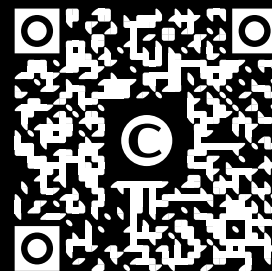


# СФЕРА



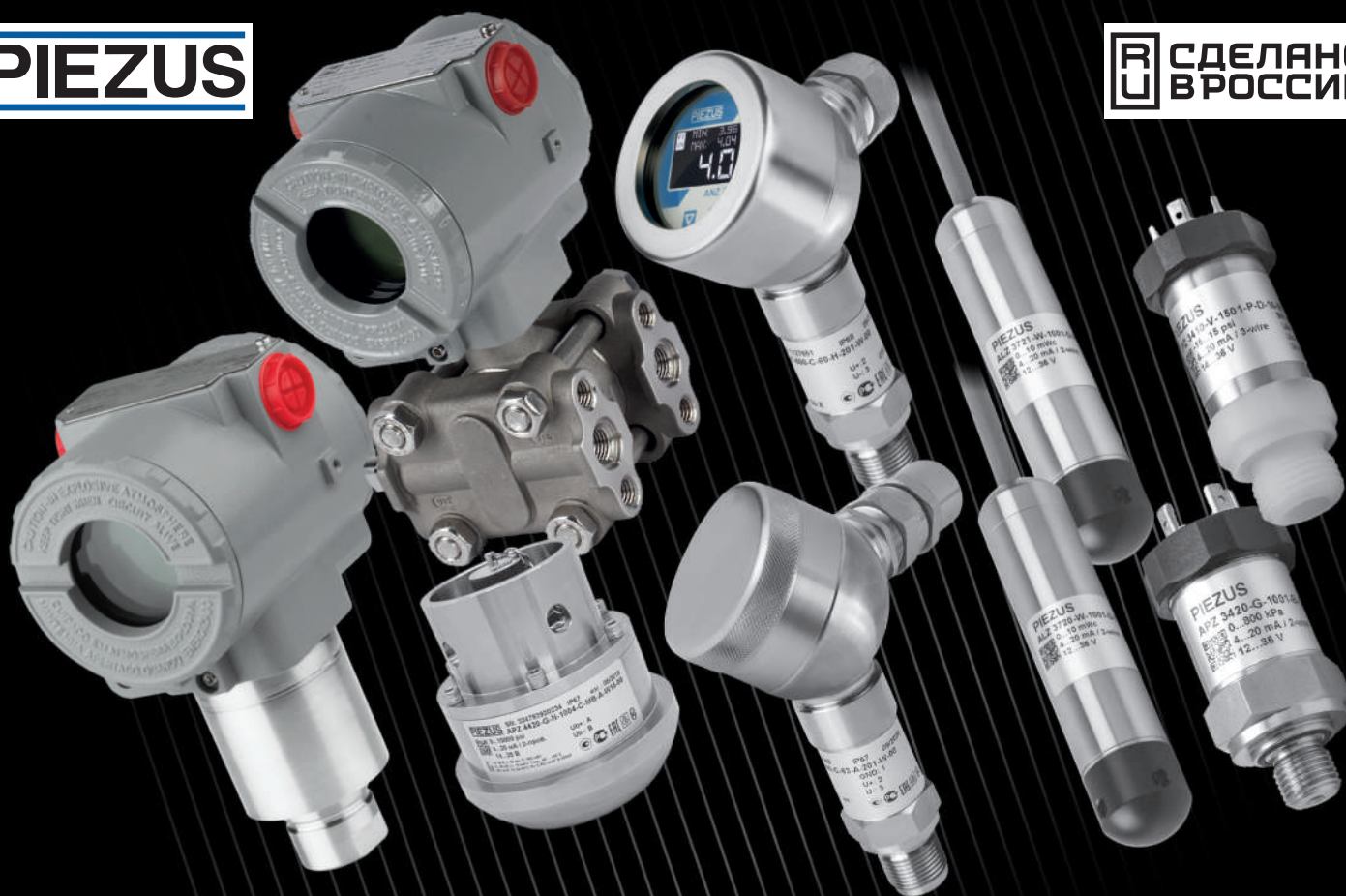
## НЕФТЬ И ГАЗ

интернет-портал и всероссийский  
информационно-технический журнал

2/2024 '95

### PIEZUS

СДЕЛАНО  
В РОССИИ



## РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ И УРОВНЯ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

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

+7 (495) 796-92-20

PIEZUS.RU





# СПЕЦНЕФТЕГАЗПРОЕКТ

АО Научно-исследовательский и проектный институт

ОПЫТ СПЕЦИАЛИСТОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ **БОЛЕЕ**

**20**  
**ЛЕТ**

## ОСНОВНЫЕ ЗАКАЗЧИКИ ИНСТИТУТА:

- ПАО «НК «РОСНЕФТЬ»
- ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь»
- ОАО «ТАИФ НК»
- ПАО «Татнефть»
- ООО «УК «Шешмаойл»
- ОАО «Саратовнефтегаз»
- ПАО «БелкамНефть»
- ОАО «Удмуртнефть»
- ООО «Иркутская нефтяная компания»



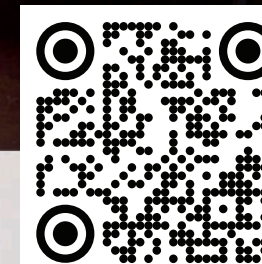
## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА


- проектирование комплексного обустройства нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений;
- проектирование установок подготовки нефти;
- проектирование установок очистки нефти и газа от меркаптанов и сероводорода;
- проектирование установок переработки нефти;
- проектирование установок получения битумов;
- проектирование систем сбора, транспорта и хранения нефти, нефтепродуктов и газа;

- проектирование установок производства химической и нефтехимической продукции;
- проектирование инженерных сетей и систем;
- проектирование объектов гражданского назначения;
- разработка специальных разделов проектной документации;
- сопровождение проектно-сметной документации в органах экспертизы;
- осуществление авторского надзора.

# СНГП

420111, Республика Татарстан  
г. Казань, ул. Большая Красная, д. 13а  
e-mail: main@niisngp.ru



 (843) 264-28-62

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



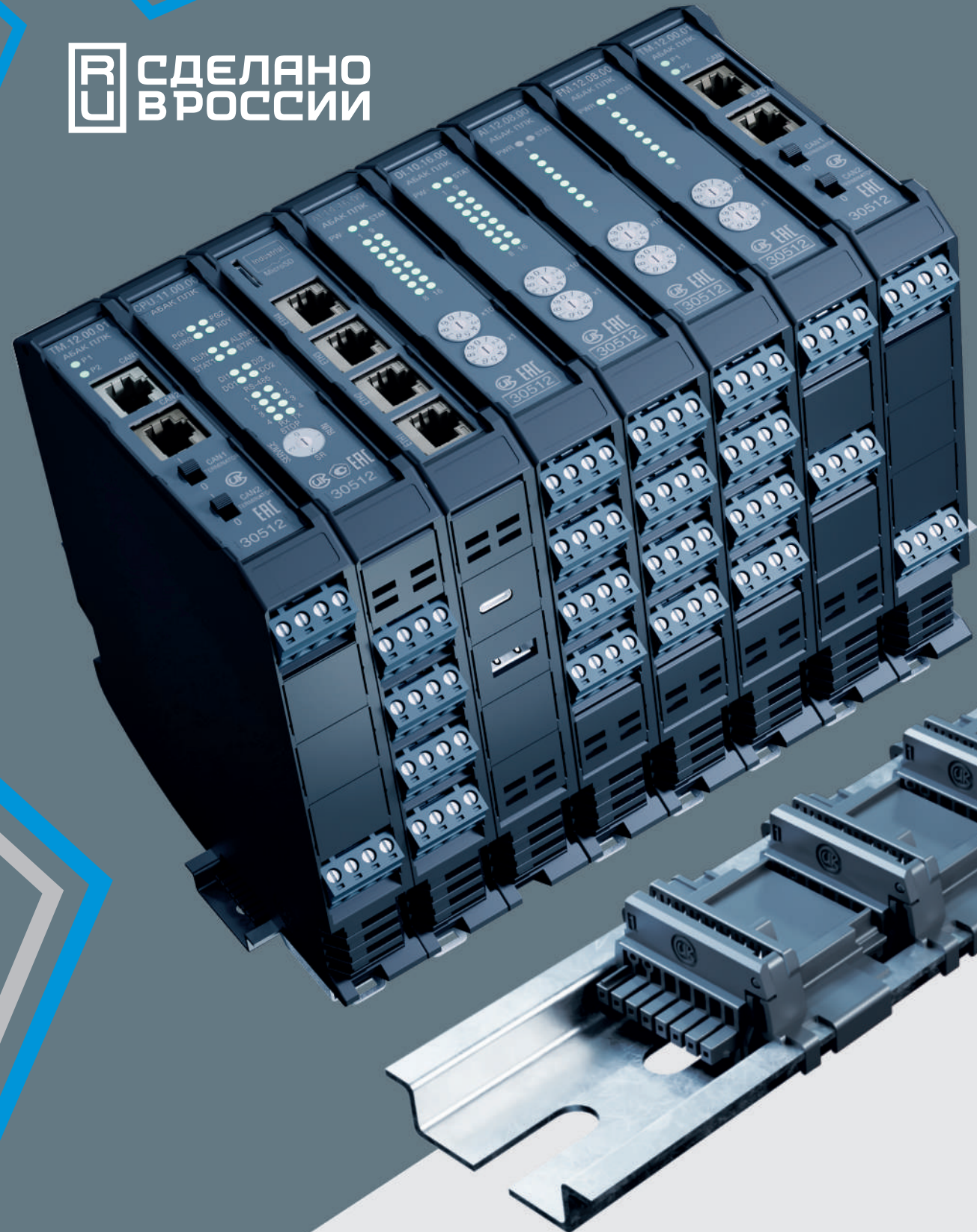
СДЕЛАНО  
В РОССИИ

# АБАК ПЛК™

## ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНТРОЛЛЕР

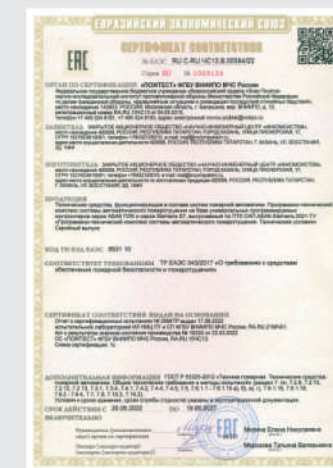


СТО Газпром 9001



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
- программирование **на пяти языках** стандарта МЭК 61131
- встроенная поддержка HART прозрачного протокола



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

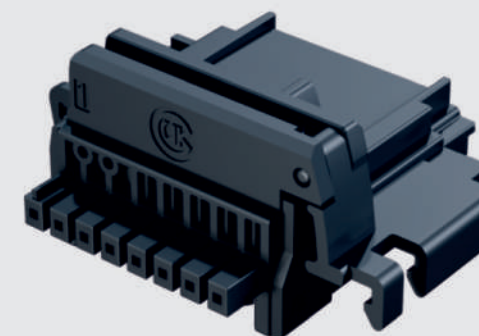


Свидетельство Российского Морского Регистра Судоходства ЕР 20.51511.130



Заключение по ПП №719 о подтверждении производства на территории РФ

ШИННЫЙ РАЗЪЁМ, АДАПТИРОВАННЫЙ ПОД КОРПУС АБАК ПЛК

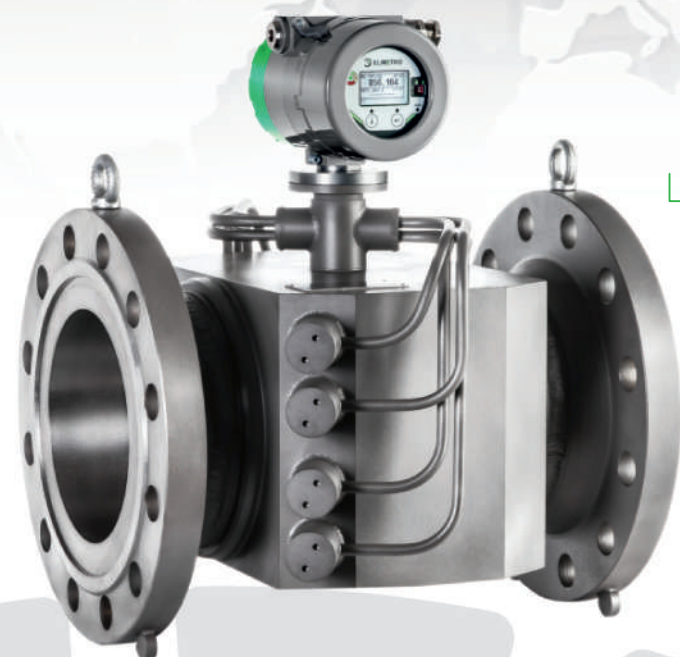


- разработан T-образный шинный разъём
- улучшены эксплуатационные характеристики
- снижена себестоимость, используется только российское сырьё
- отсутствует зависимость от импортных компонентов
- российское производство



Научно-инженерный центр «ИНКОМСИСТЕМ», Акционерное общество  
420095, г. Казань, ул. Восстания, 104и [www.incomsystem.ru](http://www.incomsystem.ru)  
техническая поддержка: [support.abak@incomsystem.ru](mailto:support.abak@incomsystem.ru) 8 800 234 5519  
по вопросам приобретения: [sales.abak@incomsystem.ru](mailto:sales.abak@incomsystem.ru) 8 917 930 9439





## ЭЛМЕТРО-Флоус

### Расходомеры-счетчики газа ультразвуковые

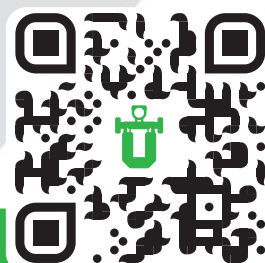
- » Измерение расхода чистых и грязных газов (с жидкими и твердыми включениями);
- » Встроенный вычислитель объемного расхода при стандартных условиях;
- » Расширенная самодиагностика;
- » Измерение реверсивных потоков газа;
- » Имитационная бездемонтажная периодическая поверка.



## ЭЛМЕТРО-Фломак

### Счетчики-расходомеры массовые

- » Прямое измерение массового расхода, плотности и температуры;
- » Работа на жидкостях с высоким содержанием нерастворенного газа;
- » Сероводородное исполнение;
- » Широкий ряд типоразмеров: от 2 до 200 мм;
- » Имитационная бездемонтажная периодическая поверка SmartCareSystem;
- » Замена импортных аналогов один в один.



## ЭЛМЕТРО-СПУ

### Стенды для поверки и калибровки уровнемеров



- » Стенды с имитацией (горизонтальные) и реальным изменением уровня жидкости (вертикальные);
- » Поверка и калибровка различных типов уровнемеров до 30 м;
- » Возможность безостановочной работы;
- » Внесены в Государственный реестр средств измерений.

## ЭЛМЕТРО-МПУ

### Уровеньмеры микроимпульсные



## ЭЛМЕТРО-РПУ

### Уровеньмеры радарные



- » Бесконтактное измерение уровня по технологии FMCW;
- » Подходит для агрессивных, вязких, абразивных сред;
- » Вычисление объема;
- » Широкий выбор антенн для различных применений;
- » Выходной сигнал 4-20 мА, HART 7, Modbus RTU (RS-485).



- » Непрерывное измерение уровня и границы раздела двух сред;
- » Подходит для жидких и сыпучих продуктов;
- » Коаксиальный, жесткий и гибкий зонды для погружения в среду;
- » Диапазон измерения уровня: от 0,1 до 30 м;
- » Основная абсолютная погрешность измерения: от ± 2 мм



**ДОЛГОВРЕМЕННАЯ  
ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ**



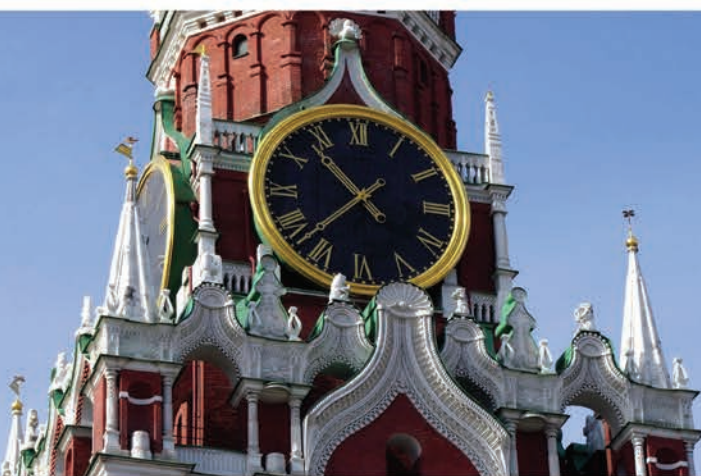
**МОРОЗОВСКИЙ  
ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД**  
ТОРГОВЫЙ ДОМ

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



■ **ПОКУПАЯ МАТЕРИАЛЫ  
МОРОЗОВСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА,  
ВЫ ПОЛУЧАЕТЕ** квалифицированное  
сервисное сопровождение и гарантийные  
обязательства на поставляемые ЛКМ  
и готовые покрытия.

■ **МАТЕРИАЛЫ  
МОРОЗОВСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА  
РЕШАЮТ ЗАДАЧУ** по защите от коррозии  
в промышленных газозвушных средах  
различной степени агрессивности.



**УСПЕХ  
В БОРЬБЕ С КОРРОЗИЕЙ**

**возможен только  
при комплексном подходе  
к решению задач  
по защите поверхностей**

**БОЛЕЕ  
50 лет**

- ☑ **ДОЛГОВЕЧНОСТЬ**
- ☑ **ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ**
- ☑ **НАДЕЖНОСТЬ**

**АРМОКОТ**

<b>Армокот® 01</b>	Грунт для металлических поверхностей в системах покрытий в средне-, сильноагрессивной газозвушной среде.
<b>Армокот® F100</b>	Металл в среднеагрессивных газозвушных средах.
<b>Армокот® C101</b>	Бетон, железобетон, кирпич в среднеагрессивных газозвушных средах.
<b>Армокот® V500</b>	Металл, бетон, находящийся в средах с повышенной влажностью и подвергающийся абразивному износу.
<b>Армокот® V500SV</b>	Защита поверхности металлических и бетонных свай.
<b>Армокот® A501</b>	Радиационностойкое покрытие.
<b>Армокот® Z650</b>	Металл в среднеагрессивных газозвушных средах, маслостойкое покрытие.
<b>Армокот® Z600</b>	Маслостойкое покрытие.
<b>Армокот® S70</b>	Кислотные, щелочные сильноагрессивные среды.
<b>Армокот® T700</b>	Кислотные сильноагрессивные среды, температура до 200°C.
<b>Армокот® ТЕРМО</b>	Температура до 700°C.

**АРМОФАЙЕР**

Состав огнезащитный полисилоксановый, модифицированный эпоксидными смолами: <b>Армофайер® NE71M</b>
Огнезащитные составы для конструктивной защиты: <b>Армоизол® + Армофайер® NE71M</b>
Состав огнезащитный, модифицированный эпоксидными смолами для углеводородного типа горения: <b>Армофайер ИН</b>
Состав огнезащитный полимерный для огнезащиты электрических кабелей: <b>Армофайер КБ</b>

**АРМОТАНК**

<b>Армотанк® 07</b>	Эпоксидная грунт-эмаль для защиты металла в сильноагрессивной промышленной и морской атмосфере.
<b>Армотанк® Цинк</b>	Цинкнаполненный грунт. Протекторная защита металла.
<b>Армотанк® КО6</b>	Эпоксидный грунт для цветных металлов.
<b>Армотанк® ОЙЛ</b> <b>Армотанк® ОЙЛ AS</b>	Эпоксидная система покрытий для внутренней поверхности резервуаров под нефть, темные и светлые нефтепродукты.
<b>Армотанк® N700</b>	Полиуретановая атмосферостойкая эмаль с повышенной химстойкостью для защиты металла в средне-, сильноагрессивной, морской атмосфере.
<b>Армотанк NL</b> <b>Армотанк NL AS</b>	Двухкомпонентная грунт-эмаль на основе эпоксидно-новолачных смол с высоким сухим остатком для защиты внутренней поверхности резервуаров под темные и светлые нефтепродукты.

**МОРОЗОВСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД** – наследник традиций завода им. Морозова, одного из старейших предприятий советского ВПК.

**Более 50 лет** назад специалистами завода им. Морозова было организовано производство органосиликатных композиций – уникальной разработки советских ученых.

**Созданный в 50-х годах композитный материал** объединил в себе свойства различных ЛКМ, был прост в применении и долговечен в эксплуатации.

Сегодня на смену органосиликатным композициям приходит новое поколение материалов – полисилоксановые покрытия Армокот®. Материалы обладают рядом свойств:

- долговечность более 20–25 лет;
- стойкость к ультрафиолету (покрытие не выгорает, сохраняет защитные и декоративные свойства на весь период эксплуатации);
- эксплуатация от -196 до 700°C;
- высокие электроизоляционные свойства;
- пожаробезопасность (класс пожарной опасности КМ1), покрытие трудногорючее не распространяет пламя;
- нанесение до -30°C.





14



28



36



58



60

# СОДЕРЖАНИЕ

- 14** Нефтегаз-2024: итоги международной выставки оборудования и технологий для нефтегазового комплекса
- 22** Россия на пути к участию в мировой литиевой гонке – что может пойти не так?
- 28** Этапы контроля качества в процессе производства литиевых источников тока
- 30** Гипсоцементные тампонажные смеси для ремонта скважин
- 32** Совершенствование конструкции вооружения лопастного долота с возможностью отбора керна
- 36** Компенсатор ЧЕГЛОК: как установить безопасно и без ошибок
- 40** Азотные компрессорные станции ТГА для повышения нефтеотдачи пласта и других нефтесервисных операций
- 42** Перспективная конструкция шарошечного расширителя для проходки наклонно-направленных скважин подземных переходов газонефтепроводов
- 48** Каротаж в процессе бурения: опыт и перспективы
- 54** Противокоррозионные решения есть
- 58** Анализ рынка российских производителей красок
- 60** Эффективные системы покрытий для защиты от коррозии объектов нефтегазовой сферы

СФЕРА. Нефть и Газ №2/2024 (95)

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

Заявленный тираж 8000 экз.  
Дата выхода 04.06.2024 г.  
Цена свободная.

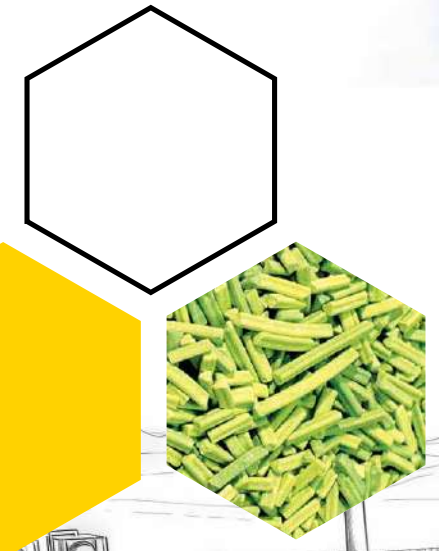
16+

Адрес редакции (Издателя):  
192012, Санкт-Петербург,  
пр. Обуховской Обороны, д. 271  
тел. 8 (800) 555-63-65  
info@sferaneftegiyaz.rf  
https://sferaneftegiyaz.rf  
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 25.01.2013 г. Издатель не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в статьях и рекламных объявлениях. Мнение издателя может не совпадать с мнением авторов публикаций. Полная или частичная перепечатка опубликованных материалов без письменного разрешения издателя запрещена.



# КАТАЛИЗАТОРЫ



Гидроочистка  
Гидрокрекинг  
Риформинг  
Изомеризация  
УПВ

Техническая  
поддержка  
эксплуатации  
  
Комплексное  
восстановление  
активности

**РН-ДРАГМЕТ**  
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
  
119049, Москва,  
ул. Шаболовка, д.10, к.2  
  
тел. (495) 710-72-65  
info@rndm.rosneft.ru



# СОДЕРЖАНИЕ

- 64** Воздействие модифицированных волоконистых наполнителей на химическую стойкость эпоксидных композитов к горюче-смазочным материалам
- 68** Решаем проблемы импортозамещения! Терминальные платы ЭНИ-780 от группы компаний «ИТЭК БМВ» и «Энергия-Источник»
- 70** КОРУС Консалтинг: методология управления запасами на базе 1С
- 72** Газоанализаторы от ООО «Промприбор-Р»: надежность в условиях Арктики
- 74** Ротаметр ЭМИС-МЕТА 215 и импортный аналог
- 78** Уникальные расходомеры Turbo Flow ГК «Турбулентность-ДОН» для обеспечения импортоопережения и технологической независимости
- 82** Метран запустил серийное производство соленоидных клапанов
- 84** Датчики температуры и давления «Вакууммаш» для промышленных систем автоматизации
- 90** Обеспечение правильного заземления приборов
- 94** Территория NDT 2024. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика
- 98** Российская энергетика на пороге будущего
- 102** Системный анализ и оптимизация расхода топливно-энергетических ресурсов на основных этапах разработки месторождений углеводородов

Генеральный директор и главный редактор:  
Андрей Назаров  
info@sferaneftegaz.ru

Выпускающий редактор:  
Евгений Шолохов  
rg@sferaneftegaz.ru

Научный консультант:  
Дмитрий Сериков  
dr.serikov@rambler.ru

Спец. корреспондент:  
Владимир Медведев

Директор по маркетингу:  
Светлана Кривошеева  
sk@sferaneftegaz.ru

Руководитель отдела по работе с клиентами:  
Алексей Смирнов  
as@sferaneftegaz.ru

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

Офис-менеджер:  
Маргарита Смирнова

Дизайн и верстка:  
Наталья Ананьева

Корректурщик:  
Ольга Николаева

Отдел подписки:  
Елена Головина  
Выставочная деятельность:  
Кристина Глинкина  
Ирина Еганова



КРАСНОДАРСКИЙ  
КОМПРЕССОРНЫЙ  
ЗАВОД

Надежный поставщик компрессорного оборудования

Азотная станция  
серии ТГА 10/631



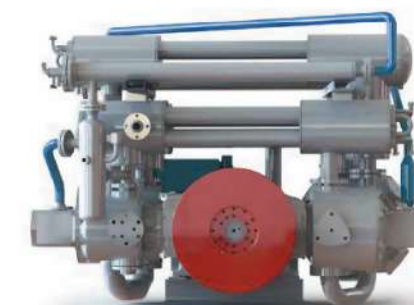
Серия ТГА  
Давление до 630 бар  
Азот 99 %

**РЕКОРДСМЕН по энергоэффективности**

- Выбатывает азот высокого давления из атмосферного воздуха
- Используется для повышения нефтеотдачи пласта, обеспечения нефтедобычи, очистки и испытания трубопроводов

КОМПРЕССОРНЫЕ  
СТАНЦИИ  
для ПНГ и других газов

КОМПРЕССОРЫ  
для сероводорода и других  
промышленных газов



**ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ  
для компримирования промышленных газов**

- Позволяют сделать утилизацию попутного нефтяного газа высокотехнологичным и экономически выгодным процессом
- Используются для компримирования сероводорода при добыче высокосернистой нефти

**СОХРАНЯЯ ТРАДИЦИИ, ВНЕДРЯЕМ ИННОВАЦИИ!**

Краснодарский край, станция Динская, ул. Железнодорожная, 265А  
Тел. +7 (861) 298-32-50, info@kkzav.ru

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





# ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩАЯ АРМАТУРА



## Виды исполнения



МАРКИ  
СТАЛИ

Ст20, 09Г2С,  
12Х18Н10Т, 20ЮЧ,  
13ХФА, 10Х17Н13М2Т  
и другие



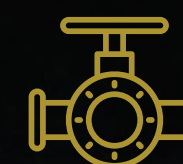
для  
ТЕМПЕРАТУРЫ  
РАБОЧЕЙ  
СРЕДЫ

от -200°С до +650°С



для  
ТЕМПЕРАТУРЫ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ

от -60°С до +70°С



ПРОПУСКНЫЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ

Линейная  
Равнопроцентная  
расширенный диапазон  
регулирования

## Ключевые определения надежности клапанов

### РАЗГРУЖЕННАЯ КОНСТРУКЦИЯ

Позволяет сбалансировать давление, действующее на плунжер (для этого применяется плунжер с отверстиями, уравнивающими давление среды на торцы плунжера с обеих сторон)

### БЫСТРОСЪЕМНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ДРОССЕЛЬНОГО УЗЛА

Максимально уменьшает время обслуживания клапана, которое можно производить вне заводских условий. Замена прокладок, уплотняющих элементов, элементов дроссельного узла не требует демонтажа клапана с трубопровода

### УВЕЛИЧЕННЫЙ РЕСУРС И БЕЗОТКАЗНОСТЬ

Разгруженная конструкция снижает требования к усилию привода для регулирования/отсекания среды. Поэтому уменьшается нагрузка на шток клапана и плунжер в нижней точке, а ресурс и безотказность клапана увеличиваются – ЭРС 6 2Х

### АНТИКАВИТАЦИОННАЯ И АНТИШУМОВАЯ КОНСТРУКЦИИ

Антикавитационная ЭРС 6 3Х и антишумовая ЭРС 6 4Х конструкции обеспечивают уменьшение уровня шума при работе, а также сводят к минимуму образование условий для кавитации, что уменьшает износ дроссельного узла и увеличивает ресурс клапана (путём снижения воздействия среды на дроссельный узел и полость клапана)

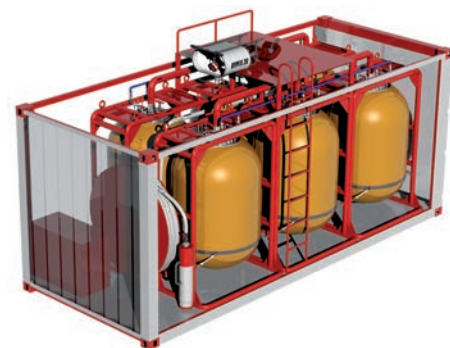
## Технические характеристики

Тип привода	Пневматический привод Электропривод Ручной привод (предусмотрена конструкция ручного дублирования)
Безопасное положение	Нормально открытый Нормально закрытый Сохранение положения при потере управляющего/питающего сигнала
Класс герметичности	IV – по ГОСТ 54808-2011 V, A – по ГОСТ 54808-2011
Тип присоединения к трубопроводу	Фланцевое Под приварку Муфтовое



**ООО НПО «СОПОТ» представляет полную модернизацию и рестайлинг установок пенотушения для получения гибридной пены на основе отечественных пенообразователей свободных от фтора.**

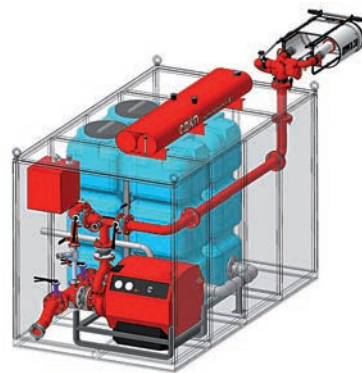
**Проектирование и поставка «под ключ» комплексов для защиты объектов ТЭК**



Автономный пожарный модуль контейнерного типа твердопенного тушения АПМ-12000 ТПТ



Гусеничный транспортер ПТС-2 твердопенного пожаротушения



Автономный пожарный модуль твердопенного пожаротушения

**Технология тушения крупномасштабных пожаров горючих жидкостей, сжиженных природных и углеводородных газов (СПГ и СУГ) на основе отечественных пенообразователей свободных от фтора, а также быстротвердеющих пен на основе структурированных частиц кремнезема.**

Модернизированная технология реализована в установках комбинированного тушения пожаров УКТП Пурга, производительностью от 2 до 350 л/с с дальностью подачи пены повышенной кратности ( $K_p = 30-40$ ) от 20 до 120 м (параметры ближайших мировых аналогов 10-12 м).

Установки позволяют обеспечивать самую высокую в мире скорость пожаротушения ( $10-20 \text{ м}^2/\text{с}$ ) при использовании отечественных экологически чистых и относительно дешевых пенообразователей.

Отличительной особенностью (суть идеи) данных установок состоит в том, что конструкция разработана с возможностью одновременной подачи огнетушащих пен низкой кратности, обладающих хорошей охлаждающей способностью, и пен средней кратности, обладающих высокой изолирующей способностью.

Новые физико-химические процессы, реализуемые с помощью данных установок, позволяют тушить пожары на площадях  $1000 \text{ м}^2$  и более (в условиях, при которых штатные средства пожаротушения не справляются с поставленными задачами) за время от 1 до 5 мин.



Доклад Президенту России Владимиру Владимировичу ПУТИНУ



АПМКТ с УКТП Пурга-100 на жд-платформе



Подача пенных струй кратностью 30-40. Высота струи 40-45 м. Дальность струи 100 м



Испытание УПАТ с БТП



Роботизированный комплекс РКВХ Пурга-100



Роботизированный комплекс РКВХ Пурга-100 в действии



Устройство подачи пены для тушения СПГ УКТП Пурга 5x4 нл ДУ

**Разработаны новые системы пожаровзрывопредотвращения с помощью быстротвердеющих пен на основе структурированных частиц кремнезема. Данная технология позволяет обеспечить пожаротушение на аварийно химически опасных производствах, тушить пожары в лесах, сельскохозяйственных угодьях, на производствах взрывчатых веществ, материалов и боеприпасов, в том числе фосфорсодержащих.**

Использование технологии комбинированной подачи пен низкой и средней кратности позволяет применять данную технологию практически на всех объектах топливно-энергетического комплекса (ТЭК), при тушении ЛВЖ и ГЖ, твердых горючих материалов.

Уникальность технологии также доказана при тушении пожаров СПГ и СУГ, где, в отличие от рекомендованных ранее устройств и огнетушащих веществ, связанных с применением пленкообразующих, фторсодержащих пенообразователей (основной разработчик фирма ЗМ, США), проявилась более высокая эффективность предлагаемого ЗАО НПО «СОПОТ» метода и средств, использующих российские экологически чистые пенообразователи.

[sopot@sopot.ru](mailto:sopot@sopot.ru)

[WWW.SOPOT.RU](http://WWW.SOPOT.RU)

+7 (812) 464-61-41



# Нефтегаз-2024: итоги международной выставки оборудования и технологий для нефтегазового комплекса

15–18.04.2024

23-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

## НЕФТЕГАЗ

«ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ  
ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА»



www.neftegaz-expo.ru

23<sup>RD</sup> INTERNATIONAL EXHIBITION

## NEFTEGAZ

EQUIPMENT AND TECHNOLOGIES  
FOR THE OIL AND GAS INDUSTRY



С 15 по 18 апреля 2024 в ЦВК «Экспоцентр» успешно прошел один из самых крупных нефтегазовых смотров мира – 23-я международная выставка оборудования и технологий для нефтегазового комплекса – «Нефтегаз-2024».

Выставка проводилась вместе с Национальным нефтегазовым форумом с участием отечественных и зарубежных лидеров нефтяной и газовой отраслей, представителей экспертного сообщества. Рост выставки по площади, по количеству участников и по региональному присутствию позволил продемонстрировать новейшие технологические разработки, обсудить актуальные вопросы сегодняшнего дня и выработать меры по развитию отрасли.

### ЦИФРЫ И ФАКТЫ:

- 1020 компаний из 12 стран;
- 420 новых участников;
- 26439 уникальных посетителей из 52 стран мира и 77 регионов России;
- профессиональные посетители составили 99% посетительской аудитории;
- 70000 м<sup>2</sup> общая площадь экспозиции;
- свыше 50 мероприятий деловой программы, где выступило 343 спикера.

*Президент Торгово-промышленной палаты РФ Сергей Катырин:*  
**«Нефтегаз – это отрасль, которая является одной из основ российской экономики, интегратором как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Десятки тысяч компаний поставляют в отрасль свою продукцию. Нефтегазовая отрасль оказалась одной из первых, на которую и были нацелены санкции. Но, тем не менее, и сама отрасль, и те, кто в ней работает, и те, кто для нее производит, справляются с этими вызовами.»**

В церемонии официального открытия выставки «Нефтегаз-2024» приняли участие президент Торгово-промышленной палаты Российской Федерации **Сергей Катырин**, председатель комитета ТПП РФ по энергетической стратегии и развитию топливно-энергетического комплекса **Юрий Шафраник**, президент Союза нефтегазопромышленников России **Геннадий Шмаль**, президент Российского Союза химиков **Виктор Иванов**, врио генерального директора



АО «Экспоцентр» **Максим Фатеев**, Чрезвычайный и Полномочный Посол Федеративной Республики Бразилии в Российской Федерации г-н **Родриго Баэна Соарес**, Чрезвычайный и Полномочный Посол Боливарианской Республики Венесуэла в Российской Федерации г-н **Хесус Рафаэль Саласар Веласкес**.

*Президент Союза нефтегазопромышленников России Геннадий Шмаль:*  
**«Главный тренд сегодня – вопросы технологий. Не будем заниматься новыми технологиями, не будет объемов добычи. Я убежден, что тот интеллектуальный потенциал, который есть у наших нефтяников, у тех людей, которые сегодня возглавляют наши нефтяные и газовые компании, позволяет нам с уверенностью смотреть в будущее.»**

Почетные гости отметили повышенный интерес к выставке и мероприятиям деловой программы, которая была наполнена актуальной повесткой – от производственных вопросов до проблем импортозамещения и поддержки технологического суверенитета.

### Экспозиция

Новые технологии и оборудование для нефтегазовой отрасли представили 1020 компаний из 12 стран: Германии, Индии, Ирана, Казахстана, Китая, Лихтенштейна, Малайзии, Республики Беларусь, Республики Корея, России, Турции, Узбекистана.

Выставка занимала 6 павильонов (16 залов) и открытые площадки. Площадь экспозиции составила **22500 м<sup>2</sup> нетто и 70000 м<sup>2</sup> брутто**.

Заметно активизировали свое присутствие на выставке китайские экспоненты. Более 450 компаний представили национальную экспозицию Китая при поддержке Ассоциаций China General Machinery Industry Association Ltd. и China Petroleum & Petrochemical Equipment Industry Association.

Лучшую зарубежную продукцию продемонстрировали такие компании, как Chint Electric Co, Ltd., Jereh Group, Kerui Group, JV LLC MGBUS, JVS Flolow Control, Akkim, Aricell Co. Ltd., KSP Steel, Demag Delaval Services, Bimed, Unika Universal Kablo Sanayi Ve Ticaret A.S. и другие.

518 российских участников ознакомили со своими разработками и оборудованием: ПАО «Транснефть», ООО «Уралмаш НГО Холдинг», АО «ОМК», ООО «Тобол», ООО НПП «Буринтех», НПП «Элемер»,







ООО «Уфагидромаш», ПАО «ТМК», НПО «Ризур», НПФ «Пакер», АО «Коломенский завод», ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», ООО «Курский электроаппаратный завод» (ООО «КЭАЗ»), АО «НИПОМ», ООО «ОКБ Вектор», ОАО «Уральский трубный завод», ОАО «Ярославский электромашиностроительный завод» (ОАО «ЭЛДИН»), ООО «Киберсталь», НПП ООО «Куйбышев Телеком-Метрология», ОАО «Нефтеавтоматика», ООО «Релематика», НПП «Спецкабель», ООО «Промышленные измерения и автоматизация», ООО «ИРЗ ТЭК», ООО «АРТ-ЭЛЕКТРО», ФГУП «СПО «Аналитприбор», ООО ПО «Волгоградский завод резервуарных конструкций», ООО «Завод Орелкомпрессормаш», АО «Протон», ООО «Завод Агрегаттурбомаш», ООО «Краснодарский компрессорный завод», АО «Сарапульский электрогенераторный завод», ООО «Томсккабель», АО «Фирма «СОЮЗ-01», ООО «НПП «Макромер им. В. С. Лебедева» и др.

На выставке «Нефтегаз-2024» при содействии региональных Центров поддержки предпринимателей с коллективными стендами участвовали Краснодарский край, Пермский край, Новгородская, Омская, Орловская, Ульяновская, Челябинская области, Республика Карелия, Удмуртская Республика, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра.

Вниманию посетителей было предложено оборудование для буровых работ и строительства скважин, техника для охраны труда и промышленной безопасности, станки и инструменты для металлообработки, арматура, продукция для нефтехимии, взрывозащищенное оборудование, контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации, отечественное программное обеспечение и многое другое.

**Наша особая благодарность партнерам и спонсорам выставки «Нефтегаз-2024» за оказанную поддержку в ее организации и проведении.**

Руководство Экспоцентра вручило памятные дипломы инновационному партнеру выставки – АО «Систэм Электрик», специальному партнеру выставки – FUJIAN SNOWMAN CO. LTD, официальному партнеру выставки ООО «Чинт Электрик», спонсору регистрации – ООО «ФЛЮИД-ЛАЙН», партнерам деловой программы – ООО «НПО «АвалонЭлектроТех», АО «Атомик Софт», ООО «РЕГЛАБ», АО «ГК «Электрощит» – ТМ Самара, партнерам выставки – ООО «НТ ВЭЛВ», НПП ГЕРДА, ООО «Джерри-Нефтегазовое оборудование», ООО «ДФХК НЕФТЕМАШ РУС», ООО «Инконтрол», АО «Промышленная Группа «Метран», ООО «Рус-КР», ООО «Таграс-Холдинг», АО «ЧЭАЗ», ООО «ЧЭТА» (Чебоксарская Электротехника и Автоматика), ООО НПП «ЭКРА», АО «Энергомаш», ООО НПО «ЮМАС», АО «Ютэйр-Вертолетные услуги», FOCUSED PHOTONICS INC., ООО «РУС ШЕНЬКАЙ НЕФТЬ», тематическим партнерам выставки – ООО «Химпром», ООО «Группа Полипластик», АО «НТЗ «ТЭМ-ПО», ООО «ТД «Ункомтех», China Innovation Petroleum Union Exhibition Co., Ltd.

Отдельная благодарность информационным партнерам выставки: генеральным отраслевым партнерам – журналу «Газовая промышленность» и журналу «Территория «Нефтегаз», генеральному информационному партнеру – журналу Neftegaz.RU, **официальному медиа-партнеру – журналу «СФЕРА. Нефть и Газ»**, официальному информационному партнеру – журналу «Бурение и нефть», информационному партнеру – Российскому государственному университету нефти и газа им. И. М. Губкина.

На международной выставке «Нефтегаз-2024» дипломами «Экспоцентра» были награждены ПАО «Транснефть» и ООО «Уфагидромаш».

**За 4 дня работы выставку посетили 26 439 специалистов из 52 стран.**



# TMK UP Molot

## НАДЕЖНОСТЬ И СИЛА В КАЖДОМ УДАРЕ!

Безмуфтовое равнопроходное соединение для спуска с забивкой.

Поставляется с подъемным патрубком и добойником.



TMK-GROUP.RU





# TMK UP Magna

РАБОТАЕТ  
НА СКОРОСТЬ

Быстрособорное премиальное соединение для труб большого диаметра.

Высокая конусность соединения обеспечивает легкую и глубокую посадку ниппеля в муфту, а увеличенный шаг сокращает время полной сборки.



Узнай больше на:  
TMK-GROUP.RU



## Деловая программа

**Деловая программа выставки «Нефтегаз-2024» и Национального нефтегазового форума была нацелена на открытый диалог и поиск эффективных решений по реализации приоритетных задач нефтегазовой отрасли.**

Программу на площадке деловой программы NEFTEGAZ.Live открыла сессия «Ключевые решения импортозамещения технологий в нефтегазовой отрасли и ТЭК, новейшие отечественные разработки в робототехнике», организованная Экспоцентром при поддержке Национальной ассоциации участников рынка робототехники (НАУРР). Мероприятие провела Ольга Мудрова, исполнительный директор НАУРР.

Профессиональные дискуссии развернулись на конференции «Технологии в области компримирования и разделения газов», организованной Экспоцентром и Ассоциацией компрессорных заводов в зоне деловой программы NEFTEGAZ.Live.

Спикеры представили новинки в области компрессорного оборудования, компримирования и разделения газов, а также обсудили современное состояние нефтегазового сектора. Модератором выступил Михаил Крюков, заместитель председателя Правления Ассоциации компрессорных заводов.

Открыл конференцию представитель Департамента машиностроения для ТЭК Министерства промышленности и торговли РФ Тимур Гафаров. Он рассказал об отдельном отраслевом регламенте для топливно-энергетического комплекса, созданном по запросу нефтегазовых компаний, который планируется внедрить уже в этом году.

**АО «Экспоцентр» при поддержке Ассоциации экспортеров и импортеров провели сессию «Внешнеэкономическая деятельность промышленной отрасли. Новая реальность в цепи поставок. Обзоры дружественных рынков».**

Специалисты отрасли обсудили вопросы, связанные с логистикой продукции нефтегазового сектора, особенности таможенного оформления. Выступающие рассказали о новых транзитных коридорах нефтегазовой промышленности и роли России в новой логистической системе, возможностях российского бизнеса в Саудовской Аравии и Вьетнаме.

**О процедурах сертификации продукции для поставок на объекты компаний газовой отрасли шла речь на семинаре в зоне деловой программы NEFTEGAZ.Live, проведенном «Экспоцентром» и Ассоциацией производителей оборудования «Новые технологии газовой отрасли».**

Модератором семинара выступила Яна Войтешонок, заместитель исполнительного директора Ассоциации производителей оборудования «Новые технологии газовой отрасли». Познакомила слушателей с особенностями сертификации СДС «Интергазсерт». Она отметила, что система «Интергазсерт» создана в 2016 году ПАО «Газпром». Основная задача – оценка соответствия продукции корпоративным требованиям и подтверждение ее функциональных характеристик, что является одной из основных процедур допуска продукции в единый реестр МТР.

Об особенностях организации закупочной деятельности в ПАО «Газпром» рассказал Игорь Шабалов, начальник отдела ПАО «Газпром». В частности, гости семинара были ознакомлены с процедурой допуска: сертификацией и предквалификацией; общими правилами закупок, что важно понимать, прежде всего, новым поставщикам при прохождении процедуры и какие шаги надо предпринимать.

**В рамках деловой программы выставки «Нефтегаз-2024» состоялась сессия «Эффективные алюминиевые решения для нефтегазовой отрасли». Организаторы – АО «Экспоцентр» и Алюминиевая Ассоциация.**







Эксперты рассказали о преимуществах алюминиевых сплавов перед традиционными медными кабелями, практике применения алюминиевых сплавов в кабельной технике, представили возможности своих предприятий.

**На конференции «Современные технологические решения для нефтегазовой отрасли и исследований скважин. Развитие мультидисциплинарных команд»**, организованной АО «Экспоцентр», и Московским институтом нефтегазового бизнеса на площадке деловой программы NEFTEGAZ.Live, обсудили современные методы исследования скважин и пластов для повышения эффективности разработки нефтегазовых месторождений.

Ряд мероприятий провели партнеры выставки ООО «Химпром», НПО «АвалонЭлектроТех», АО «ГК «Электрощит» – ТМ Самара», АО «АТОМИК СОФТ», посвященные инновационным решениям в области буровых растворов, системам электропитания, резервирования и защиты в шкафах АСУ ТП, комплексным предложениям для промышленных предприятий, автоматизации нефтегазового предприятия, рынку тампонажных материалов.

**Важным событием стал Национальный нефтегазовый форум**, в работе которого приняли

участие первый заместитель министра энергетики РФ Павел Сорокин, заместитель министра промышленности и торговли РФ Михаил Иванов, вице-президент ТПП РФ Дмитрий Курочкин, председатель Комитета ТПП РФ по энергетической стратегии и развитию ТЭК, председатель Совета Союза нефтегазопромышленников России Юрий Шафраник, заместитель председателя Комитета ТПП РФ по энергетической стратегии и развитию ТЭК, президент Союза нефтегазопромышленников России (член ТПП РФ) Геннадий Шмаль, член Комитета ТПП РФ по энергетической стратегии и развитию ТЭК, директор Межотраслевого экспертно-аналитического центра Союза нефтегазопромышленников России Анатолий Замрий и другие почетные гости и ведущие эксперты.

**На стратегической сессии «Российский ТЭК – функционирование в условиях внешних ограничений. 10 лет спустя»** Юрий Шафраник обратил внимание участников на направления развития глобального газового рынка, отметив важность скорейшего внедрения собственных технологий для роста производства российского сжиженного природного газа.

На заседании круглого стола **«Расширение производственной кооперации – как стратегический приоритет достижения технологического суверенитета странами ЕАЭС»**, Дмитрий Курочкин отметил, что развитие кооперационных связей в промышленности в рамках ЕАЭС является важной составляющей экономического сотрудничества внутри Союза и ТПП России стала инициатором продвижения данного направления в рамках реализации промышленной политики.

**Геннадий Шмаль** выступил модератором круглого стола **«Управление запасами и рациональное недропользование»**. По его мнению, для наращивания нефтяных запасов в приоритетном порядке необходимо увеличивать объемы разведочного бурения, быстрее внедрять в производство передовые технологии в сейсморазведке.

Павел Сорокин представил сбалансированную фискальную систему, которая позволяет как развивать новые месторождения, так и поддерживать действующие. О приоритетных задачах Минпромторга России в части импортозамещения подробно рассказал Михаил Иванов.

В рамках Инновационного саммита 2024, проходящего на площадке ЦВК «Экспоцентр», состоялась совместная сессия Национального нефтегазового форума и компании «Систэм Электрик».

**Панельная дискуссия на тему «Технологическое обеспечение отечественной нефтегазовой отрасли»** объединила ключевых экспертов и лидеров индустрии для обсуждения актуальных вопросов развития и модернизации российского ТЭК.



В рамках деловой программы выставки «Нефтегаз-2024» в зоне деловой программы NEFTEGAZ.Live прошел **круглый стол «Сжиженный природный газ. Особенности реализации проектов, инновационные решения в ТЭК»**. Его организаторами выступили «Экспоцентр» и Национальная ассоциация сжиженного природного газа. Модератором мероприятия выступил президент, председатель Правления Национальной ассоциации СПГ Павел Сарафанников.

О мерах поддержки отрасли сжиженного природного газа со стороны государства, а также о новом подходе к импортозамещению нефтегазового оборудования рассказал Хаджимурат Саадулаев, начальник отдела развития нефтегазового оборудования Департамента машиностроения для топливно-энергетического комплекса Минпромторга России.

АО «Экспоцентр» совместно с ассоциацией «Российский национальный комитет Мирового нефтяного совета» на площадке NEFTEGAZ.Live организовали научно-практическую конференцию **«Инновационная поддержка лидерства: возможности и перспективы»**.

Ее провел Валерий Бессель, Член Экспертного совета Комитета по энергетике Государственной Думы Федерального Собрания РФ VII и VIII созывов.

Конференция проходила в трех секциях. В рамках первой, посвященной отраслевым трендам, Валерий Язев, первый заместитель председателя Комитета Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации по природным ресурсам, природопользованию и экологии. Он отметил, что тема конференции сверх актуальна. Фундаментальной проблемой не только в нефтегазовой отрасли, но и в нефтедобывающей отрасли является повышение ее эффективности на всех этапах от геологоразведки до глубокой переработки. Конечный нефтегазовый продукт, по мнению спикера, формирует сервисная компания: стоимость технологий и оказание услуг по геологоразведке, добыче, ремонту скважин, а далее по переработке и логистике. Все эти этапы формируют стоимость продукта.

Олег Жданев, руководитель Центра компетенций технологического развития в ТЭК, ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, рассказал о состоянии нефтегазового комплекса, о том, что его благополучие базируется на достижении технологического суверенитета смежных отраслей.





Вторая секция была посвящена цифровизации и автоматизации, третья – инновациям. Спикеры затронули тему импортозамещения и импортонезависимости в сфере контрольно-измерительных приборов и автоматики, производства альтернативных видов топлива, утилизации отходов вахтовых поселков и месторождений, а также пользы раздельного сбора мусора.

