной научно-технической конференции по компрессоростроению. – Том. 1. – 2014. – ЗАО «РЭП Холдинг». – 2014. – С. 8-16.
2. Галеркин Ю. Б. Турбокомпрессоры / Ю. Б. Галеркин // Изд-во КХТ., 2010. – СПб. – 650 с.
3. Биргер И. А. и др. Расчет на прочность деталей машин : Справочник / И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. – 4-ое изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 640 с.
4. Раер Г. А. Динамика и прочность центробежных компрессорных машин. – Л.: Машиностроение, 1968. – 260 с.
5. Шнепп В. Б. Конструкция и расчет центробежных компрессорных машин. – М.: Машиностроение, 1995. – 240 с.
6. Проектирование и эксплуатация промышленных центробежных компрессоров / И. Г. Хисамеев, В. А. Максимов, Г. С. Баткис, Я. З. Гузельбаев. – Казань: Изд-во «ФЭН», 2010. – 671 с.
7. Гецов Л. Б., Марголин Б. З., Федорченко Д. Г. К вопросу определения запасов прочности деталей энергоустановок при использовании расчетов МКЭ // Механика материалов и прочность конструкций. Труды СПбГПУ. – СПб.: СПбГПУ. – 2004. – № 489. – С. 162 – 177.
8. Футин В. А. Совершенствование методов расчета газодинамических сил и динамических напряжений, действующих на рабочие колеса центробежных компрессоров. / дис… докт. техн. наук: 05.04.06 // В. А. Футин. – Казань, 2020. – 391 с.

НевИнтерМаш

АО «НПФ «НевИнтерМаш»
197198, Санкт-Петербург,
пр. Добролюбова, д. 11Е, пом. 147
тел. (812) 677-07-71
e-mail: mail@nimturbo.ru
nimturbo.ru

Опыт производства клапанов
ООО «Центр Компрессорных Технологий»

***С. И. ДЮКАРЕВ** – директор ООО «ЦКТ»*

Наверное, каждый студент, учащийся на курсе «Технология ремонта химического оборудования» знаком с пособием Додина Ю. С. «Клапаны поршневых компрессоров», где подробно изложены основные постулаты и требования к клапанам поршневых компрессоров. А наше предприятие профессионально занимается изготовлением различных видов клапанов к разным модификациям поршневых компрессоров. Основное и приоритетное направление завода – производство клапанов, но также мы выпускаем огромную номенклатуру других запасных частей: это кольца, штока, коленвалы, цилиндры, крейцкопфы, поршни, шатуны и многие другие запасные части.

За долгое время работы и тесное сотрудничество с потребителями ООО «ЦКТ» накопило огромный опыт, чтобы решать проблемы Заказчиков.

Эксплуатационники компрессорного оборудования прекрасно знакомы с клапанными механизмами. Казалось бы, проще конструкции не придумать, поэтому многие непрофессионалы берутся за изготовление номенклатуры клапанов, а в итоге на выходе получается нечто внешне похожее на клапан, но функционально неработоспособное изделие.

Наш завод является своеобразным приемником завода VIENYBE – Латвия, известного в советское время производством клапанов для различных модификаций компрессоров. Наше сотрудничество началось еще в далекие 90-е годы, а после развала СССР и определенными трудностями в поставках, мы взяли эстафету и стали производить линейку клапанов у себя на предприятии.

В настоящее время технология изготовления доведена до совершенства. ООО «ЦКТ» тщательно проектирует модели с помощью современного программного обеспечения.

Наши конструкторы подбирают материалы с учетом конкретных условий применения. Поэтому еще на этапе предварительного заказа менеджеры направляют Заказчику опросный лист для выяснения всех факторов работы оборудования и рода сжимаемого газа.

На долговечность клапанов влияет качество материала, из которого изготовлены пластина, пружина, седло, а также качество изготовления самих этих деталей. Возьмем, например, пружину. Ну что от нее может зависеть – мелочь! А вот если пружина в клапане не из того материала – клапан не будет функционировать должным образом. Выход из строя пружины окажет пагубное влияние на работу клапана и, как следствие, приведет к ремонту компрессора. Поэтому мы используем материал, который выдерживает цикличность и температуру до 160 градусов.

Огромная работа была проведена нашими технологами и конструкторами при подборе пружин для клапанов и определение основного квалифицированного поставщика.

Все виды пластин, колец, колпачков-грибков мы профессионально изготавливаем у себя на предприятии, ведь, например, не секрет, что плотность клапанов в закрытом состоянии зависит главным образом от качества изготовления и может нарушаться при деформации пластины и седла. Неплотности клапанов приводят к потере производительности, нарушению температурного режима, которое может привести к недопустимому перегреву газа.

Благодаря нашим системным знаниям мы можем предлагать надежные решения для крайне ответственных применений.

Завод работает над новыми идеями, чтобы соответствовать требованиям, предъявляемым потребителями.

У нас 100 процентный контроль качества, каждая металлическая клапанная плита проверяется на утечки. Степени утечки минимальны, благодаря исключительной обработке поверхности.

Теперь о программе «Импортозамещение». Принятая Правительством РФ программа не случайна и время это показало. Но если раньше потребители запасных частей для компрессорного оборудования относились к ней совершенно без энтузиазма и чисто формально, то последние события показали, что непредусмотрительность выливается в огромные проблемы.

ООО «ЦКТ» с 2015 года начало разработку всасывающих и нагнетательных клапанов на наиболее востребованные компрессоры зарубежного производства. Так появились клапаны на немецкие газонаполнительные компрессоры типа 4HR3KN-200/210-2-249, на австрийские компрессоры Hoerbiger, американские Ariel и COOK Compression, летом этого года мы отправили опытную партию клапанов для аргентинских компрессоров Aspro IODM 4-RR в одно из стратегически важных подразделений Газпромнефти и получили высокую оценку качества изготовления от потребителя. В настоящее время мы изготавливаем опытную партию клапанов для американского компрессора Superior WG-76 компании Cameron, работаем над производством клапанов Burchardt Compression Швейцария.

Компания постоянно получает огромное количество предложений по производству тех или иных клапанов для зарубежных компрессоров.

Совсем недавно состоялась встреча с ведущими специалистами филиала ПАО «РусГидро» – Саяно-Шушенской ГЭС – на базе нашего предприятия, где были достигнуты договоренности о производстве клапанов на немецкие компрессоры и компрессоры китайских производителей.

Проблем в изготовлении ООО «ЦКТ» не видит. Необходимо время для полной проработки и прорисовки чертежей, а также подготовки технологии производства и изготовления технологической оснастки.

Однако есть проблема в многообразии зарубежного компрессорного оборудования. Проведя свой независимый опрос, мы узнали, что на одном предприятии могут работать компрессоры различных производителей. То есть, иначе говоря, поиск оригинальных запасных частей осложняется в разы, а количество требуемых запасных частей безусловно мало, что невыгодно для производителей, изготавливающих серийные детали.

Для производителя же интересно изготовление запасных частей не от случая к случаю, а постоянно хотя бы и небольшими партиями. Поэтому в некоторых ситуациях мы вынуждены отказывать, ведь экономику тоже никто не отменял.

В заключение хочу подчеркнуть одно. Это мое мнение – с этим можно согласиться или не согласиться.

Каждое более или менее мощное российское предприятие, заточенное на изготовление компрессорного оборудования, стремится создать у себя замкнутое натуральное хозяйство. То есть сосредоточение на производстве максимального количества технологических процессов. Преследуемая цель – это изготовление большей номенклатуры деталей, сокращение поставщиков, укрепление присутствия на рынке за счет расширения номенклатуры и т.д.

Казалось бы, что в этом плохого? Но вспомните времена СССР, когда между заводами были устойчивые кооперационные связи, каждое предприятие выпускало определенные виды продукции, оттачивая качество изготовления. Конечную сборку осуществляли специализированные предприятия. И продукция, которая выпускалась, была простой и надежной. ООО «ЦКТ» до сих пор изготавливает запасные части на компрессоры, выпущенные еще в советское время.

Кстати, зарубежные производители уже давно взяли систему кооперационных связей за основу. Наш завод также размещает ряд деталей на смежных предприятиях, и от этого взаимодействия выигрывают все.

Считаю, что сейчас основная цель – продолжать развивать отечественное машиностроение с учетом новых задач, продиктованных сегодняшним временем!

Также хочу поздравить всех производственников с профессиональным праздником «Днем машиностроителя!»

ООО «Центр Компрессорных Технологий»
353217, Краснодарский край, Динской р-н, п. Южный, Северная, 67/1
тел. +7 (918) 231-70-34, +7 (988) 524-11-38
e-mail: info@ooo-ckt.ru
ooo-ckt.ru

ЦКТ
ЦЕНТР КОМПРЕССОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
г. Краснодар

Двухкомпонентные полиуретановые покрытия

для защиты нефтегазового оборудования и резервуаров

Защита оборудования и трубопроводов от коррозии в нефтеперерабатывающей отрасли играет ключевую роль, ведь нарушение механической целостности и герметичности магистралей приводит к авариям и невосполнимым потерям сырья. Из-за жестких условий эксплуатации технологического оборудования на предприятиях нефтегазовой отрасли нельзя использовать стандартные покрытия для антикоррозионной защиты. Для защиты металлоконструкций, резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов, трубопроводов должны использоваться химически стойкие лакокрасочные покрытия.

Покрытия на основе химически стойких лакокрасочных материалов (ЛКМ) обладают рядом ценных свойств. Они бесшовные, имеют достаточное сцепление с металлической и бетонной поверхностью, просты в получении, относительно дешевы и легковозобновляемы.

Из большой группы существующих ЛКМ для защиты оборудования и сооружений предприятий нефтегазовой отрасли в основном используют эпоксидные, полиуретановые, реже применяют покрытия на основе перхлорвиниловых смол и хлоркаучука. Особое место в этом ряду занимают полиуретановые покрытия, благодаря их особым свойствам и ряду преимуществ.

Области применения полиуретановых покрытий (ПУ) ЛКМ:

- Строительство;
- Лакокрасочные материалы общепромышленного назначения;
- Материалы для окраски древесины и мебели;
- Автомобильные и антикоррозионные ЛКМ.

К преимуществам двухкомпонентных ПУ ЛКМ можно отнести:

- Высокие эксплуатационные характеристики;
- Отличные механические свойства;
- Высокая прочность и гибкость;
- Высокая адгезионная прочность;
- Отличная химстойкость, водостойкость и стойкость к растворителям.

2 К ПУ материалы представляют собой важный класс в лакокрасочной промышленности. В качестве одного из компонентов в их состав входит акриловая смола, которая после смешивания со вторым компонентом – изоцианатом, химически отверждается при комнатной или повышенных температурах. В качестве отвердителей используют алифатические и ароматические изоцианаты. Ароматические изоцианаты, такие как ATTONATE AR 75 и ATTONATE AR 1351, обладают высокой реакционной способностью, химстойкостью, износостойкостью. Алифатические, например, ATTONATE AL 75 и ATTONATE AL 3390, придают покрытиям высокую и длительную атмосферостойкость в различных климатических условиях и хорошие декоративные свойства.

Таблица 1. Характеристики акриловых смол

Наименование	Форма поставки	Вязкость, мПа*сек	Содержание ОН-групп, %	Применение
SYNTHALAT A 077	60% в ксилоле	1700–2300	2,6	Универсальное связующее для промышленные покрытия г/с и х/с с хорошей эластичностью, адгезией.
ATTACRYL A-HF 061	60% в ксилоле/БАЦ (62/38)	1500–3100	3,0	Связующее для прозрачных лаков, финишных покрытий для ремонта автомобилей, коммерческого транспорта и сельхозтехники. Промышленные финишные покрытия. Высокая атмосферостойкость.
ATTACRYL A-HF 097	70% в БАЦ	5000–15000	4,2	Связующее для прозрачных лаков, финишных покрытий для ремонта автомобилей, коммерческого транспорта и сельхозтехники. Промышленные финишные покрытия. Высокая атмосферостойкость, глянец и твердость.

Для повышения реакционной способности в ЛКМ добавляют катализаторы: ДБТЛ (дибутилдилаурат олова) и октоат цинка. Жизнеспособность ЛКМ после введения в их состав изоцианатных соединений составляет от нескольких часов до 24 часов.

Жидкие полиуретановые системы приобретают все большее значение в качестве наружных покрытий для нефтегазовых трубопроводов. Основные требования, предъявляемые к окраске практически всех видов труб, – быстрое и надежное отверждение покрытия и исключительные физико-механические свойства, особенно в жестких окружающих условиях.

Наиболее важными техническими характеристиками покрытий для нефтегазовых труб являются физико-механические свойства, а именно баланс между высокой твердостью и эластичности пленки, сохраняющаяся на протяжении всего срока эксплуатации. Эластичность покрытия необходима для компенсации температурных колебаний в регионах с холодным климатом.

В случае подземных трубопроводов очень большое значение имеют механические свойства наружных покрытий. Например, высокая прочность при ударе, предохраняет покрытие от повреждений при транспортировке или монтаже. Кроме того, для противодействия так называемым почвенным нагрузкам важна высокая абразивная стойкость.

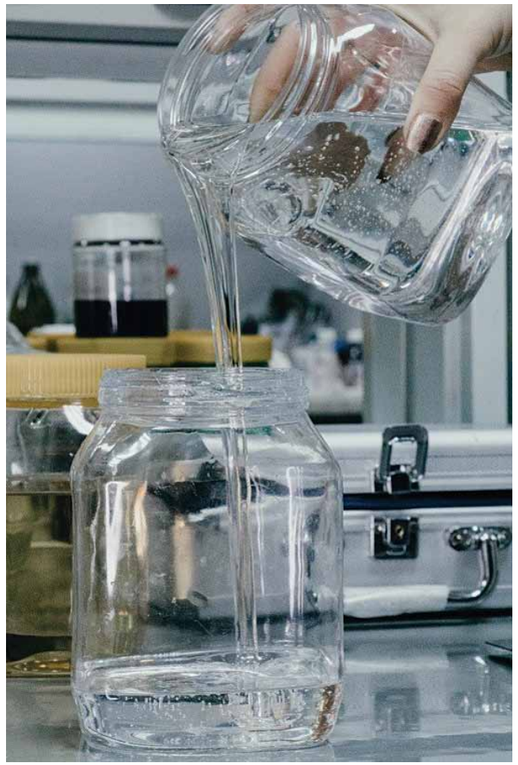
Этими свойствами лишь частично обладают покрытия на эпоксидной основе и хлорированных смол и полноценно обеспечивают полиуретановые.

ГК «Аттика» в 2020 году запустила собственное производство смол в Ленинградской области. Ассортимент выпускаемой продукции включает высококачественные акриловые связующие для полиуретановых покрытий, модифицированные алкидные и ненасыщенные полиэфирные смолы. Также компания продолжает дистрибьюторскую деятельность продукции Synthopol, Kukdo, Cardolite и пр.

В ГК «Аттика» существует отдел R&D, занимающийся разработкой новых продуктов, а также технический отдел, оснащенный испытательной лабораторией для адаптации новых продуктов в ЛКМ.

Флагманом производства среди акриловых смол для 2 К ПУ покрытий является **SYNTHALAT A 077**, многотоннажный выпуск которой осуществляется на производственной площадке в Ленинградской области по франшизе компании Synthopol Chemie.

SYNTHALAT A 077 – гидроксилсодержащая акриловая смола. Представляет собой 60% раствор смолы в ксилоле, содержит 2,6% гидроксильных групп, что делает ее универсальным связующим для применения в грунтах, грунт-эмали, эмали и лаках.



В этом году R&D отделом были разработаны новые акриловые гидроксилсодержащие смолы:

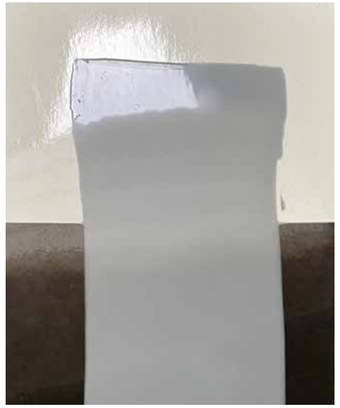
- **ATTACRYL A-HF 061**;
- **ATTACRYL A-HF 097**.

ATTACRYL A-HF 061 представляет собой 60% раствор акриловой смолы в смеси ксилола: бутилацетата. Особенностью смолы является повышенная химстойкость и улучшенная стойкость к УФ-излучению.

ATTACRYL A-HF 097 – 70% раствор акриловой смолы в бутилацетате. Смола предназначена для изготовления ЛКМ с высоким сухим остатком, отвечающим современным тенденциям по снижению использования растворителей и таким образом, снижения летучих органических выбросов при проведении окрасочных работ.

Характеристики свойств смол представлены в табл. 1.

>>>



Внешний вид эмали на ATTACRYL A-HF 061

Техническим отделом компании ГК «Аттика» была разработана стартовая рецептура эмали для наружных покрытий трубопроводов и металлоконструкций на основе **ATTACRYL A-HF 061**, представлена в табл. 2. Свойства эмали продемонстрированы в табл. 3.