В рамках выставки в зоне делового общения NEFTEGAZ.Live прошли: конференция «Безопасная работа в нефтегазовой отрасли. Актуальные вопросы в области технического регулирования, промышленной и экологической безопасности нефтегазового комплекса», панельная сессия «Развитие цифровой трансформации в нефтегазовой отрасли и роль молодежи».

В завершающий день работы на платформе NEFTEGAZ.Live выставки состоялась конференция «Технологическое развитие в арматуростроении. Путь к суверенитету и импортонезависимости. Кадровое обеспечение потребностей отрасли», организованная «Экспоцентром» совместно с Научно-промышленной ассоциацией арматуростроителей. Модератором мероприятия выступил Иван Тер-Матеосянц, исполнительный директор Научно-промышленной ассоциации арматуростроителей.

Специалисты, занимающиеся разработкой и производством арматуры, познакомили слушателей с инновациями в области арматуростроения, рассказали о том, как продвигается импортозамещение в данной отрасли.

Открывая конференцию, **Геннадий Шмаль**, президент Союза Нефтегазопромышленников России, отметил, что всем представителям отрасли предстоит провести серьезную работу, чтобы производимая арматура отвечала новым требованиям и запросам. Также он указал, что технологический суверенитет отечественного арматуростроения зависит от двух важнейших факторов: ресурсов и компетентных специалистов.

Внимание слушателей привлекли доклады спонсоров и участников выставки на темы: «Производство российской техники для нефтегазовой отрасли. Опыт работы завода «Алтайлесмаш», «Современные



тренды и импортозамещение как действующий инструмент в направлении источников бесперебойного питания для нефтегазовых компаний» (ООО «Системотехника»), «Генерация для нефтегазовых предприятий: как выбрать оптимальное решение» (ООО «Агрреко Евразия»), «Решения по переработке нефтешламов на базе наилучших доступных технологий в условиях санкционных ограничений» (ООО «Тобол»), «Решения в области аналитической химии для нефтегазовой промышленности» (Focused Photonics Inc. (FP1), «Эволюция мониторинга. От первых отечественных решений до корпоративных информационных систем» (ООО «Петровайзер»), «Тенденции в импортозамещении трубной арматуры для КИПиА. Опыт собственного производства на новых станках ЧПУ» (ООО «Флюид-Лайн»), «Новейшие отечественные разработки АСУЗ для нефтегазовой отрасли и ТЭК. AWADA ADVANCE – отечественная BMS-система» (ООО ТПК «Вартон»), «Расширение номенклатуры «Промышленная электроника» Ступинского электротехнического завода» (НПО «АвалонЭлектроТех»), «Восстановление и упрочнение бурового оборудования с применением лазерных технологий» (ООО «Реман-Сервис»), «Лазерная сварка обсадных труб на нефтяных скважинах» (НТО «ИРЭ-Полус»), «Покрываются Nilong для антикоррозионной защиты нефте- и газопроводов» (ТД «Хайлон-Рус»), «Возможности реагентов производства ООО «НПП «Макромер» им. В. С. Лебедева» для обеспечения импортозамещения в составах нефтепромысловых реагентов», «Модульные системы крепления нового поколения для нефтегазовых проектов» (АО «Хилти Дистрибьюшн ЛТД»), «Обеспечение промышленной безопасности на предприятиях ТЭК посредством эксплуатации газоаналитического оборудования» (ООО «Промприбор-Р»).

Проведение выставки и форума на единой площадке подчеркивает важность консолидации усилий государства, бизнеса и экспертов для решения стратегических задач нефтегазовой индустрии. Мероприятия стали эффективной платформой для обмена опытом, укрепления партнерства и выработки совместных инициатив по обеспечению технологического суверенитета российского ТЭК.

Экспоненты и гости высоко оценили результаты участия в выставке, о чем говорят отзывы участников.

**Ждем вас на 24-й международной выставке «Нефтегаз-2025», которая пройдет с 14 по 17 апреля 2025 года в ЦВК «Экспоцентр».**

[neftegaz-expo.ru](http://neftegaz-expo.ru)

**ВЫШЕ**

250%

200%

150%

100%

**ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА**

**С БИПРОНОМ БУДЕТ ВСЕГДА!**



# Россия на пути к участию в мировой литиевой гонке – что может пойти не так?

А. СМОЛЬНИКОВА – старший эксперт-аналитик АНО «ИПЕМ»

Мировой рынок литий-ионных аккумуляторных батарей (АКБ) в 2022 г. оценивается в 46,2 млрд долл., к 2032 г. он может вырасти до 189,4 млрд долл. Помимо собственно лития, для изготовления различных видов литий-ионных аккумуляторных ячеек требуются такие виды минерального сырья, как никель, кобальт, медь, алюминий, графит, марганец, титан, железо, фосфаты, ванадий. В данной статье речь пойдет именно о литии – не только потому, что он является ключевым элементом литий-ионных АКБ, но и в связи с тем, что литий – единственный из перечисленных выше видов сырья, не добываемых на территории Российской Федерации.

## Сырьевая база и добыча лития в мире

Мировое предложение лития характеризуется очень высокой степенью концентрации – почти половину глобального производства металла обеспечивает Австралия. По данным геологической службы США (USGS), в 2022 г. в стране была произведена 61 тыс. т лития, что соответствует 47% мирового производства (130 тыс. т). Далее следуют Чили и Китай с объемом производства 39 тыс. т и 19 тыс. т соответственно. В числе прочих производителей только Аргентина (6,2 тыс. т), Бразилия (2,2 тыс. т), Зимбабве (0,8 тыс. т), Португалия (0,6 тыс. т) и Канада (0,5 тыс. т). Как было сказано выше, в России добыча лития в настоящее время не ведется. Есть месторождения, на которых идет попутная добыча литийсодержащих руд, но извлечение лития из них не осуществляется.

Запасами лития, при этом, располагает существенно большее число стран, а пальма первенства здесь принадлежит Чили, в недрах которой заключено 9,3 млн т запасов (reserves) лития – более трети мировых (26 млн т по данным USGS). Запасы лития месторождений Австралии подсчитаны в количестве 6,2 млн т, Аргентины – 2,7 млн т, Китая – 2,0 млн т. Еще 5,6 млн т запасов лития сосредоточено в недрах США, Канады, Зимбабве, Бразилии, Португалии, а также Австрии, ДР Конго, Чехии, Финляндии, Германии, Гане, Мали, Мексике, Намибии, Сербии и Испании.

Кроме того, USGS учитывает выявленные ресурсы (identified resources) лития в количестве 98 млн т. Более половины из них заключено в недрах так называемого «литиевого треугольника» – Боливии (21 млн т), Аргентины (20 млн т) и Чили (11 млн т). К категории «выявленных ресурсов» USGS относит и российские запасы лития, подсчитанные в соответствии с классификацией ГКЗ в количестве 2 118,8 тыс. т  $\text{LiO}_2$  (985,3 тыс. т лития) по категориям А+В+С1 (в соответствии с данными Государственного доклада). В России также подсчитаны запасы лития категории С<sub>2</sub>, они составляют 1 373,2 тыс. т  $\text{LiO}_2$  (638,6 тыс. т лития); USGS не учитывает их в своих данных.

## Технологии извлечения лития

Существуют две основные технологии извлечения лития, применение которых определяет геолого-промышленный тип руд. Редкометалльные гранитные пегматиты, в которых литий присутствует в виде минерала сподумена ( $\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ ), обогащаются до сподуменного концентрата на обогатительных фабриках ГОКов. Далее сподуменный концентрат перерабатывается по сернокислотной технологии с получением карбоната лития технического сорта, который поступает на химические предприятия по выпуску конечной литиевой продукции: карбоната лития и гидроксида лития батарейных сортов, хлорида лития, металлического лития.

Добыча лития из рапы соляных озер (такие месторождения могут образовываться только в регионах с аридным климатом, в частности в Чили, Аргентине и Боливии) традиционно осуществляется с помощью прудов испарения по галургической схеме с получением карбоната лития технического сорта, хлорида лития. Такая схема в целом требует меньше затрат в виду отсутствия необходимости строительства ГОКов, но ее эффективность во многом зависит от исходного сырья. Например, в рассолах месторождений Боливии очень высокая концентрация магния, что существенно осложняет извлечение лития. Проблему может решить развитие технологии прямого извлечения лития (Direct Lithium Extraction, DLE), позволяющей получать конечную литиевую продукцию (карбонат лития и гидроксид лития батарейных сортов, хлорид лития) из рассолов без использования прудов-испарителей с помощью абсорбирующих смол и растворителей.

## Производство литиевых продуктов в России

В России, несмотря на отсутствие мощностей по добыче лития, есть несколько предприятий по производству литиевых продуктов: ООО «ТД «Халмек» (Тульская область), ПАО «Химико-металлургический завод» (ПАО «ХМЗ», г. Красноярск, управляющая организация – ООО «УК «Сибирские минералы»), ПАО «Новосибирский завод химических концентратов» (ПАО «НЗХК», Новосибирская область, входит в ГК «Росатом»), АО «Ангарский электролизный химический комбинат» (АО «АЭХК», Иркутская область, входит в ГК «Росатом»).



# МОБИЛЬНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

электроснабжение месторождений в любой точке России



Более  
**550**  
реализованных  
проектов

Производство  
**10**  
до  
ММПС в год

 **+7 (812) 245-07-60**  
 **specenergo.com**  
 **info@specenergo.com**





Эти предприятия полностью функционируют на импортном сырье, в основном – карбонате лития технических сортов, а также гидроксиде и хлориде лития.

В период с 2014 г. по 2021 г. наблюдался устойчивый рост поставок лития в Россию – импорт карбоната лития увеличился в 3,3 раза до 9 тыс. т LCE (эквивалент карбоната лития, lithium carbonate equivalent). Крупнейшими поставщиками являлись Чили и Аргентина, в 2021 г. в существенных объемах также осуществлялись закупки в США (рис. 1).

В апреле 2022 г. Чили и Аргентина прекратили экспорт лития в Россию на фоне опасения западных санкций в связи с началом СВО.

Согласно «зеркальным» данным (ФТС России прекратила публикацию данных о внешнеторговых операциях с апреля 2022 г.), в 2022 г. и 2023 г. экспорт лития в РФ осуществляли Китай, Боливия и США. Китай значительно нарастил поставки в 2022 г. (в 5,3 раза относительно 2021 г.), однако, по оценочным данным, объем закупок карбоната лития в 2022 г. составлял лишь треть от уровня 2021 г., а в 2023 г. он продолжал снижаться.

Прекращение поставок из Чили и Аргентины стало триггером, который активизировал деятельность по лицензированию российских месторождений лития. В результате начались работы сразу по нескольким проектам.

*Рассмотрим их подробнее.*

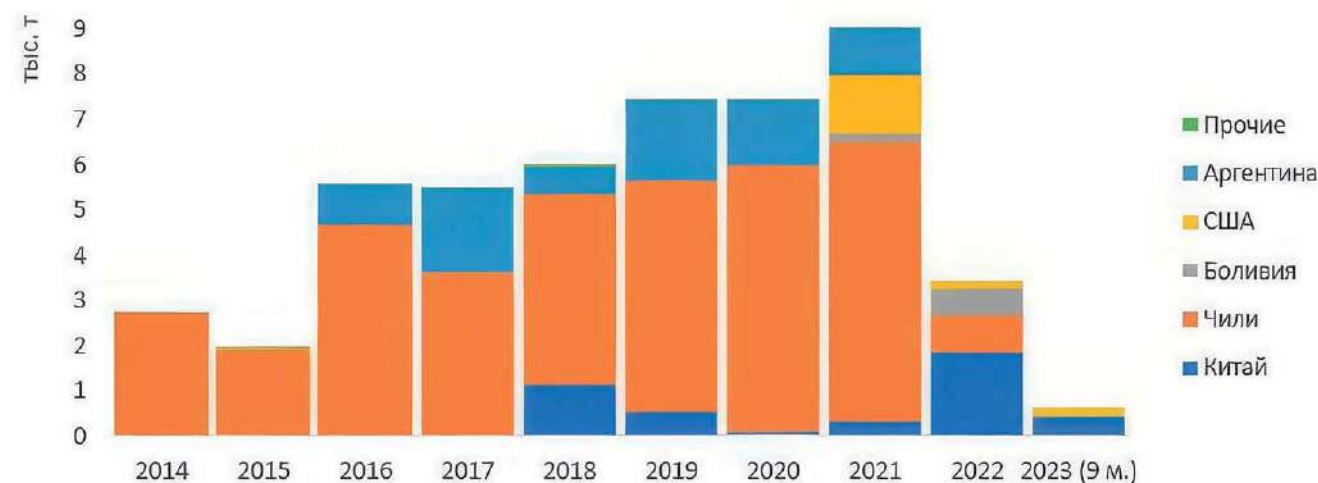


Рис. 1. Динамика импорта карбоната лития в Россию в 2014-2022 гг. и 9 мес. 2023 г., тыс. т LCE

## Проекты освоения месторождений лития в России

Колмозерское месторождение редкометалльных пегматитов со сподуменом, расположенное в Ловозерском районе Мурманской области, близ одноименного озера, было открыто в 1947 г. Это крупнейшее месторождение лития в России, в его рудах сосредоточена почти четверть (24,2%) запасов страны – 738,3 тыс. т Li<sub>2</sub>O категорий А+В+С1 и 105,9 тыс. т категории С<sub>2</sub>. Руды Колмозерского месторождения (как и остальных российских месторождений лития) комплексные, помимо лития они содержат тантал, ниобий, бериллий. Лицензию на разведку и разработку месторождения сроком на 20 лет в феврале 2023 г. получило ООО «Полярный литий» – совместное предприятие ПАО «ГМК «Норильский никель» и ГК «Росатом»; размер разового платежа составил 1,718 млрд руб. В настоящее время (по состоянию на декабрь 2023 г.) на объекте ведутся геологоразведочные работы, по результатам которых запасы месторождения могут быть приращены. Компания планирует строительство ГОКа, конечной продукцией которого станет карбонат лития и гидроксид лития технических сортов в объеме 45 тыс. т в год. Запуск ГОКа намечен на 2030 г., но первую очередь (10% от проектной мощности) планируется ввести в строй уже в 2026 г. Новый ГОК позволит обеспечить сырьем химические заводы, входящие в структуру ГК «Росатом» – ПАО «НЗХК» и АО «АЭХК», на которых будет производиться гидроксид лития батарейных сортов и металлический литий.

В Ловозерском районе расположено еще одно крупное месторождение редкометалльных пегматитов со сподуменом – Полмостундровское, открытое в 1952 г. Его запасы категорий А+В+С1 подсчитаны в количестве 165,6 тыс. т Li<sub>2</sub>O, категории С<sub>2</sub> – 186,1 тыс. т. Месторождение было лицензировано одновременно с Колмозерским в феврале 2023 г. и на такой же срок. Право на пользование недрами получила компания АО «Арктический литий», зарегистрированная в сентябре 2022 г. – совместное предприятие ООО «ТД «Халмек» и ПАО «ХМЗ»; итоговый платеж составил 671,973 млн руб. На месторождении будет построен дробильно-сортировочный комплекс, годовой мощностью 1 млн т руды и обогатительная фабрика, конечной продукцией которой станет сподуменовый концентрат, содержащий 6% лития. Концентрат будет направляться на заводы ООО «ТД «Халмек» и ПАО «ХМЗ», выпускающие литиевую продукцию (гидроксид лития технического, батарейного, высокочистого и других сортов, хлорид лития, металлический литий). Ожидается, что на базе руд Полмостундровского месторождения ежегодно будет производиться 18 тыс. т литиевых продуктов в эквиваленте карбоната лития. Изначально планировалось начать эксплуатацию месторождения в формате опытно-промышленной разработки (ОПР) уже в 2023 г., однако, согласно материалам компании, по состоянию на ноябрь 2023 г., на месторождении выполнен комплекс буровых работ, а подготовка проекта ОПР пока только стоит в планах.

Ввод в эксплуатацию Колмозерского и Полмостундровского месторождений потребует строительства объектов транспортной и энергетической инфраструктуры, точные сведения о финансировании которого в открытом доступе отсутствуют. В то же время, степень освоенности района, в котором расположены объекты, можно определить как благоприятную ввиду относительной близости к пос. Ловозеро (50 км до Полмостундровского месторождения и 86 км до Колмозерского), соединенному автомобильной дорогой с железной дорогой (около 75 км до ж/д станции Оленегорск).

Запасы лития Тастыгского месторождения редкометалльных пегматитов со сподуменом в Республике Тыва пока не числятся на Государственном балансе запасов полезных ископаемых РФ. Забалансовые запасы объекта составляют 596,3 тыс. т оксида лития. Лицензию на пользование недрами месторождения сроком на 20 лет в октябре 2023 г. получила компания ООО «Эльбрусметалл-Литий» (входит в структуру ГК «Ростех»), окончательный платеж составил 557,8 млн руб. Согласно данным правительства Республики Тыва, на базе месторождения планируется создание горно-обогатительного комплекса с производством оксида лития. Капитальные затраты оцениваются в 13,75 млрд руб. (по другим данным – в 17 млрд руб.), срок окупаемости – в 17,5 лет.

В 2022 г. в журнале «Горная промышленность» вышла статья, согласно которой, инвестиции в освоение Тастыгского месторождения будут окупаемыми при капиталовложениях до 4,2 млрд руб. Основная проблема заключается в удаленном расположении объекта – ближайший населенный пункт (с. Эрвин) находится в 120 км, г. Кызыл – в 425 км, ж/д станция (в г. Абакан) – в 900 км. Тере-Хольский район, на территории которого расположено месторождение, относится к одному из самых труднодоступных районов Тывы. Именно поэтому запасы месторождения по результатам проведения ГРП были отнесены к забалансовым.

Завитинское месторождение редкометалльных пегматитов со сподуменом в Забайкальском крае – единственное в России месторождение, ранее разрабатываемое на литий.

Добыча и обогащение руд осуществлялись в 1941–1997 гг., получаемый сподуменовый концентрат направлялся на Красноярский ХМЗ (ныне – ПАО «ХМЗ», с момента прекращения разработки месторождения предприятие работает на импортном сырье), выпускающий гидроксид лития и металлический литий. Остаточные запасы лития Завитинского месторождения составляют 153 тыс. т Li<sub>2</sub>O категорий А+В+С1 и 54,1 тыс. т категории С<sub>2</sub>. Кроме того, на объекте присутствуют отвалы забалансовой руды в количестве около 19 млн т при среднем содержании Li<sub>2</sub>O 0,3% (примерно 57 тыс. т оксида лития). Работы на месторождении ведет компания ООО «Забайкальский литий», принадлежащая ПАО «ХМЗ» в рамках лицензии на геологическое изучение недр. В первоочередных интересах компании – именно отвалы, на базе которых она планирует создание обогатительной фабрики мощностью 50–75 тыс. т сподуменового концентрата в год. Концентрат, соответственно, будет направляться на завод ПАО «ХМЗ» в г. Красноярске. Начать добычу и переработку руд компания сможет только после получения эксплуатационной лицензии. Согласно заявлениям Минприроды в СМИ, лицензировать Завитинское месторождение планировалось до конца 2023 г., однако, по состоянию на середину декабря, этого еще не произошло. По словам представителей компании, эксплуатационная лицензия не может быть получена из-за несовершенств российского горного законодательства.

Планы по освоению остальных отечественных месторождений лития, связанных с редкометалльными пегматитами со сподуменом, не определены, так как в основном они расположены в районах со слабо развитой инфраструктурой (впрочем, как показал опыт ГК «Ростех», это не всегда является препятствием к получению прав на пользование недрами), либо характеризуются труднообогатимыми рудами.

Перспективным источником лития в России являются высокоминерализованные пластовые воды (рапа), которые изливаются из скважин газовых, газоконденсатных и газонефтяных месторождений, а также откачиваются при разработке кимберлитовых алмазных месторождений (в частности, трубки Удачная в Республике Саха (Якутия)). Эти воды содержат литий, а также магний, кальций, бром и др. Главное препятствие на пути создания на базе таких объектов мощностей по извлечению лития – отсутствие эффективной промышленной технологии.

В случае ее разработки, главным претендентом на попутную добычу рассолов и извлечение из них лития станет Ковыктинское газоконденсатное месторождение в Иркутской области. В 2022 г. компания ПАО «Газпром» подписала соглашение о сотрудничестве в рамках реализации проекта по добыче и переработке пластовых рассолов с Минпромторгом. Кроме того, компания подписала план мероприятий («дорожную карту») реализации этого проекта с ООО «Иркутская нефтяная компания». По оценке ПАО «Газпром», с одной скважины планируется получать 704,8 т карбоната лития в год при капитальных затратах 1,756 млрд руб., эксплуатационных затратах – 236,7 млн руб. в год (расчеты 2021 г.).

Попутная добыча лития также может быть налажена на Знаменском, Верхнечонском, Ярактинском месторождениях в Иркутской области.

Концентрации лития также установлены в подземных водах геотермальных месторождений Южно-Сухокумское, Тарумовское и Берийское, расположенных в Республике Дагестан. По предварительным оценкам, производство соединений лития на их базе может составить 5–6 тыс. т в год. В рамках Международной выставки-форума «Россия» в декабре 2023 г. между республикой и АО «НПП «Радий» (ранее именовавшееся как «Московский завод «Эра») было подписано соглашение об осуществлении в Дагестане безотходного производства лития с помощью опытно-промышленной пилотной установки. Каких-либо деталей проекта, при этом, не разглашается.

В целом, если следовать логике «лучше поздно, чем никогда», активизация усилий по возобновлению добычи лития в России – это прекрасно. Но в то же время необходимо учитывать тот факт, что решения о реализации большинства литиевых проектов принимались в 2022 – начале 2023 г., – на пике цен на литий (рис. 2). В случае стабилизации относительно низких цен на металл (на уровне декабря 2023 г.), конъюнктура может негативно отразиться на развитии российских проектов, особенно с учетом необходимости создания инфраструктуры и строительства ГОКов.





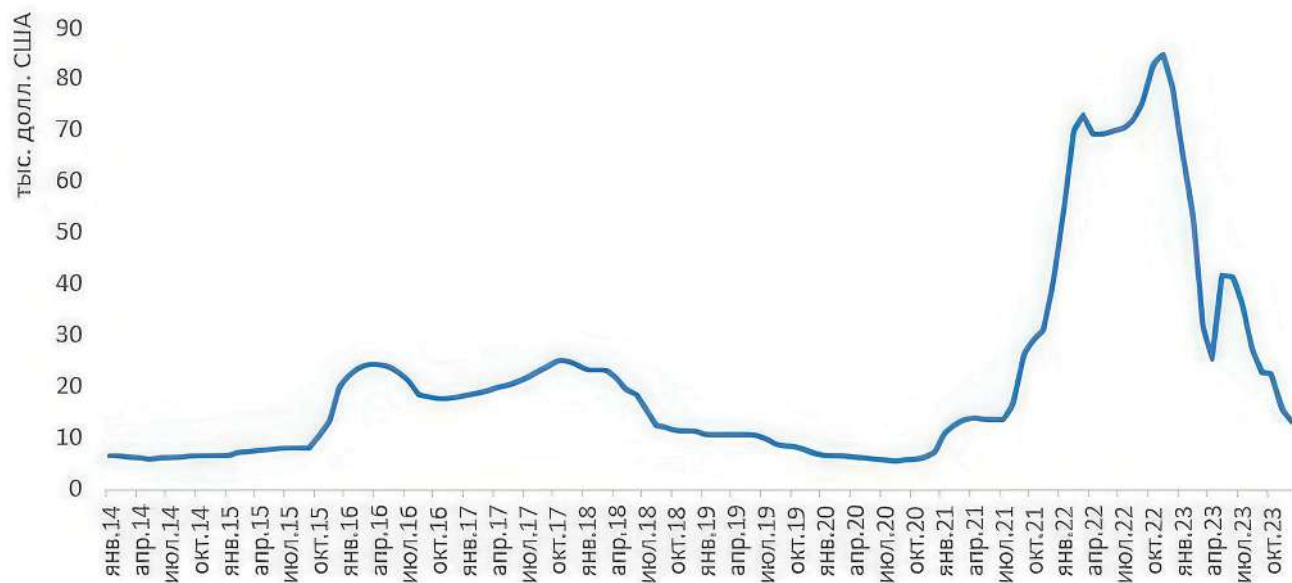


Рис. 2. Динамика ежемесячных спотовых цен (на начало периода) на карбонат лития (min 99,5%) в Китае в 2014-2023 гг., тыс. долл. США за тонну

В этой связи более благоприятной (во всяком случае, в ближайшем будущем) выглядит перспектива попутной добычи лития из минерализованных вод разрабатываемых месторождений, но пока она опирается в трудности технологического характера.

### Потребление литиевых продуктов в России

Возвращаясь к заводам по производству литиевых продуктов, применяемых для изготовления литий-ионных аккумуляторов, отметим, что большая часть их продукции поставлялась на экспорт. Так, согласно данным ФГБУ «ВИМС», в 2021 г. 95% гидроксида лития, выпущенного ПАО «ХМЗ», было продано бельгийской компании SQM Europe N.V., а ООО «ТД «Халмек» реализовала 63% своей продукции компаниям из Южной Кореи, Японии, Сингапура. Возможно, создание собственных добычных мощностей на фоне ограничений по импорту в недружественные страны будет способствовать развитию предприятий по производству литий-ионных аккумуляторов (в том числе для электромобилей), которые в основном функционируют на импортных компонентах. Такие планы уже есть – осень 2023 г.

ГК «Росатом» начала строительство гигафабрики по производству накопителей энергии в Калининградской области. Производство батарей планируется начать уже в 2025 г.

Ожидается, что на фабрике будет осуществляться полный цикл производства литий-ионных АКБ (изготовление ячеек и сборка батарей), а сырье для предприятия обеспечит будущий рудник на Колмозерском месторождении. Кроме того, в планах ГК «Росатом» строительство аналогичного завода в Новой Москве.

Интересно, что строительство гигафабрики, способной «обеспечить потребности производителей электротранспорта в тяговых литий-ионных батареях, а электросетевой комплекс – в стационарных системах накопления энергии» началось после прекращения работы и банкротства крупнейшего в России предприятия по производству литий-ионных аккумуляторов – ООО «Лиотех» в Новосибирской области. Предприятие, созданное в 2011 г. и входившее в структуру группы «Роснано», впервые обанкротилось в 2016 г., но в 2019 г. руководство приняло решение вывести его из банкротства, убедив кредиторов в платежеспособности. Однако, уже в 2022 г. выяснилось, что завод «Лиотех» – убыточное предприятие, и была проведена процедура банкротства. Причина – низкий спрос на продукцию завода, включающий лишь единичные заказы.

В настоящее время почти 80% (по данным за 2021 г.) импорта литий-ионных аккумуляторов в Россию обеспечивает Китай, причем доля поставок в РФ составляет лишь 0,4% от суммарного экспорта КНР. Соответственно, аккумуляторы отечественного производства должны быть доступнее китайских для российских пользователей, иначе может повториться печальный опыт завода «Лиотех». Ориентировать продукцию на экспорт в условиях санкций также представляется затруднительным. Кроме того, стоит учитывать развитие безлитиевых технологий производства систем накопителей энергии: суперконденсаторов, натрий-ионных аккумуляторов и других, которые в перспективе могут если не вытеснить, то как минимум потеснить литий-ионные АКБ.

Очевидно, что путь России к участию в мировой литиевой гонке будет непростым, но наличие необходимых ресурсов и активизация усилий в данном направлении, несомненно, вселяют оптимизм.

ipem.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ • ИЗГОТОВЛЕНИЕ • ПОСТАВКА

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

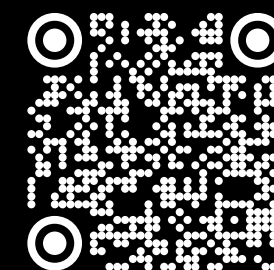
# СИЛЬФОННЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ

ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ | ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ | МАГИСТРАЛЕЙ

- | Осевые
- | Поворотные
- | Разгруженные
- | Сильфонное компенсационное устройство
- | Универсальные
- | Сдвиговые
- | Карданные



Разработка и изготовление под заказ с различными типами компенсаторов, любыми техническими характеристиками и по индивидуальным чертежам заказчика, а также патрубками под нестандартный диаметр трубопровода, толщину стенки патрубков и различных марок стали.





# Этапы контроля качества

## в процессе производства литиевых источников тока

При выборе поставщика литиевых элементов питания для бурения компания должна анализировать контроль качества в процессе производства. Свойства литий-тионилхлоридных батарей таковы, что ошибки, допущенные при производстве, могут привести к взрыву элемента питания и повреждению дорогостоящего оборудования.

**К**омпания ООО «Селлз Трейд» поставляет элементы питания производства AkkuTronics под брендом Exceed Energy.

При производстве элементов питания данного бренда применяется строгий контроль качества на каждом этапе.

Контроль качества начинается с выбора сырья. При производстве элементов питания AkkuTronics использует только качественное сырье, производимое компаниями Японии, Германии и США. Каждый компонент многократно испытан в производстве литий-тионилхлоридных батарей.

Один из самых критичных факторов, влияющих на качество элемента питания – это контроль влажности катода и его пористости. Для этих целей на производстве было внедрено использование анализатора влажности из Швейцарии. Каждый созданный катод перед использованием в элементе питания обязательно проверяется на полное отсутствие влажности и на соответствие норм пористости структуры.

Для контроля влажности также установлены независимые датчики внутри сухой комнаты и производственной линии. При повышении уровня точки росы выше  $-48^{\circ}\text{C}$  автоматика выдает тревожный сигнал. Тем самым исключается повреждение элемента питания влагой при сборке.

Не менее важно контролировать качество изготавливаемого электролита. На производстве используется полностью автоматизированная система приготовления электролита. Перед использованием в элементах питания, электролит проверяется на спектрометре.

Способность элемента питания работать при высокой вибрации



обеспечивается за счет нескольких факторов – технический дизайн расположения внутренних частей элемента питания, применение высококачественных никелевых лепестков и строгое соблюдение технологий точечной сварки.

У компании внедрен контроль качества поставщика никелевой ленты – компания проводит аудиты качества поставщика каждые 6 мес.

Собранные элементы питания также нуждаются в дополнительном контроле качества перед отправкой с завода. Прежде всего, элементы питания проверяются на рентгене – таким образом элемент проверяется на отсутствие внутренних несоответствий, таких как перекрученные или неправильно уложенные лепестки, смещение катода, смещение сетки. Затем, элемент питания подвергается искусственному старению.

Это необходимо для проверки электрохимических свойств элементов питания после пассивации.

Требования индустрии наклонно-направленного бурения к литиевым элементам питания высоки – любой бракованный элемент питания, оказавшийся в скважине, способен повлечь за собой большие убытки заказчика. Выстроенная и постоянно поддерживаемая система менеджмента качества позволяет избегать таких случаев.

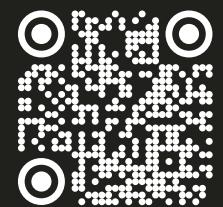


ООО «Селлз Трейд»  
генеральный директор –  
Петров Илья Вадимович  
тел. +7 (950) 738-56-00  
маркетолог –  
Нестерова Елена Николаевна  
тел. +7 (908) 575-70-80  
sales@cells-trade.ru  
cells-trade.ru

# ДАДАМ!

# КАЧЕСТВО!

# БИПРОН





# Гипсоцементные тампонажные смеси для ремонта скважин

**А. В. САМОЙЛОВИЧ** – директор департамента отраслевых решений SAMARAGIPS™  
**Ю. В. МЕДВЕДЕВ** – руководитель центра технологий применения продуктов SAMARAGIPS™, medvedev.y@samaragips.ru

В статье приведены примеры гипсоцементных смесей, применяемых для крепления скважин и ремонтно-изоляционных работ (РИР), показаны примеры их промышленного применения на различных месторождениях Российской Федерации.

**Ключевые слова:** арктический цемент, ArcCem™, быстросхватывающаяся гипсоцементная смесь, БСС, изоляция поглощений, тампонажный камень, цементный мост, многолетнемерзлые породы, SAMARAGIPS™, САМАРАГИПС.

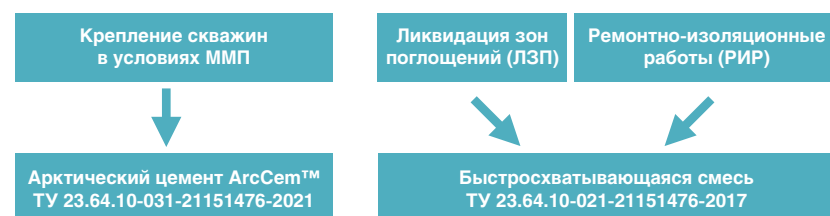
**С**троительство скважин сопряжено со многими проблемами, связанными с качеством бурения и крепления ствола скважины. Крепление обсадных колонн – это один из важнейших этапов в строительстве скважин, подводящий итог бурения определенного интервала и обеспечивающий последующее долгосрочное правильное функционирование всей конструкции. Для успешного крепления обсадных колонн в условиях наличия многолетнемерзлых пород (ММП), зон поглощений промывочной жидкости и пониженных статических температур необходимо применять эффективные и надежные тампонажные составы, позволяющие качественно, сравнительно недорого, без больших трудозатрат и изменения существующих технологий производить цементирование скважин [1].

Одним из основных недостатков традиционных материалов, применяемых при изоляции зон поглощений, является их длительное загустевание (более 130 минут) и продолжительный интервал между началом и концом схватывания (более 90 минут), что способно привести к частичному или полному размытию тампонажного камня [2].

На сегодняшний день можно обозначить следующие основные преимущества гипсоцементных тампонажных смесей в сравнении с базовыми материалами:

- схватывание и набор прочности при знакопеременных температурах;
- оптимальные время загустевания и скорость набора прочности достаточные для продолжения буровых работ;
- резкий набор прочности и ее высокое значение в заданном временном интервале («эффект прямого угла»).

Эти преимущества позволяют применять гипсоцементные смеси при решении следующих задач, обозначенных на рис. 1.



**Рис. 1. Блок-схема применения гипсоцементных материалов для строительства скважин**

## Описание гипсоцементных тампонажных смесей

Арктический цемент ArcCem™ – это тампонажный материал, применяемый для цементирования скважин в интервалах направления и кондуктора с забойными скважинными температурами от -5°C до +25°C (табл. 1).

Быстросхватывающаяся смесь (БСС) – это изоляционный материал, применяемый для установки цементных мостов в скважинах с забойными температурами до +50°C, а также для ремонтно-изоляционных работ по ликвидации межколонных перетоков (табл. 2).

## Опыт применения гипсоцементных смесей

Готовые тампонажные смеси ArcCem™ и БСС успешно применяются на различных нефтегазовых месторождениях Российской Федерации (табл. 3).

На объектах в республике Татарстан эффективность ликвидации катастрофических поглощений составом БСС составляет не менее 98% с первой попытки.

На скважинах АО «РН-Няганьнефтегаз» и ООО «РН-Юганскнефтегаз» ликвидировано более 100 негерметичностей межколонных перетоков (МКП) 178/245 мм.

На скважинах НГДУ «Талаканнефть» БСС использована в составе комплексного подхода по цементированию обсадных колонн (кондуктора) в условиях высокоинтенсивных поглощений технологических жидкостей. Под комплексным подходом при креплении кондуктора подразумевается последовательное применение двух видов тампонажных материалов БСС и тампонирующей системы с мгновенной фильтрацией (ТСМФ) [3].

В Самарской области БСС успешно применена на Белозерско-Чувовском месторождении при креплении направления (∅ 426 мм) и кондуктора (∅ 324 мм). Кроме того, полностью ликвидированы и зацементированы зоны полного поглощения (интервалы 50–100 м и 110–170 м).

На основе рецептур БСС была разработана линейка гипсовых тампонажных материалов ArcCem™, которые с 2021 года успешно применяются на месторождениях Восточной и Западной Сибири.

**Таблица 1. Технические характеристики тампонажной смеси ArcCem™**

Показатель	Тампонажная смесь ArcCem™				
	ArcCem™-1.8	ArcCem™-1.7	ArcCem™-1.6	ArcCem™-1.5	ArcCem™-1.4
Плотность тампонажного раствора, г/см³	1,80–1,89	1,70–1,79	1,60–1,69	1,50–1,59	1,40–1,49
Растекаемость, мм, не менее	200				
Время загустевания до 30 Вс при +22°C и 0,1 МПа, мин, не ранее	90				
Предел прочности при сжатии образцов балочек размерами 40*40*160 мм через 24 ч, МПа, не менее	7	5	4	3	2
Водоотделение при +22°C и 0,1 МПа, %, не более	1,5		2,5		
Коэффициент морозостойкости цементного камня, не менее	0,85				

**Таблица 2. Технические характеристики БСС**

Показатель	Значение	
	БСС-8	БСС-6
Плотность тампонажного раствора, г/см³	1,80–1,89	1,60–1,69
Растекаемость, мм, не менее	200	200
Время загустевания до 30 Вс при +22°C и 0,1 МПа, мин, не ранее	90	90
Предел прочности образцов балочек размерами 40*40*160 мм через 24 ч, МПа, не менее при изгибе при сжатии	2,7 7,0	1,0 4,0

**Таблица 3. Опыт применения материалов ArcCem™ и БСС**

Год	Месторождение	Количество скважин, шт.	Вид операции
2016	Алинское, Восточно-Алинское и Центральный блок Талаканского	8	Цементирование направлений 324 мм и кондукторов 245 мм (доклад SPE-181937)
	Татсуksинское, Елабужское	3	Изоляция зон поглощения
2017	Центральный блок Талаканского, Восточный блок Талаканского, Южно-Талаканское, Алинское, Восточно-Алинское	6	Комплексная технология изоляции зон поглощений материалами ТСМФ+БСС (доклад SPE-187728)
2018	Татсуksинское, Елабужское	9	Изоляция зон поглощения
2019	Татсуksинское, Елабужское	12	Изоляция зон поглощения
2020	Белозеро-Чувовское, Каменное, Ем-Еговское	30	Изоляция зон поглощения при креплении направления 426 мм и кондуктора 324 мм. Ликвидация негерметичности межколонного пространства ∅ 245x178 / 245x146 мм
2021	Талинское, Кузоваткинское, Московцева, Приобское, Приразломное	44	Ликвидация негерметичности межколонного пространства ∅ 245x178 / 245x146 мм
2022	Федоровское, Ленское, Северо-Талаканское Московцева, Приобское, Приразломное	62	Цементирование направлений, встречное цементирование кондуктора, ликвидация негерметичности межколонного пространства ∅ 245x178 / 245x146 мм
2023	Федоровское, Ленское, Северо-Талаканское Московцева, Приобское, Приразломное	105	Цементирование направлений, встречное цементирование кондуктора, ликвидация негерметичности межколонного пространства ∅ 245x178 / 245x146 мм

## ВЫВОДЫ

1. Готовые гипсоцементные тампонажные смеси целесообразно использовать при креплении скважин в условиях ММП и ликвидации зон поглощений технологических жидкостей, применяемых в процессе строительства нефтегазовых скважин.
2. Разработаны широкие линейки гипсоцементных тампонажных смесей с плотностями от 1,4 до 1,9 г/см³ и временем загустевания до 30 Вс от 60 минут.
3. Материалы БСС и ArcCem™ производства ЗАО «Самарский гипсовый комбинат» рекомендованы к промышленному применению на ряде месторождений Российской Федерации.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Быков В. В. Повышение качества цементирования направлений и кондукторов в условиях многолетнемерзлых пород на месторождениях в Восточной Сибири // В. В. Быков, С. А. Палеев, Ю. В. Медведев, Статья SPE № 181937, 2016. – 8 с.
2. Медведев Ю. В. По вопросам применения специализированных гипсовых вяжущих в нефтегазовой отрасли / Ю. В. Медведев // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 8. С. 30–31.
3. Быков В. В. Комплексная технология цементирования обсадных колонн (кондуктора) в условиях высокоинтенсивных поглощений технологических жидкостей на месторождениях в Восточной Сибири // В. В. Быков, С. А. Палеев, С. Г. Колесников, А. В. Самойлович, Ю. В. Медведев, Статья SPE № 187728, 2017. – 9 с.



**ЗАО «Самарский гипсовый комбинат»**  
443052, Самара, ул. Береговая, д. 9А  
тел. (846) 277-79-97  
info@samaragips.ru  
samaragips.ru



# Совершенствование конструкции вооружения

## лопастного долота с возможностью отбора керна

**А. В. ЧИХОТКИН** – к.т.н., директор ООО «Опытно-экспериментальный завод промышленного инструмента»  
**Д. Ю. СЕРИКОВ** – д.т.н., профессор, д.т.н., профессор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина  
**В. Ф. ЧИХОТКИН** – д.т.н., профессор, директор по науке ООО «Высокоэффективный твердосплавный инструмент»

При бурении глубоких и сверхглубоких скважин различного назначения в сложных горно-геологических условиях в перемежающихся по твердости горных породах, широко применяются лопастные долота, оснащенные различными видами вооружения. Проходка при использовании данного вида инструмента за рейс может достигать 1500–2000, а в некоторых случаях более 4000 м. Однако с ростом глубины бурения увеличивается твердость горных пород и как следствие энергоемкость процесса их разрушения, что приводит к снижению основных показателей бурения. При этом, как правило, на больших глубинах повышается вероятность прохождения интервалов с повышенной перемежаемостью горных пород (в том числе твердых и абразивных), что также приводит к снижению механической скорости бурения и ресурса бурового долота. Кроме того, в данных условиях возникает необходимость увеличения крутящего момента и осевой нагрузки на долото, приводящих к усугублению нежелательных динамических факторов как на забое, так и в буровом снаряде в целом.

**Ключевые слова:** лопастное долото, механическая скорость бурения, проходка на инструмент, режущие элементы, режущая структура, углы резания, отбор керна.

**Б**урение лопастным долотом нередко сопряжено с опасностью искривления ствола скважины, особенно если оно производится без применения центрирующих устройств, стабилизаторов и калибраторов. Это объясняется малой площадью контакта долота с забоем по сравнению с общей площадью поперечного сечения скважин, необходимостью передачи через него значительной осевой нагрузки, высокого крутящего момента, большой энергии, а также особенностями конструкции, включающей элементы для отбора керна.

Известно буровое двухъярусное долото для отбора керна, которое включает хвостовик, нижний забуривающий со стабилизатором и верхний разбуривающий со стабилизатором ярусы, каждый ярус включает симметрично расположенные режущие лопасти, на набегающих гранях которых расположены режущие элементы в виде вставок PDC.

Нижний ярус долота выполнен в виде съемной бурильной головки, на лопастях армированной режущими элементами в виде вставок PDC, при этом бурильная головка и верхний разбуривающий ярус соединены с возможностью совместного вращения в одну сторону. Бурильная головка выполнена с возможностью отбора керна, внутри обоих ярусов расположена колонковая труба и долото выполнено с возможностью соединения через хвостовик с колонковым набором (см. RU 2700330 C1, 16.09.2019). Указанное долото хорошо зарекомендовало себя при бурении скважин с отбором керна, имеет достаточную механическую скорость бурения и ресурс при одновременном бурении и отборе керна. Благодаря наличию двух ярусов со стабилизаторами такое долото обладает относительно высоким стабилизирующим эффектом. Однако в ряде случаев данная конструкция все-таки склонна к уходу в сторону от его продольной оси, что приводит к нарушению отобранного керна, к разбалансированной работе лопастей и вставок PDC, возникновению вибрации компоновки низа бурильной колонны, разбалансировке нагрузок на породоразрушающие элементы долота. Поэтому для такого типа долот, необходимо решить задачу дополнительного повышения стабилизации долота в процессе его работы.

Также существуют различные технические решения, связанные с расстановкой режущих элементов для решения различных задач балансировки нагрузок на долото и снижения вибраций при бурении. Так, из источника информации EA 34901 B1, опубл. 03.04.2020, известна расстановка вставок на лопасти под изменяющимися попеременно боковыми углами резания. Из источника информации CN 106761424 A, опубл. 31.05.2017, известна расстановка пар режущих элементов под одинаковыми боковыми углами друг к другу.

Однако, существующие многочисленные технические разработки все еще не в полной мере пригодны для решения задачи четкой и точной стабилизации бурового лопастного двухъярусного долота с возможностью отбора керна.



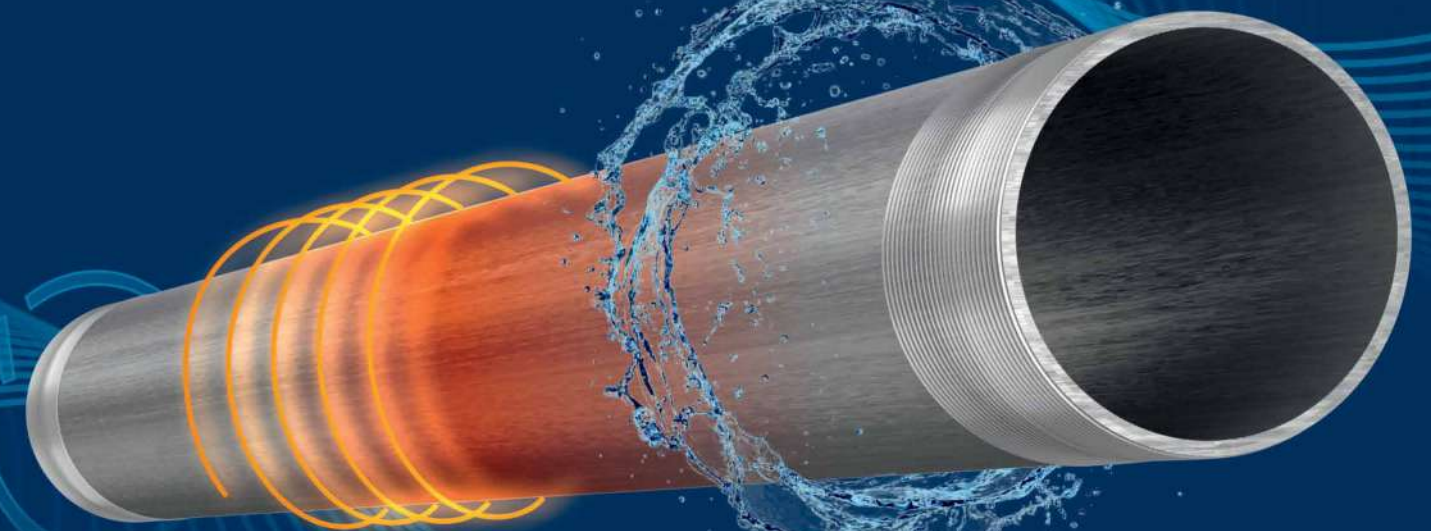
**УРАЛТРУБПРОМ**  
ОАО «УРАЛЬСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД»

СМЕЛОСТЬ В НОВАТОРСТВЕ.  
ГАРАНТИИ В МАСТЕРСТВЕ.

## ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ ОБСАДНЫЕ ТРУБЫ

группы прочности N80 тип Q, R95, P110

ГОСТ 31446



Благодаря внедрению спрейерной установки в линию объёмной термической обработки труб реализован процесс закалки по всему объёму.

Нагрев труб осуществляется в проходных индукторных печах при их поступательно-вращательном движении.

За счет равномерного нагрева и оптимального охлаждения достигается равномерность механических свойств и сохраняются геометрические параметры трубы.

+7 (3439) 297-539  
market@trubprom.com

Узнать больше  
на сайте  
[trubprom.com](http://trubprom.com)







## СОРТАМЕНТ ТРУБ

КВАДРАТНЫЕ ТРУБЫ, мм	ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ТРУБЫ, мм	КРУГЛЫЕ ТРУБЫ, мм/дюйм	ОБСАДНЫЕ ТРУБЫ, мм/дюйм
ГОСТ 30245, ГОСТ 25577, ГОСТ 13663, ГОСТ 8639, ГОСТ 8645, ГОСТ 32931, EN 10219-1, EN 10219-2	ГОСТ 10704, ГОСТ 10705, ГОСТ 20295, ГОСТ 31447, ГОСТ 56403, ГОСТ 32931, ГОСТ Р 58064, API 5L, API 5CT, EN 10217, EN 10219	ГОСТ 31446 группа прочности Н40, J55, K55 N80 тип 1, N80 тип Q, R95-P110	ГОСТ 31446 группа прочности Н40, J55, K55 N80 тип 1, N80 тип Q, R95-P110
80 x 80 x 3...8 90 x 90 x 3...8 100 x 100 x 3...8 120 x 120 x 3...8 140 x 140 x 4...8 150 x 150 x 4...10 160 x 160 x 4...9 180 x 180 x 5...16 200 x 200 x 5...14 250 x 250 x 6...12 300 x 300 x 6...22 350 x 350 x 6...22 400 x 400 x 6...22 450 x 450 x 7...22 500 x 500 x 7...22	100 x 50 x 3...5 100 x 60 x 3...6 100 x 80 x 3...6 120 x 60 x 6 120 x 80 x 3...7 120 x 100 x 3...6 140 x 60 x 3...7 140 x 80 x 3...6 140 x 100 x 4...7 140 x 110 x 4...7 140 x 120 x 4...8 150 x 50 x 4...7 150 x 100 x 4...8 150 x 130 x 4...8 160 x 60 x 3...6 160 x 80 x 4...7 160 x 100 x 4...8 160 x 120 x 4...8 160 x 140 x 4...8 180 x 60 x 4...7 180 x 100 x 4...8 180 x 120 x 4...8 180 x 140 x 4...8 200 x 80 x 6; 8 200 x 100 x 4...8 200 x 120 x 4...8 200 x 150 x 6 200 x 160 x 5...16 220 x 140 x 6...12,5 240 x 110 x 8 240 x 120 x 5...16 240 x 150 x 5...8 240 x 160 x 5...12 250 x 100 x 5...6 250 x 140 x 5...8 250 x 150 x 5...12 260 x 130 x 8...12 260 x 140 x 5...12 260 x 240 x 6...12 300 x 100 x 5...12 300 x 140 x 6...9 300 x 200 x 6...14 340 x 160 x 12 350 x 150 x 6...12 350 x 250 x 6...22 400 x 200 x 6...22 400 x 300 x 6...22 450 x 250 x 12,5 450 x 350 x 6...22 500 x 300 x 6...22 500 x 400 x 7...22	114 x 3...7,5 146 (146,1) x 4...8 159 x 4...9 168 (168,3) x 4...9 178 (177,8) x 5...9 219 (219,1) x 5...16 244,5 (244,48) x 5...16 273 (273,1) x 5...22 325 (323,8) x 5...22 377 x 6...22 406,4 x 6...22 426 x 5...22 457 x 6...22 508 x 6...22 530 x 5...22 559 x 7...22 610 x 7...22 630 x 7...22	4 <sup>1/2</sup> x 0.120 - 0.237 6 <sup>1/4</sup> x 0.158 - 0.315 6 <sup>5/8</sup> x 0.158 - 0.315 7 x 0.197 - 0.394 8 <sup>5/8</sup> x 0.197 - 0.630 9 <sup>5/8</sup> x 0.197 - 0.630 10 <sup>3/4</sup> x 0.197 - 0.787 12 <sup>3/4</sup> x 0.197 - 0.866 14 x 0.248 - 0.866 16 x 0.248 - 0.866 18 x 0.248 - 0.866 20 x 0.248 - 0.866 22 x 0.248 - 0.866 24 x 0.248 - 0.866
		мм	Тип отделки концов
		146,05 x 6,5...8,5 168,28 x 7,32...8,94 177,8 x 5,87...9,19 219,08 x 6,71...12,7 244,48 x 7,00...13,84	SC, LC, BC, OTTM, OTTG
		273,05 x 7,09...16,5 323,85 x 7,7...14,0	SC, BC, OTTM, OTTG
		API 5CT ISO 11960, PSL 1 группа прочности Н40, J55, K55	
		Дюймы	Тип отделки концов
		6 <sup>5/8</sup> (6.625) x 0.288; 0.352 7 (7.000) x 0.231...0.362 8 <sup>5/8</sup> (8.625) x 0.264...0.400 9 <sup>5/8</sup> (9.625) x 312...0.395	SC, LC, BC
		10 <sup>3/4</sup> (10.750) x 0.279...0.450	SC, BC
		мм	
		168,28 x 7,32; 8,94 177,8 x 5,87...9,19 219,08 x 6,71...10,16 244,48 x 7...10,03	OTTG SC, LC, BC
		273,05 x 7,09...11,43	SC, BC
		ГОСТ 632 группа прочности Д, Е	
		мм	Тип отделки концов
		146,05 x 6,5...8,5 168,28 x 7,32...8,94 177,8 x 5,87...9,19 219,08 x 6,71...12,7 244,48 x 7,00...13,84 273,05 x 7,09...16,5 323,85 x 7,7...14,0	SC, LC, OTTM, OTTG

Длина труб от 6,0 до 24,0 м

Длина труб 7,62 - 12,8 м (25 - 41 футов)

г. Первоуральск, ул. Сакко и Ванцетти, 28  
Тел.: (3439) 297-539, 296-942

Узнать больше  
на сайте  
[trubprom.com](http://trubprom.com)

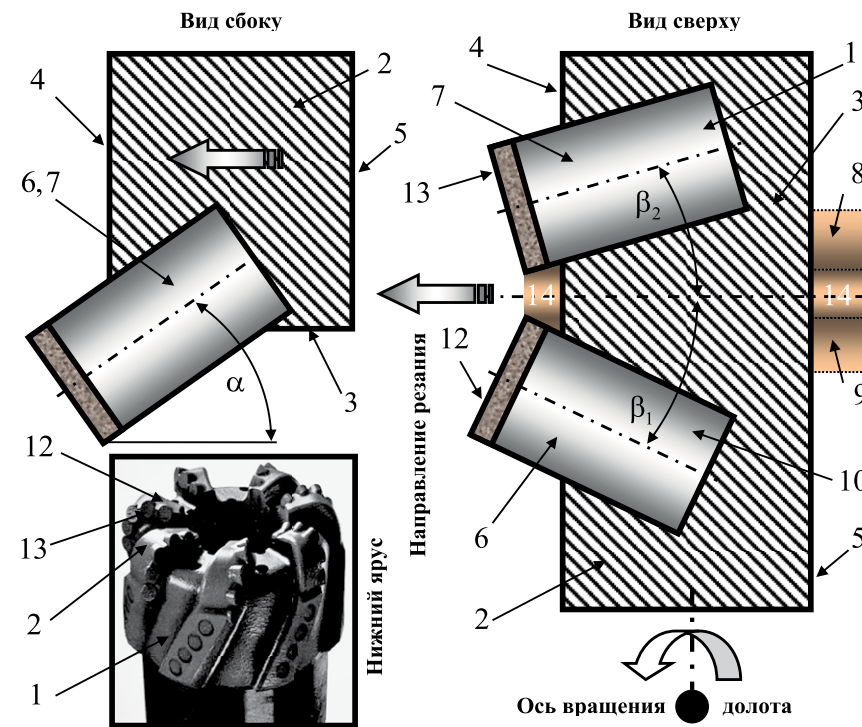


Рис. 1. Общий вид нижнего яруса долота, виды сбоку и сверху на расположение режущих элементов вооружения

С целью увеличения производительности разрушения горных пород, повышения точности стабилизации лопастного долота путем устранения увода его бурильной головки от продольной оси вращения разработана новая геометрия режущей структуры лопастного долота с возможностью отбора керна (рис. 1).

Бурильное двухъярусное лопастное долото для отбора керна с новой геометрией вооружения, включает хвостовик, нижний забуривающий ярус (1) со стабилизатором и верхний разбуривающий ярус со стабилизатором (не показан). Каждый ярус включает симметрично расположенные режущие лопасти (2), на набегающих гранях (4) которых расположены режущие элементы (6, 7), оснащенные пластинами PDC (12, 13). При этом нижний ярус долота выполнен в виде съемной бурильной головки (1), на лопастях (2) армированной режущими элементами в виде вставок PDC (6, 7). Бурильная головка и верхний разбуривающий ярус соединены с возможностью совместного вращения в одну сторону. Головка инструмента выполнена с возможностью отбора керна, внутри обоих ярусов расположена колонковая труба и долото выполнено с возможностью соединения через хвостовик с колонковым набором.

Новым в долоте является то, что: каждая лопасть (2) бурильной головки со стороны забоя имеет горизонтальную поверхность (3) лопасти (2), переходящую в набегающую (4) и сбегаящую (5) грани лопасти; между горизонтальной поверхностью (3) и набегающей гранью (4) каждой лопасти (2) бурильной головки расположена по меньшей мере одна пара выступающих вставок PDC (6, 7). Каждая вставка PDC (6, 7) из указанной пары выступающих вставок PDC имеет одинаковый отрицательный передний угол ( $\alpha$ ) резания, при этом первая вставка PDC (6) из указанной пары выступающих вставок PDC (6, 7), расположенная ближе к оси долота по сравнению со второй вставкой PDC (7) из указанной пары выступающих вставок PDC (6, 7), имеет боковой угол резания  $\beta_1$ . Вторая вставка PDC (7) из указанной пары выступающих вставок PDC (6, 7), расположенная ближе к периферии долота по сравнению с первой вставкой PDC (6) из указанной пары выступающих вставок PDC (6, 7), имеет боковой угол резания  $\beta_2$ . При этом боковые углы резания  $\beta_1$  и  $\beta_2$  имеют противоположные направления так, что хвостовики (10, 11) указанной пары выступающих вставок PDC (6, 7) удалены на большее расстояние, чем режущие поверхности (2, 3) указанной пары выступающих вставок PDC (6, 7).

Величина указанных боковых углов резания  $\beta_1$  и  $\beta_2$  выбрана с таким расчетом, что при внедрении указанной пары выступающих вставок PDC (6, 7) в породу образуются смежные поверхности (8, 9) борозд, при этом поверхность борозды, образованная второй вставкой PDC (7), является более пологой, чем смежная ей поверхность борозды, образованная первой вставкой PDC (6).

В процессе бурения рабочий торец инструмента, формирует забой гребенчатой формы и плотно взаимодействует с ним (пара «инструмент-забой»). При этом соседние режущие элементы (6, 7) образуют борозды на поверхности забоя, а в свободном пространстве между ними формируется направляющий асимметричный в поперечном сечении бурт (14). Именно его наличие позволяет лучше стабилизировать инструмент по траектории резания, снизить вибрации, сохраняя при этом заданную трассу скважины.

Такое выполнение геометрии вооружения двухъярусного бурового долота для отбора керна надежно и точно стабилизирует все долото и защищает керн от разрушения, а режущие поверхности всего долота от разбалансировки. Повышение точности стабилизации долота достигнуто путем устранения увода его бурильной головки от продольной оси вращения долота. Такой увод в стороны больше не проявляется из-за образования асимметричного в поперечном сечении бурта (14) и непологий борозды (9) разрушения породы от первой вставки PDC (6), расположенной ближе к центру (оси, керну) долота. В результате долото не может пересечь своими режущими элементами такую образованную «непологую» (относительно «крутую», т.е. с почти вертикальными краями) борозду, и долото остается стабилизированным вдоль его оси, что позволяет в итоге правильно, «в идеальном режиме», работать всем остальным элементам долота и как следствие иметь высокие надежность, ресурс и механическую скорость бурения. Кроме того, образующийся вставками пары вставок (6, 7) асимметричный в поперечном сечении бурт (14) помогает более эффективно разрушать поверхность забоя, способствуя преимущественному отводу шлама из зоны разрушения породы в направлении к периферии >>>



долота, чем к образующемуся керну, обеспечивая снижение затрат на избыточное измельчение шлама и более быстрое его удаление из зоны разрушения.

Величины указанных боковых углов резания  $\beta_1$  и  $\beta_2$  были выбраны с таким расчетом, чтобы энергоёмкость разрушения породы первой вставки PDC (6) и энергоёмкость разрушения второй вставки PDC (7) из указанной пары выступающих вставок PDC (6, 7) являлись одинаковыми при их измерении за один оборот долота.

Это, в дополнение к основным конструктивным особенностям, изложенным выше, также способствует повышению точности стабилизации лопастного долота, поскольку введение в конструкции долота пары первой (6) и второй (7) вставок не только образует, как было указано выше, стабилизирующие канавки и бурт, но и делает это в самом эффективном с точки зрения энергоёмкости разрушения породы месте (ближе к центру долота, чем к периферии, где длина траектории за один оборот долота меньше), с наименьшими энергетическими затратами, сопоставимыми по величине для каждого из резцов пары (6, 7).

Например, отрицательный передний угол резания « $\alpha$ » вставок PDC (6, 7) может быть равен значению от минус 5 до минус 85 градусов, предпочтительно – равен значению от минус 10 до минус 20 градусов, в зависимости от типа породы. В то же время, боковой угол резания первой вставки PDC (6) « $\beta_1$ » может быть равен значению от 5 до 85 градусов, предпочтительно – от 20 до 45 градусов. Боковой угол резания второй вставки PDC (7) « $\beta_2$ » может быть равен значению от 5 до 80 градусов, предпочтительно – от 15 до 40 градусов. Величина угла « $\beta_1$ » всегда должна быть больше, чем величина угла « $\beta_2$ », в качестве примера – больше на 5...35 градусов, предпочтительно – на 10...20 градусов.

Представленное буровое лопастное двухъярусное долото для отбора керна работает следующим образом. Промывочная жидкость, двигаясь через колонковую трубу, выходит на поверхность по зазору между стенками скважины и долотом, транспортируя продукты разрушения горных пород на поверхность. КERN при этом заходит в колонковую трубу, а весь буровой снаряд вращается по часовой стрелке.

Нижний забуривающий ярус (бурильная головка) включает симметрично расположенные режущие лопасти (2) со стабилизатором, которые забуривают скважину диаметром  $d$  и образуют керна диаметром  $d_k$ . Верхний разбуривающий ярус включает симметрично расположенные режущие лопасти со стабилизатором (не показан), которые формируют скважину диаметром  $D$ . Порода разрушается режущими элементами в виде вставок PDC (в том числе 6, 7) на лопастях. После заполнения колонковой трубы осуществляется подъем инструмента на поверхность и извлечение керна из колонковой трубы. Режущие элементы на бурильной головке формируют забой. На самой нижней горизонтальной части забоя образуются борозды разрушения, в том числе наиболее глубокая и непологая борозда от первой вставки PDC (6), расположенной ближе к оси вращения долота. Расположение указанной наиболее глубокой борозды именно в указанном месте (ближе к центру долота) обусловлено меньшими затратами на образование такой борозды именно в этом месте (минимальная длина траектории борозды за один оборот долота). В результате долото не может пересечь своими режущими элементами такую образованную «непологую» (относительно «крутую», т.е. с почти вертикальными краями) борозду, и долото остается стабилизированным вдоль его оси, что позволяет в итоге правильно, «в идеальном режиме», работать всем остальным элементам долота и, как следствие, иметь высокие надежность, ресурс и механическую скорость бурения. Кроме того, образующийся вставками пары вставок (6, 7) асимметричный в поперечном сечении бурт (14) также способствует решению этой задачи.

Следует отметить, что любой из упомянутых в представленных материалах диапазон, включает в себя свои граничные значения. Полученные диапазоны величин, конкретные значения, количества, приведенные в тексте, являются наиболее оптимальными для осуществления заявленного долота и найдены как путем теоретических обоснований, так и в процессе моделирования, проектирования, различных экспериментов.

Применение новой конструкции вооружения позволит повысить точность стабилизации лопастного двухъярусного долота путем устранения увода его бурильной головки от продольной оси вращения долота, оснащенного системой отбора керна, что в конечном итоге позволит сократить время и снизить стоимость проведения буровых работ.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Нескоромных В. В., Чихоткин А. В. Аналитические исследования механики разрушения горных пород резцами PDC с учетом динамических процессов резания-скалывания горной породы и сопротивление среды // ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2020 (4) – УДК 622.24.05 / DOI:10.25018/0236-1493-2020-4-0-127-136.
2. Нескоромных В. В., Попова М. С., Чихоткин А. В., Головченко А. Е., Шубенина Е. Е. Анализ влияния сил сопротивления на эффективность бурения инструментом типа PDC // Инженер нефтяник – №1 – 2020 г. С. 16–23.
3. Chikhotkin A.V. // International Conference on the Cooperation and Integration of Industry, Education, Research and Application // «Theory, Modeling and Designing of PDC drill bits with taking into account dynamic processes destruction rock and resistance of medium» China, Jilin, September 14th – 16th, 2020.
4. Нескоромных В. В., Попова М. С., Чихоткин А. В., Методика проектирования долот с резцами PDC, учитывающая динамические процессы резания-скалывания горной породы и сопротивление среды // Инженер нефтяник – №2 – 2020 г. С. 13–18.
5. Чихоткин В. Ф., Третьяк А. Я., Дуан Лунчэн, Тан Фуньлинь, Третьяк А. А., Чихоткин А. В. // Патент РФ №2694872, E21B 10/43, от 17.07.2019 г. Бюл. №20.
6. Нескоромных В. В., Попова М. С., Чихоткин А. В., Головченко А. Е., Шубенина Е. Е. Определение глубины разрушения горной породы резцами PDC с учетом сопротивления среды. // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море №5 – 2020 г. С 23–27.



**ПРОИЗВОДИТЕЛЬ И ПОСТАВЩИК ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
ИЗ МАРОК СТАЛИ: НА СТ20, 09Г2С, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т И ДР.**

## ПРОИЗВОДСТВО ПОЛНОГО ЦИКЛА

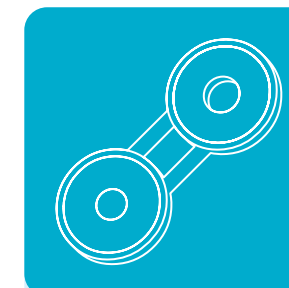
### Поворотные и фланцевые заглушки



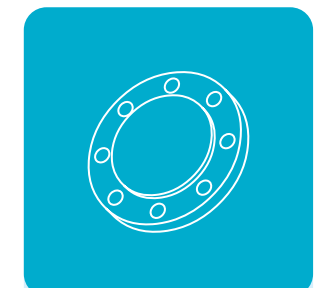
T-ММ 25-01-06



T-ММ 25-01-06  
с рукояткой

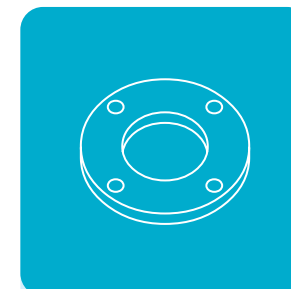


АТК 26-18-5-93

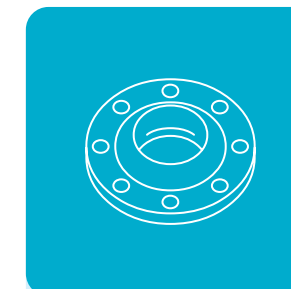


АТК 24.200.02-90  
ГОСТ 34785-21

### Фланцы по ГОСТ 33259-15

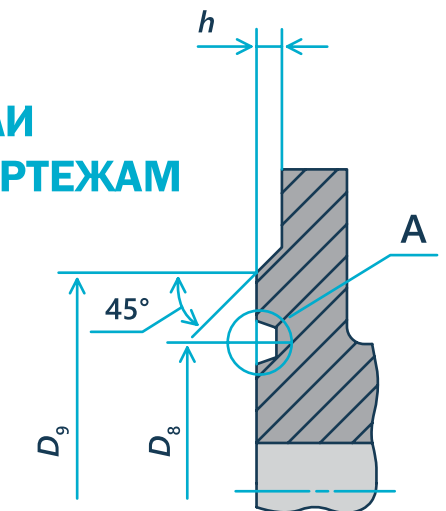


Плоские  
тип 01



Воротниковые  
тип 11

#### ДЕТАЛИ ПО ЧЕРТЕЖАМ



Москва 8 499 673-3838  
Санкт-Петербург 8 812 328-3838  
Екатеринбург 8 343 384-3838

info@onyxspb.ru

onyxspb.ru







# Компенсатор ЧЕГЛОК: как установить безопасно и без ошибок

А. ОСКОЛКОВА – контент-маркетолог ООО «ОНИКС»

Компенсатор – это специальное устройство, которое встраивается в систему трубопроводов для обеспечения их безопасности. Компенсаторы предназначены для снижения нагрузок, вызванных тепловым расширением и сжатием трубопроводных систем, а также для снижения шума и вибрации насосов. Для правильной и безопасной работы необходимо соблюдать определенные требования и правила монтажа. В новой статье, в рамках базы знаний «ОНИКС», разберем важный этап работы с компенсаторами: базовые действия перед началом монтажа и частые ошибки во время монтажа.

**К**омпания ООО «ОНИКС» выпускает фланцевые компенсаторы ЧЕГЛОК диаметром от 32 до 1200 мм на давление 10 или 16 кгс/см<sup>2</sup>. Доступно два вида резиновых эластомеров: бутадиен-нитрильный каучук (NBR) и этилен-пропиленовый каучук (EPDM). Резиновые компенсаторы поставляются в готовом виде. Конструкция компенсаторов ЧЕГЛОК включает в себя два специальных фланца и каучуковую вставку. В некоторых случаях ставят дополнительный элемент – контрольные (ограничительные) стержни для снижения растяжения и сжатия компенсатора из-за осевых сил давления, диаметром от DN 400 мм. Мы рассказывали про них в одном из прошлых выпусков информационно-технического журнала «СФЕРА Нефть и Газ» №5/2023 (92) стр. 68–70.



## Это база

Перед началом работы с компенсаторами следует проверить все элементы перед монтажом, чтобы убедиться в их соответствии стандартам качества и безопасности. На рис. 1 изображен схематичный вариант с правильной установкой резинового фланцевого компенсатора ЧЕГЛОК.

**Надежность поставщика.** Вы обратились к надежному поставщику? Сперва проверьте, обладает ли ваша партия необходимыми паспортами и сертификатами качества. Фальсификация документов – хорошо знакомая проблема для многих отраслей промышленности. Она может возникнуть, если вы работаете с ненадежными подрядчиками и поставщиками деталей трубопровода.

**Соответствие.** Проверьте, подходит ли выбранная продукция для работы с транспортируемой и окружающей средой. Важно, чтобы рабочие параметры подходили значениям ответного соединения.

**Транспортировка.** Необходимо обеспечить надлежащие условия перевозки до объекта или склада временного хранения, чтобы исключить повреждение деталей при транспортировке. Перед монтажом убедитесь, что упаковка цела, а резиновый корпус и фланцы не имеет дефектов. Компенсаторы требуют правильного обращения, хранения и установки для достижения максимальной эффективной и долгосрочной работы.

**Квалификация.** Профессиональный монтаж резиновых компенсаторов должен выполняться только квалифицированными специалистами, которые обладают необходимыми знаниями о технических характеристиках и особенностях этих изделий. Перед началом монтажных работ необходимо провести внимательный осмотр компенсаторов на предмет возможных повреждений, которые могли возникнуть в процессе транспортировки или хранения.

## Ошибки

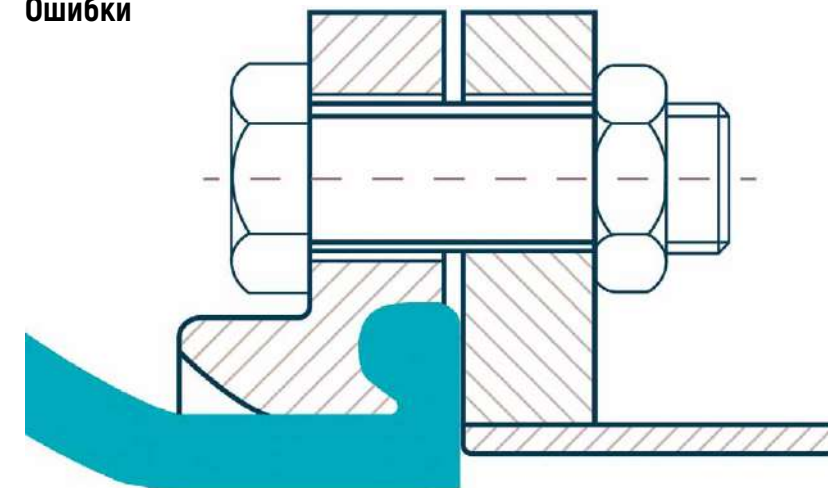


Рис. 1. Схематичное изображение фланцевого виброкомпенсатора ЧЕГЛОК с правильной установкой

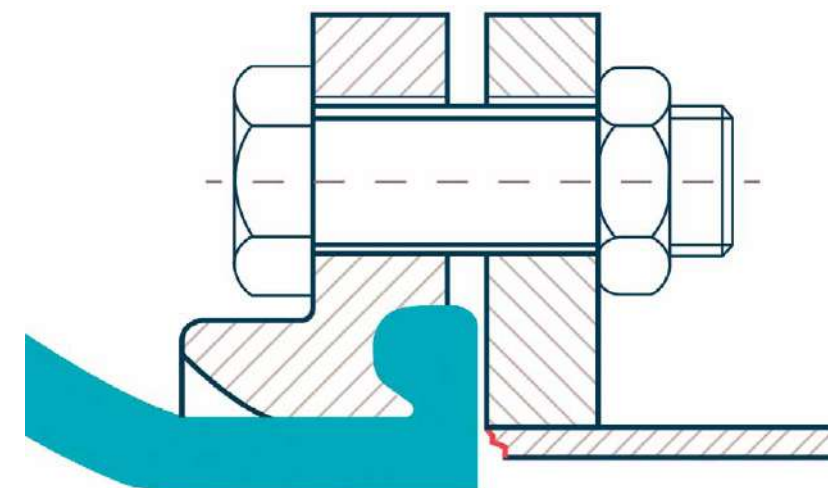


Рис. 2. Схематичное изображение неровной поверхности трубы, которая может повредить каучуковую вставку компенсатора. Подобный вариант считается неверным

**Острый вопрос.** Неровная поверхность трубы может стать причиной повреждения эластомеров. Если острый конец трубы выступает за поверхность ответного фланцевого соединения, он оказывает давление на компенсатор, что может привести к потере герметичности и возникновению аварии. Устраните острые поверхности! Учтите, что не только края трубы могут разрезать резину: опасно применять инструмент с острыми краями и ставить фланцы, где не убрана внутренняя кромка (рис. 2).

**Сварка рядом – это плохо.** При выполнении монтажных работ необходимо проявлять особую осторожность вблизи компенсаторов. В частности, при шлифовании и сварке компенсаторы должны быть защищены. Если вы планируете проведение сварочных работ рядом с местом установки компенсатора, сначала приварите ответный фланец и дайте ему остыть. Только потом монтируйте компенсатор.

При установке фланцевых резиновых компенсаторов ЧЕГЛОК важно провести проверку уплотнительных поверхностей фланцев трубопровода на предмет наличия дефектов, таких как забоины, раковины, заусенцы и другие повреждения. Если дефекты обнаружены, следует заменить фланцы на трубопроводе. Затяжка болтов и шпилек на фланцевых соединениях должна быть равномерной по всему периметру. Необходимо обеспечить параллельность уплотнительных поверхностей фланцев трубопровода и компенсатора с точностью до 0,2 мм.

**Зеркало и его влияние.** В качестве ответного фланца рекомендуется использовать фланец исполнения В с соединительным выступом. Использование фланцев с канавками и углублениями запрещено, так как они могут повредить резиновые уплотнители. Например, выступающая часть шипа исполнения С создает избыточное давление на каучук (рис. 3).

**Загрязнения.** Важно помнить, что контактная зона всегда должна быть чистой. Следует очистить внутреннюю поверхность компенсатора от любых посторонних предметов и загрязнений. Затем нужно проверить уплотнительные поверхности арматуры и фланцев на наличие грязи, консервирующей смазки, забоин, коррозии и других дефектов. >>>



Если вы заметили проблему, немедленно примите меры для обеспечения надежного и герметичного соединения, чтобы избежать утечек и повреждений во время использования (рис. 4).

**Специальный фланец.**

Для компенсатора требуются специальные фланцы, поэтому использование свободных, плоских и воротниковых фланцев с резиновыми вставками NBR и EPDM невозможно.

Главные визуальные отличия специальных фланцев для компенсатора – отсутствие зеркала и наличие канавки для каучуковой вставки.

Компенсаторы ЧЕГЛОК поставляются в комплекте со специальными фланцами, соответствующими требованиям ГОСТ 33259-15 по толщине (без зеркала) и геометрии.

На производстве ОНИКС можно изготовить фланцы для компенсаторов двумя способами: с нуля из стали 20 и 09Г2С или путем переточки существующих фланцев из материалов 09Г2С, 12Х18Н10Т и 10Х17Н13М2Т в исполнении В (с соединительным выступом).

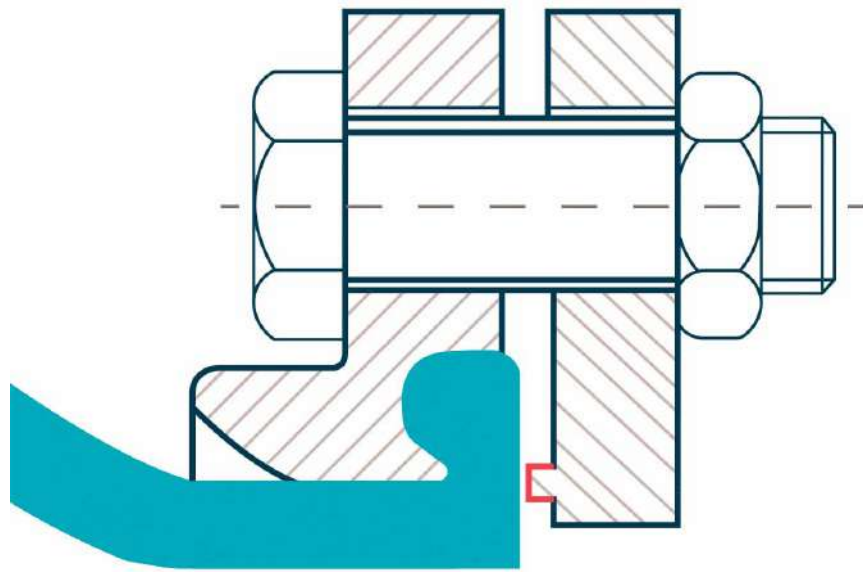
На рис. 5 отображены внешние различия стандартного фланца тип 01 по ГОСТ 33259-15 и специального фланца для компенсатора ЧЕГЛОК.

Чтобы посмотреть разницу в размерах между фланцами по ГОСТ и фланцами для компенсатора ЧЕГЛОК, сравним технические данные по толщине среди самых популярных диаметров, где взяты:

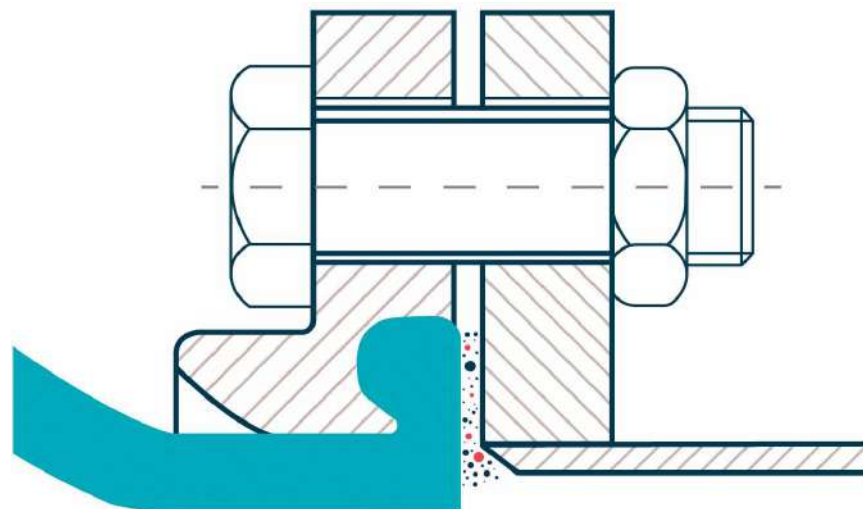
- **показатель b** – вся толщина фланца с учетом уплотнительной поверхности (зеркало) из ГОСТ 33259-15 (табл. 1).

- **показатель В** – толщина фланца для компенсатора ЧЕГЛОК по ТУ 3799-001-94568095-2018.

Из таблицы хорошо видна разница в толщине фланца. К примеру, если взять фланец 400 мм, мы увидим, что для рабочего давления 10 кгс/см<sup>2</sup> для фланца по ГОСТ толщина составит 30 мм, а для фланца компенсатора – 26 мм. Разница в 4 мм как раз составляет сточенное зеркало. Остальные технические параметры сравниваемых фланцев будут идентичны.



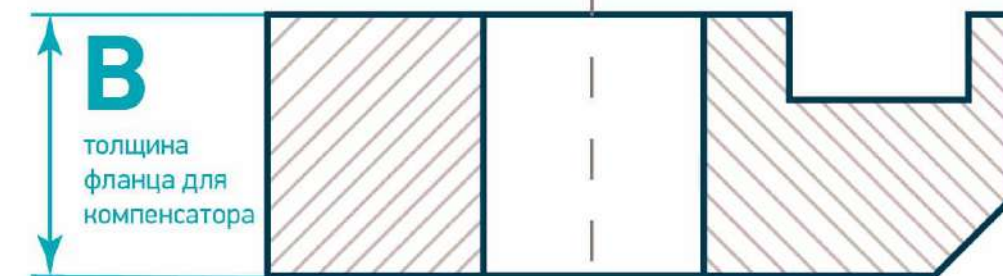
**Рис. 3. Фланцы с выступающей уплотнительной поверхностью не рекомендуется использовать в сочетании с резиновыми уплотнителями. На схеме показан неправильный вариант монтажа**



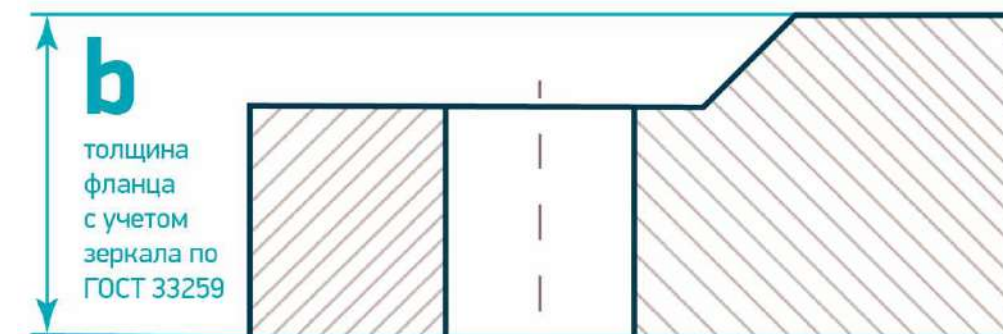
**Рис. 4. На схеме показана загрязненная поверхность – это недопустимо**

**Таблица 1. Сравнение толщины для фланцев по ГОСТ 33259-15 и фланцев для компенсатора ЧЕГЛОК по ТУ 3799-001-94568095-2018**

DN	Показатель b. PN 10. Фланец по ГОСТ	Показатель В. PN 10. Фланец для компенсатора ЧЕГЛОК	Показатель b. PN 16. Фланец по ГОСТ	Показатель В. PN 16. Фланец для компенсатора ЧЕГЛОК
50	18	15	22	19
80	20	17	24	21
100	22	19	26	23
150	24	21	28	25
200	24	21	30	27
250	26	23	31	28
300	28	24	32	28
350	28	24	34	30
400	30	26	38	34
450	30	26	42	38
500	32	28	48	44



Внешний вид фланцев для компенсатора ЧЕГЛОК



Внешний вид фланцев по ГОСТ 33259-15 с соединительным выступом (исп. В)

**Рис. 5. Внешние различия стандартного фланца тип 01 по ГОСТ 33259-15 и специального фланца для компенсатора ЧЕГЛОК**

**Итого**

Несоблюдение требований и правил монтажа фланцевых компенсаторов может привести к серьезным последствиям для трубопроводной системы, таким как разрыв. Поэтому важно тщательно контролировать процесс монтажа и регулярно проводить диагностику состояния компенсаторов на предмет возможных повреждений или износа. Обращайтесь в ОНИКС – мы вам поможем укомплектовать ваш объект компенсаторами, фланцами, заглушками и деталями трубопровода.



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



# Азотные компрессорные станции ТГА для повышения нефтеотдачи пласта и других нефтесервисных операций

Наиболее результативным решением проблемы повышения нефтеотдачи пластов является применение третичных газовых методов, к которым относится метод вытеснения азотом. Азот – один из самых распространенных газов на планете Земля. Основным его свойством, используемым в технологических процессах, является инертность. В концентрациях начиная с 90% азот предотвращает возгорание. Именно благодаря этому своему свойству он получил широкое распространение для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности в различных технологических процессах.

**П**овышение продуктивности скважин достигается путем подачи газообразного азота под высоким давлением.

Азот поднимается вверх по трещинам и за счет увеличения пластовой энергии оттесняет вниз заблокировавшую ствол скважины воду. Обеспечивается заполнение освобождающихся от воды коллекторов нефтью, и снова открывается доступ нефти к стволу скважины. Добыча возобновляется, нефтеотдача пласта повышается в пределах от 35% до 75% (рис. 1).

Газообразный азот применяется также при выполнении таких операций, как капитальный ремонт скважин, опрессовка скважин, бурение на депрессии, освоение скважин после ГРП, консервация и расконсервация скважин и др. Оптимальное мобильное решение задачи получения газообразного азота из атмосферного воздуха непосредственно на нефтяных скважинах и других объектах, требующих подачи азота высокого давления, – азотные станции серии ТГА. Передвижная азотная компрессорная станция доставляется к объекту и запускается в работу (рис. 2).

Краснодарский компрессорный завод производит широкую линию моделей передвижных азотных станций серии ТГА, способных обеспечивать на выходе высококонцентрированный азот (до 99%) под давлением до 630 атмосфер с производительностью до 30 м<sup>3</sup>/мин. Максимальная концентрация азота на выходе зависит от модификации станции и колеблется в диапазоне от 90% до 99%. Подходящая модель и модификация азотной станции подбираются под задачи, которые требуется решать.

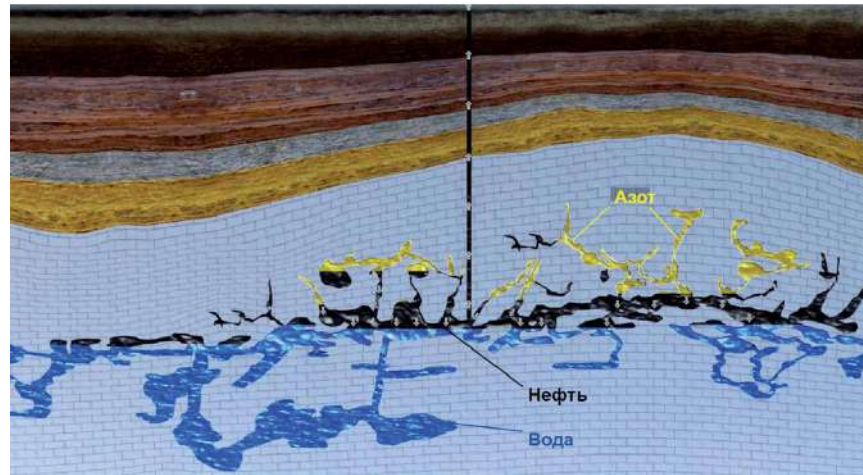


Рис. 1. Вытеснение нефти путем подачи газообразного азота под высоким давлением



Рис. 2. Схема процесса получения газообразного азота из воздуха

При этом заказчик имеет возможность приобрести новую азотную компрессорную станцию в собственность для постоянного использования или взять в аренду вместе с профессиональным экипажем для решения оперативных задач.



Рис. 3. Инновационная азотная станция модели ТГА-10/251

Для удобства перемещения станций ТГА предусмотрено несколько типов их исполнения: на салазках, на прицепе, на шасси. Тип подбирается в зависимости от расположения объектов, сроков эксплуатации станции на каждом из них и других факторов.

На сегодняшний день самой востребованной в нефтедобыче является инновационная азотная станция модели ТГА-10/251 с концентрацией азота на выходе 95% (рис. 3).

kkzav.ru

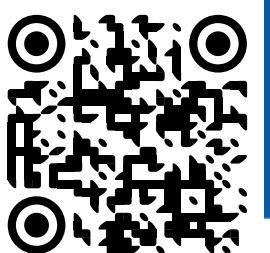


## КАЧЕСТВЕННЫЙ СЕРВИС ГАЗОВЫХ И ПАРОВЫХ ТУРБИН

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



Больше информации об услугах ООО «Русь-Турбо»





# Перспективная конструкция шарошечного расширителя для проходки наклонно-направленных скважин подземных переходов газонефтепроводов

В процессе сооружения газонефтепроводов нередко встает задача пересечения различных водных преград, таких как каналы, реки, озера, обширные болотистые территории и т. д. В этом случае наиболее экологичным, экономичным и безопасным способом преодоления этих участков является метод наклонно-направленного бурения (ННБ).

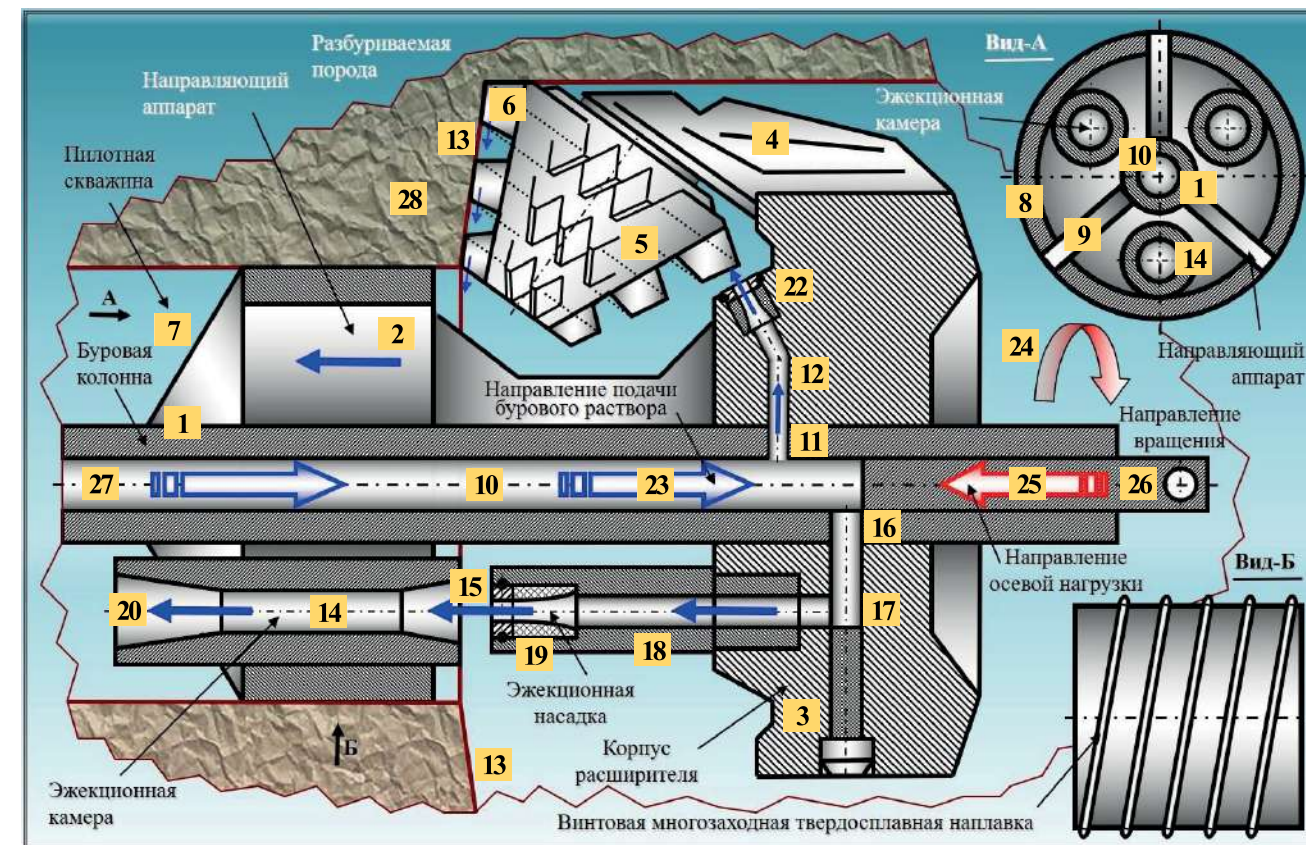


**Дмитрий Юрьевич СЕРИКОВ** – д.т.н., профессор, член-корреспондент РАЕН РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, dr.serikov@rambler.ru

**Ключевые слова:** газонефтепровод, подземный переход, шарошечный расширитель, одноконусная шарошка, струйный насос, эжекционная насадка.

**М**етод ННБ позволяет минимизировать время сооружения подземных переходов газонефтепроводов, однако у него все еще существуют целый ряд технических и технологических недостатков, для оценки которых были изучены условия и основные принципы работы применяемого при сооружении подземных переходов бурового инструмента. Метод ННБ скважин для прокладки газонефтепроводов, осуществляется путем использования как обычного, так и специального бурового оборудования в несколько этапов. В начале производят бурение ствола пилотной скважины малого диаметра на всю длину перехода. Затем осуществляют ее расширение до формирования требуемого технологического диаметра, большего диаметра трубопровода. Далее производят калибрование и зачистка стенок скважины, с целью обеспечения беспрепятственного протаскивания трубопровода.

Как правило, бурение пилотной скважины осуществляется обычными буровыми долотами различных типоразмеров, выбор типа и размера которых зависит в основном от твердости и абразивности разбуриваемой породы. Расширение пилотной скважины осуществляется уже при помощи расширителей специальных конструкций, позволяющих наиболее эффективно разрушать породу в условиях проходки наклонно-направленных скважин большого диаметра. На сегодняшний день существует множество конструкций шарошечных расширителей, предназначенных именно для формирования наклонно-направленных стволов для прокладки газонефтепроводов. Отличительными особенностями всех этих конструкций являются: тип вооружения, форма шарошек, одно- или многоярусность, расположение породоразрушающих элементов, системы промывки и т.д. Многие конструкции расширителей предусматривают замену шарошек и представляют собой сборно-разборные конструкции. Например, известен шарошечный расширитель пилотного ствола скважины, включающий полый приводной шток, в передней части которого размещен направляющий аппарат, а в задней части которого размещен корпус расширителя. Корпус расширителя имеет лапы с установленными на них вращающимися шарошками с вооружением, при этом шарошки выполнены с возможностью расширения пилотного ствола скважины. Направляющий аппарат выполнен в виде центрирующего кольца с ребрами, выполненного с возможностью прохождения внутри пилотного ствола скважины и поддержания траектории расширителя шарошечного вдоль траектории предварительно пробуренного пилотного ствола скважины. Полый приводной шток выполнен с возможностью соединения с буровой колонной перед направляющим аппаратом и сообщения полости полого приводного штока с полостью буровой колонны для прохождения промывочной жидкости.



**Рис. 1. Первый вариант конструкции шарошечного расширителя для проходки наклонно-направленных скважин подземных переходов газонефтепроводов**

Корпус расширителя и полый приводной шток имеют сообщающиеся каналы, сообщающие полость полого приводного штока с шарошечным пространством для промывки зоны расширения пилотного ствола скважины, формируемой вооружением шарошек (см. US 2010/0319993A1, опубл. 23.12.2010). Однако, несмотря на множество конструкций таких расширителей, при их проектировании зачастую не учитывают те существенные изменения в кинематике шарошек, связанных со значительным, нежели чем в долоте, удалением их от центра вращения бурового инструмента. В большинстве случаев это приводит к полному или частичному несоответствию геометрических параметров вооружения бурового инструмента, условиям и характеру взаимодействия зубьев шарошек расширителя в процессе разрушения горной породы кольцевого забоя большого диаметра (555–1200 мм и более). Анализ износа основных рабочих элементов шарошечных расширителей после отработки свидетельствует о том, что данный инструмент работает в условиях сильного зашламления забоя. На это указывает целый ряд факторов: сильный износ армированных поверхностей направляющего аппарата, значительное число заклиненных шарошек и еще большее с катастрофическим износом герметизированных маслonaполненных подшипниковых узлов. Также обращает на себя внимание превалирующий износ зубчатого вооружения периферийных и калибрующих конусов шарошек, в то время как вершинные венцы изношены менее значительно. Это свидетельствует о том, что геометрия вооружения шарошек не соответствует характеру и условиям разрушения породы при данном способе бурения. С целью устранения этих недостатков и повышения эффективности работы данного вида бурового инструмента были разработаны принципиальные схемы двух вариантов шарошечного расширителя. Техническим результатом предложенных вариантов конструкции является повышение эффективности работы шарошечного расширителя путем более интенсивного выноса разбуриваемой породы из зоны расширения пилотного ствола скважины (рис. 1 и 2).

Представленный шарошечный расширитель пилотного ствола скважины включает полый приводной шток (1), в передней части которого размещен направляющий аппарат (2), в задней части которого размещен корпус (3) расширителя, корпус (3) расширителя имеет лапы (4) с установленными на них вращающимися шарошками (5) с вооружением (6), при этом шарошки выполнены с возможностью расширения пилотного ствола (7) скважины. Направляющий аппарат (2) выполнен в виде центрирующего кольца (8) с ребрами (9), выполненного с возможностью прохождения внутри пилотного ствола (7) скважины и поддержания траектории расширителя шарошечного вдоль траектории предварительно пробуренного пилотного ствола (7) скважины. Полый приводной шток (1) выполнен с возможностью соединения с буровой колонной перед направляющим аппаратом (2) и сообщения полости (10) полого приводного штока (1) с полостью буровой колонны для прохождения промывочной жидкости, корпус (3) расширителя и полый приводной





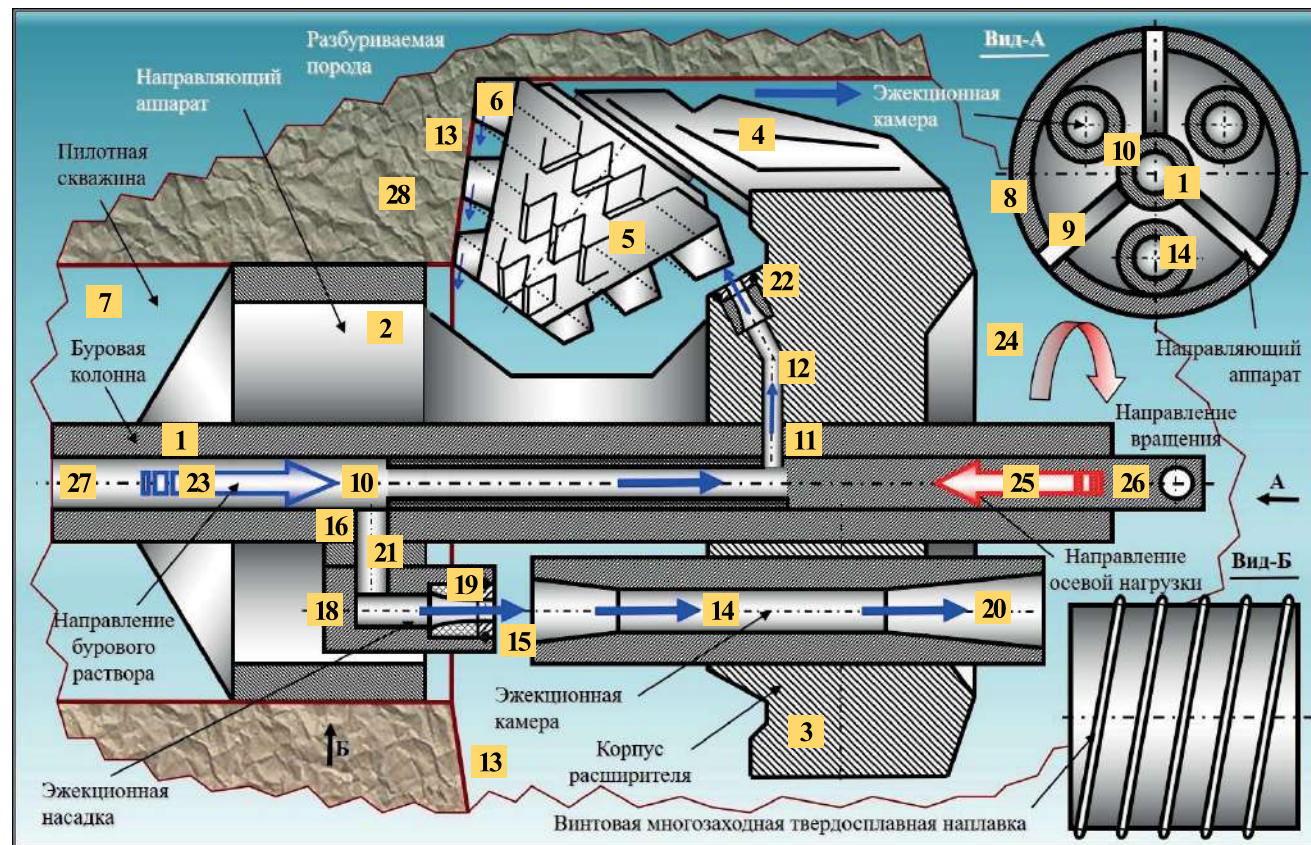


Рис. 2. Второй вариант конструкции шарошечного расширителя для проходки параболических скважин подземных переходов газонефтепроводов

шток (1) имеют сообщающиеся каналы (11, 12), сообщающие полость полого приводного штока с шарошечным пространством для промывки зоны (13) расширения пилотного ствола скважины, формируемой вооружением (6) шарошек.

Новым в расширителе является то, что в пространстве за внешней боковой поверхностью полого приводного штока (1) организована по меньшей мере одна эжекционная камера (14), при этом в каждой из по меньшей мере одной эжекционной камеры (14) активным потоком (15) является промывочная жидкость, поступающая по дополнительному каналу (16) полого приводного штока (1) из его полости (10), а пассивным потоком является поток жидкости с разбуриваемой породой из зоны (13) расширения пилотного ствола скважины, формируемой вооружением (6) шарошек. При этом смешанный поток (20) из эжекционной камеры (14) выведен за пределы зоны (13) расширения пилотного ствола скважины, формируемой вооружением (6) шарошек.

Именно такое выполнение шарошечного расширителя пилотного ствола скважины позволяет интенсифицировать вынос разбуриваемой породы из зоны расширения пилотного ствола скважины. Оснащение зоны расширения пилотного ствола скважины дополнительным узлом в виде по меньшей мере одного струйного насоса (т.е. эжекционной камеры) позволяет снизить зашламление забоя путем выноса потока жидкости с разбуриваемой породой из зоны расширения, что в конечном счете приводит к повышению эффективности работы шарошечного расширителя.

В первом варианте (рис. 1), по меньшей мере одна эжекционная камера (14) размещена в направляющем аппарате (2), при этом активным потоком (15) является промывочная жидкость, поступающая по дополнительному каналу (16) полого приводного штока из его полости (10) и далее по дополнительному каналу (17) корпуса (3) расширителя, переходящему в полость осевого патрубка (18) с гидромониторной насадкой (19), при этом смешанный поток (20) из эжекционной камеры (14) выведен за направляющий аппарат (2) в сторону пилотного ствола (7) скважины. Это способствует повышению эффективности работы шарошечного расширителя путем более интенсивного выноса разбуриваемой породы из зоны расширения пилотного ствола скважины.

Во втором варианте (рис. 2), по меньшей мере одна эжекционная камера (14) размещена в корпусе (3) расширителя, при этом активным потоком (15) является промывочная жидкость, поступающая по дополнительному каналу (16) полого приводного штока (1) из его полости (10) и далее по каналу (21) в направляющем аппарате (2), переходящему в полость осевого патрубка (18) с гидромониторной насадкой (19), при этом смешанный поток (20) из эжекционной камеры (14) выведен за корпус (3) расширителя в направлении от пилотного ствола (7) скважины. Это конструктивное решение также способствует повышению эффективности работы шарошечного расширителя путем более интенсивного выноса разбуриваемой породы из зоны расширения пилотного ствола скважины. В этом случае шлам более интенсивно выводится в направлении от пилотного ствола (7) скважины, способствуя разгрузке шлама в зоне расширения.