Данный вид покрытий, обладает отличными физико-механическими свойствами и адгезией к стали. Время высыхания подобной эмали можно скорректировать с помощью различных видов ускорителя и довести до индивидуальных требований.

Покрытие обеспечивает отличные декоративные характеристиками и в данный момент тестируется на стойкость к действию бензина и растворов щелочей.

Таким образом, 2 К ПУ системы являются универсальными покрытиями для защиты нефтегазового оборудования и металлоконструкций от воздействия агрессивных сред. Варьируя природой смолы и рецептурой, можно получить надежные покрытия с длительным сроком эксплуатации.

Технический отдел компании рад помочь на любой стадии разработки и внедрения продуктов для производства ЛКМ.

Наши специалисты подберут оптимальную систему для решения ваших задач: от консультации по интересующим продуктам до отработки и проведения испытаний выбранной системы в лаборатории.

Таблица 2. Рецептура 2К ПУ эмаль на основе ATTACRYL A-HF 061

Наименование показателя	Количество, %	Примечание
ATTACRYL A-HF 061	30,0	60% акриловая смола
DISPERBYK 2155	0,6	Диспергатор
BYK 104	0,7	Реологический агент
Бутилацетат	7,7	Растворитель
Ксилол	8,8	Растворитель
Барит МБ 05-96	12,0	Наполнитель
Кальцит	4,4	Наполнитель
ЧЖО	2,6	Пигмент
Титан	11,4	Пигмент
30 мин. диспергирование		
ATTACRYL A-HF 061	15,2	60% акриловая смола
BYK 354	3,0	Добавка розлива
Ксилол	7,0	Растворитель
Итого:	100,0	
ATTONATE AL 75	13,0	Изоционат

Таблица 3. Результаты испытаний

Наименование показателя	Значение
Степень перетира, мкм	30
Массовая доля нелетучих веществ, %	63,5
Условная вязкость по ВЗ-246 с диаметром сопла 4 мм при температуре (20±0,2)°С, с.	120
Адгезия пленки, баллы	1
Время высыхания до ст.3 при температуре (20±2)°С, не более, мин.	240
Прочность при ударе на приборе У-1, см	50
Твердость по маятниковому прибору типа ТМЛ (маятник А) через 1 сут., отн.ед. через 5 сут., отн.ед. через 7 сут., отн.ед.	 0,22 0,35 0,4
Блеск покрытия по блескомеру под углом 60°, %	95

ЛИТЕРАТУРА:

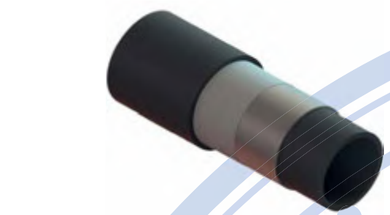
1. Сухотин А. М., Арчаков Ю. И. (ред.). Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Нефтеперерабатывающая промышленность. Справочное руководство, 1987 – 224 с.
2. Майер-Вестус, У. Полиуретаны. Покрытия, клеи и герметики. – Пэйнт-Медиа, 2009 – 400 с.

ATTIKA Resin's expert

ООО «Аттика Логистика»
ЛО, Тосненский р-н, д. Аннолово,
2-й Вертикальный проезд, д. 9
тел. 8 800 234-03-83
e-mail: info@attikarus.ru
attikarus.ru

ЭНЕРГОМАШ | ВТС

В 2014 году была разработана и запатентована конструкция гибкой сталеполимерной трубы. Сегодня на ее основе разработан и планируется к выпуску следующий ряд изделий:



Высоконапорные трубные системы (ВТС)

ВТС с утеплителем

ВТС с утеплителем и подогревом

ВТС с утеплителем, подогревом и дополнительным функционалом

ПРЕИМУЩЕСТВА

высоконапорной трубной системы

- Простота монтажа и восстановления
- Изготовление длинномерными отрезками
- Повышенный срок службы
- Высокая коррозийная стойкость
- Низкий коэффициент теплопередачи
- Низкие гидравлические потери
- Стойкость к большинству агрессивных сред
- Низкие эксплуатационные расходы
- Монтажная бригада состоит из 2–3 человек
- Работы по укладке и вводу в эксплуатацию проводятся в 6–8 раз быстрее, чем со стальными трубопроводами
- Количество техники сведено до минимума (1–2 единицы)

Россия, Тульская область, г. Щекино, ул. Южная, 5Б

+7 (48751) 5-10-52

info@gkenergomash.ru
gkenergomash.ru

«КоммерЦЪ»: разбираемся в ошибках заземления

***А. С. ГРИБАНОВ** – технический директор ООО «Бипрон»*
***Д. А. БЕЛОВ** – коммерческий директор ООО «Бипрон»*

Банальное утверждение о том, что грамотное проектирование и монтаж системы заземления являются важным аспектом безопасности и гарантом эффективной работы в течение всего периода эксплуатации объекта, совсем не ново. Но многолетний опыт работы предприятий ГК «Бипрон» вновь и вновь выявляет примеры «хождения по граблям» в этом, казалось бы, элементарном вопросе. Ошибки в расчете или создании заземляющего устройства (ЗУ) могут иметь серьезные и даже пагубные последствия, включая поражение электрическим током людей и животных, повреждение дорогостоящего оборудования и прочие негативные результаты.

Правильно спроектированный заземлитель может значительно повысить безопасность при эксплуатации электроустановок и выполняет ряд функций.

Защита от последствий ударов молнии и коротких замыканий

Система заземления надежно отводит токи, вызванные прямыми ударами молнии, их вторичными факторами[1] и короткими замыканиями, обеспечивая приемлемые уровни контактных и шаговых напряжений, не вызывая недопустимых токов или напряжений в оборудовании.

Эти системы обеспечивают безопасность чувствительного электронного оборудования. Токи короткого замыкания и разряды молнии на ЗУ могут вызвать большую разность потенциалов между любыми двумя точками защитного контура, что может стать источником опасных перенапряжений. В результате которых вторичные цепи и микропроцессоры выходят из строя.

Разберем некоторые особенности проектирования и монтажа ЗУ при стандартном нормативном регулировании этого вопроса и возникающие ошибки.

Заземление воздушных линий электропередач (ВЛ)

Согласно ПУЭ на опорах ВЛ должно быть предусмотрено ЗУ для повторного заземления, защиты от грозовых перенапряжений и заземления установленного на ней электрооборудования. Сопротивление контура заземления не должно превышать 30 Ом. Арматура на металлических столбах и конструкциях, а также железобетонных элементов столбов, должна быть подключена к PEN-проводникам.

На железобетонных опорах PEN-проводник обязательно соединен с железобетонной опорой и арматурой подрамника опоры. Крюки и штыри на деревянных опорах ВЛ и изолированные несущие провода, подвешенные к металлическим и железобетонным опорам, не заземляются, за исключением крюков и штырей на опорах, где предусмотрено повторное заземление и защита от атмосферного давления.

Заземлители в традиционной технологии состоят, как правило, из круглых стальных, предварительно оцинкованных (или омедненных) электродов диаметром 14–16 мм и длиной 2,5÷5 м, соединенных между собой стальной оцинкованной (или омедненной) полосой. Срок службы таких заземлителей, уложенных в слабо коррозионно-активных грунтах, составляет 10–15 лет. Искусственные заземлители не подлежат окраске (за исключением антикоррозийного покрытия подземных соединений – сварных швов).

В последнее время среди проектов ЗУ на опорах ВЛ можно встретить заземление опор по замкнутому контуру по периметру опоры (рис. 1). Данное проектное решение не безопасно, так как не учитывает возникновение электромагнитной индукции в контуре заземления.

[1] См. «КоммерЦЪ»: Молниезащита по-новому. Изучаем опыт – создаем инновации». Журнал «СФЕРА. Нефть и Газ» №1/2023 (88). С. 96–100.

В данном случае сам контур ЗУ играет роль катушки индуктивности, а опора ВЛ – его сердечник. При подобной схеме: за счет появления электродвижущей силы (ЭДС), возникшей при ударе молнии или ином высоковольтном разряде, в контуре ЗУ появляется обратный ток, который создаст перенапряжение на изоляторах опоры.

Ошибки подобного рода встречаются и при проектировании по замкнутому принципу контура заземления ветрогенераторов (рис. 2).

Заземление трансформаторных подстанций (ТП)

Для передачи электроэнергии на большие расстояния используется высокое напряжение. Как правило, к потребителю приходит линия 6(10) кВ, а трансформаторная подстанция предназначена для понижения напряжения до 0,4 кВ.

Вкратце рассмотрим заземление таких подстанций, обратив особое внимание на внешний контур заземления.

Внешний контур заземления подстанции, чаще всего, состоит из замкнутого контура, состоящего из горизонтального заземлителя и N-го числа вертикальных электродов. Горизонтальные электроды изготавливаются из стальных (чаще оцинкованных) полос сечением не менее 4х40 мм.

Общее сопротивление ЗУ должно быть не более 4 Ом.

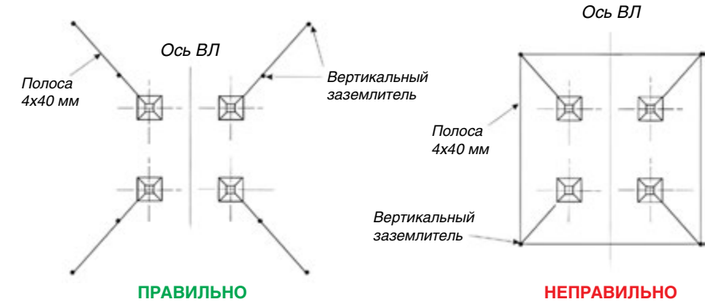


Рис. 1. Заземление опоры ВЛ

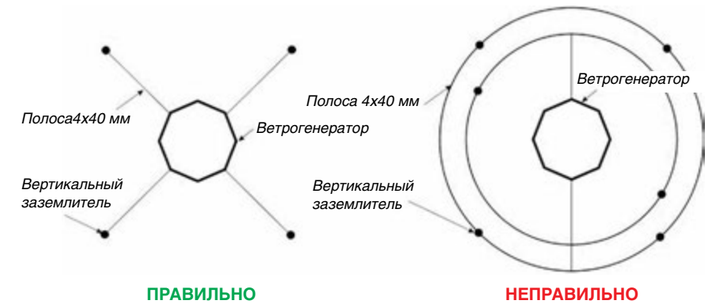


Рис. 2. Заземление ветрогенератора

В данном случае полоса прокладывается по периметру объекта на расстоянии 1 м от ТП, что связано как с выравниванием электрического потенциала, так и с уменьшением шагового потенциала. Расстановка же вертикальных электродов может быть в рамке периметра вокруг корпуса подстанции или на выносном контуре вне ее, что зависит от количества вертикальных заземлителей, определяемого расчетом.

Частыми ошибками при проектировании ТП являются:

- отсутствие замеров удельного сопротивления грунта и геологических изысканий в месте установки ТП;
- слишком частая установка вертикальных заземлителей без корректировки этого в расчете введением поправочных коэффициентов. Необходимо напомнить, что оптимальное расстояние между вертикальными заземлителями составляет 2,2 длины электрода (примерно 2L).

На внутреннем контуре заземления ТП останавливаться не будем, так как в своей массе проблемы при его проектировании уже решены.

Заземление в новостройках и домах, построенных до 1998 года

В новостройках проблемы с заземлением, как правило, отсутствуют, однако в старых домах, построенных до 1998 года, жильцы должны сами осуществлять мероприятия по заземлению квартир. Для того чтобы сделать заземление своими руками необходимо знать какая система заземления применена и используется в доме.

По классификации ПУЭ существует несколько видов систем ЗУ:

TN-S – имеет отдельный провод для заземления и нейтраль, которая заземляется в системе с переменным током;

TN-C – «земля» и «ноль» представлены одним проводом, есть нейтраль. Такая система используется в старых домах;

TT – прямое защитное заземление электрооборудования;

IT – заземление корпуса электрооборудования через сопротивление либо с помощью полной изоляции токоведущих проводников.

Схема подключения заземления в квартире может включать следующую маркировку: PE – «заземление», PEN – рабочий «ноль» и «заземление» в одном проводнике. Еще до монтажа заземления это необходимо выяснить. Если используется система TN–C–S, то в распределительном щитке будет пятижильный кабель – три «фазы», «ноль» и «заземление».

Сейчас люди стали чаще задумываться над вопросом: «Какой провод нужен для заземления и зачем, вообще, делать заземление в квартире (доме)?». Подскажем им!

Выбор провода для монтажа заземления

В первую очередь необходимо выбрать медный провод для заземления. Безопасность электропроводки в целом зависит от того, какой провод для заземления будет использоваться в системе. Сечение провода для заземления в установках с напряжением до 1000 В должно быть не менее 16 мм^2, а для установки выше 1 кВ – не менее 25 мм^2. Если токовая нагрузка на проводник не превышает 10 А, сечение провода может составлять 25 мм^2. Для среднестатистической квартиры, оснащенной современным бытовым оборудованием, для заземления подойдет марка провода ПуГВ с изоляцией желто-зеленого цвета.

Также можно использовать трехжильный медный провод, например, ПВС 3х1,5, одна жила которого предназначена для заземления (рис. 3). Такой провод часто используется для организации электроснабжения в квартире и выдерживает токовую нагрузку до 16 А. Для жилья с меньшей нагрузкой на сеть (до 10 А) подойдет провод ПВС с тремя жилами (желто-зеленой «землей») и сечением 1,0 мм^2, а для большей нагрузки (до 25 А) – медный провод ПВС с тремя жилами с сечением 2,5 мм^2.

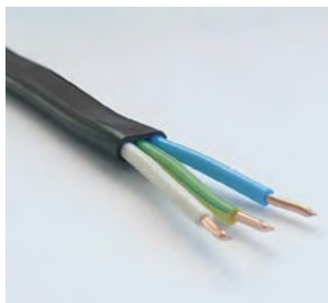


Рис. 3. Трехжильный медный провод ПВС

>>>

Требования безопасности к заземлению и распространенная ошибка

Правила предписывают перед началом работ отключить электропитание на объекте!

Распространенная ошибка при монтаже «бытового» заземления – присоединение провода к батарее отопления либо к стояку холодной воды. Требования к защитному заземлению категорически запрещают осуществлять такую операцию, поскольку, прикоснувшись к «заземленной батарее», вполне вероятно получить удар током. Заземление обязательно проводится способом выведения провода (-ов) на клемму заземления в распределительный щиток и правильного подключения.

Подключение провода заземления к распределительному щитку

Выбранный кабель (провод) прокладывается в квартире и выводится к щитку. Если в помещении нет распределительного щитка и устройства защитного отключения (УЗО), то необходимо установить их, желательно в зоне наилучшей доступности (например, внутри квартиры у входной двери). Кабель подключается следующим образом: желто-зеленый провод присоединяется к шине заземления в нижнем правом углу щитка; синий (ноль) – к нулевой шине или, если установлено УЗО, на клемму «N»; коричневый – «фаза» (L) – подключается к клемме «2». После этого необходимо попросить электриков ЖКХ отключить питание на стояке и присоединить провода к щитку на лестничной площадке таким же образом, как и к квартирному щитку.

ПОДВОДЯ ИТОГ, СФОРМУЛИРУЕМ НЕКОТОРЫЕ ОСНОВНЫЕ, ВОЗМОЖНО ДАЖЕ КАТЕГОРИЧНЫЕ, РЕКОМЕНДАЦИИ:

- Никогда не приступайте к проектированию контура заземления без произведенных должным образом изысканий. Например, песчаный грунт имеет разность в удельном сопротивлении от 800 до 1500 Ом*м – разница почти двойная.
- Нельзя производить монтаж заземления без измерения сопротивления ЗУ измерительным прибором.
- Не осуществляйте объединение в главном распределительном щите (ГРЩ) нулевого и заземляющего проводников.