БОЛЕЕ  
**77**  
ЛЕТ

Заводоуковский машиностроительный завод является крупнейшим производителем вагон-домов и блочных зданий



вагон-дома

**KEDRVAGON.RU**

Вагон-дома и блочно-модульные здания модели «Кедр» – это сочетание высоких технологий и заботы о Вас. Наши изделия обладают исключительной жесткостью, обеспечивают высокую прочность конструкции и отличаются большой долговечностью.



АО «ЗАВОДОУКОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»  
627144, Тюменская обл., г. Заводоуковск, ул. Заводская, 1 «А» | e-mail: zms@kedrvagon.ru  
тел. (34542) 2-34-78 – приемная, тел. (34542) 2-12-04, 2-33-36, тел. (34542) 2-43-05 – отдел снабжения



Шарошки (5) выполнены одноконусными. Это, позволяет более точно сориентировать положение образующей шарошки по отношению к ее мгновенной оси вращения и тем самым более точно управлять величинами проскальзывания (или отсутствием такового) зубчатого вооружения всех венцов. Данная геометрия шарошек, также способствует повышению эффективности работы шарошечного расширителя путем более интенсивного выноса разбуренной породы из зоны расширения пилотного ствола скважины. В этом случае обеспечивается формирование забоя конусной формы, способствующей движению бурового раствора (промывочной жидкости) непосредственно в свободное пространство пилотной скважины, без дополнительных изгибов потока от ступенчатой формы или многоконусной формы шарошек. На внешней поверхности направляющего аппарата (2) выполнена твердосплавная наплавка в виде одно- или многозаходной резьбы. Такое выполнение внешней поверхности направляющего аппарата позволяет не только придать этой рабочей поверхности износостойкость и способность самоочищаться, но и дает возможность снизить осевую нагрузку на колонну буровых труб, за счет эффекта самозавинчивания бурового агрегата с установленным расширителем. При этом, на выходе каналов (12) корпуса (3) расширителя в шарошечное пространство для промывки зоны (13) расширения пилотного ствола скважины, формируемой вооружением (6) шарошек, установлены гидромониторные насадки (22). Это, также способствует повышению эффективности работы шарошечного расширителя путем более интенсивного выноса разбуренной породы из зоны расширения пилотного ствола скважины. В этом случае будет происходить более интенсивная очистка шарошек промывочной жидкостью, а также создаваться турбулентный поток жидкости, способствующий снижению зашламления зоны расширения, разрушаемой вооружением шарошек.

Представленный шарошечный расширитель пилотного ствола скважины работает следующим образом. При осуществлении вращения колонны буровых труб в пилотной скважине с закрепленным на них полым приводным штоком, шарошки (5), вращаясь в подшипниках на цапфах лап, перемещаются по зоне расширения и своим зубчатым вооружением под действием крутящего момента (24) и осевой нагрузки (25) на инструмент, разбуривают и расширяют пилотный ствол скважины. В свою очередь, промывочная жидкость, которая прокачивается через внутреннее пространство колонны буровых труб, расширителя и эжекционную камеру, успешно эвакуирует шлам из зоны работы расширителя. Промывочная жидкость достигает канала (12) или насадки (22), которые создают определенное гидравлическое сопротивление и давление, заставляющие промывочную жидкость также двигаться и к насадке (19), а после этого – заставляя промывочную жидкость вместе с выбуренной породой двигаться в каналы эжекционной камеры (14) из зоны (13) расширения пилотного ствола. В эжекционной камере (14) потоки промывочной жидкости, исходящие из эжекционных насадок (19), смешиваются с более медленными потоками промывочной жидкости из зоны расширения (13), обогащенной разрушенной породой, образующейся на поверхности расширения скважины сквозь межшарошечные пространства. В результате этого взаимодействия потоков возникает общий эжектированный поток, обладающий значительно большей скоростью и подъемной силой, нежели образованный в зоне расширения скважины. Помимо этого, в зоне (13) расширения пилотной скважины создается относительное разрежение, которое не только способствует улучшению очистки, но и к вскрытию массива разбуриваемой породы за счет уменьшения дифференциального давления на зону разрушения шарошек. Все это снижает энергоемкость процесса разрушения породы и повышает скорость расширения и проходку расширителя. Применение заявленного расширителя позволяет на качественном уровне (благодаря введению эжекционной камеры, установленной определенным образом, как раскрыто выше) повысить эффективность работы шарошечного расширителя путем более интенсивного выноса разбуренной породы из зоны расширения пилотного ствола скважины.

Представленный расширитель может быть оснащен иметь множеством элементов, известных из уровня техники, не указанных в описании (например, наличие промывочных отверстий и сопел, наличие составных элементов, выполнение нескольких элементов цельными в виде одной детали – например штока (1) и корпуса (3) и т.п., выполнение косозубого фрезерованного вооружения шарошек, выполнение вставок в виде вооружения шарошек, наличие уплотнений насадок и их узлов креплений к элементам расширителя, наличие уплотнений насадок и их узлов креплений к элементам расширителя, наличие подшипниковых опор шарошек, например, герметизированных маслonaполненных подшипниковых узлов, наличие цапф на лапах для опирания шарошек, сборно-разборные конструкции элементов и т.п.).

Применение предложенной конструкции шарошечного расширителя, 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 стволов большого диаметра, и тем самым снизить себестоимость проведения буровых работ.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Мустафин Ф. М., Быков Л. И., Васильев Г. Г., Лаврентьев А. Е. и др. Технология сооружения газонефтепроводов / Под ред. Васильева Г. Г. Т. 1. Уфа: Нефтегазовое дело. 2007. 632 с.
2. Вафин Д. Р., Сапсай А. Н., Шаталов Д. А. Техничко-экономические границы применения метода наклонно-направленного бурения в строительстве подводных переходов магистральных трубопроводов // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2017. Т. 7. № 3. С. 66–73.
3. Лурье М. В., Мастобаев Б. Н., Ревель-Мороз П. А., Сощенко А. Е. Проектирование и эксплуатация нефтепроводов. Учебник для нефтегазовых вузов. М.: Издательский дом Недра». 2019. 434 с.
4. Буримов Ю. Г., Копылов А. С., Орлов А. В. Бурение верхних интервалов глубоких скважин большого диаметра. Москва, 1975. 231 с.

# КАТОДНАЯ ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ



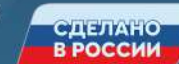
**ХИМСЕРВИС**

1994

Компания «Химсервис» уже 30 лет разрабатывает и производит оборудование для катодной защиты от коррозии подземных трубопроводов и резервуаров, а также морских сооружений.

Продукция компании «Химсервис» выпускается под торговой маркой **МЕНДЕЛЕЕВЕЦ®**.

Продукция сертифицирована по требованиям ЕАЭС, ИНТЕРГАЗСЕРТ, ГАЗСЕРТ, ПАО «Транснефть» и имеет подтверждение Минпромторга РФ о производстве продукции на территории России.



# 30 лет

## ЛУЧШЕЕ



ИР-2М  
РЕГИСТРАТОР

## НАДЕЖНОЕ



АНОДЫ  
МАГНЕТИТОВЫЕ

Магнетитовые аноды «Менделеевец» включены в реестр инновационной продукции ПАО «Газпром»

## НОВОЕ



**КОМПАНИЯ «ХИМСЕРВИС» ГАРАНТИРУЕТ СВОЕВРЕМЕННУЮ ПОСТАВКУ КАЧЕСТВЕННОГО И СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

[www.химсервис.com](http://www.химсервис.com)

8 (800) 201-44-77

op@ch-s.ru



# Каротаж в процессе бурения: опыт и перспективы

**С. В. ГОРШЕНИНА** – лаборатория АСОИГИС НТУ ООО «ТНГ-Групп», gorshenina@tng.ru, тел. 8 (987) 229-00-07  
**М. Я. АГЛИУЛЛИН** – лаборатория АСОИГИС НТУ ООО «ТНГ-Групп»  
**М. В. ЛУКАШОВ** – ООО «ТНГ-Геонавигация» ООО «ТНГ-Групп»

В статье освещены вопросы, касающиеся наработок ООО «ТНГ-Групп» в направлении развития каротажа в процессе бурения – собственные разработки модулей LWD, приобретенное оборудование, разработка программно-методических средств для обработки и интерпретации данных LWD, возможности интерпретации и перспективы развития.

**Ключевые слова:** горизонтальные скважины (ГС), телесистема (ЗТС), комплекс LWD, система каротажа в процессе бурения (СКПБ), наддолотный модуль (НДМ), программно-методическое обеспечение (ПМО), интерпретация, импортозамещение.

**Б**есспорно, что применение горизонтальных технологичных при разработке нефтяных месторождений сегодня стало, практически, повсеместным [1].

Однако большой процент наклонно-направленных и горизонтальных скважин до недавнего времени проводился, с точки зрения геофизики, практически вслепую. Причиной этого являлось отсутствие геофизической информации в процессе бурения – применяемые телесистемы содержали только технологическую информацию, данные инклинометрии и, иногда, ГК [4]. Поэтому, каротаж в процессе бурения с получением максимально возможных геофизических параметров – это крайне востребованное направление на рынке геофизических услуг.

ООО «ТНГ-Групп», уделяя большое внимание научной-исследовательским и опытно-конструкторским работам в области геофизических исследований бурящихся и действующих скважин, одним из важнейших прорывных направлений своей деятельности считает разработку и внедрение системы каротажа в процессе бурения. Цель создания такой системы – получение информации о скважине в режиме реального времени для оперативного управления бурением и повышение эффективности ГИС за счет исследования незатронутого внешними условиями пласта [3].

В ООО «ТНГ-Групп», начиная с 2015 года, идет разработка, изготовление и внедрение в производственном режиме модулей LWD в двух диаметрах – 120 мм и 178 мм (рис. 1).

В состав комплекса системы каротажа в процессе бурения входят следующие модули: НКПБ (нейтронный каротаж); ЭКПБ (электрический каротаж); ЭМКПБ (электромагнитный каротаж), ГКПБ (автономная запись).

В настоящий момент каротажные модули состыкованы с телесистемой этс-42ЭМ-М (электромагнитный канал связи). Ведутся опытно-промышленные работы по связке модулей с телесистемой Tensor (гидравлический канал связи) [5].

Для достоверной привязки к глубине данных, получаемых с модулей LWD, используется модуль измерения глубины на основе беспроводной системы сбора данных с технологических датчиков. Модуль позволяет однозначно проводить привязку «время – глубина – данные» и уменьшить дискретность глубины до 20 см.

Модули LWD предназначены для работы как отдельно, так и в связке с другими модулями в различном сочетании. Переданная информация регистрируется на поверхности и в режиме реального времени передается на удаленный веб-сервер. Так же вся первичная информация сохраняется во внутренней флэш-памяти и считывается при подъеме модулей на поверхность.

Достоверность данных, зарегистрированных модулями LWD в процессе бурения, подтверждает сравнение их с данными регистрации обычными комплексами ГИС на кабеле и на трубах (рис. 2а, 2б).



Рис. 1. Комплекс LWD, разработанный в ООО «ТНГ-Групп»

# РАБОТАЯ С НАМИ ВЫ ГАРАНТИРУЕТЕ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ И СЕБЯ СТАБИЛЬНОСТЬ КАЧЕСТВО НИЗКИЕ ЦЕНЫ

ТОВАР ИЗ НАЛИЧИЯ **РАССРОЧКА ПЛАТЕЖА** ТОВАР ИЗ НАЛИЧИЯ

## СТОПОРНЫЕ КОЛЬЦА

ГОСТ 13940/41/42/43+DIN 471 / 472+DIN 5417 тяжелая серия + любых толщин и диаметров

сталь: 65Г/60С2А / **30-40Х13** / **НЕРЖАВЕЙКА** / **КАДМИЙ** / **хим. фос.** / **цинк**

**КОЛЬЦА из ПРОВОЛОКИ** по чертежам! по МН! по DIN 7993(АиВ) по ГОСТ 2833!

## ТАРЕЛЬЧАТЫЕ ПРУЖИНЫ

(ГОСТ 3057 / DIN 2093 сталь: 65Г / 60С2А / 50ХФА) 12Х18Н10Т/20-40Х13 + ЖАРОПРОЧКА

## ШАЙБЫ МЕДНЫЕ ВОЛНИСТЫЕ

## МЕДНЫЕ БЫСТРОСЪЕМНЫЕ ШАЙБЫ

## МНОГОЛАПАТЫЕ ШАЙБЫ РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ

## СТОПОРНЫЕ ШАЙБЫ ГОСТ / DIN + ИЗ НЕРЖАВЕЙКИ

## ШПОНКИ ШЛИЦЕВЫЕ ГАЙКИ

## ПРЕСС-МАСЛЕНКИ ШТИФТЫ

## ШПОНОЧНАЯ СТАЛЬ

2х2, 3х3, 4х4, 5х5, 5.5х5.5, 6х6, 7х7, 8х7, 8х8, 8х10, 10х10, 8х12, 12х12, 9х14, 14х14, 10х16, 16х16, 11х18, 18х18, 12х20, 20х20, 14х22, 22х22, 14х24, 24х24, 14х25, 25х25, 16х28, 28х28, 18х32, 30х30, 20х36, 40х40, 40х22, 45х25, 50х28, 56х32, 63х32, сталь: 45 !!! **от метра + ДРУГИЕ РАЗМЕРЫ !!!** сталь **45, НЕРЖАВЕЙКА, 12Х18Н10Т**

## ЛИСТ / ЛЕНТА / ПРОВОЛОКА

сталь: 10-50 / 20-40Х13 / 30ХГСА / 50ХФА / 65Г / 60С2А / 65С2ВА / 12Х18Н10Т / 29НХ / Х20Н80 / Inconel 718 / Elgiloy + Nimonic



## ЕЖЕДНЕВНЫЕ ОТГРУЗКИ

(495) 909-99-07 • (495) 798-79-40

E-mail: SBYT@SMPOSTART.RU



**Телефон: (495) 909-99-07 • (495) 798-79-40**

**SBYT@SMPOSTART.RU / WWW.PROVOLOKA-LENTA.RU**

**ТОВАР ИЗ НАЛИЧИЯ ПРОИЗВОДСТВО ПОД ЗАКАЗ! РАССРОЧКА ПЛАТЕЖА**

С нами удобно, легко, комфортно и Выгодно! Ждем Ваших заявок и звонков!

**ОТГРУЗКА ОТ ШТУКИ**

**ТАРЕЛЬЧАТЫЕ ПРУЖИНЫ ГОСТ 3057-90 + ЖАРОПРОЧКА 60С2А / 50ХФА**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
20x9x1x0,5	14,00	45x25x2,5x1	29,00	80x40x2,2x1	70,00
20x10,2x1,1x0,45	10,00	45x25x3x1	39,00	125x71x8x2,4	196,00
31,5x16,3x1,75x0,6	10,00	50x30x3x1	39,00	100x50x5x2,2	196,00
35,5x20x2,2x0,7	13,00	112x57x5x2,4	177,00	100x60x7x2,2	304,00
40x20x2x0,8	13,00	112x63x4x3,5	119,00	110x60x7x2,2	390,00
40x25x2,5x1	29,00	60x35x3,5x1,2	65,00	140x70x8x3	390,00

**В НАЛИЧИИ**

**ТАРЕЛЬЧАТЫЕ ПРУЖИНЫ ЛЮБОЙ РАЗМЕР/ТИП/ТОЛЩИНА**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
12,5x6,3x0,7x0,35	5,90	100x50x6,3x2,2	196,00	99,5x85,5x2,5x4,6	119,00
19x10,5x1,4x0,4	14,00	50x20x1,8x1,4	49,00	100x82x2,5x1,8	169,00
25x12,5x1,05x0,65	8,00	63x31,5x1,1x3,5	89,00	126x106x2x2,8	196,00
35x20x2x0,8	20,00	83,5x71x2x2,5	65,00		

**ИЗ НАЛИЧИЯ и ПОД ЗАКАЗ Nimonic 90 + Aisi 304/316 + Inconel 718**

**СТОПОРНЫЕ КОЛЬЦА ГОСТ 13940-86**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
d 5	1,20	d 47	9,00
d 10	1,50	d 50	15,00
d 22	2,20	d 88	29,00
d 34	5,00	d 190	180,00

**40X13 65Г**

**Размеры от 4 мм до 400 мм**

**В НАЛИЧИИ**

**СТОПОРНЫЕ КОЛЬЦА ГОСТ 13941-86**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
d 6	1,50	d 75	19,50
d 13	1,70	d 80	21,00
d 26	3,00	d 90	33,00
d 52	15,00	d 120	79,00

**40X13 65Г**

**Размеры от 8 мм до 580 мм**

**В НАЛИЧИИ**

**СТОПОРНЫЕ КОЛЬЦА ГОСТ 13942-86**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
d 10	0,80	d 56	10,90
d 17	1,35	d 90	25,40
d 35	4,50	d 140	89,00
d 40	6,90	d 200	210,00

**40X13 НЕРЖАВЕЙКА DIN**

**Размеры от 4 мм до 400 мм**

**В НАЛИЧИИ**

**СТОПОРНЫЕ КОЛЬЦА ГОСТ 13943-86**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
d 20	1,70	d 80	18,00
d 32	3,90	d 112	59,00
d 47	7,40	d 150	95,00
d 62	11,50	d 215	259,00

**40X13 + любых толщин**

**Размеры от 8 мм до 580 мм**

**В НАЛИЧИИ**

**ШТИФТЫ ШПОНКИ ВИНТЫ ЧЕРТЕЖИ ГОСТ / DIN (СТАЛЬ 45 / НЕРЖАВЕЙКА)**

**ШАЙБА ГОСТ 11648-75 ВНИМАНИЕ это ГОСТ DIN на порядок дешевле !!! строго по ГОСТу**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
d 1,6	5,50	d 5	1,80
d 2	2,00	d 7	2,90
d 3	1,80	d 9	5,00
		d 12	7,00

**+ по DINу дешевле**

**В НАЛИЧИИ**

**ШАЙБА ГОСТ 13463-86 Все размеры: цинк / хим. окс / 12X18H10T / латунь**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
d 5	2,20	d 16	4,40
d 6	2,20	d 20	7,50
d 8	2,50	d 24	10,50
d 10	3,10	d 36	19,00
d 12	3,30		

**1 исполнение 2 исполнение**

**В НАЛИЧИИ**

**ШАЙБА ГОСТ 13464-86 Все размеры: цинк / 12X18H10T / латунь**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
d 6	2,90	d 18	12,00
d 10	4,00	d 20	13,00
d 12	4,40	d 22	18,00
d 14	9,00	d 24	16,00

**В НАЛИЧИИ**

**ШАЙБА ГОСТ 13465-86 Все размеры: цинк / хим. окс / 12X18H10T / латунь**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
d 3	5,00	d 12	4,40
d 4	4,00	d 14	8,00
d 8	3,50	d 20	10,00
d 10	4,00	d 27	22,00

**1 исполнение 2 исполнение**

**В НАЛИЧИИ**

**ШАЙБА ШЕЗ ОСТ 34-13-131-75**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
d 4 и 6	8,50	d 22	23,00
d 8 и 10	9,00	d 30 и 38	55,00
d 14	18,00	d 45/55	98,00
d 18	20,00	d 65	150,00

**БРОНЗА 12X18H10**

**Размеры от 4 мм до 65 мм**

**В НАЛИЧИИ**

**ШАЙБА ГОСТ 10463-81 и ГОСТ 10462-81 строго по ГОСТу**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
d 4	5,80	d 12	6,90
d 8	5,80	d 16	10,50
d 10	6,90	d 20	14,50
		d 24	19,50

**100% ГОСТ + по DIN**

**В НАЛИЧИИ**

**ШПЛИНТ DIN 11024 + по чертежам**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
2,5x40	0,30	6,3x71	2,80
3,2x50	0,5	8x71	4,50
4x40	1,00	10x200	59,00

**Огромный Выбор из 12X18H10 + ЛЮБЫЕ ДЛИНЫ до 250 мм**

**В НАЛИЧИИ**

**ПРЕСС-МАСЛЕНКИ ГОСТ 19853-74 и ГОСТ 20905-75**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
1.1	3,00	2.2.90	6,00
1.2	4,00	Колпачковые..	цена от 10 шт
1.3	5,00	12,5	250,00
2.1.45	6,00	25	280,00
		12,5	290,00

**В НАЛИЧИИ**

**ШАЙБА ГОСТ 11872-89 + 2 исполнение + 12X18H10T строго по ГОСТу**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
d 12	4,00	d 80	59,00
d 16	5,00	d 120	105,00
d 22	8,00	d 160	150,00
d 42	18,00	d 220	350,00

**Размеры от 6 мм до 220 мм**

**В НАЛИЧИИ**

**ПРУЖИНЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ + ИЗ ЛЕНТЫ**

**ШЛИЦЕВАЯ ГАЙКА ГОСТ 11871-80**

Наименование	Цена с НДС (руб.)	Наименование	Цена с НДС (руб.)
d 16	25,00	d 60	310,00
d 24	45,00	d 85	510,00
d 36	90,00	d 100	690,00
d 48	195,00	d 160	1590,00

**+ по DIN**

**Размеры от 10 мм до 200 мм**

**В НАЛИЧИИ**

**У ВАС ПОСТОЯННЫЕ ЗАКУПКИ? ТОГДА ВАМ к НАМ !!! 10-20% МЫ УДЕШЕВИМ СТОИМОСТЬ!!! НА 10-20%**

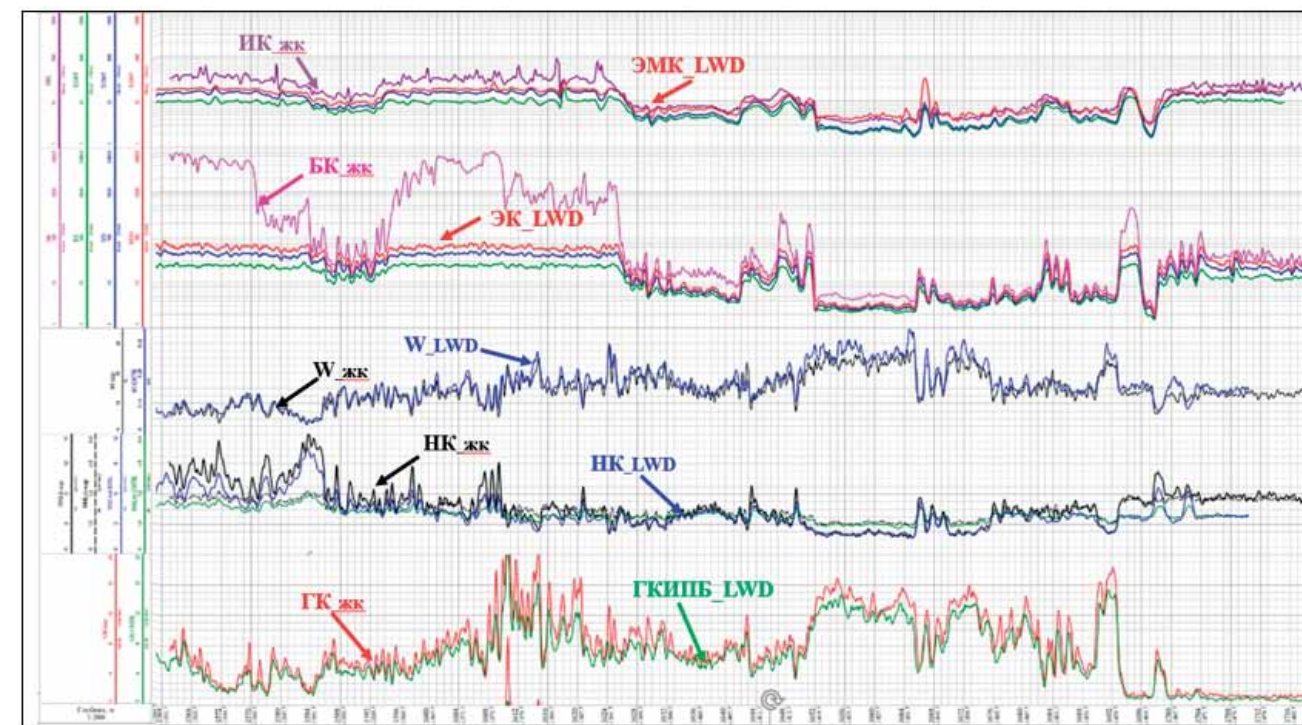


Рис. 2а. Сравнение данных, зарегистрированных модулями LWD (разработки ООО «ТНГ-Групп») с результатами каротажа комплексом на кабеле

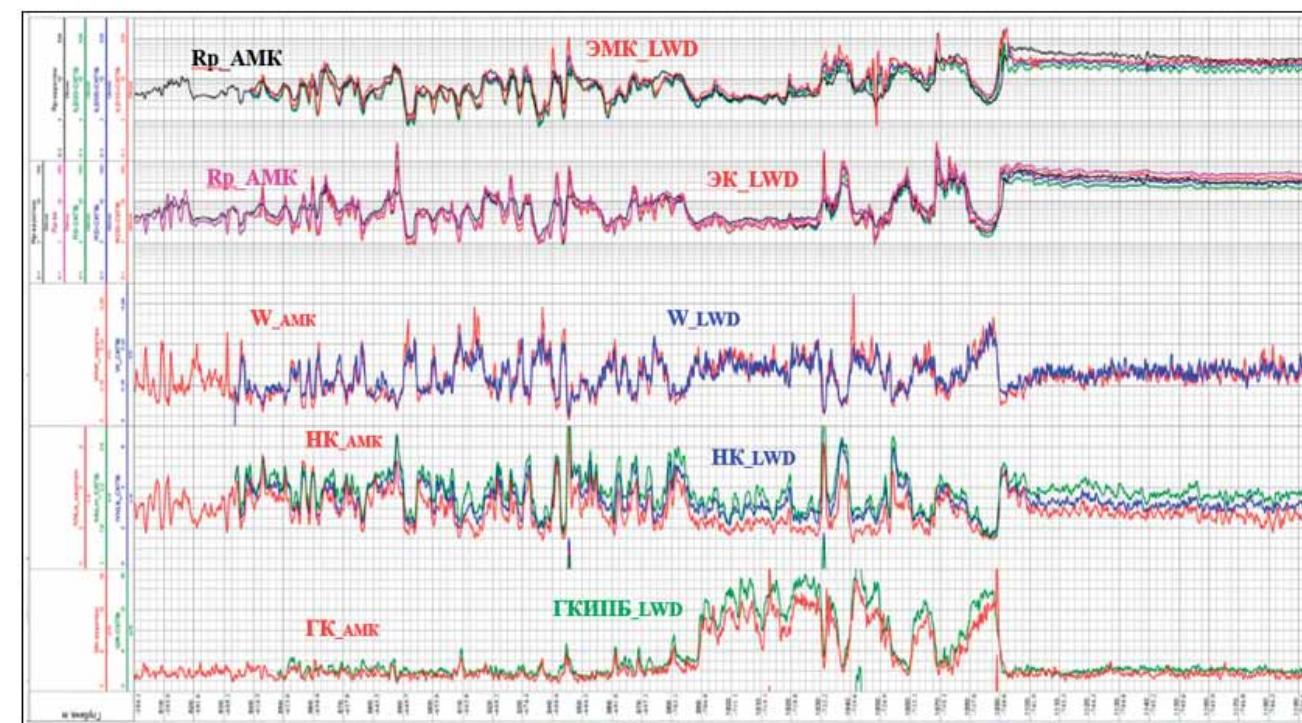


Рис. 2б. Сравнение данных, зарегистрированных модулями LWD (разработки ООО «ТНГ-Групп») с результатами AMK-G

Интересной и перспективной разработкой ООО «ТНГ-Групп» является наддолготный модуль (НДМ), который используется в наклонно-направленном и горизонтальном бурении. Данный модуль расположен непосредственно около бурового долота, предназначен для измерения технологических и геофизических параметров в процессе бурения и передачи параметров через материнскую телесистему на поверхность.

В настоящий момент разработан НДМ в диаметре 120 мм, работающий в связке с телесистемами: Тензор, Таргет (ООО «Петротул-НБ»). Пробурено более 20 скважин с использованием НДМ разработки ООО «ТНГ-Групп».

НДМ измеряет следующие параметры: зенитный угол, ГК, частоту вращения долота, в обновленной версии – затрубное давление и осевую нагрузку. Все параметры записываются во внутреннюю память прибора и в режиме реального времени передаются в телесистему (рис. 3а, 3б).

>>>



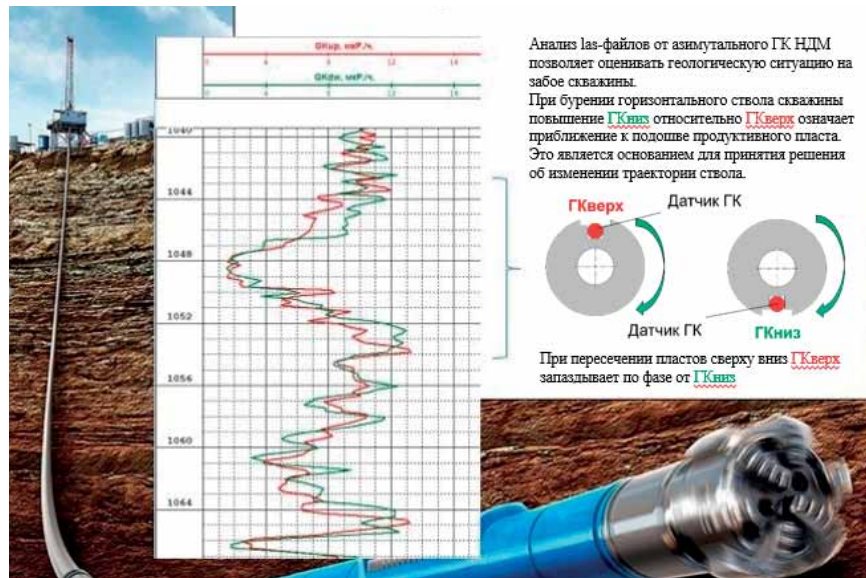


Рис. 3а. Функции, вид и схематичное представление работы НДМ

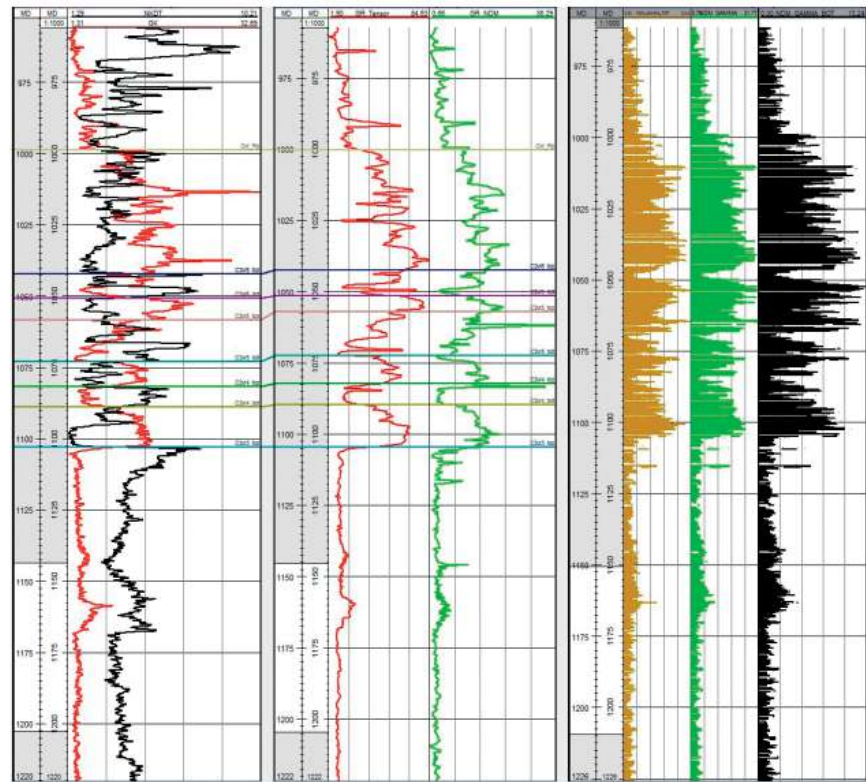


Рис. 3б. Сравнение данных ГИС, телесистемы Тензор и НДМ (1 и 2 треки) и данные из флеш-памяти НДМ (3 трек)

Анализ данных от азимутального ГК НДМ позволяет оценивать геологическую ситуацию на забое скважины. При бурении ГС/БГС показания ГК\_низ и ГК\_верх относительно друг друга определяют приближение к подошве или к кровле продуктивного пласта. Это является основанием для принятия решения об изменении траектории ствола и проводке по улучшенной части целевого пласта.

Наряду с работами по развитию собственных модулей каротажа в процессе бурения и их стыковки с имеющимся парком телесистем, в ООО «ТНГ-Групп» приобретено альтернативное оборудование отечественной разработки.

Это прибор высокочастотного индукционного каротажа и МРК (LWDxxx-2ННК-ГГКЛП) производства ООО НПП «Энергия» (рис. 4а).

В настоящее время осуществляются коммерческие работы комплекса (индукционный каротаж + МРК (LWD120-2ннк-ггкклп) в связке с телесистемой Корвет, также производства ООО «НПО Геомаш».

На рис. 4б представлены планшеты с зарегистрированными данными ГИС и результатами обработки данных LWD.

Данным комплексом структурное подразделение ООО «ТНГ-Групп» ТНГ-Геонавигация работает на Камчатском полуострове на объектах Газпром-Недра, а также пробурено уже несколько скважин для ПАО «Татнефть» и других заказчиков.

В плане применения собственных разработок, на сегодняшний день в ООО «ТНГ-Групп» уже накоплен достаточно большой опыт проведения каротажа в процессе бурения и интерпретации его результатов – проведено более 50 опытно-промышленных работ и пробурено больше 100 коммерческих скважин с модулями каротажа в режиме бурения и проработки скважин.

Для принципиально нового комплекса приборов встала необходимость разработки соответствующего программно-методического обеспечения, позволяющего регистрировать поступающий материал на поверхности, производить первичную обработку данных, решать прямые и обратные задачи ГИС с выходом на петрофизические параметры пород, вскрываемых ГС и/или БГС, и выдачей оперативного заключения в режиме онлайн и окончательного (по данным флеш-памяти) [2].

На сегодняшний день разработанное ПМО каротажа в процессе бурения содержит:

- программно-методическом комплекс GorigNavig для построения минигеологической модели участка бурения ГС или БГС (в том числе, и с привлечением сейсмике) (рис. 5) [3];
- ПМО обработки и привязки к глубине данных LWD из флеш-памяти приборов (рис. 6);
- ПМО расчета параметров ФЕС пластов по данным, полученным при СКПБ (рис. 7);
- расчет Кгл в условиях отсутствия опорных пластов;
- единую технологию совместной эксплуатации ПМО комплекса GorigNavig и исходных данных СКПБ и их результатов обработки.

## ПРИБОР ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИНДУКЦИОННОГО КАРОТАЖА (РЕЗИСТИВИМЕТР)



Резистивиметр – это геометрически скомпенсированный, двухчастотный (400 кГц и 1.8 МГц), двухзондовый скважинный прибор, предназначенный для измерения удельного сопротивления горных пород во время бурения скважины.

Замеры удельного сопротивления могут производиться как при использовании растворов на углеводородной основе, так и в соленасыщенных растворах; значения удельного сопротивления передаются в реальном времени; 8 кривых удельного электрического сопротивления с высоким разрешением сохраняются в памяти прибора и могут быть считаны на поверхности после бурения.

### Преимущества:

- Основные преимущества резистивиметра «КОРВЕТ» в сравнении с аналогами связаны с конструкцией прибора, в которой скважинный прибор и его наружная немагнитная труба не крепятся друг к другу.



## АППАРАТУРА LWD-2ННК-ГГКЛП-3ГК

Прибор предназначен для измерения объемной плотности, индекса фотоэлектрического поглощения горных пород и определения диаметра скважины в процессе бурения нефтяных и газовых скважин.

### Решаемые задачи:

- измерение объемной плотности горных пород и индекса фотоэлектрического поглощения горных пород;
- детальное литологическое расчленение и стратиграфические исследования;
- определение фильтрационно-емкостных свойств;
- определение минерального состава пород;
- построение развертки ствола скважины для геонавигации (16 секторов);
- определение диаметра скважины.

Рис. 4а. Комплекс LWD, разработанный в ООО НПП «Энергия»

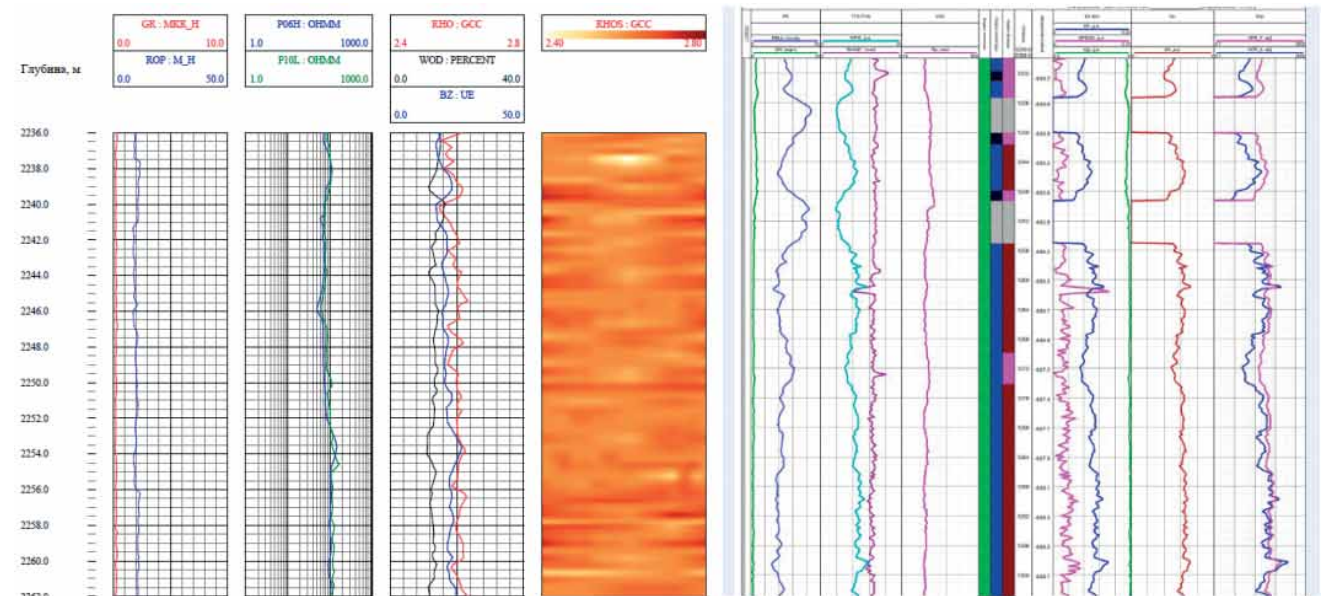


Рис. 4б. Планшеты с зарегистрированными данными ГИС и результатами интерпретации данных LWD

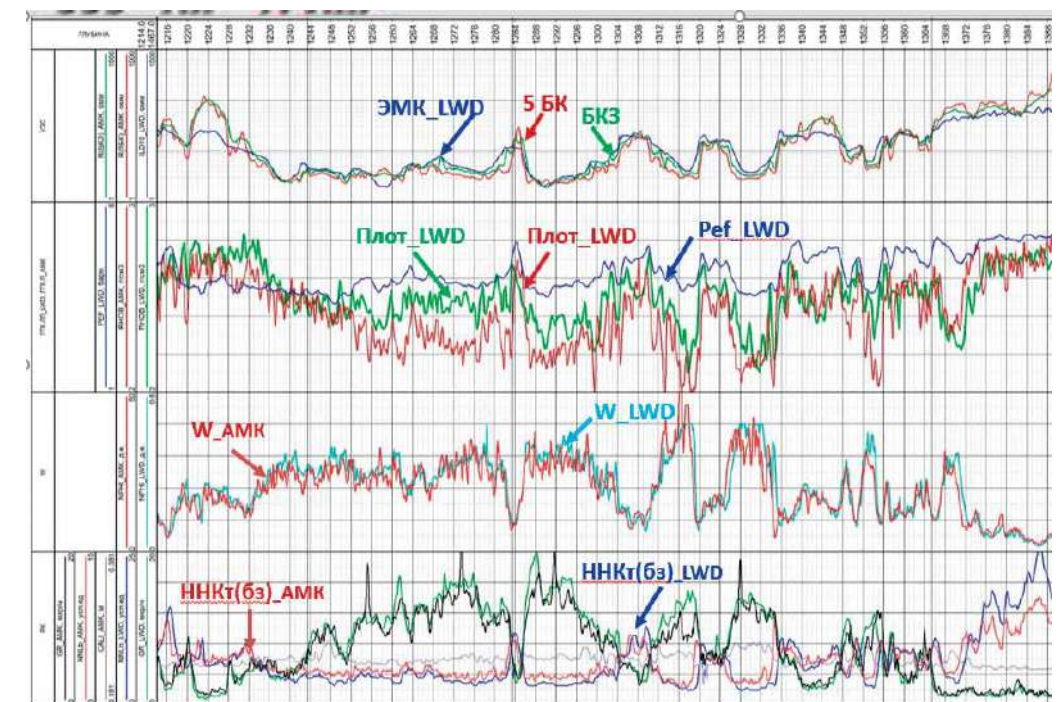


Рис. 4в. Сравнение данных LWD (разработка Геомаш) с данными АМК-Г



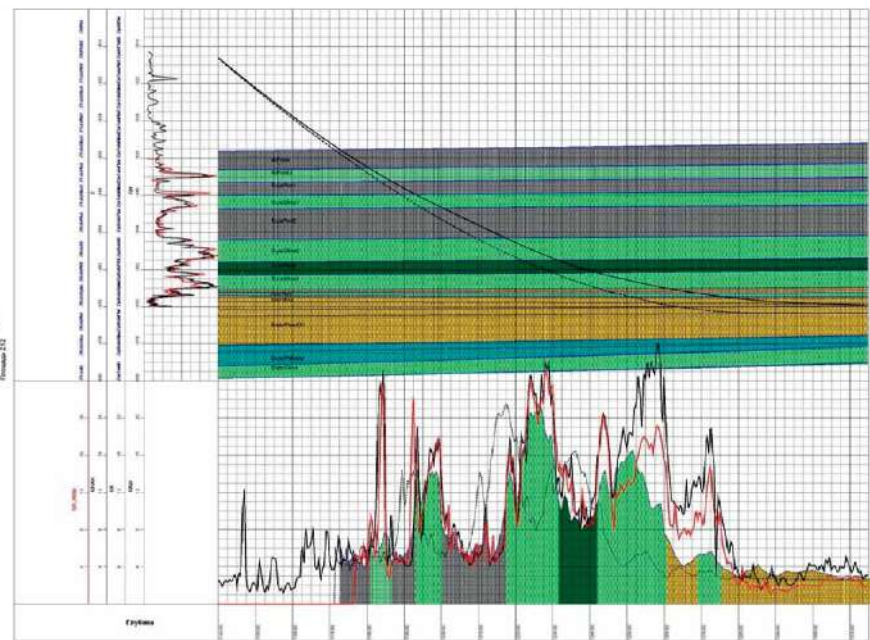


Рис. 5. Минигеологическая модель участка бурения ГС. Пласт с ВНК

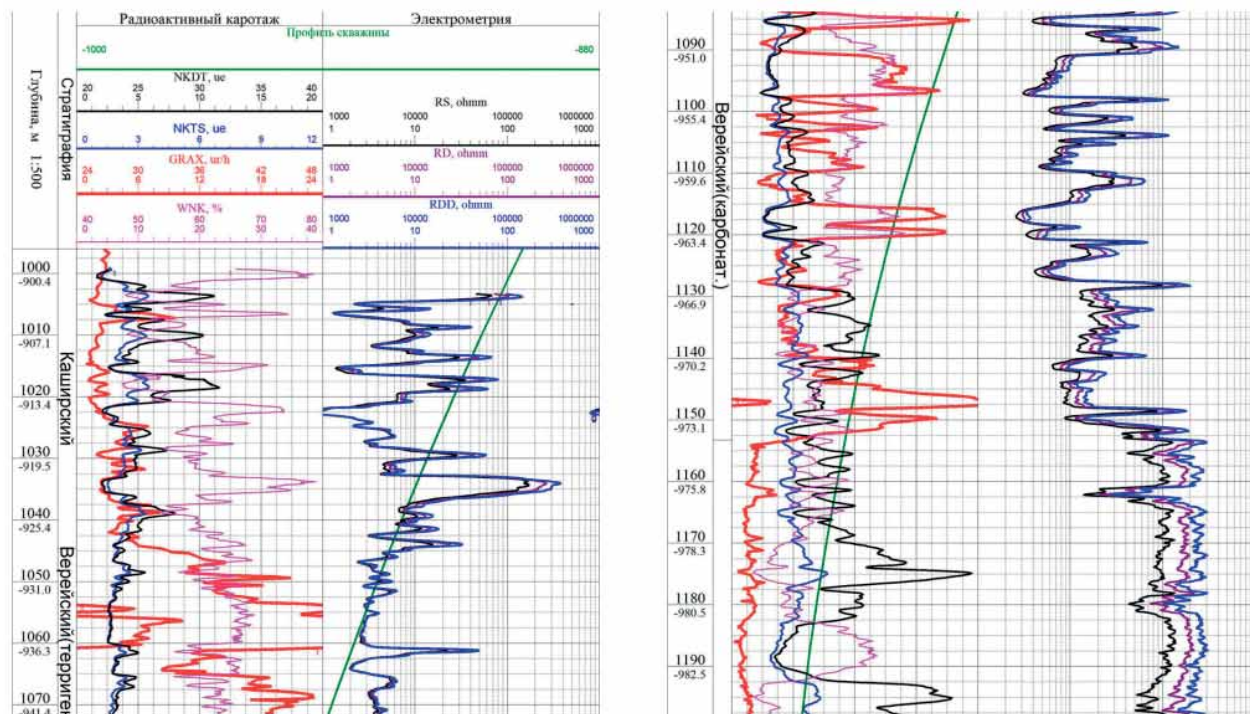


Рис. 6. Планшет с данными ГИС из флеш-памяти модулей LWD

Интерпретация зарегистрированных данных с расчетом ФЕС пластов осуществляется в программных комплексах Гинтел (ООО «ГИФТС», г. Москва) и Прайм (НПЦ «ГеоТек», г. Уфа) (рис. 8а). Заключение по пробуренному интервалу выдается как предварительное – в режиме онлайн (с частотой, определяемой Заказчиком), так и окончательное – по данным из флеш-памяти приборов (рис. 8б).

В заключение отметим, что разработка модулей LWD и ПМО навигации ГС и БГС находится в ООО «ТНГ-Групп» в постоянном развитии [6]. В настоящее время разрабатывается модуль акустического профилимера, также в планах расширение линейки модулей. Это, несомненно, существенно увеличит объем геофизической информации, получаемой при LWD, что приведет к повышению качества и достоверности проводки ствола скважины и результатов интерпретации данных каротажа в процессе бурения.

Внедрение полного комплекса каротажных модулей совместно с телесистемой позволит получить LWD-систему на уровне зарубежных аналогов, но по стоимости значительно доступнее для заказчика, что немаловажно с современным курсом на импортозамещение. Также, важным моментом будет сокращение затрат на проведение промежуточного и окончательного каротажей, и оперативная обработка и интерпретация данных, полученных с модулей в режиме реального времени.

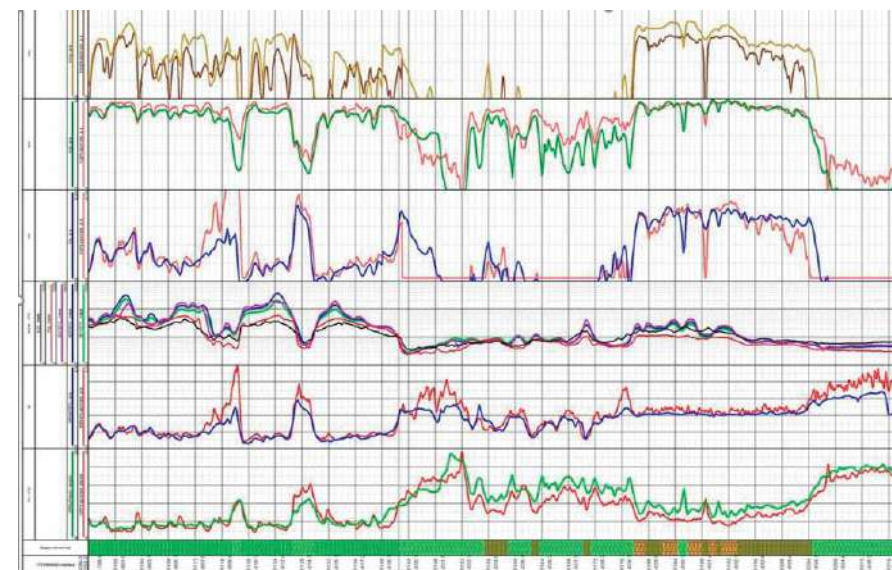


Рис. 7. Интерпретация данных LWD онлайн с расчетом ФЕС пород

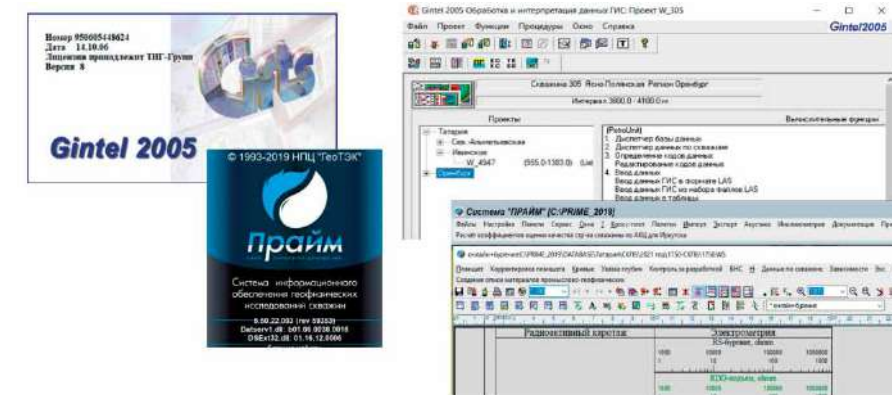


Рис. 8а. Программные пакеты, применяемые для обработки и интерпретации данных LWD

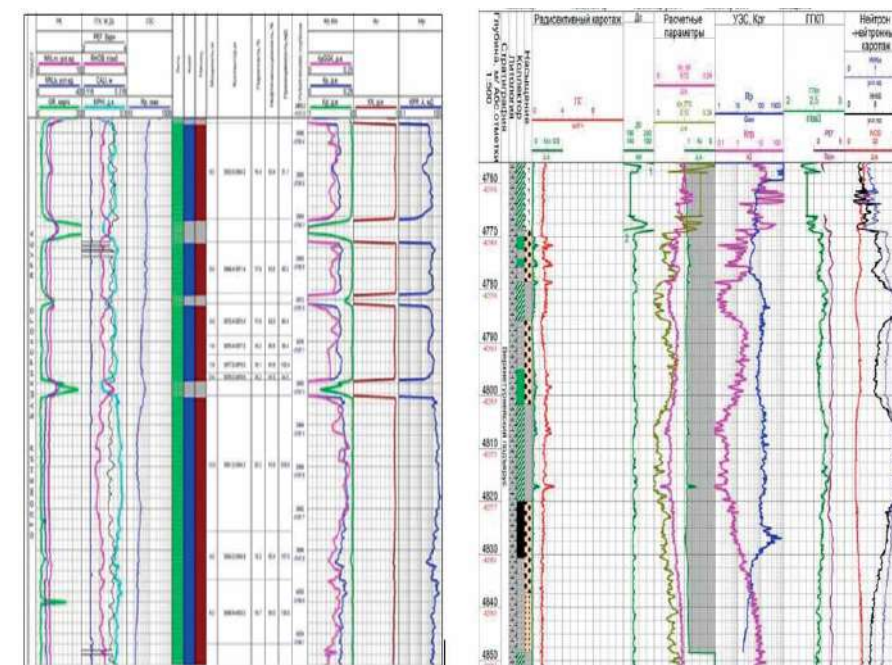


Рис. 8б. Планшет с зарегистрированными данными из флеш-памяти приборов LWD и результатами интерпретации в ПК Гинтел (1) и в ПК Прайм (2)

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Аглиуллин М. Я., Корженевский А. Г., Юсупов Р. И., Боброва Г. И., Ахметов Н. З., Нафиков А. З. Методика проектирования и контроля строительства горизонтальных скважин с использованием геолого-геофизической информации // НТВ «Каротажник», Тверь, Изд. АИС, 2003 г., Вып.109., стр. 173–188.
2. Аглиуллин М. Я., Нафиков А. З., Ахметов Н. З., Юсупов Р. И., Аблеев М. Г., Боброва Г. И. О прогнозировании фильтрационно-емкостных свойств пласта в проектируемой горизонтальной скважине // Актуальные задачи выявления и реализации потенциальных возможностей горизонтальных технологий нефтеизвлечения», Казань, Изд. Плутон, 2003 г., стр. 142–146.
3. Аглиуллин М. Я., Мухамадиев Р. С., Гайван А. Г., Горшенина С. В., Часовская И. Б., Архетшин Р. У. Программно-методическое обеспечение GORIZNAVIG для навигации горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов // «Геофорум», г. Бугульма, 2013 г., Вып.4. стр. 37–40.
4. Гайван А. Г., Горшенина С. В., Купцов В. П. СКПБ: повышение качества ГИС и снижение затрат при заканчивании наклонно-направленных девонских скважин // «Геофорум», г. Бугульма, 2016 г., Вып.4. стр. 30–36.
5. Дубровский В. С., Мухамадиев Р. С., др. Некоторые результаты испытаний модулей каротажа в процессе бурения на месторождениях ПАО «Татнефть» // «Геофорум», г. Бугульма, 2016 г., Вып. 1. стр. 6–10.
6. Киргизов Д. И., Горшенина С. В., Костылев В. В. Результаты испытаний системы каротажа в процессе бурения (LWD) разработки ООО «ТНГ-Групп» // «Геофорум», г. Бугульма, 2016 г., Вып.4. стр. 30–36.



# Противокоррозионные решения есть



Главные задачи сегодня – разработка стандартов и сертификация специалистов противокоррозионной защиты. С 24 по 26 апреля в Экспофоруме состоялась 26-я Международная выставка-конгресс «Защита от коррозии». В этом году мероприятие посетили 7000 человек из 11 стран, включая Китай, Турцию, Индию, Беларусь, Азербайджан, Казахстан. 18 компаний представили свои новинки в области противокоррозионной защиты. В конгрессной программе приняли участие 100 делегатов.

**О**фициальный старт Выставке-конгрессу «Защита от коррозии» в рамках торжественного открытия отраслевых мероприятий, одновременно проходящих на площадке Экспофорума, – XII Российского международного энергетического форума, а также Международной выставки «ЖКХ России», – дали заместитель министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ Алексей Ересько, вице-губернатор Петербурга Сергей Кропачев, вице-губернатор Петербурга Евгений Разумишкин, генеральный директор Выставочного объединения «РЕСТЭК» Дмитрий Никитин и генеральный директор компании «ЭкспоФорум-Интернэшнл» Сергей Воронков.

В рамках выставочной части специалисты российских компаний представили антикоррозионные новинки, многие из которых не имеют аналогов в мире. Например, покрытие, снимающее статическое электричество, от ГК «Приматек»; мобильные аппараты для электрохимической обработки нержавеющей стали и сплавов от компании «Стилокс»; систему мониторинга, работающую в зоне блуждающих токов и автономно их утилизирующую – ноу-хау НПО «Нефтегазкомплекс-ЭХЗ»; защитно-пороговое устройство, предотвращающее утечки защитного тока в заземлении, от компании «Трубопроводные системы и технологии» (ТСТ) – единственного в мире производителя подобного оборудования; индикаторы коррозионных процессов, производящиеся по запатентованной технологии только в России на ставропольском заводе газовой аппаратуры «НС».

Большой интерес специалистов вызвала демонстрация работы установки лазерной очистки поверхности металла УЛО-2000 «Менделеевец», презентованной компанией «Химсервис».

Компания «ЗИНГА» представила на площадке Выставки-конгресса систему холодного цинкования ZINGA – как альтернативу горячему цинкованию и металлизации.

РУСМА продемонстрировала отечественные аналоги немецким химическим средствам и собственные уникальные разработки.

Компания «Цинкер» провела серию традиционных мастер-классов по цинкованию – нанесению цинка на металл для создания защитного слоя.



Ключевым событием Выставки-конгресса стала Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы противокоррозионной защиты». Участники пленарной сессии обсудили создание системы сертификации специалистов в области противокоррозионной защиты и необходимость унификации стандартов.

Как считает директор по развитию – начальник департамента сертификации персонала ассоциации по сертификации «Русский Регистр» Павел Степанов, в области противокоррозионной защиты необходимо создать систему сертификации и аттестации специалистов-инспекторов, так как ведущие международные компании в этой отрасли FROSIO и NACE приостановили выдачу и продление своих сертификатов. В связи с этим Павел Степанов обратил внимание собравшихся на программу обучения и сертификации, созданную ассоциацией «Русский Регистр» уже более 10 лет назад. Инспекторы, подготовленные программой, востребованы в судостроении, строительстве, производстве нефтегазового оборудования, а обладатели сертификатов FROSIO организация готова аттестовать по ускоренной процедуре.

При этом сертификации не бывает без стандартизации. В этом уверен директор центра стандартизации АНО «Институт нефтегазовых технологических инициатив» (ИНТИ) Артем Полосминников. По его словам, ИНТИ уже разработал более 200 стандартов по основным группам оборудования, сотрудничая с его разработчиками и производителями, а также с крупнейшими нефтегазовыми компаниями, такими как Газпром, Транснефть и другими. Сейчас, говорит эксперт, ведется работа в направлении создания в России единой системы стандартизации, которая учитывает и уже существующие ГОСТы.

Исполнительный директор ассоциации «СОПКОР», председатель МТК 543/ТК 214 Николай Петров рассказал о том, какая работа проводится в сфере доработки стандартов, находящихся в ведении ТК 543, – на данный момент это 108 нормативных документов.

В рамках конференции прошла сессия «Защитные покрытия и ингибиторы коррозии», где отечественные производители защитных покрытий доложили о собственных наработках в этой сфере: технологии цинкирования, разработанной компанией «Цинкер»; металлизированных протекторных покрытий производства компании «Технологические Системы Защитных Покровий» (ТСЗП),







которые можно наносить на детали любого размера и применять как на территории предприятий, так и в полевых условиях; порошковых полиэтиленовых покрытиях, разработанных компаний «Метаклей» и защищающих трубы от коррозии и механического воздействия, и других.

**Эффективные методы борьбы с коррозией морских объектов эксперты обсудили на сессии «Электрохимическая защита и вопросы эксплуатации».** Коррозия сама по себе несет в себе риски останков работы объектов, что может негативно влиять на экономику страны, но борьба с коррозией в агрессивных средах, и особенно в морской воде, требует особых подходов и решений.

По данным ЦНИИ КМ «Прометей», за 25 лет коррозия обшивки ледоколов в северных широтах может достигать 4,5 мм, в то время как при использовании системы электрохимической защиты она снижается до 0,15 мм. При этом 15% коррозионных процессов происходит за счет воздействия микроорганизмов. **«Бактерии просто едят металл. А то, что они потом выделяют, наевшись, еще больше воздействует на корпус»,** – отмечает советник генерального директора Корпорации ПСС Андрей Бурков.

Эксперт выделил пять эффективных методов противокоррозионной защиты в судостроительной отрасли, которые лучше применять в комплексе.

Это нанесение лакокрасочных покрытий, протекторная защита с применением жертвенных анодов, активная катодная защита наложенным током с регулированием потенциалов, защита винторулевой группы, а также защита от биообрастания забортной водоарматуры.

Требования к техническим характеристикам катодов, сырью и материалам для их изготовления, а также другие регламенты защиты от коррозии трубопроводов для поставки нефти и газа, причальных и гидротехнических портовых сооружений будут отражены в межгосударственном стандарте «Аноды установок катодной защиты в морской воде и соленых средах». Разработку этого документа представил экспертам заместитель генерального директора по развитию ЗАО «Химсервис» Вячеслав Першуков.

**«Нужно очень тонко подходить к применению защитных материалов, потому что 90% морей в России имеют зимние температуры до минус 3°С. Защита должна осуществляться круглогодично, а этот фактор негативно скажется на их работе и уменьшит срок службы в десятки раз»,** – объясняет Вячеслав Першуков.

**В дни проведения промышленных проектов на площадке Экспофорума работал Центр деловых контактов, в ходе которого состоялось более 1700 встреч между поставщиками и заказчиками.** В рамках Выставки-конгресса индивидуальные встречи провели представители компаний «Газпром ПХГ», «Нижнекамскнефтехим», «НК «Роснефть», Газпром газораспределение Киров, НИИ Транснефть, Силовые машины, Мособлгаз, Самаранефтегаз, Самотлорнефтегаз, Удмуртнефть, Литум, Инвако и других организаций и учреждений.

**Деловые мероприятия Выставки-конгресса «Защита от коррозии» посетили специалисты Группы Газпром, Группы ЛУКОЙЛ, Транснефть, ГУП «Петербургский метрополитен», РЖД, судостроительных заводов «ПО «Севмаш», Центра судоремонта «Звездочка» и др.**

Одновременно с Выставкой-конгрессом «Защита от коррозии» в Экспофоруме состоялся XII Российский международный энергетический форум, прошла международная выставка «ЖКХ России». Благодаря параллельному проведению сразу трех крупных мероприятий эксперты из различных сфер экономики получили возможность встретиться на одной площадке для максимально эффективного обмена опытом по вопросам ведения бизнеса в важных отраслях российской промышленности.

**Генеральным партнером Международной выставки-конгресса «Защита от коррозии» выступила группа компаний «Приматек». Организатор мероприятия – компания «ЭкспоФорум-Интернэшнл».**

[corrosion.expoforum.ru](http://corrosion.expoforum.ru)

# 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<sup>3</sup>
- 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<sup>3</sup>
- макс. удаленность: 100 м



Окраска внутри труб!



+7 (812) 612-20-97



[www.wiwa-spb.ru](http://www.wiwa-spb.ru)



[vrc-rus@mail.ru](mailto:vrc-rus@mail.ru)



# Анализ рынка российских производителей красок

АО «Морозовский химический завод» специализируется на производстве авторских материалов собственной разработки с длительным сроком эксплуатации. Основное место в ассортименте завода занимают промышленные лакокрасочные материалы с высокой атмосферостойкостью, долговечностью, коррозионной устойчивостью, цвето- и светостойкостью, термостойкостью, высокой адгезией и прочностью на удар. Для оказания консультационных услуг при заводе создан отдел технологического надзора, который способен не только вести инспекторский надзор, но и проводить обучающие семинары для работников предприятий, занятых в сфере антикоррозионной защиты. Лакокрасочные покрытия производства АО «МХЗ» отлично зарекомендовали себя среди российских промышленных предприятий. Антикоррозионные материалы, выпущенные заводом, используются на сотнях объектов по всей России. Среди партнеров завода – Газпром, Лукойл, Роснефть, Ленэнерго, Транснефтемаш, Северсталь, Объединенная компания Русал, Новолипецкий металлургический комбинат, Уралкалий, ГМК Норильский никель, УГМК, Ростелеком, Концерн Росэнергоатом, ОМК, Башнефть, Евроцемент групп, Новатэк, Фосагро, Русгидро, Корпорация ВСМПО-Ависма, Завод Златоустовских металлоконструкций и многие другие.

## Рост российского рынка лакокрасочных материалов

Анализ рынка российских производителей красок показал, что, в связи с активным развитием строительной отрасли в России, современное производство красок растет и просто удивляет своим разнообразием. Каждый производитель хочет выделяться чем-то особенным и отличаться от других ассортиментом выпускаемой продукции, но это и не удивительно, в этом и заключается здоровая конкуренция на рынке. В связи с ростом российского рынка лакокрасочных материалов за последние годы прогнозируется и дальнейшее увеличение спроса и предложения. Развитие лакокрасочной промышленности будет осуществляться за счет сокращения выпуска устаревшей, мало востребованной краски и перехода на усовершенствованную структуру производства лакокрасочной продукции в России.

## Анализ рынка красок России

Россия является одним из крупнейших производителей лакокрасочной продукции в мире, предлагающий достаточно обширный ассортимент продукции. При этом в стране практически отсутствуют крупные предприятия химической промышленности, ориентированные на выпуск узкоспециализированной продукции. Такой подход к организации производства очень удобен, так как любой крупный химический завод в достаточно короткие сроки может настроить выпуск продукции под требования рынка, например, если повышается спрос на краски для бетона, производство без проблем увеличивает объем выпуска данной краски.

В общем объеме продаваемых лакокрасочных материалов доля российского производителя составляет более 70%, это достаточно высокий показатель. Более 90% продукции реализуется крупнейшим потребителям, таким как строительные компании, нефтеперерабатывающие заводы, крупнейшие энергетические центры, транспортные компании и другие.

Потребительский спрос на лакокрасочную продукцию в России ежегодно увеличивается на 10–14%, способствуя развитию качественных предложений. Однако анализ рынка российских производителей красок показывает наличие значительного числа крупных игроков, что поддерживает здоровую конкуренцию, вытесняя с рынка чересчур дорогую продукцию, в том числе и зарубежного производства.

## Морозовский химический завод

Морозовский химический завод – один из значимых химических заводов в России, с богатым опытом работы и превосходной репутацией. Продукция завода известна по всей России, при этом завод сотрудничает со многими отраслями: химическая промышленность, производство металлоконструкций, целлюлозно-бумажные комбинаты, атомная энергетика, военно-промышленный комплекс, мостостроение, нефтехимия, металлургия, цементные заводы.

Для защиты своей интеллектуальной собственности был зарегистрирован товарный знак – АРМОКОТ. Сотрудники лаборатории Морозовского химического завода вложили в разработку этих материалов весь свой многолетний опыт создания органосиликатных композиций. Эта сложная и ответственная работа была проделана не зря, ведь новое поколение материалов – очередной шаг по улучшению их технических и технологических характеристик, удобства в использовании и, что самое важное, долговечности и качества.

## Ассортимент красок и грунтовок

Морозовский химический завод предлагает различный спектр грунтовок и покрытий АРМОКОТ, от однокомпонентных антикоррозионных грунтовок АРМОКОТ 01 до многофункциональных покрытий для защиты бетонных и металлических конструкций АРМОКОТ V500, а также покрытий с высокой устойчивостью к повышенным температурам, таких как АРМОКОТ Z650 и АРМОКОТ ТЕРМО. Также завод предлагает материал вспучивающего типа для эффективной защиты строительных конструкций от теплового потока и пламени – АРМОФАЙЕР. Применяется в сочетании с антикоррозионными грунтовками.



В 2015 году Морозовский химический завод выпустил новую линию противокоррозионных лакокрасочных материалов на эпоксидной и полиуретановой основах. Эти материалы полностью соответствуют современным стандартам качества и безопасности, а также способны эффективно решать задачи по импортозамещению.

## Качество лакокрасочной продукции

Все выше перечисленные лакокрасочные материалы и покрытия являются собственными разработками завода, они прошли сертификацию и широко применяются по всей стране, получив исключительно положительные отзывы от многих строительных компаний.

Кроме производства и поставки лакокрасочной продукции, завод осуществляет технический надзор и обслуживание объектов, разрабатывает рекомендации и проводит обучение персонала.

Анализ рынка показал, что Морозовский химический завод является одним из ведущих предприятий химической промышленности в России:

- **профессиональный коллектив:** на предприятии работают высококлассные специалисты с многолетним опытом работы;
- **гарантии качества:** выбирая продукцию Морозовского химического завода, вы можете быть уверены в их долговечности и стойкости;
- **надежный партнер:** завод дорожит своей репутацией и всегда готов предложить своим клиентам наилучшие решения;
- **индивидуальный подход:** специалисты завода всегда готовы помочь вам подобрать идеальные ЛКМ для ваших задач.



ООО «ТД МХЗ»  
Гатчинский р-н, Гатчина,  
ул. Хохлова, д. 16, пом. 10-Н  
тел. (812) 462-82-14  
тел. 8 (800) 550-94-54  
info@tdmhz.ru  
tdmhz.ru





# Эффективные системы покрытий для защиты от коррозии объектов нефтегазовой сферы

Одной из наиболее важных и сложных отраслей промышленности является нефтегазовый комплекс. Оборудование и инфраструктура нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий, компаний по трансферу и сбыту нефтепродуктов постоянно подвергаются агрессивному влиянию окружающей среды, включая воздействие влаги, коррозионно-активных веществ и высоких температур. Таким образом, защита металлических конструкций от коррозии является критически важной задачей для обеспечения безопасности и надежности производственных процессов, а также для продления срока службы дорогостоящего оборудования.

## Основные факторы снижения долговечности сооружений нефтегазового комплекса:

- суровые климатические условия и атмосферные осадки;
- промышленные загрязнения атмосферы (сернистые соединения, хлориды и т.д.);
- агрессивные жидкие среды (подтоварная и морская вода, сырая нефть, технологические жидкости);
- агрессивные грунты.

*В связи с этим при подборе антикоррозионных ЛКМ для долговременной эффективной защиты заказчики обращают внимание на следующие ключевые характеристики:*

### ■ Срок службы системы покрытий

В нефтегазовой отрасли востребованы системы покрытий, обеспечивающие максимально длительную защиту от коррозии, так как для капитального ремонта необходимо надолго выводить оборудование из эксплуатации, а это приводит к существенным экономическим потерям. Поэтому от лакокрасочных материалов требуется эффективная антикоррозионная защита, которая прослужит в течение всего срока службы оборудования и будет поддерживаться в рабочем состоянии только путем оперативных локальных ремонтов.

### ■ Соответствие отраслевым стандартам и нормативам нефтегазовых компаний

Большинство компаний вводит для производителей ЛКМ собственные требования, программы и процедуры квалификационных испытаний покрытий, а также создают свой реестр антикоррозионных



**Фото 1. ДКС объединенного берегового технологического комплекса проекта «Сахалин-2» защищают от коррозии материалы ВМП**

материалов, допущенных к применению. Чтобы попасть в такой реестр, компания-производитель должна регулярно успешно проходить аудиты производства и проверки деловой репутации, а продукция – контроль качества и сертификацию.

### ■ Экономическая эффективность

Представители нефтегазовых компаний обращают особое внимание на совокупность показателей: стоимость материалов, срок службы покрытий и условия эксплуатации, затраты на нанесение и обслуживание. Затраты на ЛКМ имеют прямое влияние на бюджет проекта, поэтому заказчики стремятся найти оптимальное соотношение цены и качества.

### ■ Технологичность ЛКМ

Важное значение имеют возможные условия нанесения и время сушки систем покрытий при заводском нанесении или на строительной площадке при отрицательных температурах или повышенной влажности. Особенно это актуально на нефтегазовых объектах, эксплуатируемых в арктическом климате, на морском побережье и в других сложных условиях.

Научно-производственный холдинг «ВМП» более 30 лет разрабатывает и производит антикоррозионные материалы, используемые в нефтегазовой отрасли. В ассортименте компании есть системы покрытий для несущих металлоконструкций, резервуаров и другого оборудования для различных условий нанесения и эксплуатации.

Для защиты от коррозии стальных конструкций в открытой атмосфере ВМП предлагает системы покрытий с повышенными эксплуатационными характеристиками на основе эпоксидных и полиуретановых грунтовок и эмалей, а также на основе цинкнаполненных грунтовок: **ЦИНОТАН + ПОЛИТОН-УР + ПОЛИТОН-УР (УФ)** и **ЦИНЭП + ИЗОЛЭП-mio + ПОЛИТОН-УР (УФ)**. Кроме того, широко востребованы системы на основе эпоксидной толстослойной грунт-эмали **ИЗОЛЭП-mastic + ПОЛИТОН-УР (УФ)** и эпоксидной грунтовки с фосфатом цинка и «железной» слюдой **ИЗОЛЭП-primer + ПОЛИТОН-УР (УФ)**.

Для нанесения в условиях стройплощадки в сложных погодных условиях, в том числе при температуре до -25°C холдинг ВМП разработал грунт-эмаль на основе модифицированного акрилата ЭВОПОЛ-12. Наносится непосредственно на металл без предварительного грунтования (тип покрытия «direct-to-metal» – DTM), что соответствует современным тенденциям развития отрасли. Материал сочетает защитные свойства грунтовки и высокие декоративные качества эмали, а также устойчив к УФ-излучению.

Для защиты металлоконструкций, погруженных в воду, применяется эпоксидная толстослойная грунт-эмаль ИЗОЛЭП-гидро. Материал отверждается при отрицательных температурах, допускает нанесение на чистую влажную поверхность.

Покрытие обладает высокой износостойкостью, устойчиво к растворам солей, проливам нефти и нефтепродуктов.

Для защиты стальных свай в пучинистых грунтах при возведении нефтегазовых объектов в сложных природно-климатических условиях Севера используется уникальный эпоксидный материал ИЗОЛЭП-mastic, позволяющий выполнить антикоррозионную защиту и одновременно значительно снизить касательные силы морозного пучения.

Для защиты внутренней поверхности резервуаров для хранения нефти и темных нефтепродуктов холдинг ВМП выпускает толстослойные эпоксидные композиции ИЗОЛЭП-oil и ИЗОЛЭП-oil 250, а также эпоксидные грунтовки и эмаль НЕФТЬЭКОР.





Для антикоррозионной защиты внутренней поверхности резервуаров для хранения светлых нефтепродуктов используется эпоксидная толстослойная композиция с повышенной электропроводностью ИЗОЛЭП-oil 250 AS или цинкнаполненная этилсиликатная композиция ЦВЭС.

Для защиты от коррозии нагреваемого оборудования, работающего длительное время при температурах до +350°C и кратковременно до +400°C предлагается система покрытий на основе термостойких кремнийорганических материалов ЦИНТЕРМ+АЛЮМОТЕРМ. Для трубопроводов, металлоконструкций, эксплуатирующихся под воздействием высоких температур до +205°C и кратковременно до +230°C используется эпоксидно-фенольная грунтовка ИЗОЛЭП-термо.

Антикоррозионную защиту бетонных и железобетонных конструкций обеспечивают системы покрытия на основе полиуретановой и эпоксидной пенетрирующих грунтовок: ФЕРРОТАН-про + ПОЛИТОН-УР + ПОЛИТОН-УР (УФ) и ИЗОЛЭП-про + ИЗОЛЭП-mastic + ПОЛИТОН-УР (УФ). Кроме того, бетонные поверхности могут быть защищены с помощью грунт-эмали ЭВОПОЛ-12.

Широкий ассортимент продукции ВМП позволяет закрывать все потребности в комплексной защите объектов нефтегазового комплекса с учетом особенностей эксплуатации и повышенных требований к их техническому состоянию. Линейка материалов ВМП позволяет создавать комплексные и экономически обоснованные решения вопросов защиты конструкций от коррозии.

Защитные свойства и качество материалов ВМП подтверждены многочисленными испытаниями в ведущих отраслевых институтах России: ВНИИСТ, ВНИИГАЗ, Гипротюменнефтегаз, НИИПХ, ЦНИИПСК им. Мельникова, НИИ ЛКП, НИИЖБ и др. Компетенция холдинга ВМП отвечают требованиям всех ведущих нефтегазовых компаний России, материалы компании успешно проходят сертификации и входят в реестры поставщиков.



Научно-производственный холдинг «ВМП»  
620100, Екатеринбург, ул. Ткачей, д. 25, тел. (343) 357-30-97  
тел. 8-800-500-54-00, office@fmp.ru, vmp-holding.ru



Фото 2. Магистральный нефтепровод Заполярье-Пурпе окрашен антикоррозионными материалами ВМП



Фото 3. Для защиты от коррозии на Антипинском НПЗ использовались материалы ВМП

Холдинг ВМП десятки лет сотрудничает с крупнейшими предприятиями нефтегазового комплекса и зарекомендовал себя как надежный поставщик защитных покрытий высокого качества.

Среди партнеров ВМП ведущие российские нефтегазовые компании: Газпром, Газпром нефть, Роснефть, Лукойл, Транснефть, Новатэк и многие другие.

Специалисты нефтегазовой дирекции холдинга ВМП предоставляют детальную информацию о защитных покрытиях для различных конструкций зданий и сооружений. Команда службы технологического сопровождения ВМП помогает в освоении методов нанесения и проведении инспекции окрасочных работ.

Дирекция «НЕФТЕГАЗОВАЯ ОТРАСЛЬ»:  
тел. (343) 385-80-88, peskov@fmp.ru  
Служба технологического сопровождения ВМП:  
тел. (343) 385-66-10, tehnolog@fmp.ru

Россия 142184, Мос. обл.,  
г.о. Подольск, дер. Слащево, д. 1, стр. 1



+7 495 744 000 3  
info@pto-pts.ru, www.pto-pts.ru

## ПТС «ПРОФИ»-МП

ДЫХАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ СО СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ



ЭЛЕМЕНТЫ ДЫХАТЕЛЬНОГО АППАРАТА АДАПТИРОВАНЫ  
К УСЛОВИЯМ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ  
СЕРОВОДОРОДА (H<sub>2</sub>S – 25%)

## ТОК-200-ГАЗОВИК

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ 12.4.103 – ТИ, ТО, ВП



ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОЖАРНЫХ ПРИ  
ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ НЕФТИ, НЕФТЕПРОДУКТОВ;  
ГАЗОВЫХ И НЕФТЯНЫХ ФОНТАНОВ

КАЧЕСТВО ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ ПОДТВЕРЖДЕНО СЕРТИФИКАТАМИ ПО СИСТЕМЕ ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ РВ 0015-002-2012 И СТО ГАЗПРОМ 9001-2018

## КОМПРЕССОРЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

### ПТС «ВЕКТОР»

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОТ 100 ДО  
700 Л/МИН НА РАБОЧЕЕ ДАВЛЕНИЕ  
ОТ 20 ДО 45 МПА КАК  
В ПЕРЕНОСНОМ, ТАК И  
В СТАЦИОНАРНОМ ИСПОЛНЕНИЯХ



## УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ПОЖАРНЫЕ ПОЛИГОНЫ ПТС

ПРЕДНАЗНАЧЕНЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПАСАТЕЛЕЙ И ПОЖАРНЫХ  
К ДЕЙСТВИЯМ ПО ЛИКВИДАЦИИ ОЧАГОВ ПОЖАРА, ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ  
СИТУАЦИИ И АВАРИЙ НА ТЕХНОГЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ В УСЛОВИЯХ  
ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ, С УЧЕТОМ НАЛИЧИЯ НА ОБЪЕКТЕ СДЯВ  
И ДРУГИХ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ



В СОСТАВ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОГО  
ПОЖАРНОГО ПОЛИГОНА ВХОДИТ:

- УЧЕБНО-ТРЕНАЖЕРНЫЙ МОДЕЛИРУЮЩИЙ КОМПЛЕКС «ОГНЕВОЙ ДОМ» 4-Х МОДУЛЬНЫЙ
- КОМПЛЕКС МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ
- ТРЕНИРОВОЧНЫЙ УЛИЧНЫЕ ОГНЕВЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ «ГОРЯЩАЯ ЦИСТЕРНА» И «УЛИЧНЫЙ ТРУБОПРОВОД»



# Воздействие модифицированных волоконистых наполнителей на химическую стойкость эпоксидных композитов к горюче-смазочным материалам

**М. Н. ДЕНИСЮК** – к.т.н, заместитель начальника военного учебного центра, доцент кафедры электроэнергетики, метрологии и лесопромышленных технологий Ухтинского государственного технического университета

Оперативно-тыловые требования и требования по обеспечению эксплуатационной надежности средств хранения горючего и смазочных материалов предусматривают емкости, обладающие противокоррозионной стойкостью, прочностью, устойчивостью к воздействию окружающей среды и старению. Анализ материалов для производства резервуаров в Вооруженных силах Российской Федерации позволяет сделать вывод о том, что они не в полной мере соответствуют вышеуказанным требованиям.

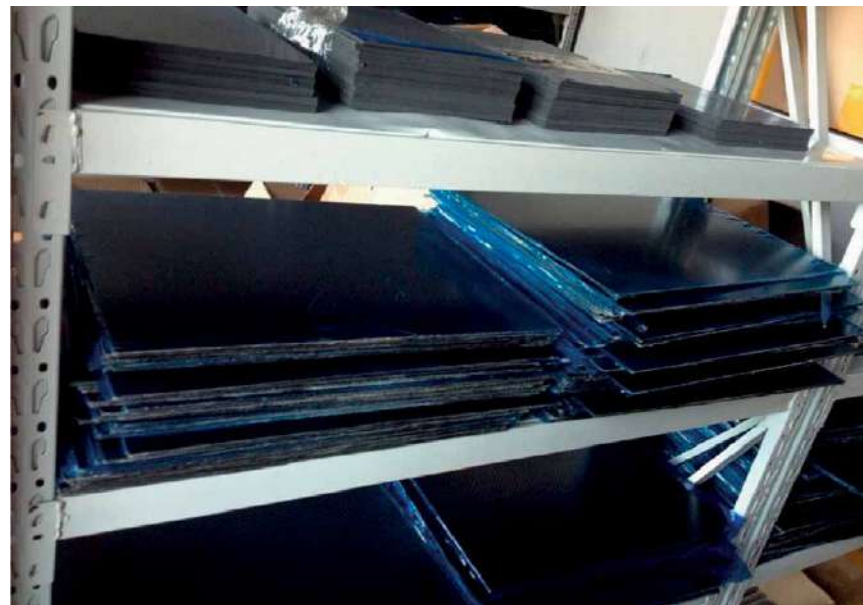
**Е**мкости для хранения нефтепродуктов из железобетонных материалов имеют недостатки, в числе которых большую массу, сложный

монтаж и установка, недостаточная герметичность стенок, из-за просачивания жидкостей под воздействием высокого давления через микротрещины и поры в бетоне. Среди недостатков резервуаров из стали ограниченный срок эксплуатации с постепенным нарушением герметичности сварных швов. **Общие недостатки таких резервуаров:**

- низкая сохраняемость и высокая коррозионность;
- ограниченная область применения в климатических зонах с температурой ниже 30°C;
- высокие потери хранимого горючего;
- уменьшение ресурса работы и сроков эксплуатации.

Потери горючего при хранении на 75% происходят от их испарения, величина которого зависит от особенностей конструкции резервуара и от температурных показателей внутри него. Применение в резервуаростроении современных композиционных материалов позволит значительно снизить потери нефтепродуктов.

**Углепластик (карбон)** (рис. 1) – это наиболее важный представитель группы композиционных материалов широкого спектра использования, перспективных с точки зрения изготовления, технологичности, долговечности и ремонтпригодности.



**Рис. 1. Хранение углепластика (карбона) отвержденного**

Высокие физико-механические показатели, а также стойкость к воздействию агрессивных сред определили широкое применение этих материалов во многих областях промышленности и сферах жизнедеятельности человека. Карбон превосходит стеклопластик по прочности и ряду других свойств.

Карбон обладает уникальными эксплуатационными характеристиками, которые он приобретает в результате сочетания совершенно различных по своим свойствам материалов – углеродного полотна в качестве несущей основы и эпоксидных компаундов в качестве связующего.

Углеродное волокно – материал, состоящий из тонких нитей диаметром от 3 до 15 микрон, образованных преимущественно атомами углерода, которые объединены в микроскопические кристаллы, выровненные параллельно друг другу. Выравнивание кристаллов придает волокну большую прочность на растяжение. **Углеродные волокна характеризуются:**

- высокими значениями прочности и жесткости;
- низкой плотностью;
- химической инертностью;
- низкой тепло- и электропроводностью;
- высокой усталостной прочностью;
- низкой ползучестью;
- низкими значениями коэффициента линейного термического расширения;
- высокой радиационной стойкостью.

ГРУППА ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ

**ИТеК  
ББМВ**



**Энергия –  
Источник**



**25**

лет на рынке  
автоматизации



Россия, 454112, Челябинск  
пр. Победы, 290, офис 112  
+7 (351) 239-11-01, info@en-i.ru

[www.eni-bbm.ru](http://www.eni-bbm.ru)

**РОССИЙСКИЕ  
СТАБИЛЬНЫЕ  
НАДЁЖНЫЕ**





Датчики давления  
Блоки клапанные  
Разделители сред мембранные  
Сосуды  
Линии импульсные и капиллярные  
Охладители  
Преобразователи давления  
Диафрагмы для расходомеров  
Струевыпрямители

Датчики температуры  
Преобразователи измерительные  
Гильзы защитные  
Блоки питания  
Барьеры искрозащиты  
Регистраторы  
Преобразователи напряжения  
Устройства связи  
Периферийное оборудование

**РОССИЙСКИЙ РАЗРАБОТЧИК  
И ПРОИЗВОДИТЕЛЬ  
ПРИБОРНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Россия, 454112, Челябинск  
пр. Победы, 290, офис 112  
+7 (351) 239-11-01, info@en-i.ru

[www.eni-bbm.ru](http://www.eni-bbm.ru)



Некоторые технологические приемы переработки карбона аналогичны технологии переработки стеклопластиков. В зависимости от цели и назначения применяются следующие способы формования изделий: прессование, автоклавная формовка, намотка, пултрузия, вакуумная инфузия.

**Рассмотрим некоторые свойства углепластиков:**

*Токсические свойства.* Полностью отвержденный карбон гигиеничен и нетоксичен. Такой материал, обычно, меньше загрязняется и хорошо подвергается очистке.

*Стойкость к агрессивным средам.* «Иерархия» агрессивных элементов, влияющих на свойства композитов, очень широка, однако может быть систематизирована в группы. Это минеральные и органические кислоты, щелочи и окислители, алифатические и ароматические растворы, а также горюче-смазочные материалы.

По ГОСТ 12020 стойкость к агрессивным средам оценивается по изменению их массы, причем по пятибалльной шкале: 5 – высокая стойкость; 4 – удовлетворительная; 3 – материал устойчив не во всех случаях; 2 – стойкость недостаточна, к применению не рекомендуется; 1 – материал не стоек и быстро разрушается. В работе показаны результаты исследования деградации механических свойств карбона после насыщения различными химическими составами в течение 30 суток при исследованиях на межслоевой сдвиг.

Сопротивление углепластика старению и его устойчивости к агрессивным средам можно повысить с помощью введения необходимых присадок. Стабилизаторы и антиоксиданты способны значительно улучшить долговечность карбона в условиях химического воздействия и солнечной радиации.

*Морозостойкость* композиционных материалов – это способность сохранять свои эксплуатационные свойства в условиях низких температур. Критерии морозостойкости оценки разные, но чаще всего, ее количественно характеризуют коэффициентами. Большинство углепластиков подвержены упругому разрушению в стеклообразном состоянии, которое они сохраняют при охлаждении до температуры около -80°C.

Возможность применения в условиях Арктики и Крайнего Севера достаточно хорошо зарекомендовавшего себя карбона – актуальная проблема сегодняшнего материаловедения, потому что климатические условия Арктической зоны РФ оказывают значительное влияние на эффективность эксплуатации, надежность и живучесть техники.

*Долговечность.* Для применения карбона в резервуаростроении первостепенное значение имеет долговечность, т. е. время, по истечении которого изделие или конструкция претерпевает изменения до такой степени, что не способны более выполнять свои функции. Срок службы таких композиционных материалов не постоянен и зависит от условий эксплуатации, температуры и характера среды, механических напряжений и т. п. Поэтому, чтобы композитные изделия служили как можно дольше, надо учитывать их свойства и соответствие своему назначению.

В мировой науке по сей день не существует метода, надежно обеспечивающего определение долговечности композитов в химически агрессивной среде. Если говорить о всей совокупности свойств углепластика, как современного композита, то они не постоянны. Причина тому – усреднение данных в литературных источниках, как правило, с большим разбросом показателей. В связи с этим, одни и те же свойства полимерных и композиционных материалов в разной литературе часто сильно отличаются друг от друга.

Углепластик имеет широчайшую область применения. Углеродные материалы и изделия из них можно встретить в самых разнообразных отраслях промышленности. Применение углеткани и эпоксидного связующего при ремонте несущих конструкций позволяет проводить ремонт в короткие сроки и с задействованием малого человеческого ресурса по сравнению с привычными способами. Следует также отметить, что, хотя сроки ремонта снижаются в разы, сроки эксплуатации конструкции увеличиваются также в несколько раз.

Комбинирование различных полимерных составляющих в одном материале с высокой прочностью и химической инертностью, а также вибро-, звуко- и радиопоглощением определяет выбор именно этих композитов для разработки конструкций гражданских судов.

В автомобильной сфере углепластик применяют для производства отдельных деталей, узлов и автомобильных корпусов целиком. Высокое отношение прочности к весу позволяет разрабатывать безопасные, и экономичные машины: снижение веса авто при помощи карбона на 30% позволяет уменьшить выброс

CO<sub>2</sub> в атмосферу на 16%, потому что расход бензинов и дизельных топлив также в несколько раз уменьшен. В железнодорожной отрасли углепластики также имеют широкое применение. Легкость и прочность материала позволяет облегчить конструкцию железнодорожных вагонов, снизив тем самым общий вес составов, что позволяет в дальнейшем как увеличивать их длину, так и улучшать скоростные характеристики. В то же время углепластики могут использоваться и при строительстве железнодорожного полотна и прокладке железнодорожных проводов: высокие показатели прочности на изгиб позволяют увеличивать длину проводов, сокращая необходимое количество опор и в то же время снижая риск их провисания.

**Резервуары из углепластика по сравнению с принятыми в МО РФ резервуарами имеют преимущества, среди которых:**

- высокие физико-механические характеристики, наряду с малой массой емкости;
- отсутствие коррозии (защита от воздействия окружающей среды);
- высокая стойкость материала в значительном температурном диапазоне и его динамике;
- простота монтажа и обслуживания из-за малой массы, отсутствия необходимости в бетонировании и сварочных работах;
- высокая электрическая устойчивость;
- низкие эксплуатационные затраты;
- экологичность материала.

Для повышения химической стойкости рассмотренных материалов и изготавливаемых из них резервуаров наиболее перспективными являются эпоксидные покрытия. Эпоксидные покрытия, характеризующиеся высокой химстойкостью, широко используются как облицовочные материалы технологического оборудования, предназначенного для хранения и транспортировки химических реагентов. Введение модифицированных волокнистых наполнителей требует дополнительной оценки поведения композитов в активных средах.

В качестве объектов исследования использовали: эпоксидные композиционные материалы, армированные полиакрилонитрильным техническим жгутиком (ПАН-ТЖ), гидратцеллюлозной технической нитью (ГЦТН) и базальтовыми нитями (БН).





Волокнистые наполнители предварительно модифицировали в водных растворах органосилановых аппретов: 3-глицидоксипропилтриметоксисилана (А-187) и 3-метакрилоксипропилтриметоксисилана (А-174), которые использовались для улучшения прочности нитей и увеличения адгезионной совместимости компонентов эпоксидного композита. В качестве нефтепродуктов использовали: бензин (Р-92) и масло моторное всесезонное универсальное (М-4з/14-Д), выбор которых обусловлен изучением поведения композиционных материалов к действию жидких органических сред.

Образцы композиционных материалов, полученных методов компрессионного прессования, полностью погружали в испытательную жидкость и при температуре (20±2°С) выдерживали заданное время (от 1 до 672 ч). Испытания проводили по ГОСТ 12020-2018.

Сравнительную оценку химической стойкости композиционных материалов, армированных исследуемыми волокнистыми наполнителями, к действию нефтепродуктов проводили по изменению массы образцов (рис. 2, 3).

Полученные данные показывают, что несмотря на достаточно близкие значения изменения массы образцов армированных пластиков, лучшей стойкостью к действию Р-92 характеризуются композиционные материалы на основе ГЦТН и БН (рис. 1). При этом модифицирование указанных наполнителей исследуемыми органосиланами способствует меньшему изменению массы образцов композитов (кривые 5, 6, 8, 9) по сравнению с композитами на основе немодифицированных нитей (кривые 4, 7).

Результаты испытаний образцов армированных пластиков в М-4з/14-Д (рис. 2), также свидетельствуют о большем изменении массы композитов на основе ПАН-ТЖ (кривые 1, 2) по сравнению с композитами на основе ГЦТН и БН (кривые 4–9), причем введение модифицированных волокнистых наполнителей в эпоксидное связующее обеспечивает лучшую стойкость композиционных материалов к действию нефтепродуктов.

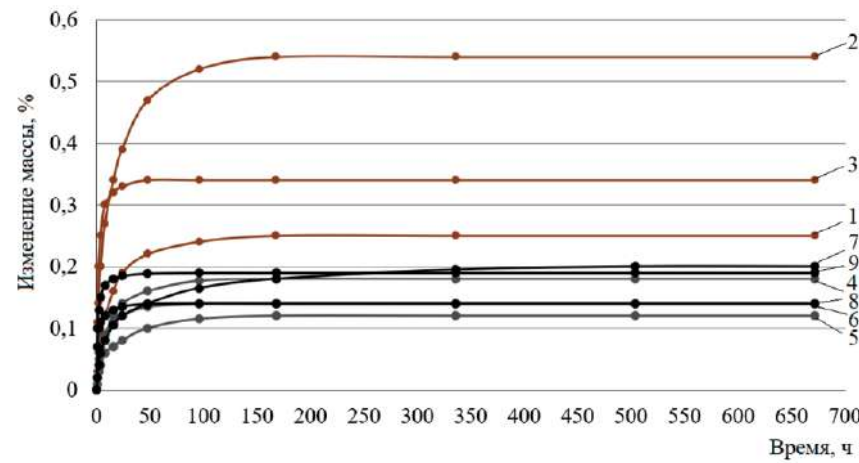


Рис. 2. Изменение массы образцов композитов в среде Р-92: 1-ЭД-20+ПАН-ТЖ; 2-ЭД-20+ПАН-ТЖ+А-187; 3-ЭД-20+ПАН-ТЖ+А-174; 4-ЭД-20+ГЦТН; 5-ЭД-20+ГЦТН+А-187; 6-ЭД-20+ГЦТН+А-174; 7-ЭД-20+БН; 8-ЭД-20+БН+А-187; 9-ЭД-20+БН+А-174

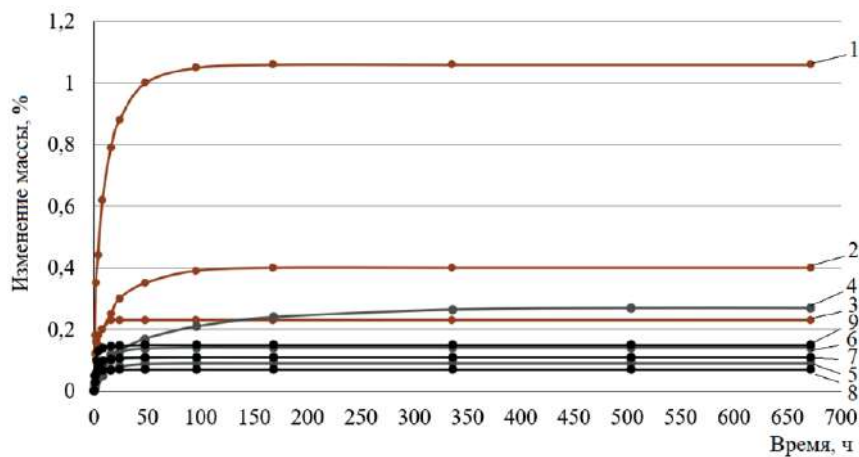


Рис. 3. Изменение массы образцов композитов в среде М 4з/14Д: 1-ЭД-20+ПАН-ТЖ; 2-ЭД-20+ПАН-ТЖ+А-187; 3-ЭД-20+ПАН-ТЖ+А-174; 4-ЭД-20+ГЦТН; 5-ЭД-20+ГЦТН+А-187; 6-ЭД-20+ГЦТН+А-174; 7-ЭД-20+БН; 8-ЭД-20+БН+А-187; 9-ЭД-20+БН+А-174

Таким образом, при исследовании образцов композитов к действию нефтепродуктов установлено, что обработка нитей органосилановыми аппретами А-187 и А-174 и введение модифицированных волокнистых наполнителей в эпоксидное связующее способствует улучшению химической стойкости разработанных композиционных материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Технические свойства полимерных материалов: учебно-справочное пособие / В. К. Крыжановский, В. В. Бурлов, А. Д. Паниматченко и др. – СПб.: Профессия, 2007. – 240 с.
2. Борейко Д. А. Анализ методов моделирования элементов конструкций машин и агрегатов для автоматизации оценки их напряженно-деформированного состояния / Д. А. Борейко, Д. Ю. Сериков // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2021. – № 3(572). – С. 35–39.
3. Зубова Н. Г. Исследование химической стойкости эпоксидных композитов на основе ПАН волокон / Н. Г. Зубова, Т. П. Устинова // Пластмассы со специальными свойствами: материалы международной конференции. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – С. 280–282.
4. Борейко Д. А. Повышение эффективности оценки технического состояния нефтегазопромышленных конструкций нетепловыми пассивными методами диагностики: специальность 05.02.13 «Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Борейко Дмитрий Андреевич. – Ухта, 2015. – 22 с.
5. Денисюк М. Н. Экспериментальные исследования углепластика и стали на хемостойкость / Денисюк М. Н., Зубова Н. Г., Земсков В. М. // Московский экономический журнал. – 2017. – №4. – С. 65–67.
6. Борейко Д. А. Применение метода конечно-элементного анализа для автоматизации оценки начальных испытательных нагрузок при проведении

исследований напряженно-деформированного состояния трубных образцов / Д. А. Борейко, Д. Ю. Сериков // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2021. – № 4(573). – С. 38–42.

7. Зубова Н. Г. Комплексная оценка свойств эпоксидных композитов на основе модифицированных базальтовых нитей / Н. Г. Зубова, В. М. Герасимова, Т. П. Устинова // Современные твердофазные технологии: теория, практика, инновационный менеджмент: материалы XII Международной научно-практической конференции. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. – С. 45–47.
8. Быков И. Ю. Методика оценки технического состояния конструкций нефтегазового оборудования нетепловыми пассивными методами диагностики / И. Ю. Быков, Д. А. Борейко, А. Л. Смирнов // Инженер-нефтяник. – 2017. – № 4. – С. 5–11.
9. Крапивский Е. И. Физико-технические методы и средства диагностики оборудования при транспорте нефти и газа: учебное пособие / Е. И. Крапивский, М. Ю. Земенкова, Д. А. Борейко. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. – 229 с.
10. Цхадая Н. Д. Пассивные методы контроля – действенный инструмент повышения эффективности оценки технического состояния нефтегазового оборудования / Н. Д. Цхадая, Д. А. Борейко, Д. Ю. Сериков // Инженер-нефтяник. – 2021. – № 3. – С. 15–20.
11. Быков И. Ю. О чувствительности методов неразрушающего контроля при обнаружении дефектов / И. Ю. Быков, Д. А. Борейко // Территория Нефтегаз. – 2014. – № 6. – С. 48–53.
12. Борейко Д. А. Совершенствование технологии извлечения товарного водорода из отходящих газов на установках получения технического углерода отечественных газоперерабатывающих производств / Д. А. Борейко, А. А. Белякова, Д. Ю. Сериков // Инженер-нефтяник. – 2023. – № 2. – С. 50–55.
13. Быков И. Ю. Диагностика нефтегазопромышленного оборудования методами неразрушающего контроля / И. Ю. Быков, Д. А. Борейко. – 3-е издание, переработанное. – Старый Оскол: ООО «Тонкие наукоемкие технологии», 2019. – 244 с.
14. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учебное пособие / Т. П. Глинникова, С. А. Волегов, Д. Ю. Сериков, Д. А. Борейко, Т. П. Глинникова, С. А. Волегов, Д. Ю. Сериков, Д. А. Борейко. – Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2023. – 128 с.
15. Блинков О. Г. Особенности развития инновационной деятельности на предприятиях нефтегазового машиностроения / О. Г. Блинков, С. Е. Анисимова, Д. Ю. Сериков // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2019. – № 6(114). – С. 5–8.
16. Проблемы выбора методов процесса модернизации промышленных предприятий / А. А. Манираки, Д. Ю. Сериков, Р. Ф. Гаффанов, У. С. Серикова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2019. – № 1(109). – С. 28–33.
17. Маслин А. И. Повышение эффективности нефтепромышленного оборудования / А. И. Маслин, А. С. Новиков, Д. Ю. Сериков // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2018. – № 4. – С. 9–15.
18. Блинков И. О. Оценка результативности внедрения инноваций как фактора конкурентного иммунитета промышленного предприятия / И. О. Блинков, О. Г. Блинков, Д. Ю. Сериков // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2019. – № 4(112). – С. 48–51.
19. Сериков Д. Ю. Методики определения физико-механических характеристик армирующего композиционного материала, используемого для упрочнения вооружения шарошечного бурового инструмента / Д. Ю. Сериков // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2016. – № 12. – С. 29–32.

## ИС-20, ИС-20/1

ИЗМЕРИТЕЛИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

- ▶ Измерение сопротивления заземления трех- или четырехпроводным методом;
- ▶ вычисление удельного сопротивления грунта в Ом/м;
- ▶ память на 10 000 измерений;
- ▶ измерение сопротивления металлосвязи;
- ▶ беспроводная связь с компьютером, обработка данных в программе RS-Terminal®;
- ▶ межповерочный интервал – 2 года.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНО ДЛЯ ИС-20/1:

- ▶ Измерение сопротивления без вспомогательных электродов с применением двух клещей;
- ▶ измерение сопротивления единичного заземлителя в многоэлементной системе без разрыва цепи.



## «СТАЛКЕР» ПМ-3

МАРКЕРОИСКАТЕЛЬ

Обнаружение положения и глубины залегания всех типов пассивных и интеллектуальных (ID) маркеров



- ▶ Запись/чтение данных из интеллектуальных маркеров;
- ▶ высокоточное позиционирование (до 1 см) совместно с RTK планшетом PrinCe LT700H;
- ▶ время непрерывной работы от Li-ion аккумуляторов – 9 ч.

Пассивные электронные маркеры серии «МП» (шаровые, самовыравнивающиеся)

- ▶ Глубина обнаружения – до 1,8 м;
- ▶ расчетный срок службы – до 50 лет.

## «СТАЛКЕР» 80-24

КОМПЛЕКС ТРАССОПОИСКОВЫЙ

Локализация и диагностика подземных коммуникаций

#### ПРИЕМНИК ПТ-24:

GPS-выноска подземных трасс с последующим наложением на карту.

- ▶ высокоточное позиционирование (до 1 см) совместно с RTK планшетом PrinCe LT700H;
- ▶ использование смартфона вместо внешнего GPS-трекера;
- ▶ встроенный GPS/ГЛОНАСС модуль.

ФУНКЦИЯ «КОМПАС» С РЕЖИМОМ «ВТОРАЯ ЛИНИЯ»

Одновременное схематическое отображение на дисплее искомой коммуникации и трассы с протекающим током 50, 100 или 300 Гц.

- ▶ Время работы – до 20 ч.

#### ГЕНЕРАТОР ПТ-80:

- ▶ мощность и ток до 80 Вт, 12 А;
- ▶ фиксированные частоты генератора: 273, 526, 1024, 8928, 32768 Гц;
- ▶ выбор произвольной частоты от 300 до 10 000 Гц для работы с приемниками других производителей;
- ▶ встроенный индуктор обеспечивает наведение сигнала 33 кГц в линию с поверхности земли;
- ▶ дистанционное управление генератором через сеть GSM.