  Примечание: многих вводит в заблуждение норма в ПУЭ, которой, в принципе, это разрешено – система TN-CS. Однако, если рассуждать логично-практически, «ноль», простыми словами, берется с внешнего контура заземления трансформаторной подстанции и соединяется с нейтралью понижающего трансформатора, затем уходит к конечному потребителю. Заземление ТП, как отмечалось выше, это замкнутый контур. Исходя из этого, на «нуле» вероятнее будет остаточный ток из-за электромагнитной индукции в замкнутых контурах ЗУ. Само заземление не способно в постоянном режиме убрать все остаточные токи. Именно поэтому объединять указанные проводники не рекомендуется.
- Ни в одной электроустановке нельзя использовать «землю» как «ноль». Часто это происходит из-за несоблюдения маркировки проводов. В идеале должно быть так: Коричневый – «фаза», Синий – «ноль», Желто-зеленый – «земля». В действительности даже не все производители кабельной продукции соблюдают именно такую цветовую гамму.
- Категорически нельзя использовать в качестве заземления какую-либо металлическую конструкцию, а также пресловутые «батареи, трубы, ведра…». Во-первых – это не заземление! Во-вторых, заземление проверяется не мультиметром от разницы потенциалов между заземляющим проводником и фазой. То, что прибор показал 220 V, не говорит о заземлении. «Земля» проверяется специальным прибором для измерения сопротивления грунта (земли).
- Рекомендуется избегать применение системы ТТ без УЗО.
- В системе TN не осуществляйте присоединение заземляющего проводника к PEN проводнику в щите внутри дома (если дом запитан от ВЛ), подключение нулевого рабочего – N и нулевого защитного – PE проводников под один контактный зажим.
- Используйте модули ввода-вывода только с гальванической развязкой.
- В качестве соединительного проводника используйте медный кабель вместо алюминиевого или стального.
- Не применяйте длинных проводов, провод заземления должен быть по возможности прямым и коротким. Если провод заземления не может быть коротким или если по конструктивным соображениям необходимо заземлить две части гальванически связанной системы в разных точках, то эти системы нужно разделить с помощью гальванической развязки.
- Следите, чтобы при монтаже системы заземления случайно не образовался замкнутый контур.
- Цепи, изолированные гальванически, нужно заземлять, чтобы избежать накопления статических зарядов.
- Экспериментируйте и пользуйтесь приборами для оценки качества заземления. Допущенные ошибки не видны сразу.
- Цепи с существенно различающейся мощностью следует заземлять группами, в каждой группе – блоки с примерно равной мощностью.
- Главное – строгое соблюдение требований нормативных документов, предъявляемых к заземлителям, заземляющим проводникам и устройствам.

Специалисты Группы компаний «Бипрон» всегда готовы оказать поддержку и предоставить профессиональные консультации при проектировании и монтаже контура заземления, а также предложить лучшие технические решения и оборудование собственного отечественного производства.

Бипрон™
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОЗАЩИТЫ

ООО «Бипрон»
141591, Московская область,
Солнечногорский р-н,
дер. Бережки, Промзона, стр. 26
тел. (495) 988-19-16
e-mail: sales@bipron.com
bipron.com

КОМПЛЕКСНЫЕ ИНЖИНИРИНГОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ, ТЕХНОСФЕРНОЙ, ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭНЕРГОАУДИТА

МИП НЭС Профэксперт

ЭКОЛОГИЯ
ВАЛИДАЦИЯ И ВЕРИФИКАЦИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ
КОМПЛЕКСНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРЕШЕНИЯ
КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ
ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
СТРОИТЕЛЬНАЯ ЭКСПЕРТИЗА
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
УСЛУГИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ
ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ
КАДАСТРОВЫЙ УЧЕТ И ГЕОДЕЗИЯ
ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР
СУПЕРВАЙЗИНГ
ТЕХНИЧЕСКИЙ ЭНЕРГОАУДИТ

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОМАНДА
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ГАРАНТИЯ КАЧЕСТВА

+7 (987) 296-99-78
akutin@nespofex.com
NESPROFEX.COM

Кто должен ответить за вред природе?

***Б. ЯРОВА** – эколог*

Сегодня как перед человечеством в целом, так и перед каждым человеком в отдельности стоит целый ряд вызовов, и от того, как мы их разрешим, будет зависеть наша дальнейшая жизнь на планете. Отношение людей друг к другу, к человеческим ценностям, к земле и природе в сегодняшнем очень хрупком и нестабильном мире проходит серьезную проверку на прочность. Возможно, это тот самый момент, когда мы как вид должны выработать совершенно новый подход к себе и своей среде обитания. Потому что несостоятельность и опасность нынешнего подхода, увы, слишком очевидна.

Нам хотелось бы больше говорить не о катастрофах, равнодушии или халатности в отношении природопользования, а о качественных изменениях в системе мышления, о смене парадигмы в области природоохранной деятельности, о том, что мы как люди не можем мыслить себя отдельно от своей среды обитания.

В последние несколько лет тема загрязнения окружающей среды в России вышла на новый уровень, с новой силой всплыли на поверхность проблемы прошлого, интерес общества к происходящему резко повысился, в том числе благодаря мощному резонансу в СМИ. И это дает надежду, что диалог возможен. Ведь по-настоящему качественные изменения происходят лишь в результате глобального кризиса, на пороге которого мы все находимся здесь и сейчас.

Некоторые организации считают экологию чем-то второстепенным, скучным, а порой и вовсе бесполезным делом, по их мнению, не имеющим ничего общего с их непосредственной деятельностью. Вопросы охраны окружающей среды при осуществлении такой деятельности также привыкли поднимать и решать исключительно при появлении проблем или проверок, проводимых надзорными ведомствами. Мы считаем такой подход в корне неправильным, а его последствия губительными не только для окружающей среды, но для всего живого на нашей планете.

Мы призываем всех тех, кто принимает ключевые решения в природоохранных структурах крупных предприятий, задуматься о том, как каждый из них ЛИЧНО влияет на окружающую его действительность, что руководит его действиями, что оставит он своим последователям, приумножит ли благополучие вверенных ему территорий или обескровит то, что некогда имело ценность? Мы приглашаем к размышлению над такими вопросами, как: возможно ли вернуть водоемам первозданную чистоту, а почвам плодородие после аварий и разливов? Есть ли у проблемы нефтяных разливов по-настоящему экологически безопасное решение? Что я лично могу сделать для того, чтобы хозяйственная деятельность человека не осуществлялась за счет природы и во вред природе?

Мы приглашаем вместе создавать такую систему ценностей и морально-нравственных ориентиров по отношению к природе, без которых человек считался бы неполноценным. Мы убеждены, что без смены системы ценностей человечество обречено. Законы единства биосферы, всего живого на планете, действуют независимо от того, осознает ли их человек или нет.

Первым этапом станет признание, наконец, того, что Природа не просто объект использования и источник обогащения, а наш общий Дом, который есть у нас по праву рождения и который так же ценен, как сама жизнь.

В такой системе ценностей важна только ЛИЧНАЯ ответственность каждого за все, что происходит с природой планеты здесь и сейчас. Мир сегодня живет на таких скоростях, что произошедшие утечки в реках России уже не останутся незамеченными в других частях планеты, а узость мышления и недальновидность человека, не осознающего глубину катастрофы, это, на наш взгляд, самая страшная опасность.

Следующим важным этапом станет сдвиг ценностных ориентиров от потребления к устойчивому существованию – вплоть до лишения права заниматься чем-либо опасным для природы того, кто не соответствует этике взаимного уважения интересов всех сторон биосферы.

И наконец, разумные решения экологических проблем уже существуют. В большинстве случаев их подсказывает сама природа. Наука и общественная мысль формулируют эти принципы. В России существуют уникальные технологии, позволяющие решить многие экологические проблемы без пагубных последствий для природы и без вреда для жизни человека. В сегодняшних реалиях, когда страна практически отрезана от всего мира, это становится особенно актуальным. У нас все еще есть шанс научиться жить в гармоничном равновесии в своем доме под названием Земля, но действовать необходимо уже сегодня.

Изучение формирования
структуры низколегированных сталей для обеспечения потребительских свойств сварных труб

М. М. ШЕВЕЛЕВ *– к.т.н., доцент кафедры металлургических и роторных машин*
ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», m.m.shevelev@urfu.ru
А. В. МИХАЛЕВ *– к.т.н., исполнительный директор ОАО «Уральский трубный завод», mialex@trubprom.ru*
Е. Ю. РАСКАТОВ *– д.т.н., заведующий кафедрой металлургических и роторных машин*
ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», e.j.raskatov@urfu.ru

Сложнейшие эксплуатационные условия работы газонефтепроводов обусловливают растущие требования к трубной стали, включающие высокую прочность, вязкость, пластичность, хладостойкость и свариваемость. Современная концепция получения таких потребительских свойств предполагает комплексный подход к производству трубного металла, включающего на этапе выплавки снижение содержания углерода, легирование ниобием, ванадием, титаном, обеспечение однородности непрерывнолитого сляба, контроль величины ликвации; на этапе горячей листовой прокатки – применение схем контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением, обеспечивающих измельчение аустенитного зерна и последующее формирование дисперсной структуры [1, 2]; на этапе формовки сварной трубы – осуществление оперативного контроля и регламентирования основных параметров процесса формовки и сварки. Связь литой, горячекатаной и холоднодеформированной структур и конечных механических характеристик толстолистового трубного проката являются важным фактором получения потребительских свойств. Осевая химическая неоднородность в слябе приводит к снижению ударной вязкости и пластичности в осевой зоне толстолистового проката, а также способствует появлению трещин и внутренних расслоений. Одним из эффективных методов снижения ликвации в слябе является использование технологии мягкого обжатия при разливке стали [3].

Ключевые слова: математическое моделирование, формовка электросварных труб, потребительские свойства сварных труб

Актуальность

Надежность трубопроводов во многом определяет стабильность обеспечения регионов России важнейшими топливно-энергетическими ресурсами. Отказы магистральных трубопроводов приводят к полному или частичному прекращению перекачки, нарушают нормальную работу предприятий, усложняют жизнь городов и целых областей. По этой причине обеспечение их надежной работы – одна из основных задач при эксплуатации. Получение комплекса высоких механических и эксплуатационных свойств сварных труб в современных производственных условиях невозможно без применения научно-обоснованных режимов термической обработки, прокатки, формовки.

Сварные трубы по сравнению с бесшовными характеризуются низкой себестоимостью, высокой коррозионной стойкостью основного металла и возможностью изготовления труб различного типоразмера. Для того, чтобы корректно провести выбор режима обработки для каждой конкретной марки стали, необходим сбор большого количества экспериментальных данных, что решается применением систем гибкого управления режимами обработки, основанных на моделировании с использованием современных программных продуктов, созданных на основе конечно-элементного анализа, позволяющих посредством проведения компьютерного моделирования совершенствовать технологию изготовления того или иного изделия.

Постановка задачи

Потребители дополнили и без того широкий комплекс нормируемых показателей для трубных заготовок новыми, характеризующими коррозионную стойкость [4]. Для изготовления горячедеформированных труб повышенной коррозионной стойкости и хладостойкости для нефтегазопроводов применяется конструкционная высококачественная сталь 13ХФА. Такие трубы отличаются повышенной стабильностью механических характеристик, низкой температурой вязко-хрупкого периода, повышенной стойкостью к коррозии, стойкостью к сульфидному коррозионному растрескиванию и образованию водородных трещин. Опыт эксплуатации показывает, что разрушение трубопроводов, как правило, связано не с недостаточной прочностью металла, а с его низкой вязкостью или коррозионной стойкостью [2].

Решение задачи

Несмотря на многочисленные работы [5], касающиеся методов повышения прочностных и пластических свойств, коррозионной стойкости и хладостойкости сталей для нефтегазотрубопроводов, остается недостаточно разработанным вопрос взаимосвязи вышеперечисленных свойств. Проведение комплексного исследования позволит осуществить научно-обоснованный выбор режимов обработки низколегированной стали 13ХФА для формирования структурного состояния, обеспечивающего комплекс повышенных свойств. В настоящее время отсутствует однозначная оценка влияния режимов послесварочной термической обработки и структуры сварных соединений на их склонность к коррозионно-механическому разрушению.

В качестве объектов исследований при решении задач повышения коррозионной стойкости сварных соединений труб использовали рулонный прокат с дополнительным субструктурным и фазовым упрочнением методом контролируемой прокатки (сталь 13ХФА).

Исследования выполняли на трубах 530х16 мм из стали 13ХФА. В работе использовали следующие традиционные методы исследований: металлографический анализ, механические испытания, фрактографический анализ изломов.

ВЫВОДЫ

Показаны принципы и технологические пути получения труб со сварными швами, близкими по структурному состоянию и, соответственно, механическим свойствам и коррозионной стойкости свариваемого металла, что позволяет добиться высоких показателей, соответствующих классу прочности К52.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Беликов С. В., Сергеева К. И., Россина Н. Г., Попов А. А., Карабаналов М. С. Изучение структуры неметаллических включений в стали марки 13ХФА и их влияния на инициирование процессов питтингообразования // Фундаментальные исследования. №11. 2012. С. 367–372.
2. Беликов С. В., Сергеева К. И., Ашихмина И. Н., Степанов А. И. Изучение закономерностей структурообразования при термообработке нефтепроводных труб повышенной эксплуатационной надежности из стали 13ХФА // Проблемы черной металлургии и материаловедения. №4. 2012. С. 7–12.
3. Кожевникова Е. В., Завалищин А. Н. Влияние технологии непрерывной разливки на структуру низколегированной стали на различных этапах производства // Металлург. 2017. №12. С. 13–19.
4. Денисова Т. В. Иоффе А. В., Тетюева Т. В. Коррозионно-механическое разрушение трубных сталей в процессе эксплуатации // Металловедение и термическая обработка металлов. 2012. №10. С. 22–28.
5. Лисиенко В. Г., Нурмухаметова М. Р., Титаев А. А. Выбор режимов термической обработки нефтегазопроводных труб моделированием с учетом теплопереноса // Сталь. 2015. №8. С.62–66.

Что представляет собой компенсатор ЧЕГЛОК?

Конструкция и виды

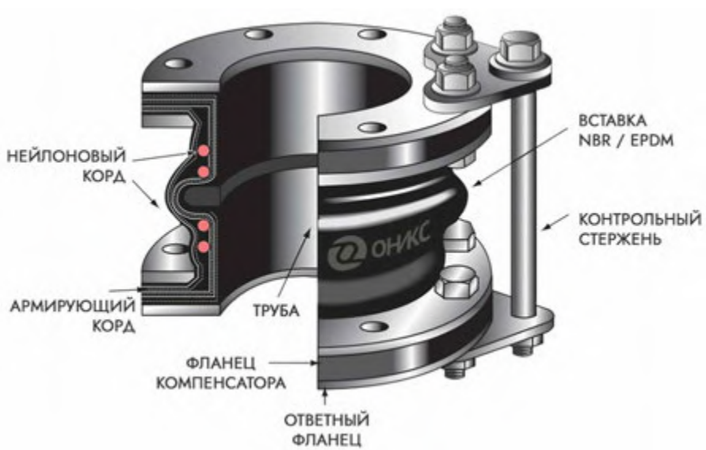
***А. ОСКОЛКОВА** – контент-маркетолог ООО «ОНИКС»*

В компании ОНИКС компенсаторы и контрольные (ограничительные) стержни производят согласно внутреннему ТУ 3799-001-94568095-2018 под собственной торговой маркой ЧЕГЛОК. В данной статье разберем функции фланцевого компенсатора на примере пятилетнего опыта.

Какую проблему может решить компенсатор?

Транспортировка газообразных и жидких сред возможна благодаря налаженным системам, состоящим из магистрального трубопровода. В процессе эксплуатации могут возникать перепады внутреннего давления, гидростатические удары, вибрационные нагрузки и иные виды теплового расширения внутренней среды, вследствие работы мощных насосных агрегатов.

Как выглядит фланцевый резиновый компенсатор?



Конструктивно узел резинового компенсатора состоит из двух элементов – сильфона (гибкой вставки) и двух плоских фланцев, соответствующих размерам ГОСТ 33259-15. Синтетические эластомеры, представлены в двух видах: этилен-пропиленовый EPDM (ethylene propylene diene M-class rubber) или бутадиен-нитрильный NBR (nitrile-butadiene rubber) каучук. По всему периметру резинокордной вставки NBR/EPDM присутствует нейлоновый корд. Благодаря ему укрепляют прочность конструкции, удерживают внутреннее давление и происходит предотвращение деформации конструкции до критических размеров.

Нейлоновый корд – это гибкий каркас, встроенный во внутреннее тело каучука. Начиная с номинального диаметра 125 мм в каучук добавлены нити металлического корда. Резинометаллокордное полотно усиливает крепость соединения, предотвращая разгерметизацию фланца и силикона при высоких нагрузках на систему.

NBR и EPDM. Что выбрать?

Главные различия между NBR и EPDM – устойчивость к горюче-смазочным материалам на нефтяной основе и устойчивость к атмосферным воздействиям.

EPDM отличается превосходной стойкостью к озону и ультрафиолетовому излучению, легко выдерживает высокие температуры, а также устойчив к ряду агрессивных сред. Например, разбавленные кислоты, щелочи и полярные растворители. Такой компенсатор легко применять на открытом воздухе при низких температурах. Кроме того, этот материал обладает хорошими низкотемпературными свойствами, такими как эластичность.

Материал NBR устойчив к маслам, топливу, кислотам, нефтяным продуктам и большинству химикатов. Обладает высокой способностью противостоять влиянию высоких температур. К сильным свойствам материала можно отнести стойкость к износу конструкции, не впитывает и не пропускает воду и воздух, обладает высокой силой сцепления. Из минусов можно выделить плохую устойчивость к полярным растворителям.

Более подробно характеристики эластомеров мы разобрали в табл. 1.