РАДИО-СЕРВИС

426000, г. Ижевск, а/я 10047; ул. Пушкинская, 268  
тел.: (3412) 43-91-44, факс: (3412) 43-92-63  
e-mail: office@radio-service.ru, www.radio-service.ru



на правах рекламы



# Решаем проблемы импортозамещения!

## Терминальные платы ЭНИ-780 от группы компаний «ИТеК ББМВ» и «Энергия-Источник»

**О. П. АВКИШЕВА** – руководитель службы технической поддержки  
Группы компаний «ИТеК ББМВ» – «Энергия-Источник»

В обстановке санкций и ухода с российского рынка зарубежных производителей вопрос импортозамещения средств измерительной техники становится все более актуальным. Освободившиеся ниши активно занимают российские производители. Пример этому – группа приборостроительных компаний «ИТеК ББМВ» – «Энергия-Источник», российский разработчик и производитель контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (КИПиА) для различных отраслей промышленности. Помимо датчиков полевого уровня группа компаний предлагает большой выбор функциональной аппаратуры и вторичных приборов собственной разработки.

Группа компаний «ИТеК ББМВ» – «Энергия-Источник» поставляет продукцию для самых разных отраслей промышленности, среди которых значительная часть – отрасли, связанные с добычей, переработкой, использованием и хранением взрывоопасных и пожароопасных веществ.

В связи с этим большое внимание уделяется решениям в области взрывозащиты, а именно развитию линейки барьеров искрозащиты. Начатая в 2005 году простейшими шунт-диодными линейками барьеров ежегодно расширяется.

Так, к 2020 году была представлена линейка активных барьеров с гальванической развязкой серии ЭНИ-БИС-3000-Ex. В данной серии барьеров были учтены требования и решения для возможности функциональной замены импортных аналогов – лидеров на рынке барьеров искрозащиты.

Учитывая потребности заказчиков и, с целью импортозамещения существующего оборудования на различных объектах, в 2021 году компания «Энергия-Источник» пополнила номенклатуру функционального оборудования новинкой – модулями гальванической развязки (ГР) серии ЭНИ-3000. При использовании в проектах модули ГР увеличивают надежность АСУ ТП, обеспечивая высокую помехоустойчивость и защиту дорогостоящих модулей ввода/вывода от выхода из строя.

На объектах с большим количеством полевого оборудования, в том числе, установленного во взрывоопасной зоне, с типами передаваемых сигналов AI, AO, DI, DO, когда эти сигналы необходимо завести в систему верхнего уровня, применяются терминальные (или объединительные) платы. Терминальные платы позволяют быстро и без лишних трудозатрат подключать различные электрические элементы систем, например, барьеры искрозащиты, модули ГР или реле. Это экономит время, необходимое для подключения к ПЛК или РСУ и оптимизирует стоимость запуска системы.



Рис. 1 Терминальная плата ЭНИ-780, внешний вид без модулей

Стоит отметить, что основными производителями и поставщиками на российский рынок плат до последнего времени являлись зарубежные компании, поэтому, учитывая потребность рынка, в 2023 году специалисты компании «Энергия-Источник» провели значительную работу и расширили номенклатуру новыми разработками, одна из которых – линейка универсальных терминальных плат ЭНИ-780. Данное решение является практически полностью импортозамещающим.

Первые модели терминальных плат ЭНИ-780 были разработаны для РСУ Yokogawa двух версий: CENTUM VP и ProSafe-RS.

В дальнейшем линейка терминальных плат пополнилась новыми исполнениями, предназначенными для применения совместно с ПЛК Regul R500 компании «Прософт-Системы» и позволяющими упростить интеграцию модулей ввода/вывода линейки R500 в системы АСУ ТП. Универсальные терминальные платы могут использоваться как с применением переходных кабелей, так и специальных заказных плат, для обеспечения совместимости с существующим разнообразием универсальных I/O модулей. Для увеличения нагрузочной способности выходных цепей контроллеров и согласования этих цепей с цепями полевых приборов компанией разработаны релейные модули ЭНИ-761.

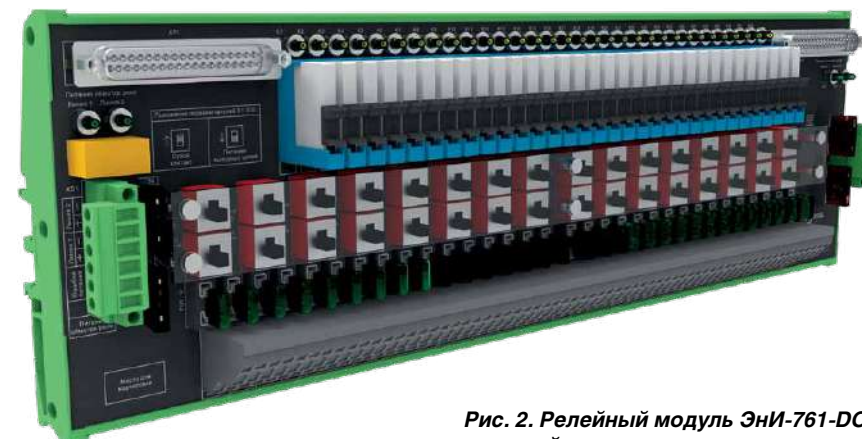


Рис. 2. Релейный модуль ЭНИ-761-DO, внешний вид

Платы ЭНИ-780 предполагают установку 8-ми или 16-ти приборов различных производителей, с возможностью передачи сигналов типов: AI, AO, DI, DO, в зависимости от моделей. Терминальные платы обеспечивают коммутацию 8-ми, 16-ти или 32-х каналов.

Коммутация электропитания барьеров/модулей выполняется как традиционным способом, так и с использованием шины TBUS. В барьерах и модулях ГР серии ЭНИ-3000, производимых компанией «Энергия-Источник», реализована возможность подключения питания по шине TBUS. Шина TBUS позволяет централизованно осуществлять питание приборов и фиксировать ошибку, сигнализирующую, например, о неисправности полевых устройств или линии связи.

Подключение к конкретной системе управления осуществляется при помощи плат-переходников. Терминальные платы ЭНИ-780 обеспечивают поканальную диагностику состояния подключенных устройств, предусмотрена светодиодная индикация.

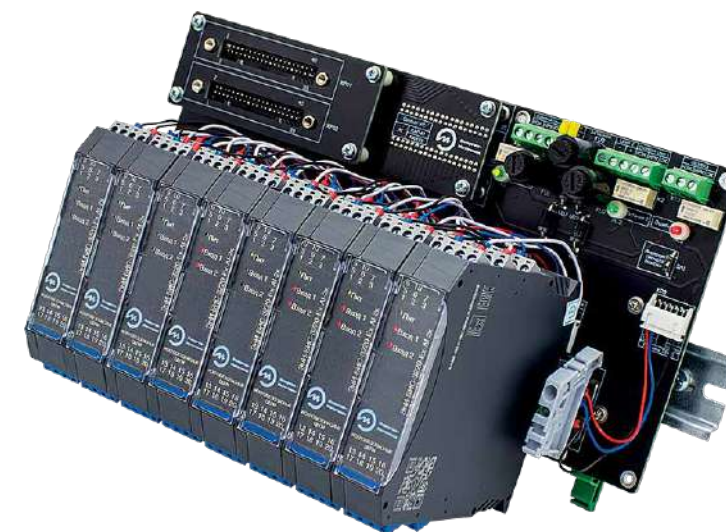


Рис. 3. Терминальная плата ЭНИ-780 с восемью барьерами искрозащиты ЭНИ-БИС-3220 (корпус 22,5 мм)

Терминальная плата имеет два независимых канала питания, обеспечивающих резервирование и диагностику при помощи реле.

Барьеры или модули монтируются на установленную на плате DIN-рейку, что делает платы ЭНИ-780 универсальными, с возможностью применения барьеров искрозащиты или модулей ГР с конструктивом для монтажа на DIN-рейку различных производителей, с шириной корпуса модулей 12,5; 17,5; 22,5 мм.

Сама терминальная плата имеет возможность крепления на DIN-рейку, на стену или на щит.

Компания выполняет полный цикл работ по терминальным платам – от разработки до производства. На практике это означает, что платы могут быть разработаны для применяемой на предприятии системы управления с учетом типоразмера, габаритов, способа установки, типа разъемов, назначения контактов и т.д., в зависимости от конкретной системы.

Линейка вторичной и функциональной аппаратуры ООО «Энергия-Источник» также включает: измерители-регуляторы, измерительные преобразователи, импульсные блоки питания, регистраторы и т.д. Заказчика привлекают качество и надежность оборудования, минимальные сроки поставки, даже если заказ выполняется по индивидуальному проекту.

Специалисты службы технической поддержки группы компаний «ИТеК ББМВ» и «Энергия-Источник» не только квалифицированно проконсультируют при подборе оборудования, но и предложат готовые комплексные решения, максимально учитывая специфику вашего технологического процесса.

ГРУППА ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ



ООО «ИТеК ББМВ»  
454112, Челябинск,  
пр. Победы, 290, офис 128  
тел. (351) 239-11-01  
info@en-i.ru  
eni-bbmrv.ru



# КОРУС Консалтинг:

## методология управления запасами на базе 1С

Эксперты «КОРУС Консалтинг» спроектировали для Иркутской нефтяной компании целевые процессы материально-технического обеспечения (МТО). Новая методология, которая будет реализована на базе «1С:ERP Управление холдингом», поможет производителю углеводородного сырья эффективно организовать снабжение всех подразделений, а также регулировать сроки поставок и объемы запасов.

**И**ркутская нефтяная компания (ИНК) – независимый производитель и переработчик углеводородного сырья в Восточной Сибири. Компания создана в 2000 г., ведет геологическое изучение, разведку и разработку 53 участков недр на территории Иркутской области, Красноярского края и Республики Саха (Якутия).

ИНК запускает новые месторождения, увеличивает объемы добычи и переработки сырья, ведет крупные проекты капитального строительства. Эффективность работы данных направлений напрямую зависит от качества материально-технического обеспечения. Если поставки сорвутся, на производстве или строительном объекте случится простой, что приведет к значительным издержкам. С другой стороны, увеличение объема закупаемых материалов может обернуться излишними запасами, перегрузкой складских площадей и заморозкой оборотных активов. ИНК потребовалось повысить качество управления МТО на всех этапах: формирование потребности, планирование обеспечения, выбор поставщиков и контрактация, поставка и хранение МТР на складах, передача и потребление в подразделениях.

В то же время в ИНК назрела потребность в обновлении ERP-системы, и в компании уже был запланирован переход с «1С:УПП» на «1С:ERP Управление холдингом». Эти факторы побудили предприятие начать проект разработки методологии управления МТО, которая в последующем станет основой автоматизации компании. Для проектирования целевых процессов ИНК пригласила команду «КОРУС Консалтинг», которая ранее уже выполняла ряд проектов для нефтяной компании, например, автоматизацию контура МТО на базе прежней ERP-системы.

Проектирование целевых процессов ИНК затрагивает большое количество основных и вспомогательных функциональных направлений: управление запасами, закупки, складские операции, управление договорами, строительством, производством, ТОиР, транспортом, а также регламентированный учет, бюджетирование и казначейство. Совместно командами «КОРУС Консалтинг» и ИНК была организована фасилитационная сессия, которая помогла синхронизировать ожидания между всеми участниками проектных команд; определить цели проекта, ключевые риски; выработать принципы эффективного взаимодействия. В разработке методологии принимали участие более 100 специалистов ИНК.

Цели внедрения новой методологии – сократить объемы неликвидов и неостребованной продукции, повысить оборачиваемость запасов и внутренний уровень сервиса за счет оптимизации текущих процессов и разработки новых. Для каждой из этих целей эксперты компаний сформировали ключевые показатели эффективности и бизнес-требования. Затем специалисты спроектировали целевые схемы бизнес-процессов материально-технического обеспечения, которые включают планирование поставок, выбор поставщиков, движение запасов, заключение договоров и другую работу. Для различных номенклатур, в зависимости от их операционных свойств, применяются разные стратегии обеспечения, которые позволяют эффективно использовать оборотный капитал компании.

*«Для нас было важно подойти к проекту автоматизации МТО правильно с методологической точки зрения, спроектировать оптимальные бизнес-процессы, чтобы сократить издержки и повысить эффективность работы. Здесь пригодилась экспертиза «КОРУС Консалтинг» в области управления запасами, которая сочетает компетенции в построении процессных моделей и большой опыт автоматизации на базе 1С. Проект продолжается, впереди концептуальное проектирование и техническая реализация»,* – отметил Михаил Ларин, коммерческий директор ИНК.

*«Проект внедрения – это не просто попытка очередного «монстрообразного» внедрения систем и отвлечение человеческих ресурсов компании, это реальная потребность бизнеса в новой функциональности, в изменениях процессов. И, конечно, это полностью соответствует ИТ-стратегии компании»,* – поделился Станислав Норкин, заместитель генерального директора по информационным технологиям ИНК.

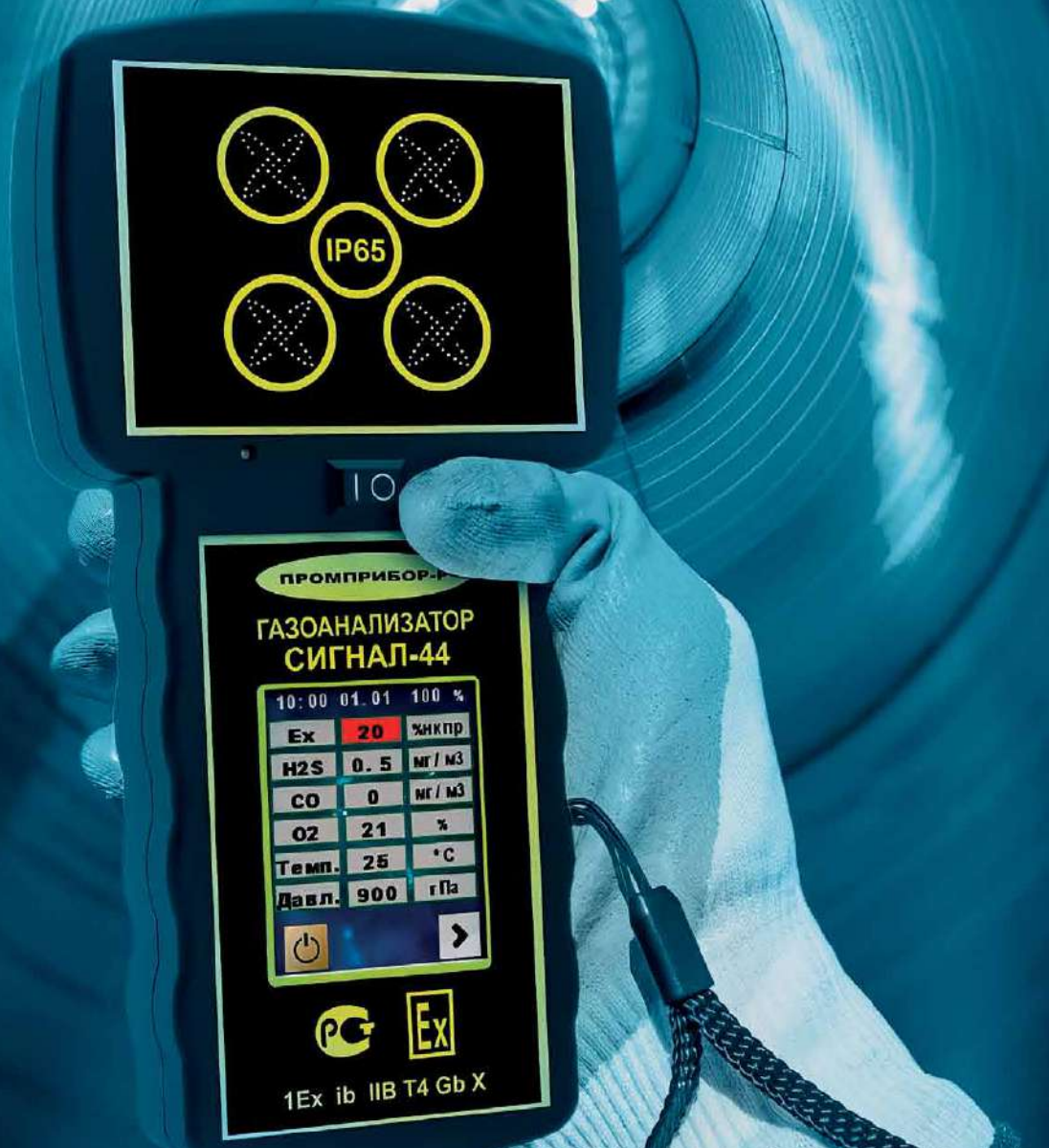
*«Проведенная работа по формированию карты бизнес-целей, а также их декомпозиция на бизнес-требования и показатели эффективности поможет ИНК внедрить ИТ-систему, которая будет работать, исходя из реальных интересов бизнеса. При проектировании процессов также важно учитывать возможность целевой системы, чтобы в дальнейшем успешно «приземлить» разработанную методологию на платформу 1С. Для реализации данных задач мы используем разработанный внутри нашей компании инструмент – реестр архитектурных решений (ADR), который позволяет фиксировать структуру бизнес-процессов, интеграционные потоки, функциональные требования и многое другое, что необходимо для анализа и проектирования системы»,* – рассказал Денис Салтыков, бизнес-архитектор департамента 1С ГК «КОРУС Консалтинг».

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



# ПРОМПРИБОР-Р

РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ  
ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ



СДЕЛАНО  
В РОССИИ

17 ЛЕТ ОПЫТА С ТОЧНОСТЬЮ ДО АТОМА



[PRIBOR-R.RU](http://PRIBOR-R.RU)

8 (800) 500-71-25





# Газоанализаторы от ООО «Промприбор-Р»: надежность в условиях Арктики

Газоанализаторы – неотъемлемая часть промышленной безопасности. Уже давно законодательство не просто требует их использования, но и жестко регламентирует требования к характеристикам устройств. Компания «Промприбор-Р» более 17 лет занимается производством и совершенствованием газоаналитического оборудования. В этом году на выставке «Нефтегаз-2024» компания представила новинку – датчик, адаптированный для работы в арктических условиях. Решение уже оценили в «Роснефти». Об инновационном приборе, а также планах компании по созданию новых устройств рассказал генеральный директор ООО «Промприбор-Р» Лебедев Иван Викторович.



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

**А**рктическую зону РФ недавно расширили, и теперь ее площадь составляет 28% территории всей России.

Тема Арктики действительно очень важна для страны с точки зрения экономики, и Промприбор-Р, в том числе своими разработками, следует глобальной идее по развитию арктической зоны.

С учетом растущих потребностей предприятий, ведущих деятельность в экстремальных условиях, наши специалисты разработали газоанализатор «Сигма-05», способный определять наличие и контролировать концентрации в воздухе одновременно до 4-х типов взрывоопасных веществ, прибор приспособлен к сильному ветру, высокой влажности и температурам до -60°C и при этом работает автономно. В мае 2024 года «Сигма-05» получил сертификат функциональной безопасности SIL-2.

Предполагается, что «Сигма-05» будет представлена в 4-х основных и 2-х дополнительных модификациях. Первая будет самой простой – надежный датчик с глухой крышкой – датчик в таком исполнении наиболее защищен от любых внешних воздействий и вмешательств.

**Вторая** будет иметь LED-дисплей для простоты снятия показаний, **третья** – погружное меню на LED-дисплее, дающее возможность доступа к настройкам, а также цифровые сенсоры. **Четвертая модификация прибора** – наиболее сложная – будет иметь до 4-х измерительных каналов, что крайне важно для точного определения концентраций того или иного вещества и поможет избежать проблемы перекрестной чувствительности.

На данный момент на рынке не представлены стационарные приборы, способные контролировать более двух газов одновременно. Стандартное решение в случае, когда необходимо иметь данные по нескольким веществам в воздухе – установка нескольких датчиков, что существенно повышает затраты не только на сам прибор, но и на его установку и дальнейшее обслуживание.



**Фото 1.** Продукция компании «Промприбор-Р», представленная на международной выставке «Нефтегаз-2024»

Не только сам датчик, но пусконаладочные и монтажные работы – это тоже довольно высокая статья расходов у предприятий. Стоимость установки одного датчика может доходить до стоимости этого самого датчика. А здесь нужен будет всего один прибор. Кроме того, если говорить о модификациях 3 и 4, то такое решение позволяет менять блок сенсора датчика прямо на объекте и при этом обойтись без дополнительной калибровки и настройки. Все это снижает затраты на обслуживание.

Аналоговый сенсор прибора можно заменить и на площадке, но после его необходимо откалибровать и поверить, а для этого его необходимо отправлять на завод-изготовитель. Данная процедура довольно затратная: надо снять, оприходовать, опять упаковать. Даже если мы со своей стороны все делаем быстро, то нужно время на транспортировку, логистику, внутренние какие-то процессы предприятий. Цифровые блоки с сенсорами минимум на полтора-два месяца ускоряют замену.

Новый газоанализатор от компании «Промприбор-Р» предназначен для автономной работы. Наличие взрывозащищенной оболочки позволяет устанавливать дополнительное оборудование, в том числе элементы питания. Это открывает возможности установки таких устройств в любом месте. Такое исполнение позволило нам внедрить и достаточно мощный радиоканал для передачи данных.

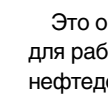


**Каким образом удалось адаптировать датчик к северным условиям?**

Низкие температуры и высокая влажность – это наиболее существенные факторы, негативно влияющие на корректную работу датчиков. Чтобы обойти эту проблему, все резьбовые элементы мы сделали герметичными, корпус – влагозащитным, а внутри прибора внедрили решение, поддерживающее оптимальную температуру.

Внутри устройства создается герметичное пространство, где мы можем поддерживать стабильную температуру за счет естественного нагрева электронных компонентов. Нагрев небольшой, но его хватает, чтобы устройство продолжало стабильно работать. Плюс в современных датчиках устанавливаются температурные сенсоры. То есть прибор всегда «знает» какова температура и выполняет корректировки на влажность и температуру для того, чтобы всегда находиться в пределах своих допусков по метрологии.

Основательно поработать пришлось по адаптации сенсоров к суровым климатическим условиям. В приборе используется больше трех фильтрующих сеток, плюс дополнительный слой на основе меди для одних типов сенсора и на основе стали для других, которые позволяют дополнительно отфильтровать проходящую воздушную среду и предварительно подготовить ее к попаданию на катализатор. Это был большой шаг в области низкотемпературных решений.



Это оборудование предназначено для работы в полях и на местах нефтедобычи, где вокруг нет никаких ветрозащитных систем. Туда выезжает спецтехника, в течение 15 мин. устанавливает приборы на специальных кронштейнах, которые стоят прямо в снегу. Все это подключается к единому централизованному блоку, и оператор видит данные по каждой зоне. Температурная эксплуатация в месте, где это все используется, достигает -60°C. И такая низкая температура держится более четырех месяцев в году. Несмотря на это, на данный момент получены исключительно положительные отзывы о работе прибора в этих суровых эксплуатационных условиях.



**Сейчас довольно остро стоит вопрос безопасности при использовании бытового газа. Есть ли у Промприбор-Р разработки в этой области?**

Как было сказано выше – газоанализатор – это необходимый элемент для обеспечения безопасности на промышленных предприятиях и опасных производственных объектах, но все чаще звучат предложения, чтобы бытовые модификации этих приборов появились и в жилых домах, где есть газ. Некоторые владельцы недвижимости, понимая риски, сами приобретают устройства для контроля возможных утечек. Таких людей все больше – статистика Промприбор-Р показывает увеличение продаж датчиков физическим лицам.



**Фото 2.** Газоанализатор «АЛЬФА-1»

Рано или поздно будет принят закон об обязательном оснащении газовыми датчиками и многоквартирных домов.

Данная разработка у нас есть – отечественный прибор для обнаружения утечек бытового газа в многоквартирных домах. Нет ничего важнее, чем человеческая жизнь. Дальше дело за законодателями.

В линейке продукции компании «Промприбор-Р» имеются стационарные и переносные газоанализаторы, способные определять наличие в воздухе до 64 взрывоопасных газов и более 20 токсичных веществ, таких как ацетон, пары бензина, бутан, гексан, кислород, метан, метанол, пропан и других.

Вся продукция Промприбор-Р производится в России, что позволяет обеспечить точное соблюдение всех стандартов, наличие необходимых документов, оперативность производства (от 3-х дней), обслуживания и конкурентные цены.



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



# Ротаметр ЭМИС-МЕТА 215 и импортный аналог

Компания «ЭМИС» вошла в число лидеров по поставкам импортозамещающего оборудования на промышленные предприятия страны. Аналогичные технические характеристики, строительные размеры и типы присоединения к процессу позволяют легко переходить на КИПиА нашей торговой марки без проведения огневых работ на объекте.

**П**ри этом, зачастую, оборудование «ЭМИС» является единственной альтернативой импортным приборам. Например, когда требуется аналог популярного ротаметра зарубежного производства, вне конкуренции оказывается ЭМИС-МЕТА 215!

В данной статье проведем разбор технических характеристик и функциональных возможностей.

В табл. 1 представлены параметры условий технологического процесса и конструктивных особенностей ротаметров ЭМИС-МЕТА 215 и импортного аналога.

Как видно из табл. 1, основные строительные и монтажные размеры, а также типы присоединения к трубопроводу и допустимые условия технологического процесса у ротаметров ЭМИС-МЕТА 215 и импортного аналога являются идентичными.



Таблица 1.

Характеристики	ЭМИС-МЕТА 215	Аналог
Диаметр трубопровода	Ду15 - Ду150	Ду15 - Ду150
Тип присоединения к трубопроводу	Фланцевое, резьбовое, молочная гайка	Фланцевое, резьбовое, молочная гайка, приварное
Требования к прямым участкам	≥ 5x DN до устройства ≥ 5x DN после устройства	≥ 5x DN до устройства ≥ 3x DN после устройства
Строительная длина (от фланца до фланца)	250 мм Спец. исполнение по размерам заказчика	250 мм 300 мм
Динамический диапазон	1:10	1:10, 1:100 (опционально)
Полный диапазон расхода, м³/ч (жидкость)	от 0,0025 до 100	0,001 до 170
Полный диапазон расхода, м³/ч (газ)	от 0,07 до 3000	от 0,035 до 1576,923
Температура процесса, °C	-80 ... +420	от -80 до +300 (-196 до +400 опционально)
Давление процесса	до 25 МПа	до 25 МПа (до 40 МПа, до 109 МПа опционально)
Температура окружающей среды °C	от -60 до +70	от -40 до +120 (по РЭ)
Материал проточной части	нержавеющая сталь, PTFE, гигиеническое исполнение	нержавеющая сталь, хастиеллой, керамический поплавок с футерованной проточной частью PTFE, титан, PTFE, инконель, гигиеническое исполнение
Наличие ЖК индикатора	да	да
Наличие предельного выключателя	да	да
Рубашка обогрева	да	да
Горизонтальное исполнение	да	да
Исполнение для нисходящего потока	нет	да

Стоит добавить, что наши заказчики имеют возможность купить ротаметры ЭМИС-МЕТА 215 с фланцами, соответствующими стандартам: ГОСТ 33259, EN1092-1 (DIN 2513), ASME/ANSI на выбор, а также с муфтовым соединением «молочная гайка» по DIN 11851 и зажимным соединением типа TRI-CLAMP.

По своим техническим характеристикам и функциональным возможностям ротаметры ЭМИС-МЕТА 215 также соответствуют уровню импортных аналогов. В частности, сопоставимыми являются выходные сигналы: стрелочный индикатор, 4...20 мА, HART, до 2-х предельных выключателей, NAMUR.

Межповерочный интервал для ЭМИС-МЕТА 215 составляет 5 лет. Еще один такой важный критерий, как класс точности, также не имеет существенных отличий: основная приведенная погрешность для ЭМИС-МЕТА 215 составляет ±1,5; ±2,5; ±4,0%. При этом стоит отметить, что ротаметры ЭМИС-МЕТА 215 имеют действующий сертификат соответствия ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах».

Уровни взрывозащиты ротаметров ЭМИС-МЕТА 215 и импортного аналога представлены в табл. 2.

Рассматривая ротаметр ЭМИС-МЕТА 215 в качестве аналога импортному прибору, стоит обратить внимание не только на идентичные технические параметры, но также и на такое преимущество прибора торговой марки ЭМИС, как наличие всей необходимой разрешительной документации и добровольной сертификации в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации.

Таблица 2.

ЭМИС-МЕТА 215	Аналог
<p><b>Исполнение Ex:</b> 1Ex ib IIB/IIC T1/T2/T3/T4 Gb X Ex ib IIIB/IIC T420°C/T295°C/T195°C/T130°C Db X</p>	<p><b>ТС RU C-ДЕГБ04.В.00713 (до 27.04.2023)</b> 1Ex ia IIB T6...T2 Gb Ex ia IIIC T70°C...T300°C Db</p>
<p><b>Исполнение Vn:</b> 1Ex db IIB/IIC T1/T2/T3/T4 Gb X Ex tb IIIB/IIC T420°C/T295°C/T195°C/T130°C Db X</p>	<p><b>Ротаметры H250/M8-Ex:</b> 1Ex ia IIC T6...T3 Gb XII Gb c T6...T3 X Ex ia IIIC T75°C...T200°C Db XIII Db c T75°C...T200°C X3</p>
<p><b>Исполнение Gbc:</b> II Gb c T1/T2/T3/T4 X III Db c T420°C/T295°C/T195°C/T130°C X</p>	<p><b>Ротаметры H250/M40-Ex:</b> 1Ex db IIC T6...T1 Gb X1Ex ia IIC T6...T1 Gb X0Ex ia IIB T6...T1 Ga XII Gb c T6...T1 X2Ex nA IIC T6...T1 Gc X2Ex nA IIC T6...T1 Gc XEx ia IIIC T85°C DbEx tb IIIC T70°C...T300°C Db XIII Db c T70°C...T300°C X3</p>





**Сертификаты ЭМИС-МЕТА 215:**

- Свидетельство об утверждении типа средства измерения в РФ;
- Сертификаты о признании утверждения типа СИ в Республике: Казахстан, Узбекистан, Туркменистан, Кыргызстан, Беларусь;
- Сертификат соответствия ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах»;
- Сертификат соответствия ТР ТС 032/2013 «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением»;
- Декларация о соответствии ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств»;
- Декларация о соответствии ТР ТС 032/2013 «О безопасности оборудования работающего под избыточным давлением»;
- Отказное письмо по оформлению документации ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования»;
- Сертификат соответствия ГОСТ Р 53679-2009, ГОСТ Р 53678-2009 «Применение в средах, содержащих сероводород»;
- Сертификат соответствия ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012 «Функциональная безопасность SIL2»;
- Сертификат соответствия ГОСТ Р 52931-2008 «Виброустойчивость»;
- Экспертное заключение о соответствии единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к продукции;
- Добровольный сертификат соответствия GEST 79/82 - Конструкционные материалы для применения в условиях контакта с хлором;
- Добровольный сертификат соответствия СДС «ИНТЕРГАЗСЕРТ» (ПАО «Газпром»)
- Заключение о подтверждении производства продукции на территории РФ в соответствии с Правилами выдачи заключения о подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июля 2015 г. № 719.

Являясь лидером отечественного приборостроения, сегодня компания «ЭМИС» выпускает самую широкую линейку КИПиА, закрывая потребности заказчика в качественном отечественном оборудовании.

**ЭМИС 20** ЛЕТ



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



**ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ И ИМПОРТООПЕРЕЖЕНИЕ В РАСХОДОМЕТРИИ ГАЗА, ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ**



**26 лет – с нами надежно!**



Группа компаний «Турбулентность-ДОН»  
 Россия, г. Ростов-на-Дону,  
 1-й км шоссе Ростов-Новошахтинск, стр. 6/7, 6/8  
 тел.: 8 (863) 203-77-80, 203-77-85, 203-77-86,  
 e-mail: info@turbo-don.ru  
**www.turbo-don.ru**



# Уникальные расходомеры Turbo Flow ГК «Турбулентность-ДОН» для обеспечения импортоопережения и технологической независимости

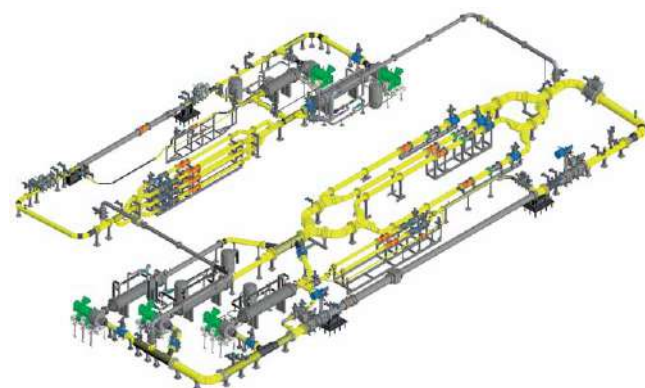
В статье представлены инновационные средства измерения ГК «Турбулентность-ДОН»: ультразвуковой преобразователь плотности газа Turbo Flow UDM, расходомеры Turbo Flow UFG-Z во врезном исполнении и Turbo Flow UFG-H для сферы ЖКХ, а также кориолисовый расходомер Turbo Flow CFM. Рассмотрены их характеристики и функциональные возможности.

ГК «Турбулентность-ДОН» является признанным центром компетенций в области расходомерии. Компания работает с 1998 года и в настоящее время представляет собой предприятие полного цикла с современным наукоёмким производством, собственным конструкторским бюро и аккредитованной метрологической службой, в составе которой более 80 различных станков, в том числе первая в России уникальная поверочная установка СПУ-ПГ-2М, работающая на природном газе с точностью  $\pm 0,45\%$ .

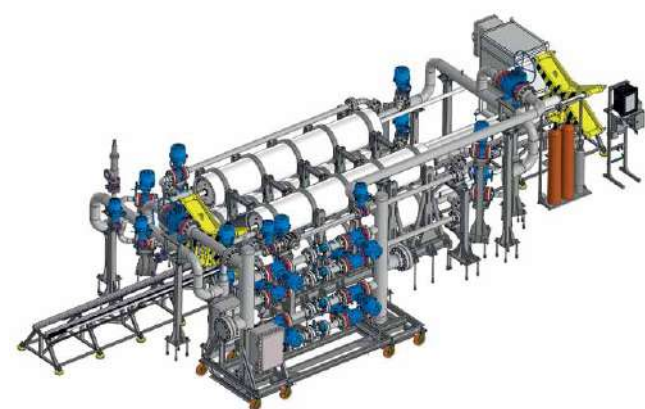
Основной сферой деятельности предприятия является разработка и изготовление расходомеров газа и жидкости, а также поверочного оборудования. При этом достижения компании можно назвать по-своему уникальными для российского рынка. Только ГК «Турбулентность-ДОН» производит приборы учета промышленного и бытового назначения, основанные на пяти физических принципах измерения: ультразвуковые, кориолисовые, термоанемометрические, струйные и электромагнитные.

ГК «Турбулентность-ДОН» – не просто активный участник государственных программ импортозамещения, предусматривающих замену продуктов зарубежного производства российскими аналогами. Менеджмент предприятия нацелен на импортоопережение, которое обеспечит технологическую независимость российской промышленности и усилит ее позиции на международных рынках. Например, в настоящее время идет работа по реализации таких масштабных проектов, как:

## ■ Разработка и строительство калибровочного центра ПАО «Газпром»;



## ■ Создание Государственного первичного специального эталона единицы объемного расхода природного газа при давлении до 10 МПа (работа выполняется для ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», Росстандарт).



В результате реализации данных проектов в Российской Федерации будет впервые построен калибровочный центр с уникальными характеристиками, при этом все технические решения являются полностью отечественными и разработаны инженерами российских предприятий.

Совместное использование Государственного эталона Росстандарта и калибровочного центра ПАО «Газпром» обеспечит безопасность нефтегазового комплекса Российской Федерации и усилит позиции в сфере метрологии на мировом уровне.

Кроме того, следует отметить, что уже сегодня продукция компании по ряду характеристик превосходит зарубежные аналоги. В статье мы рассмотрим несколько новых устройств.

**Ультразвуковые преобразователи плотности газа Turbo Flow UDM** (рис. 1) предназначены для измерения плотности углеводородных, технически важных и отходящих дымовых газов при их технологическом и коммерческом учете, а также в целях экологического мониторинга в различных отраслях народного хозяйства.

Принцип действия плотномеров базируется на сравнительной оценке скорости звука в измеряемой среде (временнóй импульсный метод) в зависимости от ее плотности, давления и температуры. Функциональность устройств позволяет рассчитывать концентрацию:

- двухкомпонентных (бинарных) газов;
- компонентов природного газа (двуокись углерода, азот, метан, этан, пропан, изобутан, н-пентан, неопентан, гексан).

Разработанный специалистами ГК «Турбулентность-ДОН» для преобразователей Turbo Flow UDM акустический метод определения физико-химических параметров природного газа в плотномере применен впервые в России.

Устройства выпускаются в двух модификациях: UDM-B с подключением к потоку типа «закрытый байпас» и UDM-I, которые выполняют измерения непосредственно в потоке. Расходомеры второй модификации, в свою очередь, изготавливаются в исполнениях S и H для измерения плотности углеводородных, технически важных, а также отходящих дымовых газов (табл. 1).



Рис. 1. Ультразвуковые преобразователи плотности газа Turbo Flow UDM

Таблица 1. Метрологические характеристики преобразователей Turbo Flow UDM

Наименование характеристики	Реализация в приборах разных модификаций		
	UDM-B	UDM-I, исполнение S	UDM-I, исполнение H
Диапазоны измерений плотности газа в рабочих условиях, кг/м <sup>3</sup>	0,14...350,00 0,42...350,00		0,48...3,50
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности газа в рабочих условиях, %	$\pm 0,3$ ; $\pm 0,5$ во всем диапазоне измерений плотности газа; $\pm 0,14$ только в поддиапазоне 0,42...350,00		$\pm 1,5$ во всем диапазоне измерений плотности газа
Пределы допускаемой относительной погрешности результата измерений плотности газа, приведенной от условий измерений к стандартным условиям, %	$\pm (X + 0,1)$ , где X – пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности газа в рабочих условиях, %		

Выходные сигналы имеют цифровой (RS-485) и аналоговый (4...20 мА) интерфейсы.

Габариты корпуса плотномеров не превышают 350 x 350 x 1700 мм. Маркировка взрывозащиты – 1Ex db ma [ia Ga] IIC T4 Gb. Допускается эксплуатация в разных температурных диапазонах:  $-40^{\circ}\text{C}...+70^{\circ}\text{C}$  для устройства в стандартном исполнении,  $-40^{\circ}\text{C}...+260^{\circ}\text{C}$  для высокотемпературного исполнения без охлаждения для дымовых газов. Диапазон рабочего давления – от 0,0025 до 32 МПа. При этом средняя наработка устройства на отказ составляет не менее 70 тыс. часов, средний срок службы – 12 лет. Межповерочный интервал составляет 1 год.

Преобразователи плотности Turbo Flow UDM предпочтительно применять в единой системе с расходомерами-счетчиками газа Turbo Flow UFG. Такой подход дает ряд преимуществ: позволяет непрерывно контролировать динамическое изменение физико-химических характеристик газовых смесей и реализовать функцию  $\rho$ -пересчета для приведения к стандартным условиям измеренного расхода газа; дает возможность исключить в расчетах условно-постоянные величины и ошибки, связанные с вводом данных, а также применять автоматическую корректировку.

**Ультразвуковые расходомеры-счетчики Turbo Flow UFG-Z** (рис. 2) во врезном исполнении предназначены для измерения расхода газа, в т.ч. природного и свободного нефтяного газа, а также газовых смесей, сжигаемых на факелах. Основная область применения – мониторинг, технологический учет и управление процессами транспортировки на нефтегазодобывающих и обрабатывающих предприятиях, и газораспределительных станциях. Расходомеры-счетчики с номинальным диаметром (DN) от 100 до 1400 мм выпускаются в исполнениях для установки в измерительном участке трубопровода, с фланцевым присоединением и с креплением гайкой. Исполнение может быть с вынесенным электронным блоком. Источник питания – встроенная батарея или внешний блок питания с постоянным напряжением от 12 до 24 В, потребляемая мощность не более 10 Вт. Маркировка взрывозащиты устройства – 1Ex db ma [ia Ga] IIC T4 Gb.

Диапазон измерений объемного расхода газа в рабочих условиях может находиться в пределах от от 9,5 до 665000 м<sup>3</sup>/ч, динамический диапазон ( $Q_{\min}/Q_{\max}$ ) – от 1:20 до 1:800. Скорость потока газа в обоих направлениях не более 120 м/с.





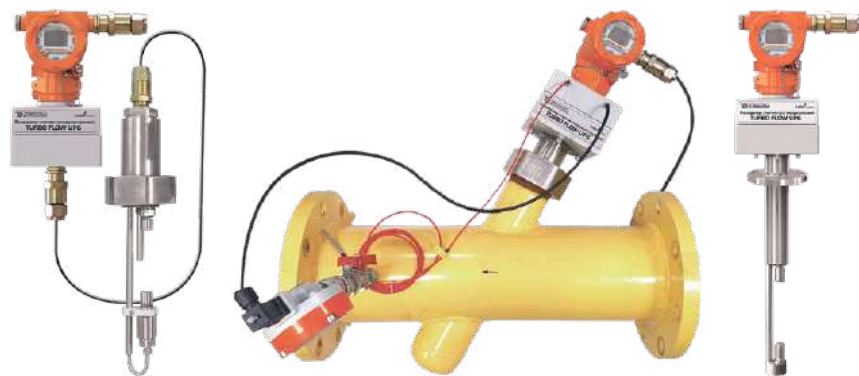


Рис. 2. Ультразвуковые расходомеры-счетчики Turbo Flow UFG-Z: а – внешний вид, б – установка в измерительном участке трубопровода

Передача данных на верхние уровни систем контроля и управления осуществляется с помощью аналоговых и цифровых интерфейсов.

Устройства могут работать при температуре окружающего воздуха  $-50^{\circ}\text{C} \dots +80^{\circ}\text{C}$ , относительной влажности до 95% и давлении 84,0...106,7 кПа.

**Ультразвуковые расходомеры-счетчики Turbo Flow UFG-H** (рис. 3) – не имеющая аналогов на рынке бытовых расходомеров новинка ГК «Турбулентность-ДОН». Их назначение – измерение объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, а также вычисление массовых характеристик как природного газа, так и других газов, неагрессивных к материалу первичного преобразователя. А область применения – технологический или коммерческий учет на объектах ЖКХ, в т.ч. на газораспределительных пунктах и в котельных. Устройство обладает высокой стабильностью показаний с широким динамическим диапазоном 1:2500 и высокой точностью измерений. В режиме реального времени формирует часовые/суточные архивы измеренных параметров и событий.



Рис. 3. Ультразвуковой расходомер-счетчик Turbo Flow UFG-H для сферы ЖКХ

Расходомер Turbo Flow UFG-H оборудован съемным батарейным блоком и встроенным запорным клапаном. В качестве опции к устройству может быть подключен сигнализатор загазованности. Функциональность расходомера дополнена возможностью передавать информацию по сетям GPRS, NB-IoT, LoRaWAN. Расходомер не требует прямолинейных участков трубопровода до и после расходомера.



Рис. 4. Кориолисовый расходомер-счетчик Turbo Flow CFM

**Кориолисовые расходомеры-счетчики Turbo Flow CFM** (рис. 4) разработаны компанией в рамках запущенного в 2020 году специального проекта, включающего проведение комплекса научно-исследовательских работ. С 2022 года началось серийное производство новых устройств, широкая линейка которых включает модификации и варианты исполнения для отдельных отраслей и объектов народного хозяйства.

Приборы способны измерять разные параметры среды (плотность, массу, расходные характеристики, концентрацию, температуру и др.), отличаются необходимой для непрерывной работы надежностью, имеют систему самодиагностики и высокую точность измерения (0,1...0,25%), не требуют прямых участков трубопровода, что особенно важно в условиях плотной компоновки технологического оборудования.

Расходомеры Turbo Flow CFM выпускаются в исполнениях с условным диаметром от 15 до 300 мм. Питание – источник постоянного тока с напряжением 24 В, потребляемая расходомером мощность – не более 12 Вт. Для передачи данных применяются «токовая петля» 4...20 мА или цифровой интерфейс RS-485. Степень защиты первичного преобразователя расходомера (ПП) – IP67, электронного преобразователя (ЭП) – IP65. Маркировки взрывозащиты 0Ex ia IIC (T1-T4)X (ПП) и 1Ex d [ia] IIC T6 X (ЭП). Устройства могут эксплуатироваться при температуре  $-50^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ , относительной влажности воздуха до 80%, давлении 84,0...106,7 кПа.

Области применения расходомеров Turbo Flow CFM самые широкие – от АСУТП и систем учета на объектах добычи и транспортировки нефти и газопродуктов до поверочных установок.

**Ультразвуковые расходомеры ГК «Турбулентность-ДОН» – это стопроцентно российская продукция, полностью отвечающая задачам импортоперезагрузки и технологического суверенитета России.**



ГК «Турбулентность-ДОН»  
г. Ростов-на-Дону  
тел. (863) 203-7780, 203-7785  
info@turbo-don.ru  
turbo-don.ru



# Виброконтроллер AP5400

Предназначен для измерений мгновенных значений и среднего квадратического значения (СКЗ) виброскорости.

Принцип действия основан на преобразовании сигнала, поступающего от ПП и вычислении среднего квадратического значения виброскорости.

Имеет цифровой индикатор и унифицированный выход постоянного тока 4-20 мА для выдачи результатов измерений и интерфейсы RS-485 для передачи результатов измерений.



Низкий уровень шумов

Управление и настройка режимов работы через порт USB

globaltest.ru



# Метран запустил серийное производство соленоидных клапанов

На площадке Промышленной группы «Метран» запускается серийное производство соленоидных клапанов серии 327 АСКО. Теперь соленоидный клапан серии 327 АСКО полностью производится в Челябинске из российских комплектующих. Таким образом был достигнут технологический суверенитет в производстве высоконадежных клапанов, с набором уникальных характеристик, отвечающих за безопасность непрерывных и дискретных производств.

**С**оленоидные клапаны серии 327 АСКО производства Группы компаний «Метран» применяются для управления газообразными и жидкими рабочими средами в следующих отраслях: нефте- и газодобыче, переработке и транспортировке энергоносителей, добыче полезных ископаемых, металлургии, котельном оборудовании, автомобилестроении, пищевой промышленности, и т.д. Клапаны соответствуют стандарту SIL3, имеют различные варианты взрывозащиты, подходят для установки в опасных зонах. Клапаны устойчивы к вибрациям и коррозии, благодаря надежной и сбалансированной конструкции, универсальны, имеют большой спектр доступных опций и материалов исполнения.

В апреле 2024 года в рамках стратегии развития импортнезависимого производства Группы компаний «Метран» была реализована первая фаза проекта по глубокой локализации производства соленоидных клапанов. Первыми серийно выпускаемыми модификациями соленоидных клапанов серии 327 АСКО стали исполнения с температурным диапазоном от -52°C до +60°C и корпусами из латуни и нержавеющей стали. Продолжаются климатические и ресурсные испытания исполнения от -60°C до +60°C. Постановка на конвейер намечена следующим этапом. По мере завершения испытаний, линейка будет расширяться новыми исполнениями, типоразмерами и принадлежностями.



Ранее в Промышленной группе «Метран» осуществлялась крупноузловая сборка соленоидных клапанов, но в 2022 году возникли трудности с поставкой комплектующих. За год инженеры Группы компаний «Метран» в рамках проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ исследовали материалы, конструкторские решения, технологические операции производства, провели прочностные и тепловые расчеты, в результате которых была проведена квалификация и отбор производителей уплотнений, пружин, литья и проката. На каждом этапе разработок было выпущено несколько образцов, которые прошли подробные исследования, в том числе с распилом и под микроскопом, а также климатические и ресурсные испытания. Была создана с нуля собственная конструкторская документация.

На производственном участке была спроектирована и изготовлена оснастка для сборки из компонентов, освоены новые технологические процессы, в том числе сварка лазером, запрессовка, гидравлические, пневматические, функциональные испытания. Закуплено механообрабатывающее оборудование и оборудование для контроля качества на всех этапах производства, приняты на работу и обучены новые специалисты. Расширенный производственный участок прошел освидетельствование и получил сертификат соответствия СТО Газпром.



**«Запуск серийного производства соленоидных клапанов в Челябинске из преимущественно российских комплектующих дал старт дальнейшему развитию этого направления в России. Для нас и наших заказчиков важно, что воссозданный заново инженерами Группы компаний «Метран» продукт не уступает по своим характеристикам мировым аналогам, а дальнейшее развитие производства и открытие новых исполнений позволит закрыть потребности промышленных предприятий в управлении потоками воздуха, газов, воды и масел в критичных применениях и ответственных узлах»,** – поделился старший менеджер отдела продаж АСКО Группы компаний «Метран» Александр Лупенков.



АО «ПГ «Метран»  
454103, Челябинск, Новоградский пр., 15  
тел. (351) 24-24-000, info@metran.ru  
metran.ru



# Датчики температуры и давления «Вакууммаш» для промышленных систем автоматизации

Компания НПО «Вакууммаш» была основана в 1995 году в самом центре промышленного кластера г. Ижевска. Сегодня разработки предприятия применяются в металлургии и энергетике, химической и нефтегазовой промышленности, машиностроении, пищевой и других отраслях, как на территории России, так и в странах ближнего зарубежья. Начиная как разработчик и интегратор автоматизированных систем, со временем компания «Вакууммаш» стала создавать оборудование для автоматизации: датчики температуры и давления, измерительные преобразователи, и т.д. И задолго до того, как импортозамещение стало всеобщей тенденцией, наряду с собственной продукцией, активно выпускала аналоги изделий зарубежных производителей. Сегодня же разработки, позволяющие заместить недоступные бренды, стали одним из основных видов деятельности компании.

Более подробно о датчиках температуры и давления рассказал заместитель технического директора НПО «Вакууммаш» Мирошкин Михаил Викторович.

**Михаил Викторович, НПО «Вакууммаш» давно принимает участие в программе импортозамещения, а за последний год список изделий расширился. Аналоги каких брендов вы производите?**

НПО «Вакууммаш» заменяет изделия таких производителей, как Danfoss, Emerson, Yokogawa, WIKA, Honeywell, Endress+Hauser, Siemens, APLISENS, PIEZUS, Keller, Gaesco, Ametek, Fluke, Krohne, Watlow, Gefran. Датчики изготавливаются с такими же или улучшенными характеристиками, с учетом особенностей эксплуатации на предприятии заказчика. В целом компания может изготовить по спецзаказу любые датчики температуры и давления, не уступающие импортным аналогам по качеству при значительном выигрыше в цене. Нам доверяют свои проекты такие крупнейшие российские предприятия, как СИБУР, ЛУКОЙЛ, РУСАЛ, АЗОТТЕХ, ЕвроХим и другие.

**Датчики температуры были первым оборудованием автоматизации, которое вы стали разрабатывать. Давайте с них и начнем. Какие направления работы вы бы могли выделить по датчикам температуры?**

Я бы выделил четыре основных направления: собственно, термопары и термосопротивления, измерительные преобразователи, которые с ними применяются, многозонные датчики температуры, а также гильзы защитные для защиты термопреобразователей от воздействия термометрируемой среды.

**Расскажите о термопарах и термосопротивлениях. Какой измерительный диапазон они охватывают? С какими чувствительными элементами изготавливаются?**

Принцип действия термопар основан на зависимости термоэлектродвижущей силы термопары от температуры. В основе работы термопреобразователей сопротивления лежит изменение электрического сопротивления в случае изменения их собственной температуры. Термопары и термосопротивления могут измерять температуру как химически неагрессивных, так и агрессивных сред: газообразных, жидких, твердых поверхностей и расплавов. Измерительный диапазон датчиков зависит от исполнения, но в целом линейка изделий НПО «Вакууммаш» охватывает диапазон от -196°C до +1600°C.