EPDM чаще берут из-за более выгодной цены – этилен-пропиленовый каучук дешевле, но незначительно. Если перенести внимание на опыт компании ОНИКС, мы видим соотношение таким: 54% продаж приходится на компенсаторы EPDM и 46% получают компенсаторы NBR. Однако, сравнивать с точки зрения популярности эти два вида нельзя. Как видно из табл. 1, ключевым различием двух видов вибровставок становится внутренняя среда. Существует довольно объемный рынок нефтяной промышленности, где органично встраивается NBR, и также есть отрасли систем водоснабжения и отопления, где предпочтение отдают EPDM.

Плавающие стальные фланцы компенсатора свободно вращаются, что упрощает процесс установки к контрфланцу. Прокладка в таком соединении не предусмотрена, поскольку конструкция эластомера успешно заменяет функции уплотнительного кольца. Резиновым компенсаторам отдают предпочтение в тех случаях, когда нет технической возможности использовать сварку из-за опасного теплоносителя агрессивной среды с угрозой возгорания или когда компенсатор расположен в труднодоступном месте.

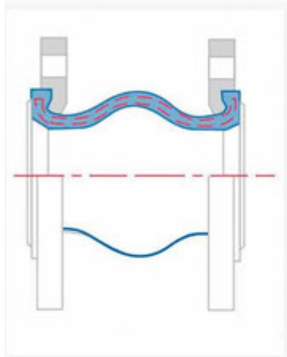
Ограничительные стержни. Осевое растяжение и сжатие

Осевые отклонения относятся к параллельному движению от центральной линии компенсатора. Сжатие укорачивает длину, а растяжение растягивает компенсатор из-за осевых сил давления. Контрольные (ограничительные) стержни предназначены для недопущения запрещенных режимов работы виброкомпенсаторов, таких как одновременная работа на растяжение и сдвиг. Стержни понадобятся, когда происходят крупные температурные колебания или существует риск появления высокого рабочего давления при запуске насосного оборудования. Треугольные торцевые пластины повышают механическую целостность и их можно заказать в комплекте с виброкомпенсаторами. Стопорный стержень устанавливают на компенсаторных фланцах. В зависимости от диаметра, может присутствовать от двух до восьми защитных стержней.

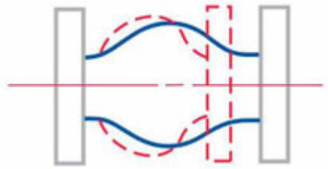
Таблица 1. Характеристика и рабочая среда для двух видов компенсаторов ЧЕГЛОК из этилен-пропиленового и бутадиен-нитрильного каучука

Параметры	NBR	EPDM
Название	Бутадиен-нитрильный каучук (БНК или НБК, NBR)	Этилен-пропиленовый каучук (EPDM)
t° внутр. среды	от -40,15°C (/233 K) до +99,85°C (/373 K)	от -60,15°C (/213 K) до +199,85°C (/473 K)
t° внешней среды	от -15°C до +40°C	от -15°C до +40°C
Диаметр DN (мм)	40–1200	40–1200
Давление PN – МПа (кгс/см²)	1,0 (10); 1,6 (16)	1,0 (10); 1,6 (16)
Характеристика	Высокая способность противостоять жидкому топливу и маслу, не поддается влиянию высоких температур. Хорошая термостойкость, воздухонепроницаемость, износостойкость и водостойкость, сильная сила сцепления. Из минусов можно выделить плохую устойчивость к полярным растворителям.	Отличается превосходной стойкостью к озону и УФ-излучению, легко выдерживает высокие температуры, а также устойчив к ряду агрессивных сред (разбавленные кислоты, щелочи и полярные растворители). Такой компенсатор легко применять на открытом воздухе при низких температурах. Применяют при широком диапазоне температур.
Внутренняя среда	Минеральные масла, бензин, мазут, ДТ, топливо с содержанием углеводородов не более 40%; животные и растительные масла и жиры, речная и морская вода; многочисленные буровые растворы, солевые растворы при невысокой температуре; хладагенты групп HFA, HFB, HFC; этиленгликоль.	Вода, воздух, морская вода, этиленгликоль, раствор 5%–15% азотной кислоты, хлорид натрия.

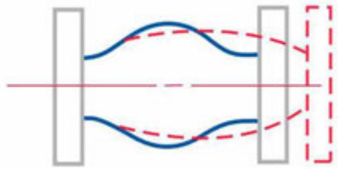
>>>



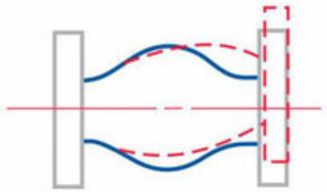
Фланцевый компенсатор



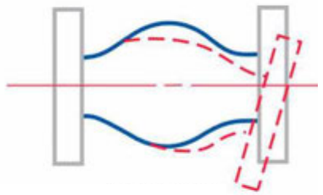
Осевое сжатие



Осевое удлинение



Поперечное движение



Угловое отклонение

Допустимые деформации компенсатора:

- осевое сжатие – от 8 до 26 мм;
- осевое растяжение – от 5 до 18 мм;
- боковое смещение – до 15°.

Стержни прекрасно себя чувствуют при рабочем давлении от 10 до 16 кгс/см^2. Номинальный диаметр от 40 до 1200 мм. В зависимости от диаметра, может присутствовать от двух до восьми защитных стержней. Запомните, регулирующие стержни не предназначены для того, чтобы компенсировать погрешности в установке, такие как смещение по центру фланцев или перекос относительно оси трубопровода.

Всегда следите за тем, чтобы сохранялась соосность и параллель к оси трубопровода у стержней и компенсаторных фланцев. Любые перекосы, попадание сварки на резину, дополнительное умышленное скручивание компенсатора или растяжение соединения сверх своих допустимых пределов только усугубит монтаж и последующую эксплуатацию. **Будьте осторожны!**

ОНИКС

ООО «ОНИКС»
199004, Санкт-Петербург, Средний пр. В. О., д. 4, корп. Б
тел. 8 800 555-38-83
e-mail: info@onyxspb.ru
onyxspb.ru

Импортозамещение фитингов на высокое давление

СОЕДИНЯЕМ НЕСОЕДИНЯЕМОЕ

ЗДТ ГРУППА КОМПАНИЙ

ГК «Завод Деталей Трубопроводов»
ООО ПТК «Форвард», ООО «МеталлАргон»
Россия, г. Екатеринбург, ул. Машинная, д. 42а, оф. 602
+7 (343) 361-25-94, 328-79-53
8 (800) 222-58-65

09066@mail.ru
gk-zdt.ru

Искусственный интеллект (ИИ)
в охране труда и промышленной безопасности. Успешные кейсы в России

***В. КОТОВ** – президент Ассоциации разработчиков, изготовителей и поставщиков средств индивидуальной защиты (Ассоциации «СИЗ»)*

Искусственный интеллект в наши дни – одно из наиболее востребованных направлений развития науки. Инвестиции в него стабильно растут последние 10 лет, а в 2021 году были зафиксированы рекордные вложения со стороны частных инвесторов – примерно $125,4 млрд. В 2022 году объем частных инвестиций в ИИ был в 18 раз больше, чем в 2013 году. Его стремятся адаптировать к использованию буквально везде: в военном деле, образовании, бизнесе, борьбе с мошенничеством, электроэнергетике, производственной сфере, на транспорте, в торговле, в сельском хозяйстве, даже в ресторанах и пивоварении.

Доля компаний, внедряющих ИИ, к концу 2022 года стабилизировалась. Предприятия, которые применяют такие решения, добились снижения затрат и увеличения доходов. Ключевыми областями применения ИИ в бизнес-сфере являются автоматизация процессов, компьютерное зрение и виртуальные агенты. В целом, согласно результатам ежегодного исследования, доля компаний, внедрявших ИИ в 2022 году, увеличилась более чем вдвое по сравнению с 2017 годом.

Российские компании стараются не отставать от мировых трендов, в том числе и в сфере применения ИИ. Объем российского рынка искусственного интеллекта в 2022 год достиг 647 млрд рублей, что на 17,3% больше, чем годом ранее.

Эти данные приводятся в исследовании, которое аналитики Центра компетенций НТИ по направлению «Искусственный интеллект» на базе МФТИ представили в июле 2023 года.

В этой статье мы расскажем, как ИИ используется в сфере охраны труда и промышленной безопасности.

Согласно отчету, к началу 2022 года в России насчитывалось порядка 400 компаний, работающих в сфере искусственного интеллекта. Среди них:

- 77 разработчиков инструментов бизнес-аналитики;
- 76 разработчиков технологий компьютерного зрения;
- 55 разработчиков решений в сфере обработки естественного языка;
- 54 медицинских проекта;
- 49 разработчиков ПО для анализа данных.

Множество разработок этих компаний используют в работе отечественные промышленные предприятия. На конец 2021 года 16% российских предприятий уже использовали искусственный интеллект или внедряли его, и большинство из этих предприятий – крупные.

Так, ИИ следит за безопасностью работников Быстринского ГОКа (входит в Норникель). Искусственный интеллект, разработанный специально для предотвращения несчастных случаев, распознает отсутствие необходимых средств защиты на работниках и сигнализирует руководству. Он имеет дополнительный модуль Face ID, идентифицирующий персонал по лицу. Участки дробления, измельчения, сушки, отгрузки готовой продукции, технологический участок и центральные ремонтно-механические мастерские находятся под круглосуточным видеонаблюдением.

Разработка следит за наличием у работников спецодежды, защитных касок с обязательным применением подбородочного ремня, защитных очков и других средств защиты. Скоро она сможет распознавать и фиксировать использование страховочной привязи при выполнении работ на высоте. Сейчас подобный искусственный интеллект, отвечающий за безопасность, внедрен на нескольких предприятиях Норильского и Кольского дивизионов Норникеля.

В августе 2023 года ММК (Магнитогорский металлургический комбинат) завершил проект по внедрению системы предотвращения нахождения персонала в опасных зонах. Решение, основанное на технологии машинного зрения, позволяет за счет фиксации перемещений работников повысить безопасность и снизить риски производственного травматизма.

Специалисты коксового цеха и дирекции охраны труда и промышленной безопасности определили места, где работникам может грозить какая-либо опасность. Далее на коксовых машинах установили специальные датчики, которые определяют расстояние, на котором сотрудник находится от включенного оборудования. При сближении коксовых машин с работником на радиометку, выданную ему в начале смены, поступает вибросигнал. В этот же момент на коксовой машине включается световая и звуковая сигнализация и происходит блокировка ее механизмов. А для удобства идентификации работника применяются персональные RFID-метки (транспондеры), нанесенные на каску.

Росэнергоатом (входит в госкорпорацию «Росатом») начал внедрение системы умной видеоаналитики еще в 2019 году на Кольской АЭС. Проект позволяет контролировать использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) на атомных электростанциях. Нейронная сеть анализирует видео с камер наблюдения, тем самым полностью автоматизируя выявление нарушений при применении СИЗ в производственных помещениях, где находятся действующие электроустановки. Система позволяет выявлять и регистрировать 95–98% нарушений, сократить количество несчастных случаев в 8 раз.

В 2021 году систему включили в реестр российского ПО. Планируется, что к февралю 2024 года она появится на девяти из 11 российских АЭС.

Тот же Росэнергоатом в 2021 году испытал на Калининской АЭС новейший роботизированный комплекс противопожарной защиты с элементами искусственного интеллекта. Многофункциональный робототехнический комплекс противопожарной защиты машинных залов атомных станций не имеет аналогов в России и в будущем его применение данных комплексов может быть распространено на электростанции традиционной энергетики, предприятия нефтегазовой, космической и других отраслей промышленности.

Применение в устройстве робототехнических средств с элементами искусственного интеллекта позволило существенно расширить технические возможности и технологию пожаротушения. Так, система сканирует помещение не только по температуре, но и содержанию в воздухе горючих газов, в том числе водорода. Кроме того, роботы сами определяют необходимый режим тушения с учетом вида исходного события, динамики развития аварийной ситуации и запаса огнетушащих веществ.

Для тушения пожаров эта система использует компрессионную пену. Она обволакивает горящую поверхность и образует плотное пенное покрытие, которое не позволяет проникать кислороду. Благодаря этому горение прекращается практически моментально и в разы сокращается время тушения пожара.

Российская компания Napoleon IT создала модель предсказания несчастных случаев в железнодорожной сфере. Перед этим была выявлена проблема: высокий процент инцидентов с отрицательными последствиями, вызванными определенным физическим или эмоциональным состоянием сотрудников.

>>>

За 15 лет были собраны личные и профессиональные данные сотрудников, данные о тренингах и обучении персонала, данные о состоянии материальный базы, используемой сотрудниками. На их основе удалось построить модель экстремального градиентного бустинга с точностью предсказания инцидента с конкретным сотрудником 80% и до 85%, указывая группу лиц, кто с большой степенью вероятности примет участие в инциденте.

Были найдены неочевидные закономерности: если у сотрудника день рождения, и он полностью погружен мыслями в это событие, то это повышает вероятность возникновения несчастного случая. Также неукомплектованность бригад может спровоцировать инциденты, например, выходит неполная бригада, люди не успевают очистить от снега пути. Такая спешка также может привести к несчастным случаям из-за отсутствия достаточного количества сотрудников. Анализ больших объемов данных позволяет заранее просчитать и предсказать вероятность возникновения таких ситуаций и принять соответствующие меры: усилить человека напарником в день рождения или вывести дополнительных людей в непогоду. Такие предиктивные модели хороши естественной возможностью повлиять на негативный исход и очень зарекомендовали себя.

Другая российская IT-компания – КРОК в 2019 году разработала программную платформу «Цифровой рабочий». Ее модули созданы в интересах руководителей предприятий и служб ОТиПБ, главных инженеров, директоров по производству и самих работников, которые трудятся в зонах риска. Система в режиме реального времени помогает следить за соблюдением правил охраны труда и промбезопасности, выявлять нарушения технологических процессов, предупреждать угрозы и оперативно оповещать заинтересованных лиц. В 2020 году платформа была обновлена. В новой версии особое внимание уделено аналитике данных, которые могут одновременно поступать с камер видеонаблюдения, «умных касок» и других датчиков.

Решения компании были внедрены у таких гигантов как Газпромнефть, Сибур, Росэнергоатом, РусГидро, ФосАгро, Транснефть и Лукойл.

В конце 2022 года компания «КРОК» представила отечественную систему дистанционного контроля промышленной безопасности как компонент решений класса MES. СДКПБ работает на базе платформы PhoenixDS с применением нейронных сетей, позволяет в 2 раза сократить число нарушений норм технологического режима и с точностью до 98% прогнозировать вероятность наступления инцидентов промышленной безопасности (ПБ).

СДКПБ классифицирует события ПБ согласно уровням опасности, выявляет отклонения, позволяет оперативно оценить риски возникновения инцидентов и на самой ранней стадии предотвращать их развитие на объектах повышенной опасности (ОПО). Такой подход обеспечивает более высокий уровень промышленной безопасности. Кроме того, система позволяет автоматически передавать обезличенную информацию о статусе ПБ объекта в автоматизированную информационную систему Ростехнадзора.

Это только часть решений, внедренных на отечественных предприятиях и касающихся охраны труда и промышленной безопасности. Развитие подобных технологий, которые могут повысить безопасность труда в стране, необходимо поддерживать и всячески поощрять. И здесь стоит подумать о коллаборации ИТ-компаний, производителей СИЗ, отраслевых ассоциаций, органов власти и, конечно, самих промышленных предприятий.

asiz.ru

БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ТИПА «БКМ» КОНТЕЙНЕРНОГО И РАМОЧНОГО ИСПОЛНЕНИЕЯ

- Насосные станции (БКМ-НС);
- Испарительные установки СУГ (БКМ-ИС);
- Компрессорные мобильные станции (БКМ-К);
- Вакуумные компрессорные станции (ВКС);
- Станции подготовки и очистки ПНГ, в том числе для газотурбинных и газопоршневых станций (БКМ-ОС);
- Станции азотного пожаротушения – мембранные модули и КЦА (БКМ-АПТ);
- Блоки очистки топливного газа (БКМ-БОТГ);
- Станции сероочистки (БКМ-СО);
- Улавливатели легких фракций (УУЛФ);
- Установки дегазации ж/д и автоцистерн, в том числе с азотным модулем (БКМ-ДЦ);
- Аппараты воздушного охлаждения со встроенной автоматикой (на газы и жидкости);
- Промышленные холодильные установки – компрессорные системы холодоснабжения (БКМ-ХСК).

ООО «Атлант-Проджект»

142103, МО, г. Подольск, ул. Бронницкая, д. 11 I тел. (495) 221-75-80, 500-07-88 I e-mail: market@atlant-pro.ru

Совершенствование
конструкции шарошечного расширителя-калибратора

Одним из способов создания верхнего интервала скважин большого диаметра является бурение с образованием многоярусного ступенчатого забоя, формирование которого осуществляется за счет одновременного углубления скважины в нескольких плоскостях. В результате в нижней плоскости формируется центральный круговой забой меньшего диаметра, а выше один или несколько периферийных кольцевых.

Дмитрий Юрьевич СЕРИКОВ *– д.т.н., профессор, член-корреспондент РАЕН РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, dr.serikov@rambler.ru*

Многоярусный ступенчатый забой формируется в процессе бурения с применением технических средств, конструктивными особенностями которых являются: породоразрушающие элементы, вырабатывающие центральную часть забоя и породоразрушающие элементы, расширяющие ствол скважины. Наиболее распространенным вариантом такой компоновки является одновременное использование пилотного шарошечного бурового долота и наддолотного шарошечного расширителя.

Еще одним важным элементом компоновки низа буровой колонны является калибратор. Основная задача этого вспомогательного инструмента – поддержание требуемого диаметра скважины в течение всего процесса работы бурового инструмента. Это обусловлено тем, что по мере износа калибрующих поверхностей бурового долота происходит неминуемое уменьшение диаметра разбуриваемой скважины. В связи с этим при отсутствии специальных калибрующих устройств на заключительной стадии рейса долота нижняя часть скважины формируется в виде постепенно сужающегося участка, требующего впоследствии предварительного разбуривания новым долотом.

Это неминуемо приводит к повышенному и неравномерному износу вооружения буровых долот и, как следствие, увеличивает стоимость и сроки бурения скважин.

При определенных условиях бурения можно использовать гибридные конструкции, то есть совмещающие в себе как элементы расширителя, так и калибратора.

На сегодняшний день, у нас в стране и за рубежом существует большое количество конструкций различных видов и типов расширителей-калибраторов. Однако большинство из этих конструкций обладают рядом существенных недостатков:

- недостаточная стойкость вооружения основных породоразрушающих и калибрующих поверхностей, снижающих ресурс работы, как самого расширителя-калибратора, так и используемого с ним породоразрушающего бурового инструмента;
- недостаточная стойкость опорных узлов шарошек расширителей-калибраторов;
- сложность точной установки шарошек, при их замене в промысловых условиях, с целью получения заданного диаметра расширителя-калибратора;
- низкая эффективность, связанная с образованием «рейки» на боковых стенках скважины, что ухудшает ее качество и повышает затраты времени на спускоподъемные операции;
- невозможность поддержания номинального диаметра скважины в течение всего рейса из-за несбалансированности износа опорных поверхностей цапф, вкладышей и колец, в результате чего шарошечный расширитель-калибратор теряет диаметр.

Все это существенно снижает эффективность работы расширителей-калибраторов.

Таким образом, в настоящее время существует необходимость дальнейшего совершенствования этого вида бурового инструмента.

В связи с этим была разработана специальная конструкция шарошечного расширителя-калибратора, позволяющая повысить эффективность работы данного вида бурового инструмента за счет увеличения разрушающей способности вооружения инструмента и обеспечения оптимальных условий для удаления разрушенной породы на поверхность.

Поставленный технический результат достигается тем, что в шарошечном расширителе-калибраторе, содержащем полый корпус с присоединительными резьбами на концах и продольными пазами на наружной поверхности, в которых на съемных осях, закрепленных параллельно продольной оси корпуса, установлены сменные шарошки с породоразрушающими и калибрующими венцами, согласно изобретению породоразрушающий венец каждой из шарошек выполнен с большим количеством зубьев по сравнению со смежным калибрующим венцом, при этом продольная плоскость симметрии каждого из зубьев калибрующего венца совмещена с осью вращения шарошки, а продольная плоскость симметрии каждого из зубьев породоразрушающего венца смещена относительно оси вращения шарошки в направлении вращения корпуса расширителя (рис. 1).

Достижению указанного результата способствует также и то, что:

- количество зубьев на породоразрушающим и смежном калибрующем венцах шарошки соотносятся между собой как простые числа;
- расширитель-калибратор снабжен жестко закрепленными в продольных пазах корпуса вкладышами с отверстиями под оси шарошек, причем поверхности вкладышей, обращенные к стенке скважины, армированы износостойкими вставками (рис. 2);
- корпус расширителя-калибратора выполнен с наклонными промывочными каналами, направленными между шарошками в сторону разрушаемого при бурении кольцевого уступа скважины и оснащенными сменными гидромониторными узлами.

Шарошечный расширитель-калибратор включает корпус 1 шарошки 2 с осями 3 и вкладыши 4. Корпус 1 выполнен с осевым каналом 5, присоединительными резьбами 6 на верхнем и нижнем концах, продольными пазами 7 на наружной поверхности для размещения шарошек 2 и расположенными между ними наклонными промывочными каналами 8, направленными в сторону образуемого расширителем-калибратором кольцевого уступа и оснащенными сменными гидромониторными узлами, размещенными в патрубках 9, приваренных к корпусу 1 расширителя-калибратора.

Шарошки 2 крепятся на осях 3 посредством пальцев 10, устанавливаемых в радиальных каналах 11 шарошек и совмещенных с ними кольцевых проточках 12 осей 3. Шарошки 2 совместно с осями 3 разъемно соединены с вкладышами 4 посредством гаек 13 с контрящими шайбами 14, а сами вкладыши 4 соединены с корпусом 1 жестко. Это позволяет осуществлять передачу осевой нагрузки от шарошек непосредственно на корпус 1 расширителя-калибратора.

Каждая шарошка 2 на своей боковой цилиндрической поверхности имеет один породоразрушающий венец 15, расположенный со стороны забоя и осуществляющий непосредственно разрушение кольцевого уступа, т.е. расширение скважины, а также по крайней мере один калибрующий венец 16, участвующий только в калибровке стенок скважины. Породоразрушающий венец 15 шарошки 2 выполнен с большим количеством зубьев, чем венец 16, причем количество зубьев

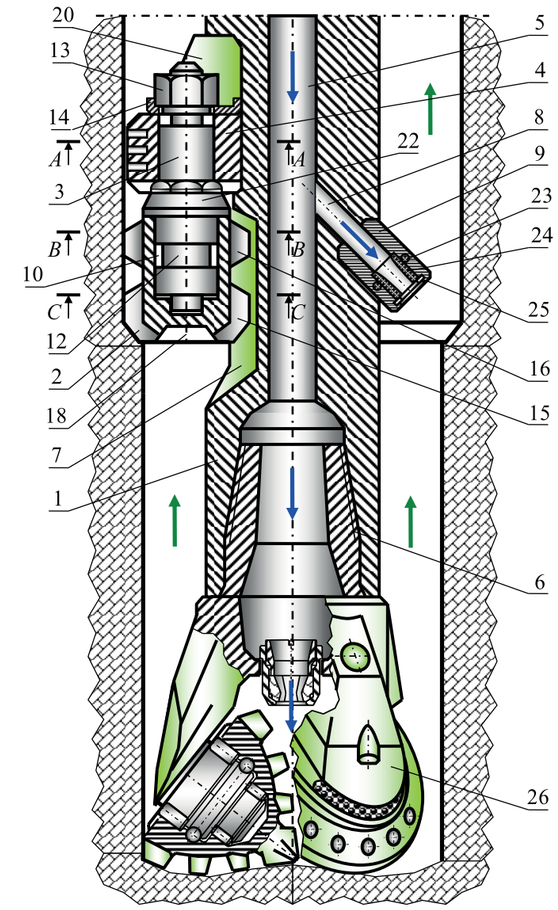


Рис. 1. Общий вид расширителя-калибратора в продольном разрезе

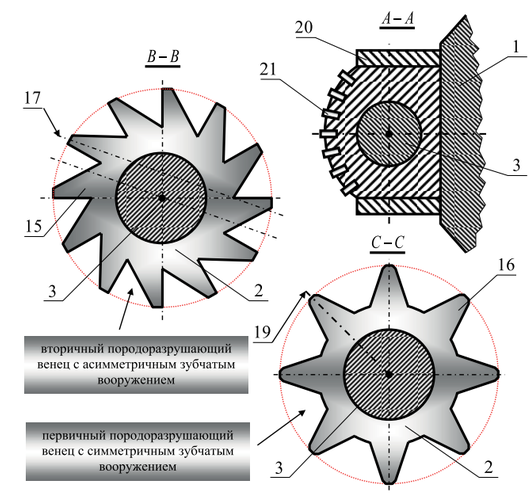


Рис. 2. Поперечные разрезы отдельных элементов шарошечного расширителя-калибратора

>>>

на венцах 15 и 16 соотносится между собой как простые числа. Так, например, при количестве зубьев на венце 16, равном 13, на венце 15 должно быть 17 или 19 зубьев. Это обеспечивает эффективное разрушение венцом 16 «рейки», которая формируется породоразрушающими венцами 15, имеющими на всех шарошках одинаковое количество зубьев. Причем с целью повышения эффективности разрушения породы, продольная плоскость симметрии 17 зубьев породоразрушающего венца 15 расположена с параллельным смещением относительно продольной оси 18 шарошки в сторону вращения корпуса 1, а у калибрующего венца 16 продольная плоскость 19 симметрии зубьев совмещена с продольной осью шарошки.

Такое выполнение венцов 15 и 16, с одной стороны, позволяет снизить энергоемкость процесса разрушения породы, а с другой стороны, упростить конструкцию и технологию изготовления шарошек, а, следовательно, и всего расширителя-калибратора.

Вкладыш 4 выполнен с двумя жестко соединенными с ним боковыми пластинами 20, посредством которых он крепится в пазах 7 корпуса 1, например, сваркой. Сам вкладыш 4 со стороны стенок скважины армирован износостойкими вставками 21, обеспечивающими дополнительную калибровку стенок скважины.

Ось 3 шарошки 2 в средней части выполнена с буртом 22, а в верхней части – с резьбой под гайку 13. Бурт 22 служит для восприятия нагрузки, передаваемой от шарошки 2, и защиты ее опоры от шлама, а гайка 13 с контрящей шайбой 14 – для фиксации оси 3 относительно корпуса 1.

Сменный гидромониторный узел включает насадку 23, уплотнительное кольцо 24 и стопор 25 для фиксации насадки 23. Выходная часть промывочного узла располагается выше нижнего торца шарошек 2. При этом каналы 8 выполнены под углом, обеспечивающим направление промывочной жидкости в сторону периферийной части забоя на кольце-вой уступ, образованный стенкой скважины и поверхностью забоя.

Данный расширитель может быть использован как совместно с пилотным долотом 26, так и самостоятельно непосредственно для расширения уже пробуренной скважины. В последнем случае к нижнему концу расширителя присоединяется пилотный направляющий наконечник (не показан). Монтаж расширителя-калибратора осуществляется в следующей последовательности. Вначале отдельно на осях 3 устанавливаются шарошки 2 посредством пальцев 10. После этого оси 3 с шарошками 2 с помощью гаек 13 фиксируются во вкладышах 4. После сборки гидромониторных узлов в патрубке 9 и присоединения к корпусу 1 пилотного наконечника или долота 26 расширитель-калибратор готов к работе.

Принцип работы расширителя-калибратора заключается в следующем. При вращении бурильной колонны, на которой спускается в скважину расширитель-калибратор, шарошки 2 под действием осевой нагрузки и крутящего момента производят расширение скважины. При этом нижняя часть «рейки», образуемая породоразрушающими венцами 15, обеспечивает заданную кинематику вращения шарошек, а верхняя часть «рейки» ликвидируется калибрующими венцами шарошек и твердосплавным вооружением вкладышей 4, обеспечивая тем самым качественный ствол скважины. Породоразрушающий венец 15 каждой шарошки 2 благодаря выполнению его зубьев с плоскостями симметрии 17, расположенными с параллельным смещением относительно продольной оси 18 шарошки 2, осуществляет эффективное разрушение кольцевого уступа с обеспечением складывающего воздействия на породу вследствие их проскальзывания по обрабатываемой поверхности. Одновременно с этим калибрующий венец 16 входит в контакт со стенкой расширенной части ствола скважины и калибрует ее, разрушая «рейку», которая образуется на стенке скважины вследствие одинакового количества зубьев на всех породоразрушающих венцах 16. Эффективность разрушения «рейки» достигается также благодаря разному количеству зубьев на венцах 15 и 16 и выбору соотношения между ними как между простыми числами. Окончательную калибровку стенок скважины осуществляют износостойкие элементы 21 вкладышей 4, разрушающие породу фрезерованием. Разрушенная порода выносится на поверхность промывочной жидкостью, подаваемой через промывочные каналы 8 и одновременно служащей для охлаждения зубьев шарошек 2. Такое выполнение расширителя-калибратора позволяет увеличить эффективность его работы, а именно проходку и механическую скорость, благодаря снижению энергоемкости процесса разрушения породы.

В случае необходимости шарошки расширителя-калибратора и промывочные узлы могут быть заменены непосредственно на буровой, что также позволяет повысить эффективность их использования и снизить стоимость буровых работ.

Таким образом, применение предложенной конструкции шарошечного расширителя-калибратора, благодаря более рациональной геометрии вооружения и созданию благоприятных условий, как механических, так и гидравлических, для удаления шлама с поверхности кольцевого забоя скважин большого диаметра, позволит повысить проходку и скорость бурения скважин большого диаметра, и тем самым снизить себестоимость проведения буровых работ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ясашин В. А. Повышение эффективности породоразрушающего бурового инструмента конструкторско-технологическими методами. Докторская диссертация. Москва, 2009.
2. Гаек Я., Шидак Э. Теория ранговых критериев. – М.: Наука,1971.
3. Вышегородцева Г. И., Васильев А. А., Сериков Д. Ю., Пути повышения эффективности очистки забоя при бурении шарошечными долотами // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2015. – №6. – С. 12–17.
4. Палий П. А. Буровые долота. Справочник / П. А. Палий, К. Е. Корнеев. – М.: Недра, 1971. – 445 с.
5. Ищук А. Г., Сериков Д. Ю. Шарошечный буровой инструмент. – М.: «МДМпринт», 2021. – 303 с.
6. Мокшин А. С. Шарошечные долота / А. С. Мокшин, Ю. Е. Владиславлев, Э. Л. Комм. – М.: Недра, 1971 – 216 с.
7. Васильев А. А., Вышегородцева Г. И., Сериков Д. Ю., Исследование влияния схемы промывки шарошечного бурового долота на очистку забоя скважины // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2015. – №5. – С. 25–28.

ЗАВОД ПРОМАВТОМАТИКА

www.pp-pa.ru

МНОГОЛЕТНИЙ ОПЫТ РАБОТЫ, ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫЙ КОНСТРУКТОРСКИЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПЕРСОНАЛ

ОДИН ИЗ КРУПНЕЙШИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МОНТАЖНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ, ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ, ХИМИЧЕСКОЙ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ, МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ И ДРУГИХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ШИРОКОГО СПЕКТРА МОНТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

- соединения с торцевым уплотнением;
- соединения с зажимным и упорным кольцами;
- отборные устройства, клапаны игольчатые;
- детали трубопровода: ниппели, муфты, гильзы, штуцеры, бобышки, пробки, заглушки;
- тройниковые соединения;
- соединения с шаровым ниппелем;
- соединений с развальцовкой для медных трубок и переходов с медных на полиэтиленовые трубки;
- кабельные вводы и сальники;
- клеммные коробки;
- широкий спектр пластмассовых соединений.

Вся продукция сертифицирована и производится по собственным ТУ.

ООО Завод «Промавтоматика», Екатеринбург, ул. Монтерская, д. 3 | тел. (343) 301-22-72 | e-mail: zakaz@pp-pa.ru

Анализ процесса бурения
турбобуром в условиях возникновения резонанса

В. В. СУНЦОВ *– инженер ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»*
С. Ф. ЗАИКИН *– к.т.н., доцент кафедры физики и высшей математики*
ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»

При бурении скважин шарошечными долотами при некоторых режимах бурения возникают продольные и крутильные резонансные колебания, связанные с возникновением стоячих волн в компоновке низа бурильной колонны (КНБК), в состав которой входят утяжеленные бурильные трубы (УБТ) и турбобур с долотом при турбинном бурении. Разница площадей поперечного сечения КНБК и ЛБТ (легкие бурильные трубы) значительна, поэтому большая часть энергии упругих волн, образующихся при работе бурового долота, отражается на границе УБТ и ЛБТ, что при определенных условиях приводит к образованию стоячей волны в КНБК. При использовании труб из алюминиевых сплавов отражение энергии происходит более интенсивно вследствие разности плотностей алюминиевого сплава и стали. Поэтому для выяснения условий образования стоячей волны верхний конец КНБК допустимо рассматривать как свободный.

При роторном бурении в резонансных режимах реактивные сопротивления (импедансы) продольных и крутильных волн в точке их сопряжения (в точке контакта долота с забоем скважины) согласованы друг с другом, и эти волны уравновешивают друг друга. При этом важно учитывать, что указанные сопротивления могут видоизменяться в зависимости от конструктивного исполнения шарошечных буровых долот, а также их систем промывки. Активное сопротивление трения преодолевается активной силой, создаваемой вращением ротора. Все эти факторы так или иначе влияют на эффективность разрушения горной породы буровым долотом.