Термоэлектрические преобразователи НПО «Вакууммаш» (рис. 1) изготавливаются с проволочными или кабельными чувствительными элементами и в соответствии с ГОСТ Р 8.585 имеют следующие номинальные статические характеристики (НСХ): ТХА (К), ТХК (L), ТНН (N), ТЖК (J), ТПП (S), ТПП (R) и ТПР (B).

Чувствительный элемент термопреобразователей сопротивления (рис. 2) может быть медным проволочным (модификации 50М, 53М, 100М), платиновым проволочным (модификации 46П, 50П, 100П, РТ100) или платиновым тонкопленочным, изготовленным по технологии напыления (Pt100, Pt500, Pt1000).



Рис. 1. Термоэлектрический преобразователь ТХА-К



Рис. 2. Термопреобразователь сопротивления ТПС с платиновым проволочным чувствительным элементом



**А измерительные преобразователи для термопар и термосопротивлений вы выпускаете аналоговые или цифровые?**

И те, и другие. Они служат для преобразования термоэлектродвижущей силы термопар и термосопротивлений в унифицированные выходные сигналы. Номенклатурная линейка включает аналоговые устройства ПИ С и ПИ Т и цифровые VME (рис. 3).

Аналоговые измерительные преобразователи (ПИ) предназначены для преобразования термоэлектродвижущей силы термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6616 в исполнениях ПИ Т, ПИ Т Ex ia и сопротивления термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651 в исполнениях ПИ С, ПИ С Ex ia в унифицированный выходной сигнал 4–20 мА постоянного тока, пропорциональный измеряемой температуре.

Для цифровых преобразователей VME измерительный температурный диапазон и НСХ задается программно. Данные изделия могут выпускаться с унифицированным выходным сигналом 4–20 мА или с поддержкой HART-протокола.



Рис. 3. Преобразователи измерительные с аналоговой обработкой сигнала, с цифровой обработкой сигнала и HART-протоколом VME, VME Ex ia



**Они различаются только функционально или по конструктивному исполнению тоже?**

Конструктивно измерительные преобразователи обоих типов (и аналоговые, и цифровые) могут выпускаться в корпусе для установки в головку первичного преобразователя, либо в корпусе для щитового монтажа на рейку по ГОСТ Р МЭК 60715-2003.



**Какой измерительный диапазон и метрологическую точность обеспечивают цифровые преобразователи VME?**

Диапазон измерений цифровых преобразователей VME-100 в различных модификациях составляет от -200°C до +1300°C, пределы допускаемой основной приведенной погрешности для исполнений с классом точности 0,1 при температуре окружающей среды 20 ± 5°C во всех диапазонах измерений – не более 0,1%. Для преобразователей типа VME-103/104 и VME Ex ia-105 (использующих токовую петлю 4–20 мА с HART-протоколом) диапазон измерений находится в пределах от -200°C до +1800°C, пределы допускаемой основной приведенной погрешности для исполнений с классом точности 0,1 при температуре окружающей среды 20 ± 5°C – не более 0,1%. Напряжение питания цифровых преобразователей 12...36 В, потребляемая мощность не более 0,8 Вт, диапазон температур окружающей среды -60°C...+85°C.



**Теперь вопрос о многозонных датчиках температуры. Какие исполнения выпускаете?**

Многозонные датчики температуры – отдельное направление линейки промышленной термометрии компании (рис. 4). Они представляют собой сборку термопар или термосопротивлений, которые применяются для измерения температуры в нескольких точках объекта одновременно: вдоль оси печей термообработки или в реакторах, колоннах и резервуарах каталитического синтеза, крекинга, гидроочистки, изомеризации нефтепродуктов. Линейка промышленных датчиков температуры НПО «Вакууммаш» включает многозонные датчики ТПМ.301 (с видами взрывозащиты Ex ia или Ex db) на основе кабельных термопар с различными НСХ, а также многозонные преобразователи сопротивления ТПС 401, 402, 403, 404 на основе нагревостойкого кабеля КНМСН (ТПС 402, 403) или гибкой сильфонной трубы (ТПС 404).



**Как устанавливаются многозонные датчики температуры?**

Устанавливаются многозонные преобразователи температуры в специальных термокарманах или непосредственно в реакторе (например, для измерения температуры катализатора).

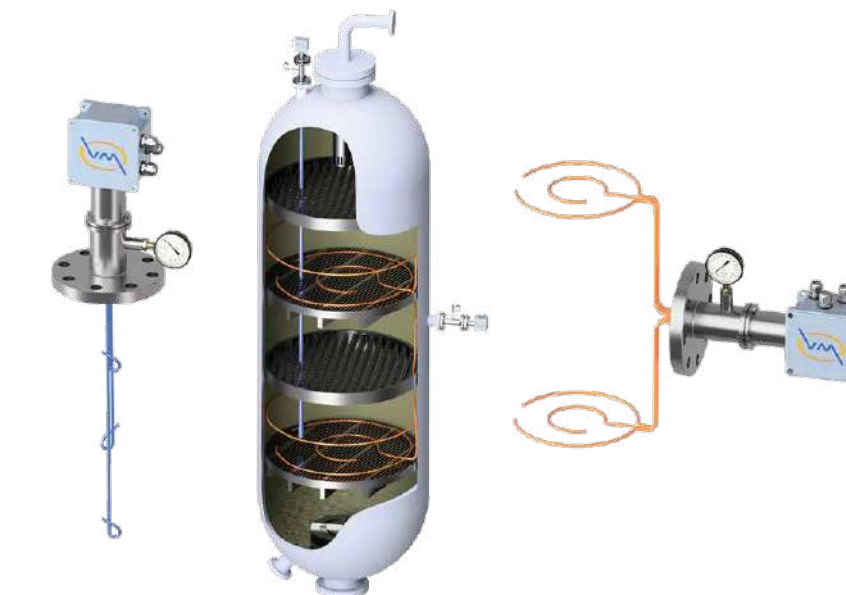


Рис. 4. Общий вид многозонных термоизмерительных датчиков температуры ТПМ 301 производства НПО «Вакууммаш», установленных в реакторе





Конструктивно они состоят из нескольких датчиков (в соответствии с количеством зон измерения) с разной монтажной длиной, закрепленных на общем монтажном фланце, выполненном по различным стандартам DIN EN1092, ASME 16.5, ГОСТ 33259, ГОСТ 12815. Коммутация с вторичными устройствами реализуется с помощью компенсационных проводов или коммутационной коробки, в которую установлены измерительные преобразователи (ПИ), речь о которых шла выше.

**Для каких серий делаете взрывозащищенные исполнения?**

Все термометрические датчики НПО «Вакууммаш» изготавливаются в общепромышленном и взрывозащищенных исполнениях «искробезопасная цепь» (Ex ia) или «взрывонепроницаемая оболочка» (Ex db).

**Теперь о сроках. Какую гарантию вы предоставляете на датчики температуры? Какой у них срок службы? И, что очень важно, какой межповерочный интервал?**

Стандартный гарантийный срок – 18 мес. со дня ввода в эксплуатацию, но не более 24 мес. со дня выпуска при соблюдении условий хранения, транспортирования и эксплуатации. Средний срок службы датчиков – до 10 лет в зависимости от температуры эксплуатации. Межповерочный интервал – 5 лет для преобразователей измерительных ВМЕ, термопреобразователей сопротивления ТПС, термопреобразователей ТХА (К), ТХК (К), ТНН, ТЖК.



Рис. 5. Датчики давления серии «VMP»



**Давайте перейдем к продукции, которую вы выпускаете относительно недавно, – датчикам давления. Их ведь изготавливает специально созданное под это направление предприятие ООО «ВакууммашЭлектро», верно? Датчики каких типов входят в линейку?**

Да, датчики давления (рис. 5) выпускает компания «ВакууммашЭлектро», наше дочернее предприятие. Оно расположено в городе Сарапул (Республика Удмуртия). В линейку моделей входят датчики для измерения основных видов давления: избыточного, абсолютного, разрежения (вакуумметрического давления), давления-разрежения, гидростатического и дифференциального (разности давлений).

Датчики предназначены для непрерывного преобразования значений давления в выходные токовые сигналы 4–20 мА, либо цифровые сигналы HART и RS-485 Modbus RTU.



**Какие чувствительные элементы применяются?**

В качестве чувствительных элементов используются тензорезистивные преобразователи давления трех типов:

- изготовленные по технологии «кремний на сапфире», где чувствительным элементом является двухслойная сапфино-титановая мембрана с монокристаллическими кремниевыми тензорезисторами. Уникальные изолирующие свойства и радиационная стойкость сапфира позволяют эксплуатировать чувствительный элемент в температурном диапазоне от -200°С до +350°С, при высоких электромагнитных помехах и под воздействием радиации;
- тензопреобразователи давления из кремниевых деталей в металлокерамическом корпусе, состоящие из кристалла, работающего на тензорезистивном эффекте, и кремниевого основания для снижения механических напряжений, воздействующих на кристалл при изменении температур.

Так как в данной конструкции воздействие давления производится практически на тензометр, эти тензопреобразователи предназначены только для неагрессивных газов низкого давления;

- изготовленные на базе второго типа, где давление среды воздействует на мембрану, выполненную из нержавеющей стали, и затем передается через масло на кремниевый чувствительный элемент давления, что позволяет ему иметь повышенную чувствительность по сравнению с преобразователем первого типа и измерять давление агрессивных жидкостей и газов.



**На какие среды рассчитаны ваши датчики давления? В частности, интересует температура измеряемой среды.**

В случае прямого подключения к процессу датчики давления VMP выдерживают температуру измеряемой среды -40°С...+125°С в стандартном исполнении и -60°С...+220°С опционально.

Для расширения температурного диапазона до +350°С может применяться отвод-охладитель собственного производства ВакууммашЭлектро, как встроенный в датчик, так и отдельным изделием. Давление перегретого пара измеряется с применением стандартной схемы, предусматривающей наличие разделительных сосудов с импульсными линиями.



**Какое программное обеспечение используется для математической коррективности погрешностей?**

Для существенного повышения точности измерений и улучшения метрологических характеристик датчиков используются схемы, построенные на микропроцессорах, и программное обеспечение, которое выполняет математическую коррекцию погрешностей разного типа, возникающих под воздействием внешних факторов. Компания «ВакууммашЭлектро» использует собственные схемотехнические разработки и задекларированное программное обеспечение для своих изделий.



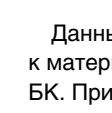
**Есть ли исполнение с внешним индикатором, на который выводятся показания прибора? Или датчик нужно подключать к устройству отображения?**

С 2023 года мы начали производство устройства индикации измеряемого давления «УИ-ВМЭ» для малогабаритных датчиков общепромышленного исполнения и коммунальных систем. Также мы разработали модельный ряд интеллектуальных датчиков давления VMP с индикацией (ЖК дисплеем) и на данный момент они проходят стендовые испытания после перехода на новую элементную базу с преобладанием компонентов и материалов российского производства.

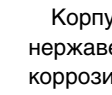


**Оборудование для подключения датчиков давления к процессу – клапанные блоки – выпускаете сами или поставляете от других производителей?**

Для подключения датчиков давления к автоматизированной системе управления технологическими процессами (АСУ ТП) используются клапанные блоки линейки БК: одновентильные, двухвентильные или трехвентильные (рис. 6). Эти изделия предназначены для работы в таких рабочих средах, как жидкость, газ или пар.



Данные вещества не агрессивны к материалам, из которых изготовлен БК. При этом рабочее давление в измерительной линии не должно превышать 40 МПа, а температура должна находиться в диапазоне от -60°С до +150°С.



Корпус БК изготовлен из нержавеющей стали, устойчивой к коррозии. Сальники изготавливаются из фторопласта или графита, в зависимости от исполнения.



**Коснемся программы импортозамещения. Сколько проектов вы уже осуществили в ее рамках? Хотя бы за 2023 год.**

Знаете, их столько, что точную цифру я вам, возможно, даже не назову. За один 2023 год их были сотни. Могу привести несколько примеров. Так, были разработаны аналоги датчиков Keller 23-й серии в стандартном и угловом исполнении. Это датчики избыточного, абсолютного, вакуумметрического и дифференциального давления с высокой полосой пропускания обрабатываемого сигнала – до 3000 Гц (0,33 с), что позволяет измерять быстрые переменные давления при лабораторных исследованиях скоротечных процессов. С помощью датчиков с высокой полосой пропускания сигнала можно зафиксировать амплитуду и длительность взрыва молекул топлива при воспламенении. Сегодня мы производим свыше 100 модификаций датчиков давления в общепромышленном исполнении, а также с видами взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» (Ex db) и искробезопасная электрическая цепь (Ex ia), которые являются аналогами продукции Danfoss моделей MBS 1200; 1250; 1700; 1750; 3000 и других, WIKA моделей S-11; S-20; OT-1; R-1; O-10; A-10; E-10; E-11 и других, APLISENS моделей APC200PD; PC28 различных исполнений, PIEZUS моделей APZ 3420; 3421; 3420m; 3420s; 3410; 3440; 1110; 1120, а также других зарубежных брендов и их номенклатуры. Причем мы не только производим аналоги, но и в ряде случаев улучшаем характеристики.



**А по датчикам температуры?**

Их также очень много. Приведу наиболее интересные.

**Проект №1.** Для АО «МХК «ЕвроХим» был изготовлен аналог датчика температуры Minco, способный работать в местах повышенной вибрации, в то время как импортное изделие при аналогичных условиях выходило из строя. Заменой стал датчик модели ТПС 301 в вибростойком исполнении (рис. 7).



Рис. 7. Термопреобразователь сопротивления ТПС 301 по заказу АО «МХК «ЕвроХим», аналог импортного датчика Minco

**Проект №2.** ПАО «КАМАЗ» также поставило задачу разработать аналоги импортных датчиков «Дозаматик» для измерения температуры расплава алюминия в печи, но при этом необходимо было доработать КИП так, чтобы рабочий на производственном объекте не мог достать датчики из печи и вмешаться в процесс измерения температуры. В результате была изготовлена специальная конструкция модели ТХА-К.232. Отработав около месяца в печи (то есть выработав положенный ресурс), изделие продемонстрировало полное соответствие поставленным целям (рис. 8).



Рис. 6. Двухвентильный клапанный блок линейки БК







Рис. 8. Термоэлектрический преобразователь ТХА-К.232 по заказу ПАО «КАМАЗ», аналог импортных датчиков «Дозаматик»

**Проект №3.** Пермская ГРЭС столкнулась с прекращением поставок немецких датчиков температуры для измерения горячих газов в камере сгорания. По индивидуальному техзаданию для ГРЭС был разработан аналог с такими же характеристиками, как у немецких приборов, – датчик ТХА-К.301 (рис. 9).



Рис. 9. Термоэлектрический преобразователь ТХА-К.301 по заказу Пермской ГРЭС

**Проект №4.** ОАО «Амкодор» потребовался аналог Danfoss для измерения температуры гидравлического оборудования, АКПП и масла. Наши специалисты изготовили датчик модели ТПС 311, полностью соответствующий по всем техническим параметрам импортному изделию (рис. 10).



Рис. 10. Термопреобразователь сопротивления ТПС 311 по заказу ОАО «Амкодор», аналог импортных датчиков «Danfoss»

Наконец, для автомобильной промышленности мы выпустили **ОЕМ-преобразователи давления** – аналоги приборов KELLER серии 21Y в миниатюрном исполнении. Преобразователи с выходными сигналами 0...10 В монтируются с помощью стандартного свечного ключа S19. Эти приборы созданы по техническому заданию российских разработчиков, поэтому присоединение к процессу сделано по ГОСТ РФ, а не по европейским стандартам. Но по желанию заказчика мы можем изготовить прибор с любым другим присоединением.

В целом, на нашем предприятии постоянно расширяется действующий ассортимент продукции, проводятся необходимые организационные и технические мероприятия (в т.ч. испытательные работы) с целью совершенствования выпускаемых изделий, увеличения ресурса их работы и гарантийного срока эксплуатации.



**НПО ВАКУУММАШ**

**НПО «Вакууммаш»  
426006, г. Ижевск,  
проезд Дерябина, 2/52  
тел. (3412) 918-650  
zakaz@vakuummash.com  
vakuummash.ru  
vmelectro.ru**



**Расскажите, пожалуйста, о новых изделиях. Расширяется ли номенклатура? Какие датчики у вас появились?**

За последнее время мы выпустили несколько моделей – аналогов оборудования WIKA, Danfoss и KELLER для измерения давления.

**Датчики давления VMP-ДИ-11ХА, VMP-ДА-10ХА и VMP-ДИВ-13ХА** являются аналогами приборов WIKA серии А-10. Они оптимально подойдут для применения на объектах энергетического комплекса и в различных отраслях промышленности. Отличаются широкими температурными диапазонами (температура окружающей среды -45°С...+105°С, измеряемой среды -45°С...+125°С). Также подчеркнем, что их титановая мембрана обладает большей механической прочностью, чем стальная 316L в импортном изделии.

**Датчики давления VMP-ДИ-1xxx-xx МПа-0,5-Р1(МЗ)-42N-IP67-6E/(d1)-tx-6** – это аналоги датчиков Danfoss MBS 1200 и 1250 с выходным сигналом 4...20 мА. Предназначены для машиностроения, гидравлических систем со встроенным демпфером и пневмооборудования.

Датчики давления в различных вариантах исполнения с переменными характеристиками:

- VMP-ДИ-11ХА-(1...100) МПа-0,5-Р1-42N-IP67-6E-t5(-55/105°С)-6
  - VMP-ДИ-11ХА-(1...100) МПа-0,5-МРЗ-05N-IP67-6E/d1-t5(-55/105°С)-6
  - VMP-ДИ-11ХА-(1...100) МПа-0,5-DT04-4P-10N-IP67-6E/d1-t5(-55/105°С)-6
- являются аналогами большинства моделей датчиков давления Danfoss MBS 1200 и 1250 с выходными сигналами 4...20 мА, 0...5 В и 0...10 В, как с демпфером, так и без него. Предназначены для машиностроения, гидравлических систем и пневмооборудования.

Технические особенности изделий:

- диапазоны измерения:
  - для избыточного давления от 0...0,06 до 100 МПа и 150 МПа в OEM-исполнении;
  - для абсолютного давления от 0...0,06 до 0,25 МПа с допустимыми перегрузками от 110 до 300%;
- основная погрешность от верхнего предела измерений – 0,5% в стандартном исполнении, а опционально – 0,25%;
- электрическое присоединение датчика (разъемы) – M12x1 Type A Male 4 pin, Packard Metri-Pack 12065286, Deutsch DT04-4P;
- присоединение к процессу – G1/4-A DIN3852 стандарт, G1/4-A EN837, исполнение с демпфером, опционально с резьбой K1/4, M12x1,25 и др.;
- температура окружающей среды -40°С...105°С, измеряемой среды – от -45°С до +125°С, а для датчика с радиаторными вставками – до +350°С.
- степень защиты оболочки IP67.

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



**НЭС  
ПРОФЭКСПЕРТ**  
малое инновационное предприятие



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 (937) 356-02-36  
nes@profexpertaudit.ru  
PROFEXPERTAUDIT.RU  
NESPROFEX.COM**



# Обеспечение правильного заземления приборов

Основной задачей заземления является защита персонала от поражения электрическим током. Помимо задач безопасности персонала, заземление играет ключевую роль в защите электронного оборудования от помех и перенапряжений, наведенных сваркой, мощным электрооборудованием или коммутаторами. Рассмотрим подробнее, каким образом осуществляется заземление в системах промышленной автоматизации и какие методы при этом применяются.

## Защитное заземление

При подключении электроустановки, в первую очередь, необходимо обеспечить защиту персонала от поражения электрическим током, для чего применяется защитное заземление (заземление, выполняемое в целях электробезопасности).

**Заземление** – преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

**Заземляющее устройство** – это совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

**Заземлитель** – проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

Принцип работы защитного заземления приведен на рис. 1.

Необходимо понимать, что понятие «заземление» подразумевает не только соединение с землей, то есть с грунтом, но и прямое электрическое соединение, которое используется для создания общего источника опорного напряжения и устранения любых опасных разностей потенциалов.

При подключении (использовании) приборов измерения промышленного назначения необходимо руководствоваться не только общими принципами заземления, изложенных в правилах устройства электроустановок (ПУЭ), но и порой осуществлять дополнительные меры по заземлению, согласно требованиям производителя приборов. В противном случае, могут наблюдаться сбои в работе электронной части оборудования, в том числе: повышенная погрешность измерений, ошибки в сборе, обработке и передаче данных, а также выход приборов из строя.

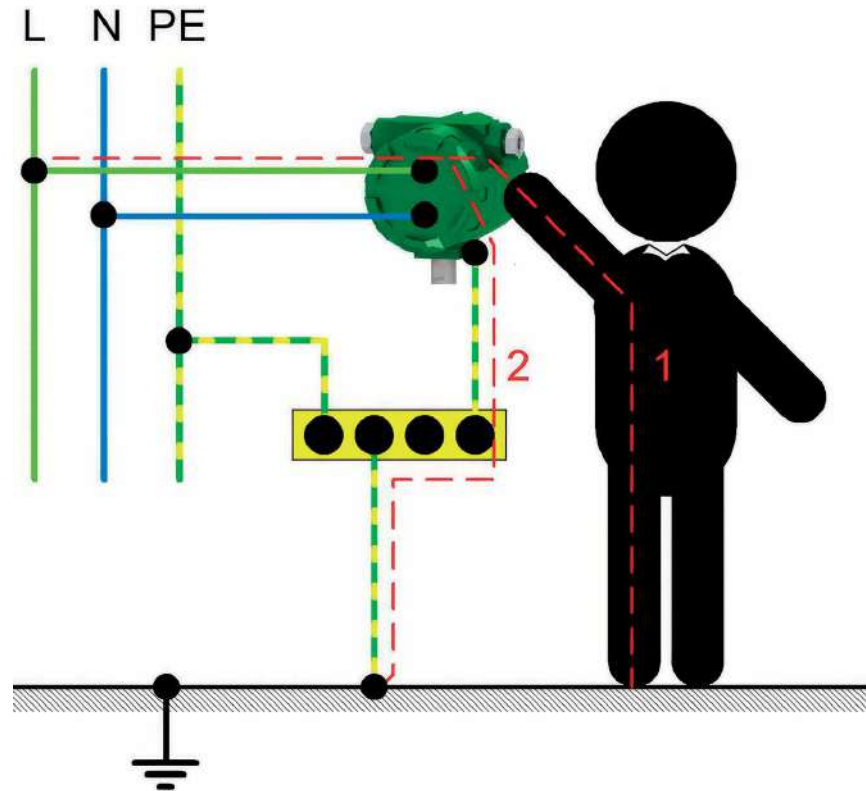


Рис. 1. Прохождение тока при коротком замыкании на корпус прибора: 1 – без защитного заземления; 2 – с защитным заземлением

При подключении заземления следует выполнять условия, прописанные в руководстве по эксплуатации на прибор. Например, в руководстве по эксплуатации на кориолисовый счетчик-расходомер «ЭМИС-МАСС 260» указано, что для заземления следует использовать медный провод сечением не менее 2,5 мм<sup>2</sup>, максимальной короткой длины. Такое требование обусловлено необходимостью обеспечить путь с низким импедансом, для рассеивания паразитных токов, которые влияют на правильную работоспособность электронного блока счетчика-расходомера.

На корпусе электронного блока размещен специальный винт заземления (рис. 2).

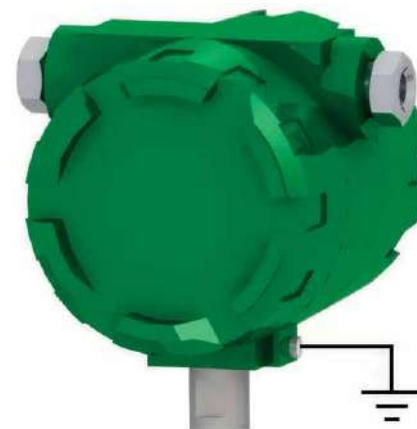


Рис. 2. Винт заземления на корпусе электронного блока

**ВНИМАНИЕ.** На заземляющем проводнике не должен присутствовать (наводиться) даже малейший электрический потенциал (иногда для этого требуется наличие отдельного электрически независимого заземлителя). При этом запрещено использовать один провод для подключения к заземлителю двух или более электронных блоков.

## Функциональное (рабочее) заземление

Наряду с защитным заземлением, в электроустановках применяется функциональное (рабочее) заземление, которое используется не в целях электробезопасности, а необходимо для обеспечения работы электроустановки. Функциональное заземление обеспечивает устранение «шума» и помех, повышает стабильность и производительность работы приборов измерения.

Например, сигнальное заземление соединяет общий провод цепей передачи информационных сигналов, при этом важно правильно соединить и экран кабеля с землей (рис. 3).

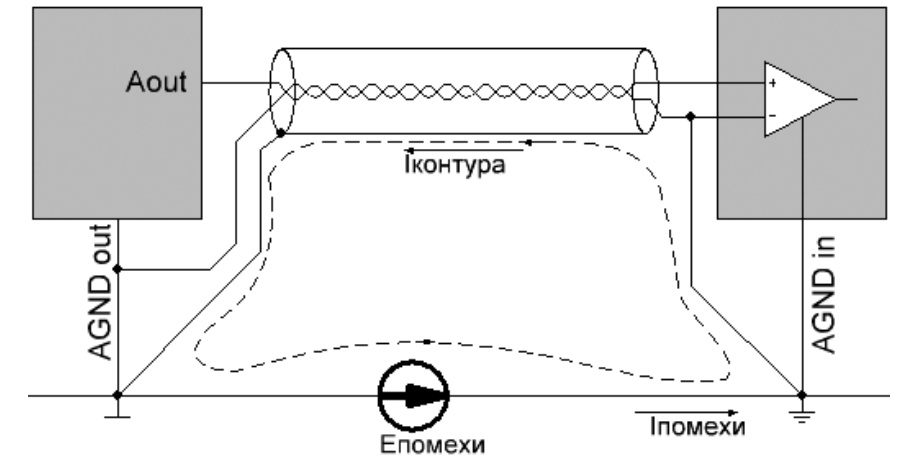
Кроме того, заземление цифровой и аналоговой земли имеет разные принципы, строго регламентированные документацией разработчика. Чтобы исключить прохождение помех через цепи заземления – цифровую и аналоговую землю выполняют в виде несвязанных проводников, соединенных вместе в одной общей точке. Для этого модули ввода/вывода и промышленные контроллеры имеют отдельные выводы аналоговой земли (A.GND) и цифровой (D.GND).

Допускается заземление экрана длинного кабеля информационного сигнала в нескольких точках, согласно расчетному шагу заземления (рис. 4).

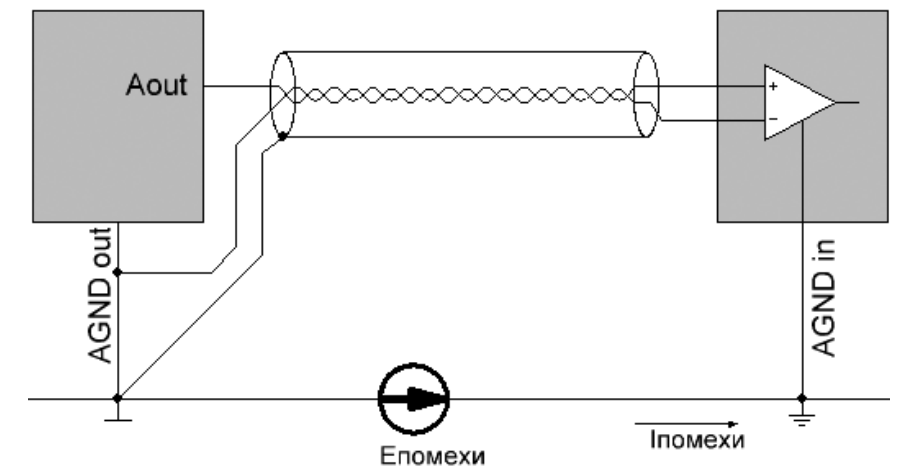
Так, в электронном блоке кориолисового счетчика-расходомера «ЭМИС-МАСС 260» исполнения «...С/СИП-...» реализовано отдельное заземление для цифрового интерфейса RS-485, что обеспечивает защиту от помех в линии передачи данных (рис. 5).

При подключении прибора, не рекомендуется прокладывать информационный (сигнальный) кабель в одном кабель-канале или открытом желобе с силовой проводкой, а также вблизи мощных источников электромагнитных полей; при необходимости допускается заземление сигнальной проводки в любой точке сигнального контура.

Кардинальным решением большинства проблем, связанных с заземлением, является применение **гальванической развязки (изоляции) цепей**, что стало стандартом в системах промышленной автоматизации.



Неправильно



Правильно

Рис. 3. Пример неправильного заземления экрана кабеля низкой частоты (сверху), правильного заземления экрана кабеля низкой частоты (снизу)

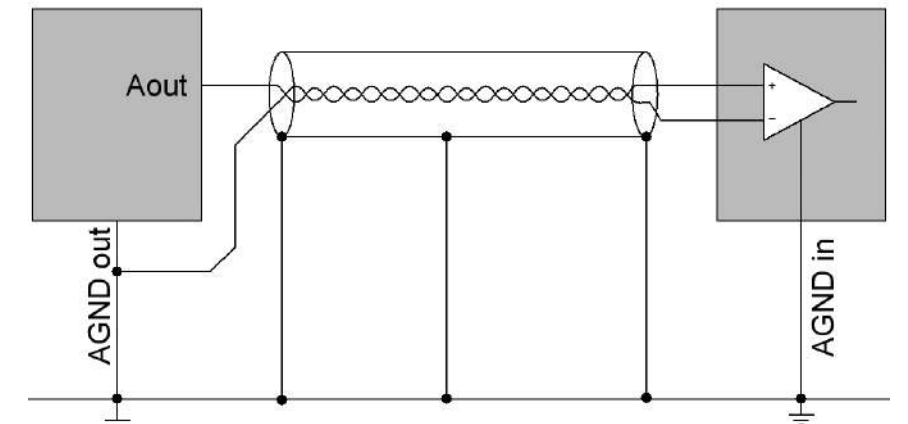


Рис. 4. Заземление экрана длинного кабеля на высоких частотах



Данный тип подключения полностью устраняет путь, по которому возможно возникновение **кондуктивной помехи** (паразитные сигналы в проводящих элементах конструкции приборов).

В этой связи необходимо отметить, что в электронных блоках всех расходомеров торговой марки «ЭМИС» реализована гальваническая развязка сигнальных цепей от цепей питания, в частности, развязаны цепи частотного, токового и цифрового (RS-485) выходов друг от друга. Кроме того, внешние цепи, гальванически развязаны от измерительных цепей расходомера.

Гальваническая развязка обеспечивает защиту внутренних цепей расходомера от помех в сигнальных линиях и цепях питания, следовательно, защищает от ошибок в работе расходомера. Кроме того, гальваническая развязка защищает измерительные цепи расходомера от выхода из строя.

**Гальваническая развязка позволяет решить следующие проблемы:**

- возникновение паразитных токов по земле, уравнивающих потенциалы и, тем самым, снижает индуктивные наводки, вызванные этими токами;
- влияние напряжения синфазной помехи на входе дифференциального приемника аналогового сигнала;
- вероятность пробоя вследствие синфазного перенапряжения входных и выходных цепей модулей ввода и вывода.

Для реализации гальванической развязки необходимо подать питание и сигнал в изолированную часть цепи. Для подачи питания используются развязывающие или автономные источники питания (гальванические батареи и аккумуляторы).

При гальванической развязке, передача информационного сигнала осуществляется через оптроны, трансформаторы, элементы с магнитной связью или оптоволоконно.



Рис. 5. Интерфейс RS-485 с заземлением в электронном блоке расходомера «ЭМИС-МАСС 260» исполнения «С, СИП»

### Заземление на взрывоопасных промышленных объектах

Отдельно необходимо остановиться на правилах заземления во взрывоопасной зоне. При монтаже заземления многожильным проводом не допускается применение пайки для спаивания жил между собой, поскольку вследствие эффекта хладотекучести припоя возможно ослабление мест контактного давления в винтовых зажимах.

Заземление экрана кабеля интерфейса RS-485 осуществляется в одной точке, вне взрывоопасной зоны. При этом в пределах взрывоопасной зоны он (экран) должен быть защищен от случайного соприкосновения с заземленными проводниками.

Заземление искробезопасных цепей не требуется, если это не предусмотрено условиями работы электрооборудования (ГОСТ Р 51330.10). Монтаж искробезопасных цепей следует производить таким образом, чтобы наводки от внешних электромагнитных полей не создавали опасного напряжения или тока в искробезопасных цепях. Этого возможно достичь экранированием или удалением искробезопасных цепей от источника электромагнитной наводки.

Если кабели с искроопасными и искробезопасными цепями проложены в общем пучке или канале, следует обеспечить их разделение с помощью промежуточного слоя изоляционного материала либо заземленной металлической перегородки. Применение кабелей с металлической оболочкой или экраном не требует разделения. Необходимо отметить, что при монтаже оборудования во взрывоопасной зоне, как правило, используются электрические распределительные сети с изолированной нейтралью (нейтраль источника питания не соединяется с землей). Такое подключение электроустановки, позволяет исключить вероятность появления искры при коротком замыкании фазы на землю и срабатывания предохранителей защиты в случае повреждения изоляции.

**ЭМИС 20** ЛЕТ



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

# МИКРОЗИМ™

## ПРЕПАРАТ БИОДЕСТРУКТОР НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МИКРОЗИМ™ ПЕТРО ТРИТ™ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ



ООО «РСЭ-Трейдинг-МИКРОЗИМ»  
тел. +7 (495) 514-38-42

microzym@microzym.ru  
микрозим.рф





# Территория NDT 2024.

## Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика

XI международный промышленный форум «Территория NDT. Незарушающий контроль. Испытания. Диагностика» прошел 15-17 апреля 2024 года в ЦВК Экспоцентр на Красной Пресне.

**О**ткрыл форум Президент РОНКТД, д.т.н. профессор, **Владимир Александрович Сясько**: «Я рад приветствовать всех специалистов, которые прибыли на форум, ведь это та площадка, на которой мы можем обсудить, высказать и продумать идеи в области неразрушающего контроля. Это одиннадцатый форум. Здесь вы можете увидеть последние достижения в области неразрушающего контроля: приборы, технологии. Обменяться мнениями. В этом году круглые столы носят научно-методическую направленность. Мы подняли уровень нашей науки и то, что обеспечивает достоверность результатов неразрушающего контроля, и то, как мы можем оценить состояние объектов контроля. Это общий тренд развития НК».

С приветственным словом также выступил академик РАН, лауреат Премии Соколова 2024 **Роман Григорьевич Маев**: «Вот уже 11 лет форум является той площадкой, где в дружеском диалоге и в неформальном общении рождаются новые идеи, появляются новые партнеры и заключаются договоры. Это стало хорошей традицией, и надеемся, так продолжится и дальше!»

Пленарное заседание задавало тон работе форума. Состоялось торжественное награждение победителей Национальной премии в области неразрушающего контроля и технической диагностики, круглые столы деловой программы, Молодежная конференция.

57 отечественных компаний представили свои новейшие разработки на выставке. Среди них флагманы отрасли: КОНСТАНТА, НИИИИ МНПО СПЕКТР, НПЦ ЭХО+, АКС, а также представители китайских производителей оборудования для неразрушающего контроля URT, Научно-исследовательской компанией Dandong Ronghua X-ray Instrument Co., Ltd., Jova Gurion Technology Co., Ltd, Luke Testing Instruments, Ltd.

### ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

На пленарном заседании были представлены доклады отражающие тренды в области неразрушающего контроля и смежных областей:

- «НК нового поколения: как искусственный интеллект определит будущее обследования и мониторинга состояния конструкций», Маев Р. Г., академик РАН, лауреат Премии Соколова 2024;
- «Перспективы развития высокоинформативного УЗК с визуализацией данных», Тихонов Д. С., д.т.н. (НПЦ «ЭХО+»).

В рамках заседания состоялось торжественное награждение победителей **Национальной премии в области неразрушающего контроля и технической диагностики**. Лауреатов Премии наградили Президент РОНКТД д.т.н., профессор Сясько Владимир Александрович и вице-президент РОНКТД, д.т.н., профессор Вопилкин Алексей Харитонович.

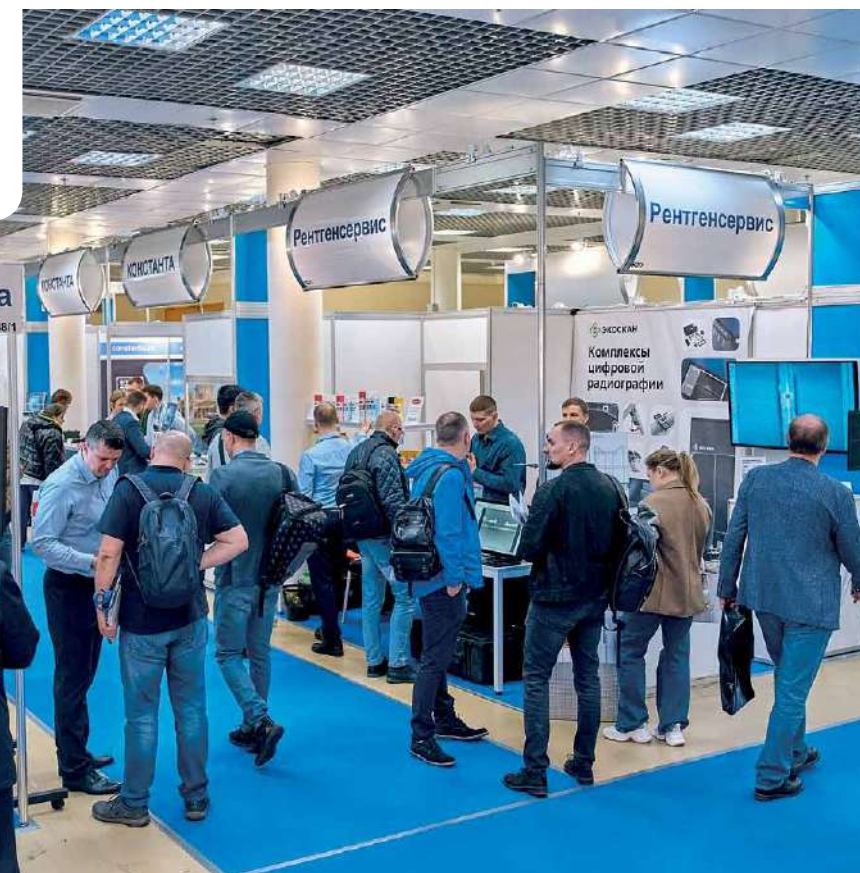
За выдающийся вклад в научно-исследовательскую деятельность в области НК и ТД был награжден коллектив авторов учебного издания «Физические основы и практика радиационного неразрушающего контроля» в составе:

- Шаблов Станислав Владимирович (МГТУ им. Баумана),
- Косарина Екатерина Ивановна, Михайлова Наталья Александровна,
- Демидов Александр Александрович (НИЦ Курчатовский институт ВИАМ).



Премия молодому специалисту (до 35 лет) за достижения в области НК и ТД за работу «Тепловые дефектоскопы для контроля качества композиционных материалов и изделий авиационной и ракетно-космической техники» была присуждена Чулкову Арсению Олеговичу (Национальный исследовательский Томский политехнический университет). Спонсор премии – НПЦ «ЭХО+».

«**Национальная премия в области неразрушающего контроля и технической диагностики способствует популяризации научных разработок опытных и молодых специалистов. Необходимо поддерживать отечественные научные школы, потому что там рождаются решения актуальные в ближайшие годы. Решения, которые компании берут на вооружение и внедряют в свое оборудование. Таким образом развивается и совершенствуется вся отрасль неразрушающего контроля**», – поделился своим мнением вице-президент РОНКТД, д.т.н., профессор, генеральный директор НПЦ «ЭХО+» **Алексей Харитонович Вопилкин**.





## ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА

Деловая программа форума была составлена из 8 круглых столов:

- Разработка единой системы базовых стандартов по видам и методам НК;
- Мониторинг состояния умных инфраструктурных объектов;
- НК при таможенной и товарной экспертизе;
- НК на АЭС (НТС концерна Росэнергоатом);
- Перспективы развития и внедрения методов НК с применением нейтронного излучения;
- Профессиональные стандарты как основа качества подготовки выпускников организаций высшего и профессионального образования;
- Доступные в России в 2024–2025 гг. прогрессивные технологии и средства контроля сварных соединений. Актуальные задачи в подготовке кадров, аттестации и сертификации в сварке, резке, контроле качества сварных соединений;
- Перспективы развития акустических методов НК.

В рамках форума прошло заседание ТК 371 «Не разрушающий контроль» по вопросам пересмотра ГОСТ Р 56542-2019 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов». Модераторами круглых столов выступили ведущие ученые, эксперты, руководители компаний из различных регионов России, в том числе – из Луганской Народной Республики. В работе круглых столов с докладами выступило более 65 человек, более 400 – представители бизнес-сообщества, ученые и практики, а также студенты, приняли активное участие.

**В 4-й раз на форуме прошла Молодежная научно-техническая конференция. «С докладами выступили 16 участников. Тематика исследований напрямую касалась области неразрушающего контроля, но в этом году присутствуют не только вопросы механики и металлических материалов. Были интересные доклады с сырьевыми материалами, что вызвало живой интерес и активную дискуссию»** – отметил модератор конференции член Правления РОНКТД, к.т.н. **Кинжагулов И. Ю.** Докладчиками стали студенты и аспиранты из Москвы, Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Екатеринбурга, Новосибирска и других городов России.



## УЧАСТНИКИ ФОРУМА

В мероприятиях XI Международного промышленного форума «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» приняли участие 57 компаний: разработчики, поставщики оборудования неразрушающего контроля и технической диагностики, сервисные компании, учебные и сертификационные центры и специализированные издания.

Участниками выставки стали флагманы отрасли КОНСТАНТА, НПЦ ЭХО+, НИИИИ МНПО СПЕКТР, Тессоникс, АКС, Центр Цифра, а также крупные производители оборудования и поставщики услуг: Техно-НДТ, ГлобалТест, ТиВиЭн-технологджи, НУЦ «Контроль и диагностика», НПО «Алькор», АКА-Контроль, Синтез НПФ, Рентгенсервис, Спектрофлэш, Алтес, Синтез НДТ, Энергодиагностика, Тессоникс Ньюком-НДТ, ТПУ, НГТУ им. П. Е. Алексеева, Арсенал НК, Диагностика-М, Техновотум и другие.

Впервые участвовали в форуме: Неразрушающий контроль, ГАЦ РБ, ГТЛАБ, Новотекс Системс.

Впервые участниками форума стали 4 компании из Китая, которые работают по всему миру. Промышленность Поднебесной представили: URT, Научно-исследовательская компания Dandong Ronghua X-ray Instrument Co., Ltd., Jova Gurion Technology Co., Ltd а также Luke Testing Instruments Ltd.

Работал стенд Российско-китайской платформы НК, которая реализует значимые международные проекты, позволяющие налаживать и развивать профессиональные, деловые и научные связи.

За три дня форум посетило более 2500 тысяч человек – руководители компаний, начальники лабораторий, ведущие специалисты, инженеры из различных отраслей деятельности, ответственные за выбор и внедрение технологий НК и диагностики на предприятиях. 32% составили специалисты из Москвы и Московской области, 50% – представители других регионов: Центральный федеральный округ (Воронеж, Калуга, Липецк, Рязань, Тула, Ярославль), Северо-Западный федеральный округ (Калининград, Мурманск, Северодвинск, Петрозаводск, Санкт-Петербург), Приволжский федеральный округ (Нижний Новгород, Казань, Ижевск, Набережные Челны, Самара, Пермь, Уфа), Уральский федеральный округ (Екатеринбург, Тюмень, Сургут, Магнитогорск, Тюмень, Челябинск), Сибирский федеральный округ (Томск, Красноярск, Новосибирск), Дальневосточный округ (Владивосток, Хабаровск), 3% – Белоруссия и страны СНГ. 15% – из Китая.

Значимую поддержку оказал официальный спонсор Форума – ООО «Константа».

**Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике благодарит участников и посетителей форума, модераторов круглых столов, партнеров и спонсоров. Желаем всем новых открытий, решений и достижений в области неразрушающего контроля!**

expo.ronktd.ru

# ПРОИЗВОДСТВО КОМПЛЕКТУЮЩИХ для строительства АГНКС, АЗС, ТЭЦ, ГЭС

- Производство деталей по ОСТ, ГОСТ, ТУ, НОРМАЛИ, DIN
- Производство нестандартных деталей по чертежам
- Производство шаровых кранов на высокое давление
- Производство фитингов на высокое давление

○ ГАРАНТИРУЕМ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ○ СОБЛЮДАЕМ СРОКИ ○ УЧИТЫВАЕМ ВАШУ ВЫГОДУ

## Импортозамещение фитингов на высокое давление



**СОЕДИНЯЕМ НЕСОЕДИНЯЕМОЕ**



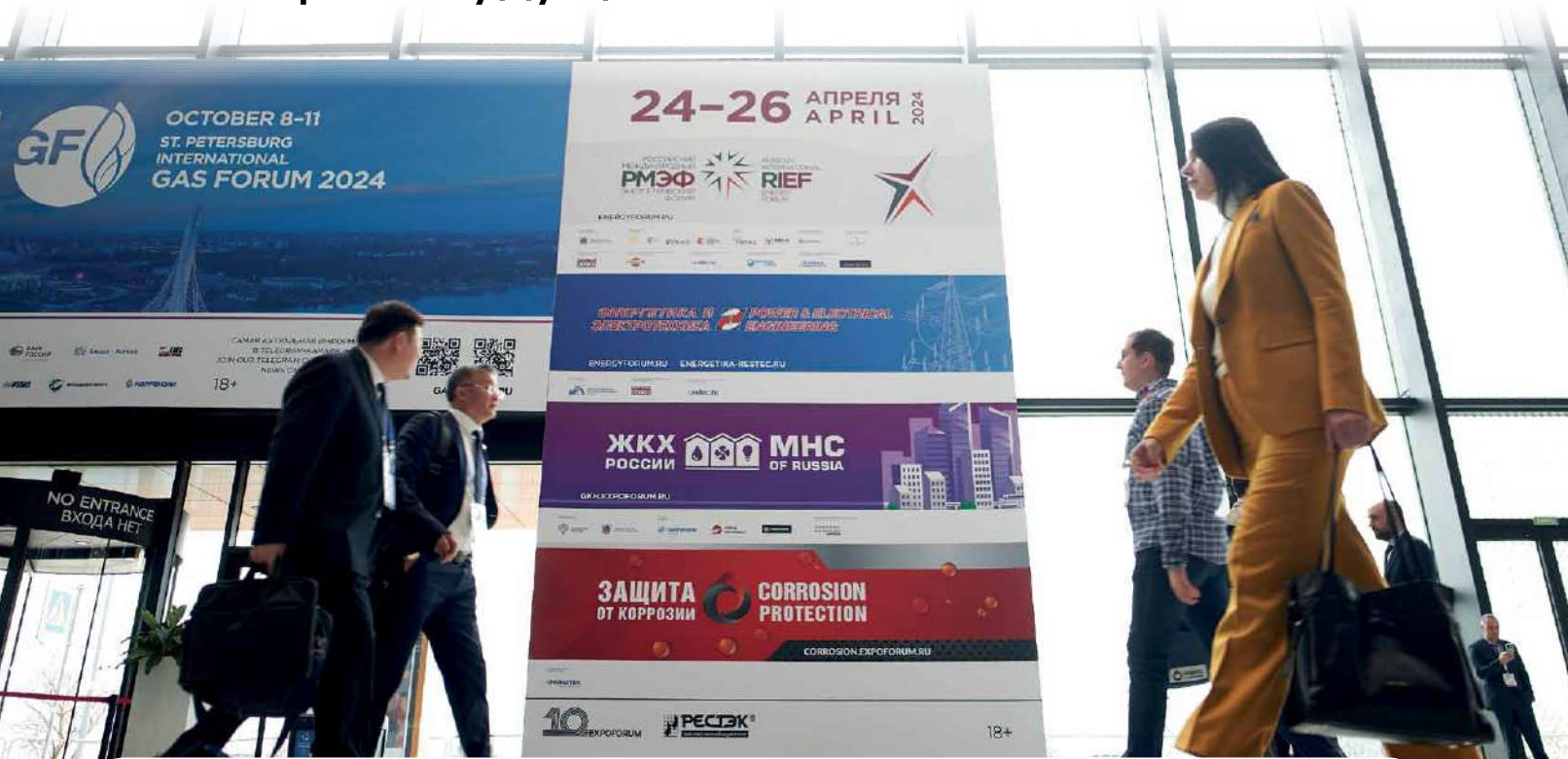
**ГК «Завод Деталей Трубопроводов»**  
ООО ПТК «Форвард», ООО «МеталлАргон»  
Россия, г. Екатеринбург, ул. Машинная, д. 42а, оф. 602  
**+7 (343) 361-25-94, 328-79-53**  
**8 (800) 222-58-65**



09066@mail.ru  
gk-zdt.ru



# Российская энергетика на пороге будущего



С 24 по 26 апреля в Экспофоруме прошел XII Российский международный энергетический форум. В этом году мероприятие посетили 7000 человек из 11 стран, включая Китай, Турцию, Индию, Беларусь, Азербайджан, Казахстан. В рамках экспозиции свои новые разработки и услуги представили 110 компаний. В конгрессной программе приняли участие 450 делегатов.

**О**фициальный старт XII Российскому международному энергетическому форуму в рамках торжественного открытия отраслевых мероприятий, одновременно проходящих на площадке Экспофорума, – Международной выставки-конгресса «Защита от коррозии» и Международной выставки «ЖКХ России», – дали заместитель министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ Алексей Ерьско, вице-губернатор Петербурга Сергей Кропачев, вице-губернатор Петербурга Евгений Разумишкин, генеральный директор ООО «Выставочное объединение «РЕСТЭК» Дмитрий Никитин и генеральный директор компании «ЭкспоФорум-Интернэшнл» Сергей Воронков. Алексей Ерьско отметил, что на площадке Экспофорума представлены важные отрасли, от которых зависит качество жизни граждан России.

Сергей Воронков заявил, что основная задача организаторов – сделать Российский международный энергетический форум витриной новых достижений. **«Это место сборки для обсуждения новых тенденций и наших достижений, обсуждения вопросов, связанных с будущим, работой с молодежью»**, – отметил Сергей Воронков.

В ходе официальной церемонии открытия РМЭФ-2024 его посетителям и участникам была представлена выставка «Герои энергетики блокадного Ленинграда», для которой рассекретили советские тайны. Проект был реализован «ЭкспоФорум-Интернэшнл» совместно с Правительством Санкт-Петербурга. Экспозиция рассказала, как работали энергетики блокадного Ленинграда, обеспечившие энергоснабжение осажденного города, и раскрыла историю создания ленинградской энергосистемы в довоенные годы и ее восстановления после войны.

На специализированной выставке «Энергетика и электротехника» российские промышленники представили множество новых продуктов и разработок для отечественной энергетической отрасли. Посетители могли увидеть отечественное метрологическое и электротехническое оборудование, накопительные системы, оборудование для генерации, теплообменники, аккумуляторные батареи, электрические счетчики, системы автоматизации и связи, датчики и контроллеры, которые успешно заменяют на объектах энергетического комплекса ранее популярные иностранные аналоги и востребованы у российских энергетиков. Так, компания «Прософт-Системы» презентовала систему автоматизации электроэнергетических объектов, с помощью которой становится возможным контроль за происходящим на месте: отображаются реальные параметры, токи, напряжения и температуры.



Представители ПиЭлСи Технолоджи установили стенды с системой мониторинга кабельных линий, стенд цифровой подстанции, продемонстрировали новые коммутаторы стоечного исполнения в железном корпусе с увеличенной скоростью передачи данных. Компания «Матрица» показала системное решение, которое позволяет вести мониторинг всех приборов учета, запитанных от подстанции, а также модифицированную линейку интеллектуальных приборов учета электроэнергии. Радар MMC привез на выставку беспилотное воздушное судно БВС ВТ-45 грузоподъемностью 10 кг, которое позволяет проводить мониторинг, геологоразведку, поисково-спасательные работы. Челябинский завод «Полимер-Урал» продемонстрировал термостойкие многослойные трубы из уникальных полимерных материалов с защитой от механических повреждений, а завод «Спецкабель» презентовал монтажный кабель повышенной гибкости для робототехники.