При бурении ротором выражения (1) и (2) описывают как смещение долота, так и смещение низа КНБК, потому что долото соединено с КНБК жестко и имеют постоянную составляющую угловой скорости (частоты) вращения, задаваемую ротором буровой установки.

$$X = 1t - 0{,}971 \sin t, \quad (1)$$

$$Y = -0{,}239 \cos t, \quad (2)$$

1. В том случае, когда дробные части длин четвертей продольной и крутильной волн, укладывающиеся на длине КНБК, в сумме равны единице, возникает явление резонанса в КНБК независимо от того, каким способом осуществляется бурение: ротором или турбиной.

2. Так как при бурении ротором невозможны резонансные явления с четным числом суммы четвертей длин волн, укладывающихся на длине КНБК, а при бурении турбиной возможны, то это означает, что частота резонансных явлений при бурении турбиной ориентировочно в два раза выше, чем при бурении ротором.

Разберемся в соотношениях постоянных и переменных составляющих параметров турбобура (момента вращения и угловой скорости ротора).

На рис.1 изображена типовая моментная характеристика турбобура. Максимальные значения частоты вращения (угловой скорости) и момента приняты равными двум условным единицам.

Статор стоит неподвижно относительно окружающей среды. Ротор при разных моментах имеет различную частоту вращения относительно статора. Если к ротору не приложен момент силы ($M = 0$, холостой ход), то частота вращения максимальна и равна двум условным единицам. Если момент на валу максимален, равен 2 условным единицам или более турбобур находится в заторможенном состоянии, $N = 0$. Обычно рабочую точку выбирают на середине характеристики. При прочих равных условиях в этом режиме турбобур имеет максимальный КПД. Чем больше частота вращения ротора отличается от рабочей точки, тем больше отличается момент вращения на валу турбобура от момента в рабочей точке.

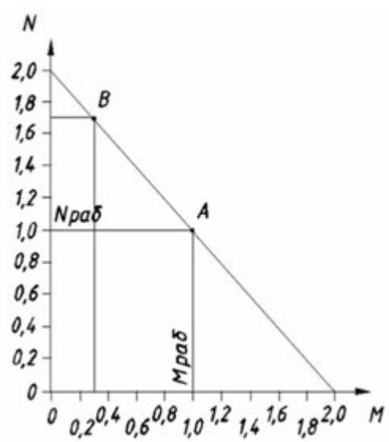


Рис. 1. Типовая моментная характеристика турбобура

Это относится и к переменным, составляющим при их возникновении. Чем больше амплитуда переменной составляющей угловой скорости ротора, тем больше амплитуда переменной составляющей момента. Если рабочая точка лежит на середине моментной характеристики, например, в точке *A* на рис. 1, то амплитуды переменных составляющих угловой скорости и момента могут достигать половины их максимальных постоянных значений, как на рис. 2, фрагмент *«a»*), то есть равны одной условной единице измерения. Если рабочая точка сдвинута от середины моментной характеристики, например, в точку B на рис. 1, то амплитуды переменных составляющих угловой скорости и момента ограничиваются, как на рис. 2, фрагмент «*b*»). В сумме постоянная составляющая и переменная составляющая, как момента, так и скорости не могут выходить за пределы 0,0–2,0 условных единиц по оси *У*.

При роторном бурении задаваемыми параметрами являются угловая скорость вращения ротора и осевая нагрузка на долото. Они в принципе могут задаваться независимо друг от друга.

При турбинном бурении эти параметры взаимосвязаны: при увеличении одного – другой уменьшается, и наоборот. Сумма постоянной составляющей и амплитуды переменной составляющей момента в условных единицах не могут быть больше максимального момента $M = 2$, развиваемого турбобуром. Так же и сумма постоянной составляющей и амплитуды скорости вращения долота в условных единицах при образовании стоячей крутильной волны не могут быть больше максимальной скорости $V = 2$, развиваемой турбобуром. Из вышеописанного следует, что наибольшая амплитуда переменных составляющих перемещения, скорости и момента возможна при положении рабочей точки на середине моментной характеристики турбобура.

В литературе по теории и исследованию работы гидравлических турбин авторами не найдены источники, в которых описывались бы процессы, связанные с возникновением резонансных крутильных колебаний. Теория описывает процессы с неподвижным статором и равномерным вращением ротора.

При возникновении крутильных колебаний характер взаимодействия статорной ступени турбины, роторной ступени турбины и рабочей жидкости изменяется. Статор и ротор приобретают переменные составляющие крутильных колебаний, в т.ч. скорости, сопоставимые с постоянной скоростью ротора.

При работе турбобура крутящий момент на роторе создается суммой моментов каждой ступени. Например, в турбобурах типа 3ТСШ1-195 таких ступеней 330, распределенных по длине турбобура (это примерно 22 метра без шпинделя), что соизмеримо с длиной крутильной волны. Поэтому турбобур необходимо рассматривать как систему с распределенными параметрами.

При «спокойном» (без крутильных колебаний) бурении статор находится неподвижно относительно стенок скважины и имеет постоянный момент скручивания корпуса, ротор (с долотом) движется относительно статора с постоянной частотой вращения и имеет постоянный момент скручивания вдоль оси, в том числе на каждой ступени. Статор и ротор находятся в постоянно скрученном состоянии. Такой режим можно назвать «стационарным». На графике скорость статора совпадет с осью *X*, а скорость ротора (с долотом) изобразится прямой, параллельной оси *X* на расстоянии +1 условных единиц. При возникновении крутильной стоячей волны в условиях бурения скважины ротор и статор приобретают переменные составляющие перемещения, скорости и момента. Это динамический режим. Причем динамические резонансные режимы для компоновок с четным и нечетным суммарным количеством четвертей продольных и крутильных волн отличаются.

При нечетной сумме крутильные колебания низа статора и нижнего конца ротора (долота) происходят в фазе и с одинаковыми амплитудами. При этом переменная составляющая скорости нижнего конца ротора (долота) совпадает по фазе с переменной составляющей активной силы сопротивления при движении долота по забою и со скоростью нижнего конца КНБК.

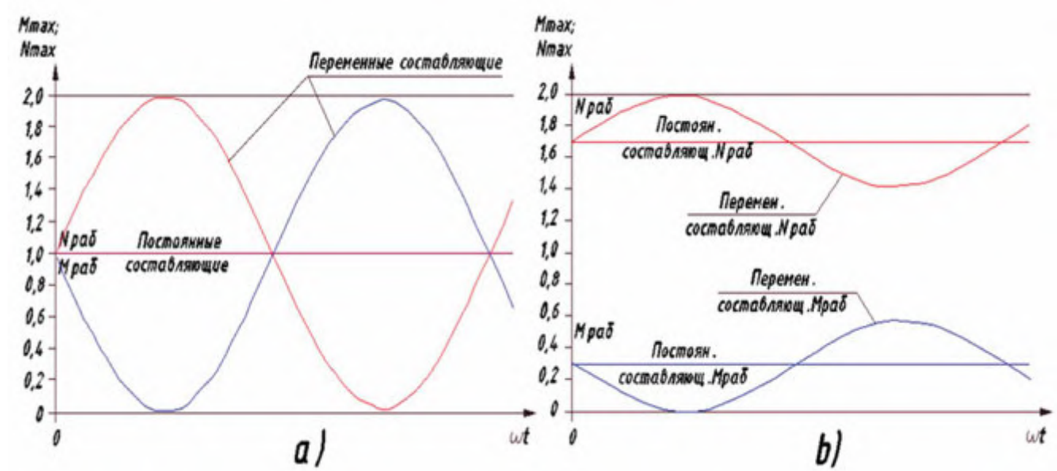


Рис. 2. Зависимость переменных составляющих момента и частоты вращения от выбора рабочей точки

>>>

При четной сумме четвертей волн колебания ротора и статора (в том числе на каждой ступени) происходят со сдвигом фаз π/2 (900) и имеют разные амплитуды. Причем скорость нижнего конца КНБК (статора турбобура) сдвинута по фазе относительно переменной составляющей активной силы сопротивления при движении долота по забою на π/2 (900).

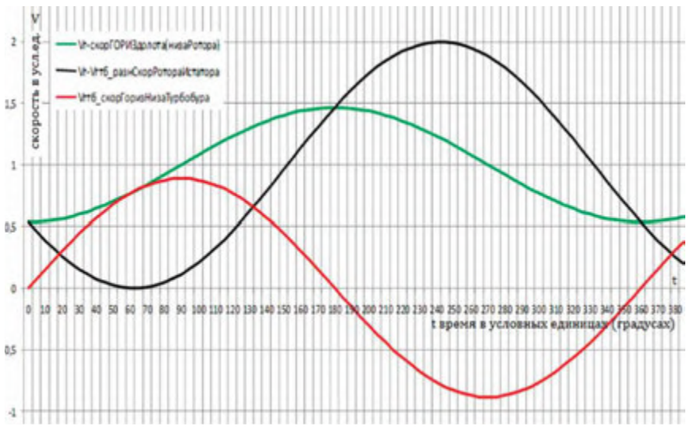


Рис. 3. Диаграммы скорости нижней ступени ротора $V_г$, скорости нижней ступени статора $V_{гтб}$ и их разности при образовании системы продольной и крутильной стоячих волн в КНБК при общем количестве четвертей волн, равном шести (6/4 λ), при турбинном бурении

При этом оба режима могут возникать на одном и том же турбобуре со ступенями одного типа. На рис.3 приведены диаграммы скорости нижней ступени ротора $V_г$, скорости нижней ступени статора $V_{гтб}$ и их разности при образовании системы продольной и крутильной стоячих волн в КНБК при общем количестве четвертей волн, равном шести (6/4 λ), при турбинном бурении.

Коэффициенты амплитуд для нижней ступени турбобура приняты следующими:

$\sin L_г = \sin 332{,}3^0 = -0{,}465$ для $V_г$ (ротор)

$\cos L_{гтб} = \cos 332{,}3^0 = 0{,}885$ для $V_{гтб}$ (статор)

тогда:

$V_г = 1 - \sin 332{,}3^0 \cos t = 1 - 0{,}465 \cos t;$

$V_{гтб} = \cos 332{,}3^0 \sin t = 0{,}885 \sin t$

На рис. 3 видно, что в момент времени t = 62,30 (в условных единицах времени) разность скоростей нижней роторной ступени и нижней статорной ступени равна нулю и момент силы также равен нулю. В момент времени t = 242,30 момент силы максимален и равен двум условным единицам. Таким образом нижняя ступень турбобура вносит свой вклад (1/330 часть) в общий момент турбобура.

Каждая ступень турбобура возбуждает волну в статоре и роторе. На рис. 3 приведены графики для нижней ступени турбобура, расположенной на расстоянии 332,30 (условных единиц длины) от верха КНБК. На рис. 4 приведены аналогичные графики для ступени турбобура, расположенной на расстоянии 3000 (условных единиц длины) от верха КНБК, то есть эта ступень находится выше нижней ступени на 32,30 (усл. единиц длины).

Коэффициенты амплитуд для этой ступени турбобура:

$\sin L_г = \sin 300^0 = -0{,}866$ для $V_г$ (ротор)

$\cos L_{гтб} = \cos 300^0 = 0{,}5$ для $V_{гтб}$ (статор)

тогда:

$V_г = 1 - \sin 300^0 \cos t = 1 - 0{,}866 \cos t;$

$V_{гтб} = \cos 300^0 \sin t = 0{,}5 \sin t$

На этом рисунке в момент времени t = 300 (в условных единицах времени) разность скоростей нижней роторной ступени и нижней статорной ступени равна нулю и момент силы также равен нулю. В момент времени t = 2100 момент силы максимален и равен двум условным единицам. Видим, что графики разности скоростей на рис. 4 опережают по времени аналогичные графики на рис. 3 на 32,30 в условных единицах времени.

Следовательно, волна, возбуждаемая на этой ступени, пробегает расстояние 32,30 (в условных единицах длины) до нижней ступени за время t = 32,30 (в условных единицах времени), и на нижней ступени она совпадает по фазе с колебаниями нижней ступени и складывается с ней. Таким образом, эта ступень вносит свой вклад (1/330 часть) в общий момент турбобура.

Таким же образом, на долоте суммируются частные (распределенные) моменты от всех (330) ступеней турбобура. Получается бегущая волна переменной составляющей момента, нарастающая от верхней части к нижней части ротора.

Внешне турбобур ведет себя так, как будто имеет одну ступень на нижнем конце с мощностью, равной мощности всех ступеней.

В моменты времени, когда вращающий момент на ступени турбины равен нулю, разность скоростей статорной и роторной ступени (или их относительная скорость) также равна нулю, и очевидно, что и «равнодействующая скорость» потока рабочей жидкости относительно лопаток, благодаря которой создается крутящий момент, тоже равна нулю. Возникает эффект того, что статорная ступень, роторная ступень и рабочая жидкость в этот момент времени движутся с одинаковыми горизонтальными скоростями относительно друг друга и не действуют друг на друга.

В заторможенном режиме относительная скорость статорной и роторной ступеней также равна нулю, но вращающий момент максимален и «равнодействующая скорость» потока рабочей жидкости относительно лопаток, благодаря которой создается крутящий момент, тоже максимальна.

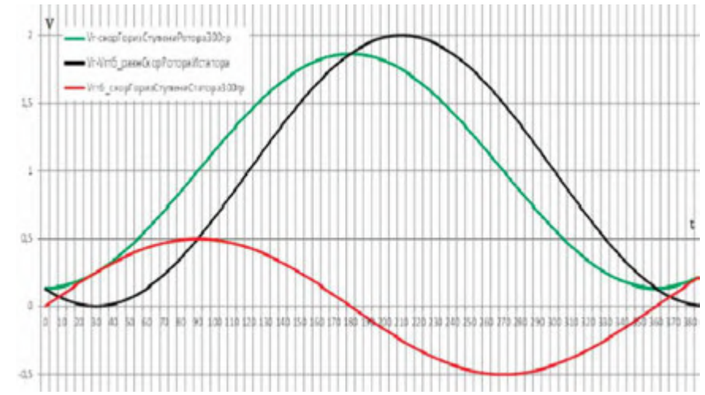


Рис. 4. Диаграммы скорости ротора $V_г$, скорости статора $V_{гтб}$ и их разности на ступени турбобура, расположенной на расстоянии 3000 условных единиц длины от верха КНБК при общем количестве четвертей волн, равном шести (6/4 λ)

Отсюда следует, что в динамическом режиме крутильных резонансных колебаний турбины характер взаимодействия потока рабочей жидкости с лопатками ступеней значительно отличается от режима без колебаний.

От каждой ступени турбобура волна момента распространяется и к верхнему, свободному концу вала ротора.

На рис. 5 точка D соответствует долоту, а точка V – верхнему концу вала ротора. Волны моментов, возбуждаемые ступенями турбобура в точках $A_1 \ldots A_n \ldots$ и распространяющиеся к верхнему концу вала, имеют разные фазы, и, как видно на рисунке, их равнодействующая равна нулю, что и должно быть на свободном конце.

На корпус турбобура, где расположена верхняя ступень, действует полный крутящий момент, развиваемый турбобуром.

На корпус, где расположена нижняя ступень, действует момент только нижней ступени (1/330 полного момента), сразу за этой ступенью момент на корпусе равен нулю, как и должно быть на свободном конце стержня. Но, например, для компоновки со 128,3 м КНБК в этом месте оканчивается крутильная волна длиной 5,45 условных единиц длины, где коэффициент амплитуды усилия равен не нулю, а имеет расчетное значение:

$\sin(5{,}45 \times 90^0) = 0{,}76$ (3)

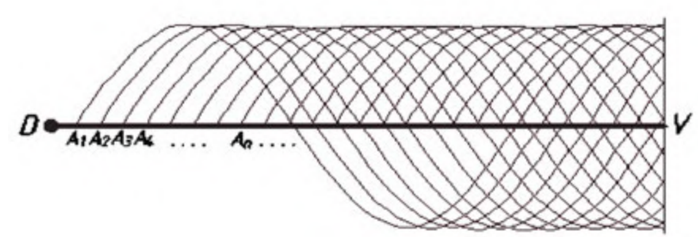
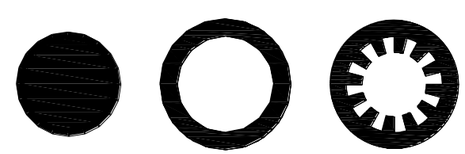


Рис. 5. Распространение крутильных волн от ступеней турбобура к верхнему концу вала ротора



а) б) в)

Рис. 6. Виды сечений стержня

Это происходит потому, что каждая ступень турбобура передает свой момент со статора на ротор. На верхней ступени передается (1/330 полного момента), и так на каждой ступени. В итоге ниже нижней ступени ротора на него передается момент, соответствующий расчетному значению коэффициента амплитуды усилия (3). В результате момент закручивания на корпусе турбобура уменьшается от верха к низу, а на роторе увеличивается от нуля до максимального, и внешне турбобур ведет себя так, как будто имеет одну ступень на нижнем конце с мощностью, равной мощности всех ступеней.

Явление совместного резонанса продольных и крутильных колебаний возникает независимо от длины ротора турбобура, а резонанс происходит на частоте, соответствующей только общей длине КНБК.

В случае крутильных волн в стержне круглого сплошного сечения, как на рис. 6 а), или круглого кольцеобразного сечения (трубы), как на рис. 6 б), теория дает следующее выражение для скорости звука (по аналогии с (3) для продольных волн):

$$C_{крут} = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \qquad (4)$$

где: $C_{крут}$ – скорость крутильной волны;

G – модуль сдвига материала стержня;

ρ – плотность материала.

Скорость крутильной волны в стальном стержне составляет 3200 м/с.

Модуль сдвига характеризует возвращающую силу в крутильном колебании стержня. Увеличение модуля сдвига (следовательно, и жесткости), ведет к увеличению скорости волны в стержне.

Плотность материала характеризует инерционность (момент инерции). Увеличение плотности (следовательно, и инертности), ведет к уменьшению скорости волны в стержне.

При сечениях, отличающимися от круглого сплошного или круглого кольцеобразного, например, как на рис. 6 в), что в некоторой степени соответствует сечению статора турбобура, скорость крутильной волны

должна быть меньше, а количество волн, укладывающееся на длине турбобура, должно быть больше, потому что присоединение лопаток ступеней турбобура к корпусу статора дает эффект увеличения плотности материала ρ.

Масса, а, следовательно, и момент инерции на единицу погонной длины турбобура, увеличивается, а упругость (жесткость корпуса статора и вала ротора) при скручивании остается прежней, что должно привести к снижению скорости распространения волны в турбобуре. Тогда при постоянной длине турбобура и различной длине УБТ разброс параметров должен быть больше. Но этого не наблюдается. Можно предположить, что здесь увеличение момента инерции каждой ступени ротора и статора турбобура за счет жесткого закрепления на них секций с рабочими лопатками компенсируется переменной составляющей момента сил, развиваемого потоком бурового раствора в турбобуре и действующего на лопатки.

ВЫВОДЫ:

1. В режимах резонансных колебаний КНБК характер взаимодействия потока рабочей жидкости с лопатками турбинных ступеней турбобура отличается от режимов без колебаний. Он таков, что:

- ***компенсируется влияние массы лопаток на скорость распространения механических волн в турбобуре, но при этом уменьшается амплитуда колебаний.***
- ***существует, по крайней мере, два режима работы турбины при резонансах: условно активный и условно реактивный. В активном режиме (при нечетной сумме четвертей продольной и крутильной волн, укладывающихся на длине КНБК) резонансные колебания ротора и статора происходят синфазно, а в реактивном режиме (при четной сумме четвертей волн) колебания ротора и статора происходят со сдвигом фазы $\pi/2$ (900).***
- ***при этом оба режима могут возникать на одном и том же турбобуре, хотя согласно публикациям по теории и расчету турбин турбобуров турбобуры специально конструируются со ступенями активного или реактивного типа. Поэтому при резонансах большее (не исключено, что решающее) значение имеет не конструкция лопаток, а длина КНБК.***

2. При резонансных режимах работы КНБК параметры колебаний турбобура формируются как распределенные, а внешне проявляются, как сосредоточенные на нижней ступени турбобура и не зависят от длины турбобура.

3. Колебания КНБК с наибольшей амплитудой могут происходить при работе турбобура на середине его моментной характеристики.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сунцов В. В., Быков И. Ю., Заикин С. Ф. Методика расчета траектории долота в случае образования стоячих волн в КНБК // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2019. – №9. – С. 29 – 34.
2. Новиков А. С., Сериков Д. Ю., Гаффанов Р. Ф. Бурение нефтяных и газовых скважин. М.: Нефть и газ, 2017. 307 с.
3. Сериков Д. Ю., Мурадов А. В., Борейко Д. А., Лауденшлегер Л. О. Исследование влияния геометрии поперечного сечения гидромониторных насадок на их работоспособность // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И. М. Губкина. 2023. – № 1 (310). – С. 153–161.
4. Сунцов В. В., Быков И. Ю., Заикин С. Ф. Исследование динамики КНБК в процессе бурения скважины // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – №2. – С. 10 – 15.
5. Шигин А. О., Борейко Д. А., Сериков Д. Ю. К вопросу о повышении эффективности разрушения горных пород шарошечными долотами // Территория Нефтегаз. – 2022. – № 3–4. – С. 24–31.
6. Богомолов Р. М., Сериков Д. Ю., Борейко Д. А. Анализ конструктивных особенностей двухшарошечных буровых долот // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2020. – № 5 (119). – С. 5–9.
7. Сериков Д. Ю., Борейко Д. А. Исследование кинематики исполнительных органов бурового инструмента со смещенными осями вращения шарошек // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 6 (366). – С. 16–21.
8. Сунцов В. В., Быков И. Ю., Заикин С. Ф. Сравнение динамического поведения КНБК при бурении ротором и турбиной // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2021. – №10. – С. 5 – 10.
9. Ясашин В. А., Макаров Н. Г., Назаров А. М., Сериков Д. Ю., Сидненко Н. А., Тесля Н. Е. Долото для реактивно-турбинного бурения. Пат. РФ на изобр. №2090733, от 29.12.1994.
10. Любимов Г. Л., Любимов Б. Г. Теория и расчет осевых многоступенчатых турбин турбобуров. Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, Ленинградское отделение, Ленинград, 1963.
11. Ищук А. Г., Сериков Д. Ю. Шарошечный буровой инструмент. – М.: «МДМпринт», 2021. – 303 с.
12. Заикин С. Ф., Быков И. Ю. Взаимосвязь резонансных продольных и крутильных колебаний КНБК, приводящих к формированию волнообразного забоя // Сборник научных трудов : материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Проблемы геологии, разработки и эксплуатации месторождений, транспорта и переработки трудноизвлекаемых запасов тяжелых нефтей – 2022» (17–18 ноября 2022г.). – Ухта: УГТУ, 2022.

ПК ФЛАНЕЦ

ФЛАНЕЦ
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

Мы изготавливаем различные детали трубопроводов: фланцы, заглушки, детали крепежа, закладные детали.

Предлагаем полный цикл производства и поставки:

√ Разработка проектной документации и чертежей
√ Подбор материалов
√ Высокотехнологичное изготовление
√ Специальная упаковка
√ Быстрая и надежная доставка

Более 20 лет на рынке

+7 (495) 645-77-08

Своевременные поставки продукции, отвечающей самым высоким стандартам качества, надежное партнерство и безупречная репутация – это наш стиль работы.

г. Коломна, Песковское шоссе, д. 47
(55.143559, 38.729821)
mail@flanets.com

УГТУ – форпост нефтегазового образования
на европейском севере России

Р. В. АГИНЕЙ *– д.т.н., профессор, ректор ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»*

Д. А. БОРЕЙКО *– к.т.н., доцент, советник ректора по науке ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»*

В 2020 году Президент Российской Федерации Владимир Владимирович Путин издал важнейший Указ №645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». В соответствии с этим Указом важнейшее значение придается развитию минерально-сырьевой базы Арктической зоны РФ (АЗРФ), которая является стратегическим резервом развития в Российской Федерации. Арктическая зона обеспечивает добычу более 80% горючего природного газа и 17% нефти (включая газовый конденсат) в России.

Очевидно, что без должного научно-технологического развития, проведения фундаментальных и прикладных исследований, создания и внедрения инновационных разработок, направленных на реализацию приоритетов, обозначенных в Указе Президента, невозможно его полноценное исполнение. Но любое развитие связано с подготовкой высококвалифицированных кадров. Об этом свидетельствует и Указ Президента Российской Федерации от 25.04.2022 №231 «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий», целью которого является привлечение талантливой молодежи в сферу исследований и разработок, а также содействие вовлечению исследователей и разработчиков в решение важнейших задач развития общества и страны.

В связи с этим, опорами научно-технического и технологического развития АЗРФ, несомненно, являются региональные высшие учебные заведения, деятельность которых ведется в непосредственной близости к Арктике и, что немаловажно, в органичной взаимной увязке с реальным производством.

Самый северный

В России есть несколько вузов, которые готовят инженерно-технические кадры для нефтегазовой отрасли. Самый северный из них – Ухтинский государственный технический университет. Коллектив УГТУ так и позиционирует свой вуз, называя его северным форпостом российского нефтегазового образования.

Таким форпостом университет является уже 65 лет: отсчет своей истории он ведет с апреля 1958 года, когда в городе Ухте был открыт учебно-консультационный пункт (УКП) Московского института нефтехимической и газовой промышленности имени И. М. Губкина. Через девять лет УКП превратился в полноценный вуз: 22 марта 1967 года на его базе был образован Ухтинский индустриальный институт. В апреле 1999 года институт получил статус университета. А в 2011-2012 годах в структуру УГТУ вошли Ухтинский горно-нефтяной колледж, Ухтинский промышленно-экономический лесной колледж, Ухтинский индустриальный техникум, преобразовавшие университет в университетский комплекс.

Сегодня УГТУ – это один из крупнейших многопрофильных технических вузов на европейском севере страны. Он является опорным вузом ПАО «Газпром» и ПАО «Транснефть», входит в президиум Консорциума университетов «Недра» (общественно-профессионального сообщества вузов,

Рис. 1. Фасад главного корпуса УГТУ

выпускающих специалистов для минерально-сырьевого комплекса), в состав Национального арктического научно-образовательного консорциума. Вместе со своими филиалами в городах Воркуте и Усинске УГТУ образует научно-образовательный комплекс, который готовит инженерные кадры для самых северных территорий страны и во многом обеспечивает научно-техническую базу для освоения этих территорий.

Ухтинский вуз во многом уникален. Во-первых, он действует в так называемом «среднем» городе: население Ухты составляет около 80 тысяч человек. Полноценный самостоятельный государственный университет с филиалами в других населенных пунктах – для таких городов скорее исключение, чем норма. Во-вторых, Ухта – это родина первой российской нефти. Здесь, на реке Ухте, в 1746 году рудознатец Федор Прядунов создал первый в истории России нефтяной промысел. Этот факт удостоверен Российским государственным архивом древних актов. В-третьих, несмотря на свою миниатюрность, Ухта является индустриальной столицей крупного промышленного региона России. Республика Коми располагает богатейшими водными и лесными ресурсами, значительными запасами полезных ископаемых: нефти, природного газа, каменного угля, бокситов. Здесь, соответственно, действует множество предприятий и организаций, занимающихся разведкой и освоением месторождений, добычей, транспортировкой и переработкой ископаемых.

Как раз для обеспечения этих предприятий квалифицированными кадрами и создавался ухтинский технический вуз. Все 65 лет своей истории УГТУ решает эту задачу.

Близкий к производству

Несомненные преимущества ухтинского вуза – непосредственная близость к производственной базе и эффективная система стратегического партнерства. Университетом заключены соглашения о сотрудничестве более чем со ста пятьюдесятью отраслевыми партнерами, реализуются специальные программы взаимодействия и развития.

Рис. 2. Традиционное шествие выпускников УГТУ по улицам г. Ухты

>>>

Студенты УГТУ имеют возможность проходить практику в условиях конкретного производства, писать дипломные работы по заявкам предприятий, участвовать в научно-практических конференциях и конкурсах, организуемых работодателями, заявлять о себе как о потенциальных работниках той или иной компании еще на стадии обучения в вузе. На предприятиях перспективных студентов знают в лицо, их поддерживают именными стипендиями, включают в кадровый резерв. Корпус выпускников УГТУ составляет значительную часть кадров высшей квалификации дочерних предприятий компаний ПАО «Газпром», ПАО «Транснефть», ПАО «Роснефть», ПАО «ЛУКОЙЛ» и других.

Сфера стратегического партнерства университета и производственных компаний распространяется также на науку, социальные проекты, трудовое воспитание студентов, развитие материально-технической базы университета. При поддержке производственных партнеров в УГТУ оснащены более ста именных аудиторий и лабораторий, реконструированы спорткомплекс, конгресс-холл, библиотека, открыты великолепный геологический музей и уникальный учебно-практический нефтегазовый полигон, построен бизнес-инкубатор, действует множество других инфраструктурных объектов.

Рис. 3. Географическое расположение УГТУ

Инновационный

УГТУ позиционирует себя как важный центр инновационного, технологического и социального развития Республики Коми. Университет реализует целый ряд комплексных научно-технических проектов, направленных на решение актуальных задач нефтегазовой отрасли.

Одними из флагманских научно-технических направлений являются противокоррозионная защита, прочность и диагностика объектов транспорта и хранения нефти и газа. Для этого созданы соответсвующие специализированные научные лаборатории.

Также УГТУ совместно с РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина проводит исследования, направленные на повышение работоспособности различного бурового оборудования и на их основе осуществляет разработку новых и инновационных конструкций, позволяющих повысить эффективность процесса бурения и строительства скважин различного назначения. При проектировании используются современные системы автоматизированного проектирования и технологии аддитивного производства.

Совместно с ООО «ЗВЭК «ПРОГРЕСС» ухтинский университет занимается разработкой и исследованием технологии микродугового оксидирования, которое заключается в образовании на поверхности детали микродуговых разрядов, благодаря которым формируется высокопрочное износостойкое покрытие, состоящее, в основном, из корунда (Al_2O_3) и других окислов алюминия.

Также в рамках сотрудничества с этим заводом исследуется ультразвуковая обработка расплавов черных и цветных металлов с целью улучшения их свойств неоднократно описана в научно-технической литературе. Ультразвуковые колебания, вводимые в расплав, интенсифицируют процесс дегазации,

Рис. 4. Учебно-практический нефтегазовый полигон УГТУ

Рис. 5. Лабораторный стенд по исследованию напряженно-деформированного состояния трубопроводов

Рис. 6. Прототип компоновки низа буровой колонны, включающей в себя трехшарошечное долото и наддолотный калибратор-эжектор

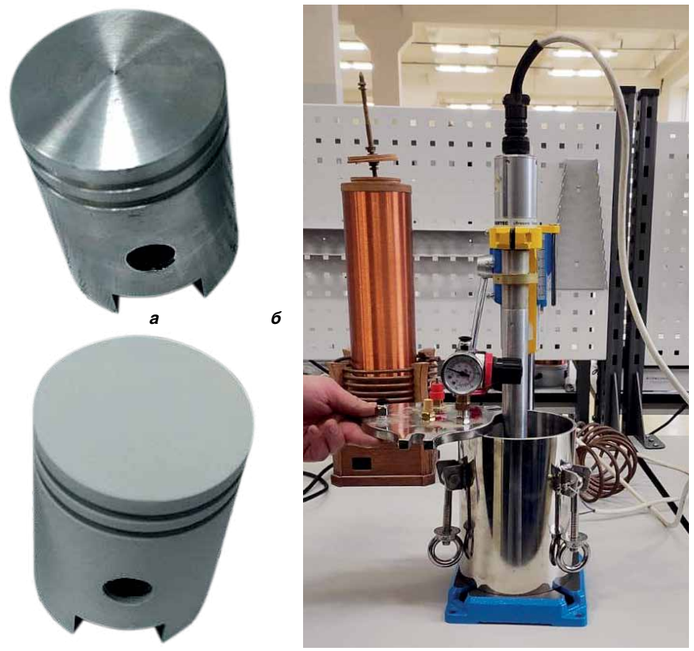


Рис. 7. Проекты, реализуемые УГТУ совместно с заводом «ПРОГРЕСС»
а – поршень двигателя после обработки;
б – установка ультразвуковой обработки при литье металлов

способствуют дополнительному перемешиванию, препятствуют возникновению дендритной ликвации и концентрации неметаллических включений на границах зерен, что положительно влияет на формирование однородной структуры металла в процессе кристаллизации, что позволяет повысить предел прочности при растяжении, предел текучести и относительное удлинение; увеличить пластичность металла; стабилизировать протекание процессов волочения, отжига, скрутки и уплотнения; повысить процент выхода годного продукта; сократить эксплуатационные затраты, связанные с повторным проведением отдельных технологических операций. Готовая продукция из заготовок, полученных с применением ультразвука, имеет однородную структуру по всей длине и обладает повышенной пластичностью.

Находясь на европейском севере России УГТУ имеет 2 филиала в АЗРФ (в г. Усинске и в г. Воркуте), что предопределяет собой и формирование научно-исследовательского и образовательного кластера в по изучению поведения мерзлоты в условиях изменения климата, изучению адаптации человека в условиях Арктики, испытанию техники в экстремальных условиях.

Кроме того, многие приоритетные научные проекты УГТУ связаны с разработкой Ярегского нефтяного месторождения и вопросы глубокой ее переработки. Работа над указанными проектами обусловлена близостью университета к Ярегскому месторождению тяжелой нефти, имеющей уникальные химические характеристики и свойства. Вопросам добычи и переработки ярегской нефти посвящены исследования и разработки ученых университета.

>>>

Развивая это направление научной деятельности, УГТУ стал организатором ежегодной всероссийской научно-технической конференции «Проблемы геологии, разработки и эксплуатации месторождений, транспорта и переработки трудноизвлекаемых запасов тяжелых нефтей». Участники конференции обсуждают актуальнейшие вопросы современной нефтедобычи: именно трудноизвлекаемые запасы составляют сегодня, по оценкам экспертов, до 67% разведанных запасов российской нефти. Традиционно эта конференция проходит в начале ноября каждого года и посвящена памяти первого Главы Республики Коми – Юрия Алексеевича Спиридонова, который уделял серьезное внимание безопасности производства. Одна из разработок УГТУ сегодня как раз посвящена вопросам моделирования процессов безопасности при эксплуатации ярегских нефтешахт.

Еще одна традиционная научная конференция УГТУ посвящена, преимущественно, вопросам развития газовой отрасли. Это международная конференция «Рассохинские чтения», получившая название в честь второго ректора Ухтинского индустриального института (так раньше назывался УГТУ), известного ученого, доктора технических наук, профессора Геннадия Васильевича Рассохина. В феврале 2023 года конференция состоялась в пятнадцатый раз. Ее тематическим центром стали вопросы импортозамещения в топливно-энергетическом комплексе России. По итогам «Рассохинских чтений – 2023» была принята резолюция, в разработке и продвижении которой приняли участие члены попечительского совета УГТУ – представители нефтегазовых компаний региона. Резолюция, в частности, предусматривает обращение к премьер-министру Российской Федерации М. В. Мишустину с предложением о создании в России национального реестра подлежащих импортозамещению технологий нефтегазодобывающей, нефтеперерабатывающей и нефтегазохимической промышленности. Еще одно предложение касается расширения возможностей использования битумов в сфере дорожного строительства. Кроме того, конференцией принято решение обратиться к целому ряду федеральных министерств и ведомств об инициировании государственной программы по созданию системы глубокой переработки высоковязких битуминозных нефтей. Цель программы – обеспечение внутреннего рынка страны высококачественными дорожными битумами, строительными материалами, нефтеновыми маслами, топливом.

Участники «Рассохинских чтений» поддержали идею создания на базе Сосногорского газоперерабатывающего завода силами ООО «Газпром переработка», УГТУ, филиала ООО «ВНИИГАЗ» в г. Ухте и ООО «Газпром трансгаз Ухта» научно-производственного кластера по разработке и внедрению водородных технологий. Это одно из перспективных направлений современной мировой и отечественной энергетики.

Социально ответственный

Не секрет, что при общей сложной демографической ситуации в современной России особенно проблемными являются северные регионы. В наибольшей степени отрицательные демографические процессы коснулись городов и поселков, расположенных в Арктической зоне Российской Федерации. При этом необходимость деятельного присутствия России на этих территориях очевидна, особенно в современных геополитических обстоятельствах.

Сегодня именно университеты (в структуру которых в результате реформ отечественного образования вошли также колледжи и техникумы) решают важнейшую социальную задачу закрепления молодежи на Севере России, обеспечивая сохранение человеческого потенциала и развитие экономики регионов. К числу таких университетов относится УГТУ. Он выполняет важнейшую социальную миссию, не позволяя стационарным промышленным северным городам Республики Коми «сползать» до уровня вахтовых поселений.

Университет не только дает молодым людям востребованную профессию, но и создает условия для развития разнообразных талантов обучающихся, для получения выпускниками вуза достойной работы, для успешного предпринимательства студентов и выпускников.

Несмотря на сложность геополитической обстановки, университет продолжает активно развивать международные связи. Сегодня в УГТУ проходят обучение более 300 иностранных студентов, приехавших в небольшой северный российский город из 19 государств ближнего и дальнего зарубежья. Возвращаясь домой, выпускники-иностранцы выступают амбассадорами университета и российского образования в целом. Но для многих Ухта становится по-настоящему родным городом, и они остаются в России навсегда, принимая наши ценности и традиции, культуру и образ жизни.

Перспективный

Свои перспективы Ухтинский университет связывает прежде всего с активным развитием системы среднего профессионального образования. Сейчас УГТУ готовится к конкурсу на участие в федеральном проекте «Профессионалитет». Эту инициативу полностью поддерживает попечительский совет вуза.

Еще один важнейший проект, к которому УГТУ целенаправленно движется последние годы, – это создание на базе университета военного учебного центра. План соответствующих мероприятий уже выполняется, решаются вопросы инфраструктурного и кадрового обеспечения. Центр планируется открыть в 2024 году, и тогда у студентов появится возможность получить в вузе не только гражданскую, но и военную специальность.

Процессы, которые происходят сегодня в отечественной и мировой экономике, стимулируют предприятия к пересмотру основных направлений деятельности. Для компаний ТЭК максимально актуальным становится завершающий этап технологической цепочки – этап переработки углеводородного сырья, а производству необходимы соответствующие кадры. Недавно УГТУ успешно завершил процедуру лицензирования направления подготовки бакалавриата «Химическая технология». Первый набор будущих химиков-технологов в УГТУ планируется уже в 2024 году, что позволит как можно быстрее решить проблему нехватки соответствующих специалистов на предприятиях Республики Коми.

Ухтинский государственный технический университет сегодня решает целый ряд насущных экономических, геополитических, социальных задач, стоящих перед Республикой Коми, Арктической зоной РФ и страной в целом.

ООО «ВРК-РУС»

Окрасочное оборудование канадской фирмы V R COATINGS PVT. LTD.

АППАРАТЫ ОКРАСОЧНЫЕ БЕЗВОЗДУШНОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Мощные универсальные аппараты безвоздушного распыления с пневматическим приводом для окраски деревянных и металлических объектов, в том числе деталей со сложной геометрией, и нанесения прочих видов покрытий в промышленности и мастерских.

МОДЕЛЬ НОСОРОГ 55.275 RS/F

RS – кислотостойкое (нерж.) исполнение
F – на тележке

Технические характеристики:

- усиление: 55:1
- макс. входное давление воздуха: 7,0 бар
- макс. производительность: 25,0 л/мин.
- макс. давление распыления: 390 бар
- подача при двойном ходе: 275,0 см^3
- макс. удаленность: 100 м

МОДЕЛЬ ТИГР 40.110 RS/F

RS – кислотостойкое (нерж.) исполнение
F – на тележке

Технические характеристики:

- усиление: 40:1
- макс. входное давление воздуха: 8,0 бар
- макс. производительность: 6,0 л/мин.
- макс. давление распыления: 320 бар
- подача при двойном ходе: 110,0 см^3
- макс. удаленность: 100 м

+7 (812) 612-20-97 www.wiwa-spb.ru vrc-rus@mail.ru

ООО «ЗБКиТ»: традиции и современность

Опираясь на производственные традиции прошлого и внедряя инновационные технологии будущего, специалисты ООО «Завод Блочных Конструкций и Технологий» проектируют и поставляют блочно-модульное оборудование и гидравлические системы для предприятий нефтегазовой, химической и энергетической промышленности. Комплексно решать поставленные задачи предприятию позволяет наличие в его структуре проектно-конструкторского бюро и собственной производственной площадки.

Когда нужно погорячее

ООО «Завод Блочных Конструкций и Технологий» проектирует и поставляет электропарогенераторы различных типов производительностью от 54 до 10 000 кг в час.

- **Электродные электропарогенераторы** мощностью 100, 200, 400 или 600 кВт предназначены для получения стандартного насыщенного технологического пара температурой до +180°С и давлением до 1,0 МПа. Принцип работы устройства заключается в непосредственном нагреве теплоносителя. На погруженные в воду электроды подается напряжение, ток проходит через рабочую среду и ускоряет движение молекул. Вода при этом нагревается, закипает и преобразуется в пар. Такой принцип работы обеспечивает моментальный нагрев всего объема теплоносителя. Оборудование может использоваться в разных отраслях, где нужен насыщенный водяной пар.

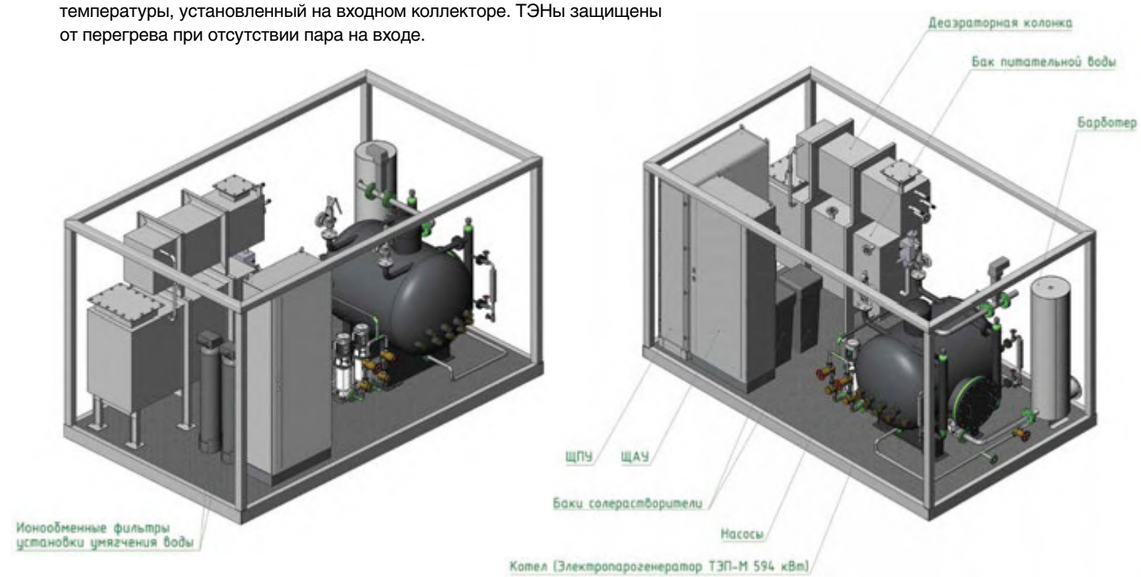
- **В тэновых электропарогенераторах** давлением до десяти атмосфер пар образуется в результате нагрева воды трубчатыми водонагревателями (ТЭНами). Нагревательный элемент выполнен из нержавеющей стали – это позволяет получать чистый пар без примесей, что принципиально для некоторых отраслей промышленности. Чтобы продлить сроки службы нагревателя без образования накипи, вода проходит процесс водоподготовки и умягчается. Устройство водоподготовки поставляется отдельно.
  Установки с ТЭНами используют там, где есть соприкосновение пара с продукцией – например, в пищевой промышленности, а также в некоторых регионах, где вода сама по себе мягкая и не содержит солей. Электропроводность воды в данном случае не имеет значения и на производительность не влияет.

- **Промышленные электрические пароперегреватели** мощностью 21–84 кВт и производительностью от 200 до 1600 кг в час предназначены для повышения температуры пара и усиления его «сухости» (при этом давление пара увеличивается незначительно). Перегрев пара требуется для нормального протекания различных технологических процессов, а также для транспортировки пара.

Пароперегреватель электрический промышленный обеспечивает досушивание насыщенного пара до сухости 100% (1,0) и его перегрев относительно температуры парообразования при данном давлении. Пароперегреватель промышленный обеспечивает подогрев проходящего через него пара за счет тепла, выделяемого ТЭНами, расположенными внутри корпуса. Контроль за температурой перегретого пара на выходе из пароперегревателя обеспечивает прибор контроля температуры и датчик температуры, установленные на выходном коллекторе. Контроль за температурой пара на входе в пароперегреватель обеспечивает датчик-реле температуры, установленный на входном коллекторе. ТЭНы защищены от перегрева при отсутствии пара на входе.

Самый ценный ресурс – доверие

Все преимущества сотрудничества с ООО «ЗБКиТ» уже по достоинству оценили такие крупные предприятия, как ООО «Газпром ПХГ», использовавшее продукцию завода при реконструкции газопромысловых сооружений Степновского УПХГ, ООО «Красноярскгазпром нефтегазпроект», заказавшее установку парогенераторную электрическую (ПГ) для выработки и подачи насыщенного водяного пара в систему пароснабжения и удаления льда ледостойкой стационарной платформы ЛСП «А», планируемой к размещению на газовом месторождении «Каменномысское море» в Обской губе, ООО «Газпром добыча шельф», проводившее реконструкцию берегового технологического комплекса Киринского ГКМ, а также ООО «Газпром бурение» и многие другие.



- **Парогенераторы индукционного типа** мощностью 60, 120 и 180 кВт используются для получения насыщенного технологического пара температурой до +160°С и давлением до 0,6 МПа. Вода нагревается и испаряется за счет нагрева самого корпуса котла, который является сердечником индукционной катушки. На корпус котла наматывается высокотемпературный провод, рассчитанный на температуру до +400°С. Ток проходит через витки провода, а в это время в стенках котла образуются вихревые токи, которые разогревают корпус и обмотки до +200…220°С. С помощью насоса питательная вода поступает в котел и превращается в пар с нужными характеристиками. КПД таких генераторов составляет 97–98%, а расходы электроэнергии ниже, чем у ТЭНовых аналогов.

ЗБКиТ
ЗАВОД БЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ

117149, Москва, ул. Болотниковская, д. 36, корп. 6, офис 205
тел. +7 (977) 810-28-80
e-mail: info@zbkit.ru
zbkit.ru

Россия

Уфа Республика Башкортостан

РОССИЙСКИЙ НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКИЙ ФОРУМ

31-я международная выставка

ГАЗ. НЕФТЬ. ТЕХНОЛОГИИ

21-24 мая 2024 года

ВДНХ ЭКСПО

www.gntexpo.ru

+7 (347) 246-41-77 gasoil@bvkexpo.ru

gazneftufa gntexpo2022

ОРГАНИЗАТОРЫ

ПРАВИТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЭНЕРГЕТИКИ И ИННОВАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

БВК БАШКИРСКАЯ ВЫСТАВОЧНАЯ КОМПАНИЯ

ТРАДИЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

МИНПРОМТОРГ РОССИИ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РФ

ТРАДИЦИОННОЕ СОДЕЙСТВИЕ

СОЮЗ НЕФТЕГАЗОПРОМЫШЛЕННИКОВ РОССИИ

СОЮЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

НПА

СПГ

ЭНЕРГОИННОВАЦИЯ

TAT OIL EXPO

Международная выставка «TatOilExpo-2024»

в рамках Татарстанского нефтегазохимического форума

26 - 28 АВГУСТА | 2024 КАЗАНЬ

По вопросам участия просим обращаться
в адрес организатора АНО «Казань Экспо»
по телефону: +7 (843) 222-03-22
e-mail: exponeft@kazanexpo.ru

РОССИЯ, МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

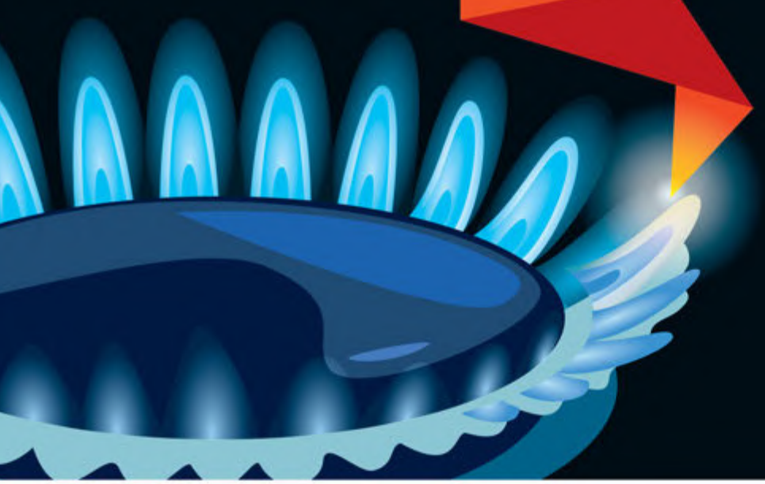
НЕФТЕГАЗ

23-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

«ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА»

15–18.04.2024

Подробности на сайте www.neftegaz-expo.ru



Реклама 12+

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ · МИНПРОМТОРГ РОССИИ · ТПП РФ · РСПП · Российское Газовое Общество · СОЮЗ НЕФТЕГАЗОПРОМЫШЛЕННИКОВ РОССИИ · 65 ЭКСПОЦЕНТР

Русь Турбо

КАЧЕСТВЕННЫЙ СЕРВИС ГАЗОВЫХ И ПАРОВЫХ ТУРБИН

комплексный ремонт, восстановление и техническое обслуживание основного и вспомогательного оборудования предприятий нефтяной и газовой промышленности, тепловых электростанций

Лучшее предприятие отрасли 2019 · Национальный знак высокое качество · 100

Больше информации об услугах ООО «Русь-Турбо»

info@russturbo.ru · 8 (800) 201-90-46 · www.russturbo.ru

GRAFFT COMPANY

- Изготовление и поставка экскаваторов-амфибий
- Понтонно-гусеничные шасси для вашего экскаватора
- Самосвалы и платформы амфибий, земснаряды, землесосы
- Вибропогружатели, самовсасывающие насосы высокого давления

GRAFFT.RU

105118, Москва, шоссе Энтузиастов, д. 34 | тел. +7 (495) 777-35-42, (499) 130-31-83 | e-mail: info@grafft.ru