Об огромных перспективах рынка электроэнергетического машиностроения России свидетельствует и интерес, проявленный к выставке предприятиями из стран Ближнего Востока и Юго-Восточной Азии.

На площадке РМЭФ-2024 работал коллективный стенд промышленных предприятий города Харбина, столицы провинции Хэйлунцзян, на котором были презентованы 20 предприятий ведущих отраслей провинции – машиностроения, автомобильной промышленности, а также крупнейшие торговые и логистические компании.



**«На РМЭФ-2024 представлен новый международный экономический ландшафт. Помимо российских компаний, здесь работают компании из 11 стран, включая Китай, Турцию, Индию, Беларусь, Азербайджан, Казахстан. Сегодня совершенно понятно, что изолировать Россию невозможно: только Россия, Китай и Индия обеспечивают совокупный рынок в почти 3 млрд человек! С учетом человеческих, производственных, технологических, энергетических и прочих ресурсов России и Китая этот рынок абсолютно самодостаточен, ему больше никто не нужен. Поэтому территория РМЭФ-2024 – это место оптимизма!»**, – подчеркнул Сергей Воронков.

Ключевым событием XII Российского международного энергетического форума стало Пленарное заседание «Развитие энергетики России в современных условиях. Новые вызовы: внутренние и внешние», прошедшее в формате дискуссии. Его участники обсудили актуальные вопросы текущего состояния энергетической отрасли страны, связанные с ее инвестиционной привлекательностью и импортозамещением, переходом на возобновляемые источники энергии, а также совершенствованием тарифной политики.



Как отметил генеральный директор Фонда национальной энергетической безопасности Константин Симонов, глобальные вопросы развития российской энергетики связаны в том числе с инвестициями. И здесь энергетики ждут помощи от государства.

По словам директора по энергетике и ресурсобеспечению ПАО «СИБУР Холдинг», члена Наблюдательного совета Ассоциации «НП Совет рынка», члена Правительственной комиссии по вопросам развития электроэнергетики Владимира Тупикина, на данный момент 45% российского парка генерации – это советское наследие, которое нуждается даже не в модернизации, а в полной замене из-за высочайшей степени износа оборудования. **«До 2050 года нужно заместить парк энергетического оборудования общим объемом 90 ГВт, и не только за счет газовых турбин, но и за счет паросиловых блоков»**, – отметил Владимир Тупикин. Главным вопросом здесь является финансирование, ведь замена 90 ГВт потребует 30 трлн рублей инвестиций.

Директор Ассоциации развития возобновляемой энергетики, генеральный директор Ensolve Алексей Жихарев заявил, что альтернативой традиционной генерации могут стать возобновляемые источники энергии – ветер и солнце, особенно на Дальнем Востоке. **«Этот регион может дать хорошие возможности для демонстрации своей состоятельности молодой развивающейся отрасли»**, – уверен Алексей Жихарев.

Участники Пленарного заседания отметили, что развитие электроэнергетической отрасли сдерживает несовершенство тарифной политики.

Одним из таких камней преткновения является перекрестное субсидирование, когда часть оплаты за потребленную населением электроэнергию перекладывается на промышленность. Этой проблеме уже не один десяток лет, но повышать тарифы для населения нецелесообразно, считает депутат Госдумы, член комитета Госдумы по энергетике Борис Гладких.



**«Потребитель должен четко понимать смысл повышения тарифов, а не воспринимать это как неизбежно растущую нагрузку на семейный бюджет»**, – пояснил депутат. По его мнению, начинать подобную работу следует с установления нормативов потребления энергоресурсов для домохозяйств, причем дифференцированно по регионам. Проблема перекрестного субсидирования нарастает, хотя **«у нас в регионе она не так остра»**, согласен генеральный директор ПАО «Россети Ленэнерго» Игорь Кузьмин.

Важным мероприятием конгрессной программы РМЭФ-2024 стал круглый стол «Актуальные задачи и средства обеспечения энергетической безопасности и антитеррористической защищенности объектов ТЭК. Надежность и доступность энергетической инфраструктуры». Участники обсудили вопросы безопасности в сфере ТЭК, поговорили о надзорной деятельности в энергетике в условиях изменений в законодательстве и консолидации сетевых активов как факторе надежности и доступности энергетической инфраструктуры.

Один из наиболее актуальных вопросов в электроэнергетической отрасли – эффективность перекрестного субсидирования – подняли участники сессии «Дифференцированные тарифы в электроэнергетике: риски и возможности». Эксперты представили обзор итогов тарифной кампании в регионах России и рассказали о действенных механизмах снижения объема перекрестного субсидирования, позволяющих сохранять льготные тарифы для тех, кто в них действительно нуждается.

В дни проведения промышленных проектов на площадке Экспофорума работал Центр деловых контактов, в ходе которого состоялось более 1700 встреч между поставщиками и заказчиками. В рамках РМЭФ-2024 индивидуальные встречи провели представители компаний Газпром нефть, Роснефть, РЖД, Водоканал Санкт-Петербурга, ЛОЭСК, ОГК-2, Силовые машины, Мособлгаз и других организаций и учреждений.

Одновременно с Российским международным энергетическим форумом в Экспофоруме состоялась Международная выставка-конгресс «Защита от коррозии», прошла Международная выставка «ЖКХ России». Благодаря параллельному проведению сразу трех крупных мероприятий эксперты из различных сфер экономики получили возможность встретиться на одной площадке для максимально эффективного обмена опытом по вопросам ведения бизнеса в важных отраслях российской промышленности.

**РМЭФ-2024 прошел при поддержке Правительства Санкт-Петербурга. Партнеры проекта – компании «ПиЭлСи Технолоджи» и «НПК Морсвязьавтоматика».**

**Организатор мероприятия – компания «ЭкспоФорум-Интернэшнл».**

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



**Более  
20 лет  
на рынке**



**ФЛАНЕЦ**  
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

**+7 (495) 645-77-08**

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

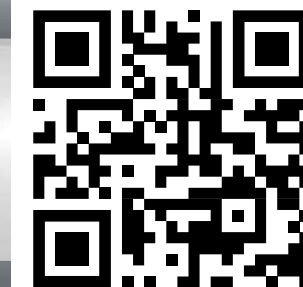
Предлагаем полный цикл производства и поставки:

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

**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](mailto:mail@flanets.com)





# Системный анализ и оптимизация расхода топливно-энергетических ресурсов на основных этапах разработки месторождений углеводородов

А. Б. ВАСЕНИН, С. Е. СТЕПАНОВ – ООО «Газпром проектирование», Нижний Новгород  
В. В. ГРУЗДЕВ, В. А. ИППОЛИТОВ, О. В. КРЮКОВ – ООО «ТСН-электро», Нижний Новгород

Рассмотрена динамика энергопотребления технологического оборудования газодобывающих предприятий на основе системы показателей, характеризующих энергетическую эффективность технологического оборудования и технологических процессов добычи газа. Предлагается подход, позволяющий осуществлять сравнение показателей удельного энергопотребления газового промысла в сопоставимых условиях эксплуатации, с выявлением факторов, позволяющих отдельно рассматривать влияние на энергетическую эффективность внешних и внутренних параметров технологической системы, а также оценивать потенциал энергосбережения, возможный в текущих условиях.

**Ключевые слова:** газодобывающая организация, топливно-энергетические ресурсы, энергоэффективность, газовый промысел, интегральный показатель энергосбережения.

Центральное внимание при научном изучении энергетической эффективности уделяется магистральному транспорту газа, как наиболее энергоемкому виду производственной деятельности ПАО «Газпром» [1,2]. Добыча газа в отрасли занимает второе место по энергоемкости после магистрального транспорта газа. Поэтому вопросы энергетической эффективности на добычных месторождениях исследованы и освещены в меньшей степени [3,4].

Анализ структуры энергопотребления и потенциала энергосбережения газодобывающих организаций (ГДО) показал, что более 90% топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) приходится на природный газ. От 80% до 92% расходуемого природного газа при его добыче приходится на собственные нужды, а от 18% до 20% – на технологические потери. ТЭР топливного газа в дожимных компрессорных станциях (ДКС) составляют от 70% до 99% расхода газа на собственные нужды.

Расход энергоресурсов газового промысла (ГП) определяется уровнем добычи газа и в основном зависит от снижения давления на входе в ДКС в силу объективных геологических факторов (падения пластового давления).

Энергоемкость ГДО является интегральной характеристикой всех входящих в него газовых промыслов, которая обусловлена структурой технологических систем, составом производственных и вспомогательных объектов и изменяется в течение всего жизненного цикла по этапам разработки месторождений. Оценка энергетической эффективности ГДО ПАО «Газпром» в настоящее время строится на основе сравнительного анализа удельного расхода энергоресурсов газа на собственные нужды отчетного и предыдущего периодов. В корпоративных формах отчетности по эффективности использования энергоресурсов ГДО ПАО «Газпром» используются показатели удельного расхода ТЭР, удельного расхода технологических потерь газа и удельного расхода электроэнергии на добычу газа. Последний показатель определяется наличием центральных электросетей, автономных источников электроэнергии или электростанций собственных нужд (СН) с цифровыми подстанциями (рис. 1) [5,6]. Все показатели являются интегральными, характеризующими изменение общего плана в потреблении энергии. По этим показателям не представляется возможным корректно сравнивать энергетическую эффективность организаций.



Рис. 1. Современное блочное комплектное распределительное устройство на базе КСО-298

Предлагается подход, позволяющий осуществлять сравнение показателей удельного энергопотребления ГП в сопоставимых условиях эксплуатации, с выявлением факторов, позволяющих отдельно рассматривать влияние на энергетическую эффективность внешних и внутренних параметров технологической системы, а также оценивать потенциал энергосбережения, возможный в текущих условиях [7]. Таким образом, исследование методических подходов по разработке и оценке энергетической эффективности технологических объектов ГП в условиях снижения пластового давления газа является актуальным и своевременным.

## Основные этапы разработки месторождения

Объектом анализа является энергопотребление технологического оборудования ГП на основе системы показателей, характеризующих энергетическую эффективность технологического оборудования и технологических процессов добычи газа. Целью текущего анализа является поддержание энергетической эффективности технологических объектов ГП в условиях снижения пластового давления газа.

**Жизненный цикл месторождения (рис. 2) можно разделить на пять основных этапов:**

- 1) обустройство месторождения;
- 2) нарастающая добыча;
- 3) постоянная добыча;
- 4) «падающая» добыча;
- 5) завершающая стадия разработки.

Следует заметить, что разделение жизненного цикла месторождений на этапы носит условный характер. Фактически признаки некоторых этапов могут пересекаться, что показал пример Бованенковского месторождения ООО «Газпром добыча Надым». Так, при нарастающей добыче может быть продолжено бурение дополнительных скважин (признак, характеризующий этап обустройства месторождения).

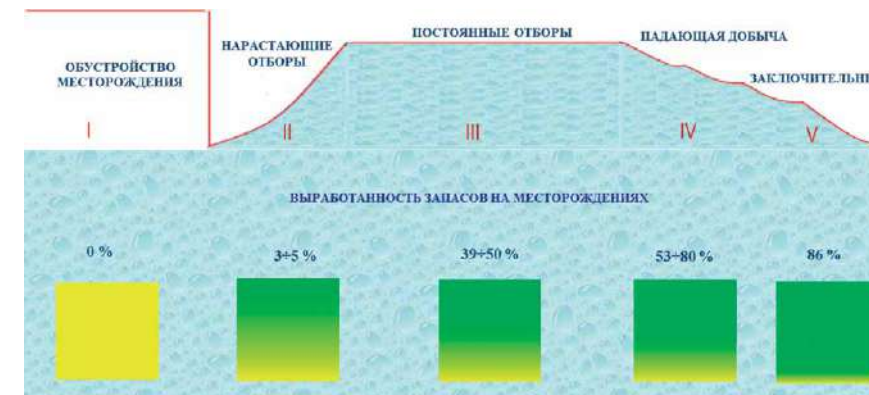


Рис. 2. Структура жизненного цикла месторождений

Таблица 1. Классификационные признаки основных этапов разработки месторождения

Классификационный признак	Этапы жизненного цикла месторождения				
	Обустройство	Нарастающая добыча	Постоянная добыча	«Падающая» добыча	Завершающая стадия разработки
Характер изменения объема добычи газа	–	Увеличивается	Не изменяется	Снижается	Снижается до предельного уровня
Характер изменения пластового давления газа	–	Переменный, преимущественно растет	Снижается	Снижается	Снижается до предельного уровня
Наличие, ввод или вывод компрессорных мощностей в эксплуатацию	Безкомпрессорный период	Может сопровождаться вводом мощностей	Ввод мощностей	Ввод мощностей	Оптимизация мощностей (вывод мощностей, применение МКУ)
Характер изменения потребления топливного газа ДКС	–	Может появиться расход	Возрастает	Изменяется в зависимости от режима	
Характер изменения удельных показателей потребления топливного газа ДКС	–	Уменьшается	Возрастает	Изменяется в зависимости от режима (в основном возрастает)	Изменяется в зависимости от режима

**Каждый этап жизненного цикла месторождения условно характеризуется следующими признаками:**

- характером изменения объема добычи газа (увеличение, снижение, поддержание на постоянном уровне);
- наличием, вводом (или выводом) компрессорных мощностей в эксплуатацию;
- характером изменения потребления топливного газа ДКС;
- скоростью роста удельных показателей потребления топливного газа ДКС (изменяется по мере падения пластового давления);
- структурой статей потерь газа (включая геологические и эксплуатационные потери).

Классификационные признаки основных этапов разработки месторождения представлены в табл. 1. Технологические потери газа на этапах жизненного цикла – в табл. 2.

Необходимо отметить, что ГДО является звеном Единой системы газоснабжения ПАО «Газпром», включающая сложный территориально-распределенный комплекс объектов и систем: газоносный пласт, сеть добывающих скважин, трубопроводную систему газосборных сетей (ГСС), установки предварительной подготовки газа (УППГ), трубопроводный межпромысловый коллектор (МПК), установки комплексной подготовки газа (УКПГ), ДКС, малогабаритные компрессорные установки (МКУ).



Таблица 2. Технологические потери газа на этапах жизненного цикла месторождения

Обустройство месторождения	Этапы жизненного цикла месторождения			
	Нарастающая добыча	Постоянная добыча	«Падающая» добыча	Завершающая стадия разработки
<i>Геологические потери (продувка скважин)</i>				
Очистка ствола после бурения	Очистка ствола после бурения	–	–	–
–	–	Ликвидация жидкостных пробок	Ликвидация жидкостных пробок	Ликвидация жидкостных пробок
–	–	Очистка ствола после КРС	Очистка ствола после КРС	Очистка ствола после КРС
–	–	–	Очистка ствола после ПРС	Очистка ствола после ПРС
–	Проведение исследований	Проведение исследований	Проведение исследований	Проведение исследований
<i>Эксплуатационные потери</i>				
–	Ликвидация гидратных пробок	–	–	–
–	–	–	Ликвидация жидкостных пробок	Ликвидация жидкостных пробок
–	Дегазация	Дегазация	Дегазация	Дегазация
–	Ремонтные работы	Ремонтные работы	Ремонтные работы	Ремонтные работы
–	Ввод химреагентов	Ввод химреагентов	Ввод химреагентов	Ввод химреагентов

КРС – капитальный ремонт скважин, ПРС – плановый ремонт скважин

Таким образом, **этап обустройства месторождения** характеризуется значительным объемом потерь газа, обусловленных освоением скважин после бурения и отсутствием добычи газа (товарной продукции).

**Этап нарастающей добычи** характеризуется выводом объектов на проектную мощность и ростом товарной добычи газа. В связи с этим наблюдается значительное снижение удельного расхода газа на СН в сравнении с предыдущим этапом.

Основные технологические потери связаны с очисткой ствола скважин после бурения, но этих работ проводится значительно меньше, чем на предыдущем этапе, дополнительно появляются расходные статьи по ликвидации гидратных пробок в эксплуатационной системе и проведению газодинамических исследований скважин.

Данный этап наименее энергоемкий, что обусловлено тем, что затраты газа по возникающим статьям расхода на порядок меньше величин потерь газа на первом этапе разработки (при освоении скважин после бурения), а также отсутствием компримирования газа. В некоторых случаях уже на данном этапе может потребоваться компримирование. Но удельный расход газа на данном этапе по причине значительного роста добываемого газа будет уменьшаться, несмотря на появление расхода топливного газа на компримирование. Величина удельного расхода изменяется от 0,2 до 11 м<sup>3</sup>/тыс. м<sup>3</sup>.

**Этап постоянной добычи** характеризуется вводом дополнительных мощностей дожимного комплекса, технологических и вспомогательных зданий. Как следствие, возрастает расход газа на компримирование по мере падения давления газа в пласте. Отмечается рост потерь газа при ремонтах и удалении жидкостных пробок в скважинах. В условиях постоянной добычи непрерывно возрастают удельные расходы газа на СН.

**Этап «падающей» добычи** характеризуется целым рядом факторов, оказывающих влияние на увеличение расхода ТЭР:

- снижение пластового давления;
- обводнение скважин;
- снижение объемов добычи газа;
- увеличение гидравлических потерь в ГСС;
- накопление жидкостных пробок в системе «скважина – шлейф – коллектор – УППГ – межпромысловый газопровод – УКПГ»;
- физический износ основных производственных фондов.

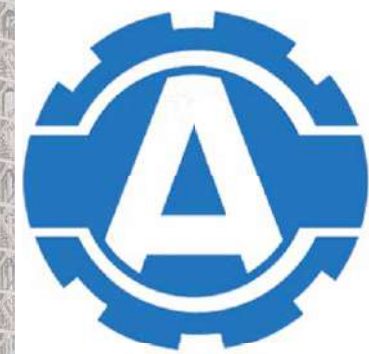
Эти факторы приводят к увеличению числа ремонтных работ и потерям газа при опорожнении оборудования, затратам газа на продувки скважин и ГСС, увеличению удельного расхода топливного газа на единицу производительности и полной политропной работы сжатия. Увеличение работы сжатия влияет на увеличение расхода топлива, но не изменяет тенденции изменения абсолютного расхода. Величина удельного расхода газа на СН может увеличиваться до 90 м<sup>3</sup>/тыс. м<sup>3</sup>.

**Завершающая стадия разработки** характеризуется тем, что эксплуатация месторождения продолжает осложняться из-за снижения пластового давления, снижения объемов добычи газа. Дальнейшая разработка залежи ограничивается возможностями ДКС и гидравлическими сопротивлениями в ГСС. Этот этап характеризуется снижением технологических потерь газа в абсолютном выражении из-за сокращения фонда скважин. Удельные показатели расхода газа на компримирование возрастают в зависимости от снижения входного давления.

### Анализ динамики энергопотребления ГДО

Согласно «Концепции разработки месторождений углеводородов на завершающей стадии» [8,9,10] завершающая стадия определяется, «как период, когда рентабельность добычи углеводородов на данном месторождении для организации становится ниже корпоративной нормы, до полного прекращения добычи». Поэтому возможность проведения энергосберегающих мероприятий на этом этапе существенно ограничены.

Следует отметить, что большая часть существующих исследований посвящена оценке показателей энергоэффективности технологических объектов в составе газотранспортных систем [11,12].



**ЗАВОД  
ПРОМАВТОМАТИКА**

[www.pp-pa.ru](http://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 шаровым ниппелем;
- соединения с зажимным и упорным кольцами;
- соединений с развальцовкой для медных трубок и переходов с медных на полиэтиленовые трубки;
- отборные устройства, клапаны игольчатые;
- кабельные вводы и сальники;
- детали трубопровода: ниппели, муфты, гильзы, штуцеры, бобышки, пробки, заглушки;
- клеммные коробки;
- тройниковые соединения;
- 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





Однако эти методики не могут быть полностью использованы для газодобывающих организаций, поскольку в них не учитывается специфика технологических процессов добычи газа в период падающей добычи газа.

Рассмотрим анализ энергопотребления газодобывающих организаций. На рис. 3 показана динамика расхода ТЭР на добычу газа в ГДО ПАО «Газпром».

Из рис. 3а видно, что в 2011 году в ООО «Газпром добыча Ноябрьск» отмечается рост уровня добычи и энергопотребления, а в 2013 году при снижении уровня добычи, энергопотребление увеличивается. Но при значительном снижении уровня добычи, при сравнении показателей 2010 и 2016 года энергопотребление сокращается. Из рис. 3б видно, что в 2011 году и 2015 году в ООО «Газпром добыча Уренгой» отмечается рост уровня добычи и снижение энергопотребления, а в 2013 году и 2016 году при росте уровня добычи, энергопотребление увеличивается. Но при значительном снижении уровня добычи в 2012 году, при сравнении показателей 2010 года и 2012 года, энергопотребление в 2012 году сокращается. На рис. 3в отмечается та же тенденция. В целом, при значительном снижении уровня добычи в ООО «Газпром добыча Ямбург», уровень энергопотребления сокращается (2010 год и 2014 год). Но в тоже время, сравнивая 2012 и 2013 гг. видно, что при увеличении уровня добычи наблюдается сокращение энергопотребления, а при сравнении 2015 и 2016 гг. увеличение уровня добычи соответствует сокращению расхода ТЭР.

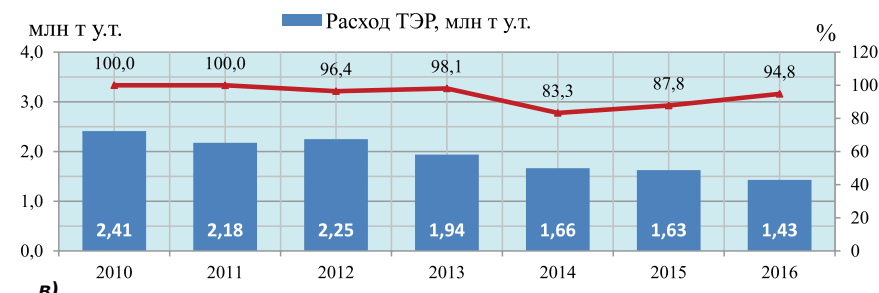
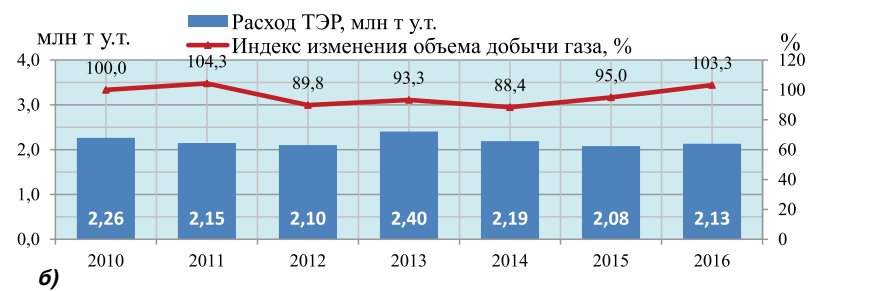


рис. 3. Динамика расхода ТЭР в дочерних обществах ПАО «Газпром»: а) ООО «Газпром добыча Ноябрьск», б) ООО «Газпром добыча Уренгой», в) ООО «Газпром добыча Ямбург», г) ООО «Газпром добыча Надым»

Из рис. 3г видно, что в 2011 году в ООО «Газпром добыча Надым» отмечается снижение уровня добычи и рост энергопотребления. В 2014 году и 2015 году при росте уровня добычи отмечается сокращение энергопотребления.

Необходимо отметить, что рост уровня добычи газа в ООО «Газпром добыча Надым» в 2013 – 2016 годах объясняется вводом Бованенковского месторождения. Увеличенное энергопотребление в 2011–2013 годах связано с ростом расхода газа на технологические потери при работах по обустройству кустов газовых скважин, газосборных коллекторов, а также вводом объектов УКПГ и ДКС Бованенковского месторождения. С 2009 года начинается обустройство Бованенковского месторождения. В этом году в эксплуатацию вводятся несколько наблюдательных скважин. В 2011 году продолжается ввод наблюдательных и поглощающих скважин. В 2012 году вводится большое количество кустов газовых скважин (КГС) и газосборные коллекторы (ГК), установка комплексной подготовки газа (УКПГ-1 модуль) и ДКС – 1 и 2 модуль 1 очередь. В 2011 и 2012 годах отмечается значительное увеличение расхода ТЭР в сравнении с предыдущим периодом. В 2013 году продолжается ввод КГС, ГК, вводится в эксплуатацию 2 модуль УКПГ. В 2014 году продолжается ввод КГС и ГК по объекту ГП-1, а также ДКС 1 очередь по объекту ГП-1. В 2015 году введен 1 дополнительный КГС. В 2016 году вводится большое количество КГС по объекту ГП-2 (этап 2) и продолжается ввод ГК по объекту ГП-1.

2009–2012 годы – цикл разработки Бованенковского месторождения, относящегося к этапу обустройства. В 2012 году начинается добыча газа с месторождения. В 2011 и 2012 годах на фоне обустройства Бованенковского месторождения отмечается значительный рост удельного расхода газа на технологические потери и значительный рост удельного расхода электроэнергии на добычу в целом. С 2013 года месторождение вступает в этап нарастающей добычи со всеми характеризующими его признаками. В целом по ООО «Газпром добыча Надым» в этот период отмечается значительный рост индекса изменения добычи газа. Также отмечается значительное снижение удельного расхода газа на СН, удельного расхода ТЭР, удельного расхода технологических потерь и удельного расхода электроэнергии на добычу газа.

## Оптимизация энергооборудования для увеличения энергоэффективности ГДО

На основании проведенного анализа следует вывод о том, что расход энергоресурсов ГДО определяется уровнем добычи газа. Но при этом наблюдаются периоды повышенного энергопотребления при снижении уровня добываемого и подготавливаемого газа и периоды сокращения расхода ТЭР при росте уровня добычи. Это объясняется тем, что энергоёмкость газодобывающего общества является интегральной характеристикой всех входящих в него газовых промыслов, которая обусловлена структурой технологических систем, составом производственных и вспомогательных объектов и изменяется в течение всего жизненного цикла по этапам разработки месторождений.

В продолжение жизненного цикла месторождения энергетическая эффективность газовых промыслов снижается в силу объективных геологических факторов – падения пластового давления и уменьшения объема добываемого газа. Необходимое повышение степени сжатия ДКС осуществляется вводом компрессорных цехов по ступеням сжатия и применением высоконапорных сменных проточных частей (СПЧ) с загрузкой ДКС в период падающей добычи. В зависимости от динамики падения давления, периодичность замены СПЧ составляет 2–3 года. Существующий параметрический ряд СПЧ не позволяет на всем протяжении срока разработки месторождения обеспечивать эффективную работу центробежных компрессоров. На определенных этапах работа данных СПЧ возможна только с перепуском газа, что влечет за собой увеличение расхода топливного газа при добыче и рост удельного расхода топливного газа ДКС. В зависимости от проектных решений по обустройству месторождения, необходимое повышение степени сжатия ДКС чаще всего влечет за собой строительство новых производственных помещений для размещения компрессорных цехов и аппаратов воздушного охлаждения (АВО) газа. Это в свою очередь способствует росту потребления электроэнергии на эксплуатацию двигателей АВО и росту расхода электрической и тепловой энергии на обслуживание вновь введенных помещений.

Проведенный анализ показал, что повышенный расход топливного газа на компримирование и электроэнергию в период падающей добычи ГП обусловлен рядом факторов:

- снижением давления газа на входе в ДКС из-за снижения пластового давления;
  - проектными решениями ГСС и протяженностью ГСС между скважинами и УКПГ;
  - принятыми технологическими схемами подготовки газа.
- Так же влияют факторы, обусловленные сезонными изменениями условий добычи газа:
- изменение объемов газа, компримируемого ДКС;
  - изменение давления газа на входе ДКС (не связанное с геологическим фактором снижения пластового давления, а зависящее от изменения отбора газа);
  - изменение отношения давлений газа в ДКС;
  - изменение температуры газа на входе в ДКС;
  - изменением температуры воздуха.

Для анализа влияния указанных факторов используют энергетические профили, представляющие собой изменение на длительном временном интервале времени основных эксплуатационных и энергетических характеристик ГП. Примеры построения энергетических профилей ДКС уже имеются на ряде ГДО.

Эффективность производственной деятельности ГДО можно характеризовать по следующим направлениям:

- надежность и безопасность;
- экономическая эффективность;
- энергетическая эффективность;
- экологичность (экологическая эффективность);
- уровень используемых технологий.

Согласно ГОСТ 31607-2012 [9] «показатель энергетической эффективности это абсолютная, удельная или относительная величина потребления или потерь энергетических ресурсов для продукции любого назначения или технологического процесса».

В качестве показателей энергоэффективности ГДО в ПАО «Газпром» используют удельные величины энергопотребления. Энергопотребление месторождения включает:

- расход газа на собственные нужды;
- технологические потери газа;
- расход электрической энергии на собственные нужды;
- расход тепловой энергии на собственные нужды.

Для собственных нужд на объектах ГДО часто используется электрическая энергия из сети (коммерческое потребление), электростанции СН используются только при возникновении аварийных ситуаций. Если на выработку электроэнергии ГДО используется природный газ, данная статья расхода может быть отнесена к значимым энергетическим аспектам ГДО, так же как при оснащении газоперекачивающих агрегатов электродвигателем [1,2,12], расход электрической энергии на компримирование будет являться значимым энергетическим аспектом. В качестве источников тепловой энергии на объектах ГДО используются котельные, потребляющие природный газ СН. Доля расхода газа по данной статье в балансе энергоресурсов составляет менее 1%. Основную часть тепловой энергии получают из вторичного энергоресурса – тепла уходящих газов ДКС. В связи с этим расход тепловой энергии не учитывается. При коммерческом потреблении тепловой энергии необходимо учитывать, в том числе, расход тепловой энергии.

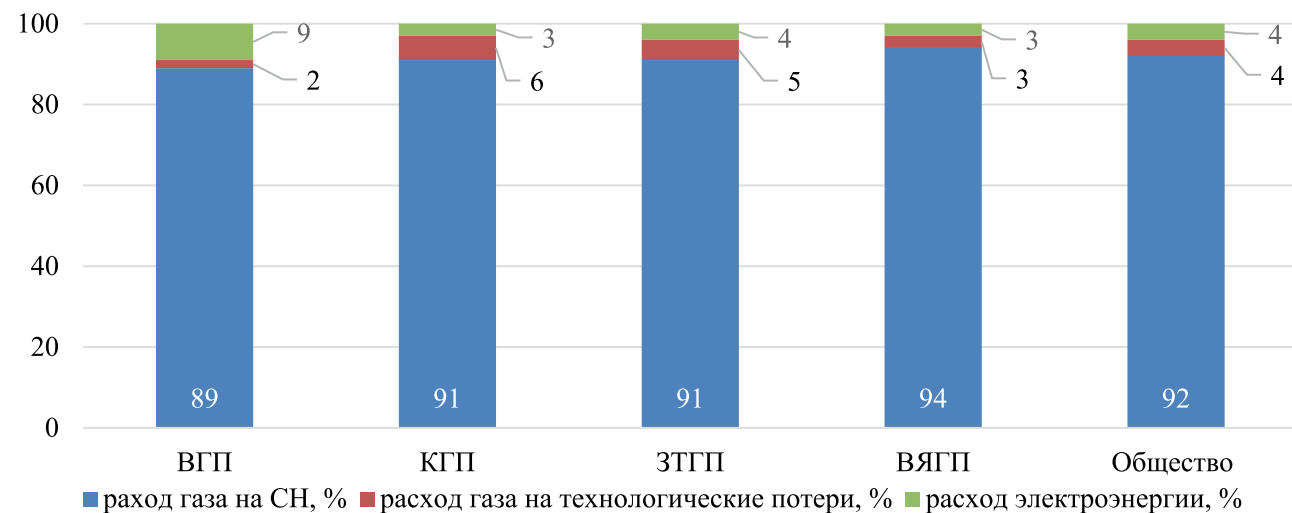
Примеры структур энергопотребления различных ГП представлены на рис. 4.

Анализ приведенных данных позволил сделать следующие выводы:

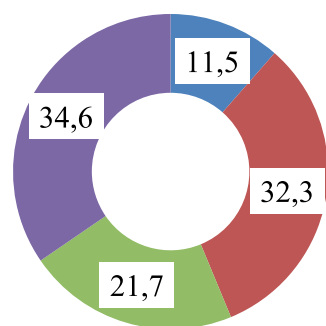
- 1) расход газа на собственные нужды при добыче и подготовке газа составляет 92% в суммарном энергопотреблении, при этом на топливный газ ДКС для компримирования приходится до 91% от суммарного энергопотребления, что является самой расходной статьей;
- 2) технологические потери газа составляют от 2% до 6% в суммарном энергопотреблении, при этом около 79% от суммарных технологических потерь газа приходится на продувки скважин; 21% составляют прочие технологические потери газа;



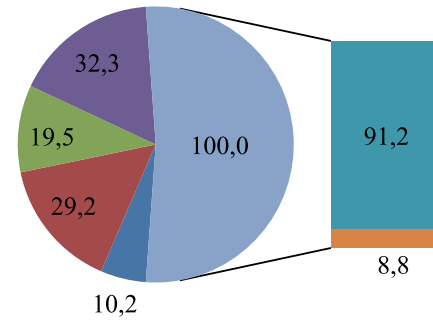




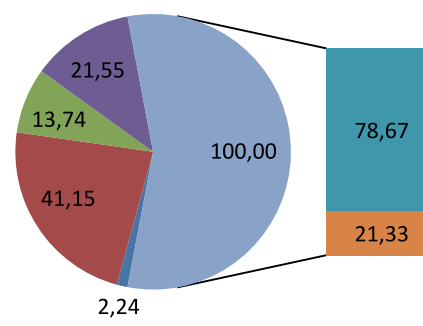
а)



б)



в)



г)

- Вынгапуровский ГП
- Комсомольский ГП
- Западно-Таркосалинский ГП
- Вынгаяхинский ГП

- Компримирование ВГП
- Компримирование КГП
- Компримирование ЗТГП
- Компримирование ВЯГП

- Продукции скважин ВГП
- Продукции скважин КГП
- Продукции скважин ЗТГП
- Продукции скважин ВЯГП

Рис. 4. Структура энергопотребления газовых промыслов: а) по типу потерь, б) по доли энергопотребления ГП в общем энергопотреблении Общества, в) по расходу газа на компримирование ГП в общем суммарном энергопотреблении, г) по доли энергопотребления ГП

3) расход газа на собственные нужды и часть технологических потерь газа облагается налогом на добычу полезных ископаемых (НДПИ).

Представленный анализ позволяет определить приоритетные направления экономии (значимые энергетические аспекты), а также корректно сформулировать обязательства энергетической политики ГДО.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 50001-2012 [10] в результате анализа расхода газа на собственные нужды и технологические потери можно выделить значимые энергетические аспекты для каждого направления энергопотребления:

- расход газа на компримирование (99%);
- потери при продувках скважин (от 46% до 96%);
- потребление электроэнергии электродвигателями АВО газа и МКУ (до 53% и 60%).

В структуру системы показателей энергоэффективности ГДО, входят (рис. 5):

- показатели энергоэффективности (энергоёмкости) организации;
- показатели энергоэффективности (энергоёмкости) ГП;
- показатели энергоэффективности (энергоёмкости) технологических объектов (ДКС) и технологического оборудования;

- показатели энергоэффективности (энергоёмкости) технологических процессов;
- коэффициенты эффективности ГП, ГСС, УКПГ.

В показатели, характеризующие энергоэффективность технологических объектов и технологического оборудования, входят:

- показатели энергоёмкости ступени ДКС;
- показатели энергоэффективности АВО газа;
- показатели энергоэффективности ГПА, котельной.

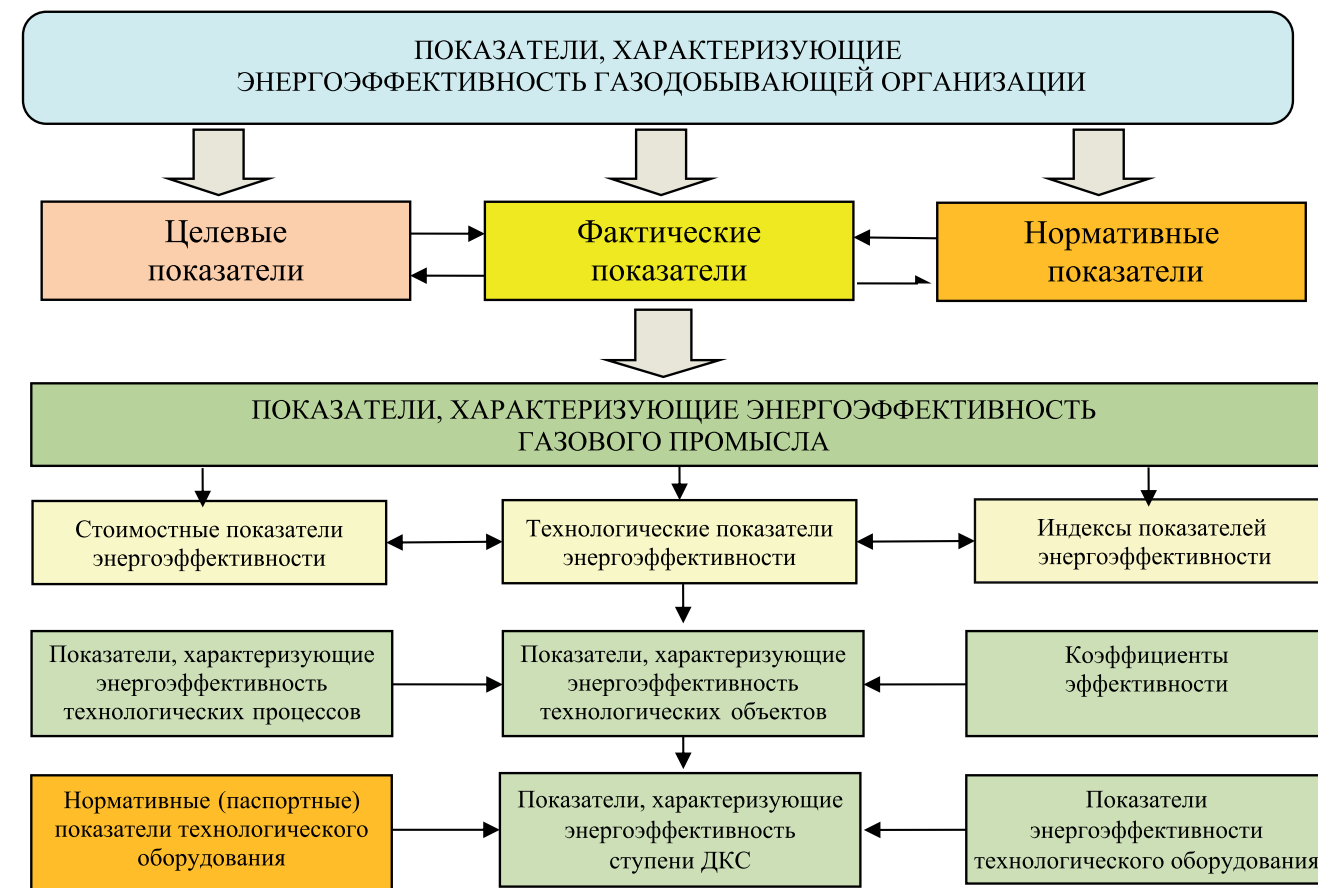


Рис. 5. Структура системы показателей, характеризующих энергоэффективность в добыче газа

Энергоэффективность технологических объектов в добыче газа ПАО «Газпром» оценивают по величине удельных расходов энергоресурсов. На рис. 6–8 представлены энергетические профили основных показателей эксплуатации и показателей, характеризующих энергетическую эффективность на примере Комсомольского ГП за период с 2000 по 2014 гг.:

- давление газа на входе ДКС и относительное изменение производительности (рис. 6);
- полная и удельная политропная работа сжатия (ПРС), топливный газ ДКС (рис. 7);
- показатели удельного расхода топливного газа на компримирование относительно производительности и относительно полной политропной работы сжатия (рис. 8).

## ВЫВОДЫ

1. Сокращение расхода ТЭР не всегда означает снижение энергоёмкости (или повышение энергоэффективности) ГП организации. Поэтому, для анализа энергоэффективности ГП, используют показатели удельного энергопотребления. Проведенный анализ интегрального показателя удельного энергопотребления ГП свидетельствует о тенденции его увеличения.
2. На этапе «падающей» добычи газа увеличение расхода ТЭР (газа и электроэнергии) ГП обусловлено рядом факторов: снижением пластового давления; обводнением скважин; снижением объемов добычи газа; увеличением гидравлических потерь в ГСС; накоплением жидкостных пробок в системе «скважина – шлейф – коллектор – УППГ – межпромысловый газопровод – УКПГ» и физическим износом основных производственных фондов.
3. Анализ динамики показателя удельного расхода газа показал, что энергоёмкость газового промысла обусловлена структурой технологических систем, составом производственных и вспомогательных объектов и изменяется в течение всего жизненного цикла по этапам разработки месторождения; снижением удельного расхода газа ГП на этапе нарастающей добычи соответствует вводу в эксплуатацию месторождения; увеличением удельного расхода газа ГП соответствует вводу в эксплуатацию ДКС и увеличением удельного расхода газа ГП на этапе падающей добычи обусловлено уменьшением входного давления ДКС, наращиванием мощности ДКС и увеличением степени повышения давления на ступенях ДКС.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Крюков О. В., Серебряков А. В. Экологические направления электроснабжения и задачи энергосбережения при реконструкции объектов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2015. № 8. С. 23–33.
2. Крюков О. В. Оптимальное управление технологическим процессом магистрального транспорта газа // В сборнике: XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. ИГУ РАН. 2014. С. 4602–4613.





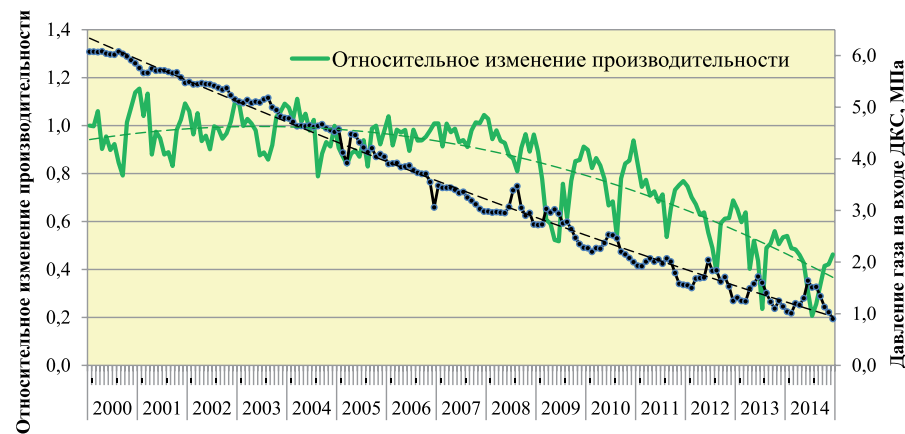


Рис. 6. Графики абсолютного давления газа на входе ДКС и относительного изменения производительности ДКС

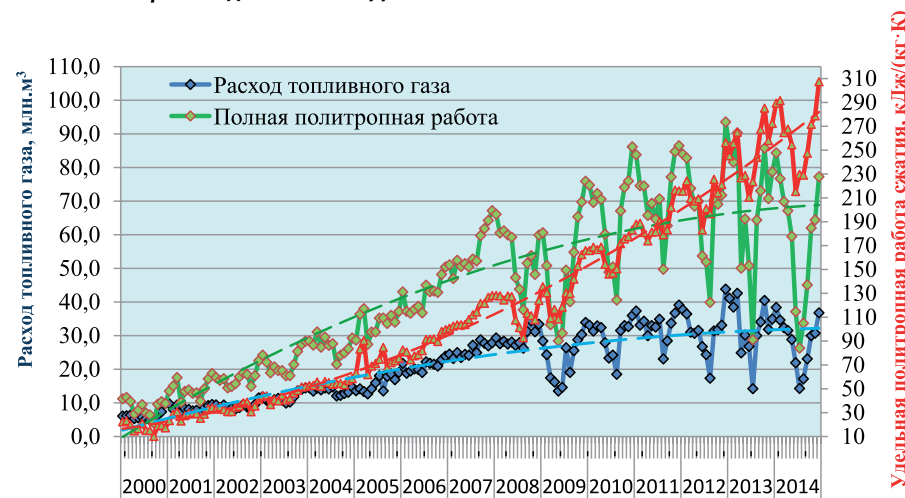


Рис. 7. Графики объемного расхода топливного газа ДКС, полной политропной работы сжатия ДКС и удельной политропной работы сжатия ДКС

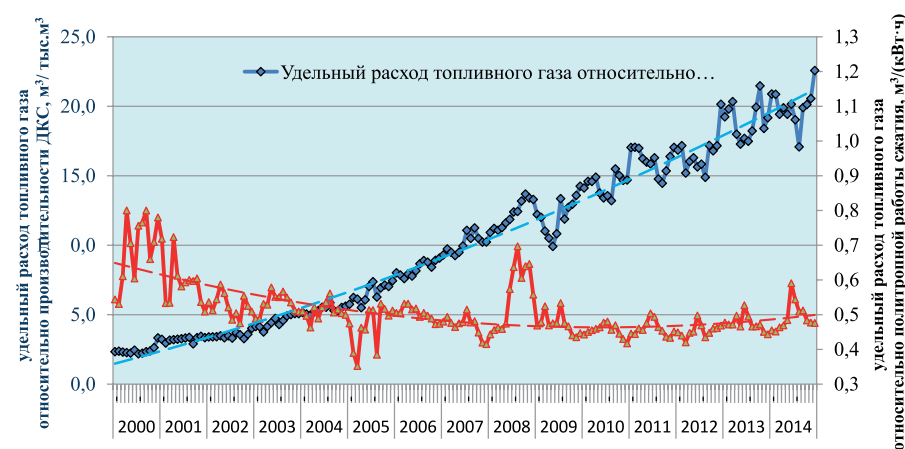


Рис. 8. Графики удельного расхода топливного газа ДКС относительно производительности и удельного расхода топливного газа ДКС относительно политропной работы сжатия

3. Нурдинова С. А., Маришкин В. А., Хворов Г. А., Воронцов М. А., Система показателей энергетической эффективности технологических процессов и оборудования в газодобывающей организации ПАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2018. № 2. С. 74–83.

4. Kadin S. N., Kazachenko A. P., Kryukov O. V., Reunov A. V. Questions related to the development of metrological assurance in the design of Gazprom facilities // Measurement Techniques. 2011. Т. 54. № 8. С. 944–952.
5. Кононенко А. Б., Косоротов А. А., Крюков О. В. Расширение функциональных возможностей автоматизации и мониторинга распределительных устройств КТП «Каскад» // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2020. № 12. С. 26–31.
6. Груздев В. В., Волков А. С., Крюков О. В. Методологический подход к прогнозированию технического состояния трансформаторов распределительных устройств // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2021. № 1 (138). С. 14–19.
7. Васенин А. Б., Степанов С. Е., Крюков О. В. Альтернативные источники электроэнергии на объектах добычи и транспорта углеводородов // В сборнике: Великие реки' 2019. труды научного конгресса: 3-х т. 2019. С. 37–40.
8. Калинин А. В., Люгай Д. В., Билалов Ф. Р. Реализация основных положений Концепции разработки месторождений углеводородов на завершающей стадии // Газовая промышленность – 2012 – № 4. С. 20–24.
9. ГОСТ 31607-2012 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения.
10. ГОСТ Р ИСО 50001-2012 Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. Издания. – М.: Стандартиформ, 2012. – 51 с.
11. Крюков О. В., Степанов С. Е., Васенин А. Б. Поддержка диспетчерских решений ГТС на базе оценки их энергоэффективности // Наука и техника в газовой промышленности. 2019. № 4. С. 71–81.
12. Крюков О. В. Принципы малолюдных технологий в организации работы электроприводных компрессорных станций // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2014. № 4. С. 10–13.



Международная выставка  
«TatOilExpo»  
в рамках Татарстанского  
нефтегазохимического форума

26-28  
АВГУСТА | 2024  
КАЗАНЬ

tatoilexpo.ru

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





# КАЛЕНДАРЬ 2024-2025 НЕФТЕГАЗОВЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ



**23 - 28**  
сентября  
**2024 / Сочи**  
Роза Хутор

19-я Международная научно-практическая конференция  
Современные технологии строительства и капитального ремонта скважин.  
Перспективные методы увеличения нефтеотдачи пластов.

**21 - 26**  
октября  
**2024 / Сочи**

Международная научно-практическая конференция  
Инженерные изыскания. Современные технологии и перспективы развития.

**2025**  
Россия, Сочи

14-я Международная научно-практическая конференция  
Инновационные технологии в процессах сбора, подготовки и транспортировки нефти и газа. Проектирование, строительство, эксплуатация и автоматизация производственных объектов.

**2025**  
Россия, Сочи

13-я Международная научно-практическая конференция  
Интеллектуальное месторождение: инновационные технологии от пласта до магистральной трубы.

В рамках конференций пройдут рабочие заседания, выступления ведущих экспертов нефтегазовой отрасли, круглые столы, семинары, торжественные фуршеты в честь открытия конференций, спортивные соревнования и экскурсионная программа.



ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА

ПАРТНЕР ПРОЕКТА

ОРГАНИЗАТОР ПРОЕКТА



официальная поддержка:



Торгово-промышленная палата Российской Федерации

генеральный партнёр:



# нефть и газ, химия. ТЭК

**10-12/09**  
Пермь, 2024

26-я межрегиональная выставка-форум технологий и оборудования для нефтяной, газовой, химической промышленности и топливно-энергетического комплекса



место проведения:

КВЦ «Пермь Экспо»  
г. Пермь,  
шоссе Космонавтов, 59

подать заявку на участие:

+7 (342) 264-64-55,  
+7 (952) 333-00-09  
aleinik@proexpo.ru  
oil.proexpo.ru





vk.com/sngexpo  
 t.me/sngexpo

XXIX МЕЖДУНАРОДНАЯ  
 СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ВЫСТАВКА

**СУРГУТ.  
 НЕФТЬ И ГАЗ  
 2024**



XXIX INTERNATIONAL  
 SPECIALIZED  
 TECHNOLOGICAL EXHIBITION

**SURGUT.  
 OIL & GAS  
 2024**

г. Сургут,  
 СОК «Энергетик»  
 ул. Энергетиков, 47

#приёмзаявок #СНГ #СургутНефтьГаз2023  
 #выставка #ЮГРА #Сургут #sngexpo #ЮК  
 #Сургутнефтьгаз #2023 #четвертьвекавместе  
 #ЮгорскиеКонтракты #Expotech

**25-27  
 СЕНТЯБРЯ**

**ПРИГЛАШАЕМ ВАС ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В**

XXIX МЕЖДУНАРОДНОЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВЫСТАВКЕ

**«СУРГУТ. НЕФТЬ И ГАЗ-2024»**

Заявки на участие Экспонентов, Посетителей и представителей СМИ в Международной специализированной технологической выставке «Сургут. Нефть и Газ – 2024» принимаются до 13.09.2024 включительно **следующими способами:**

- По номеру телефона: **+7 (3462) 94-34-54**
- На электронную почту: **sales@yugcont.ru**
- По форме обратной связи на официальном сайте: **www.sngexpo.ru**

Петербургский  
 международный  
**ГАЗОВЫЙ  
 ФОРУМ - 2024**

**8-11 октября**



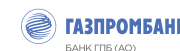
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
**ЭКСПОФОРУМ**

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ПАРТНЕРЫ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР



ОРГАНИЗАТОР



GAS-FORUM.RU



САМАЯ АКТУАЛЬНАЯ  
 ИНФОРМАЦИЯ О ПМГФ  
 В TELEGRAM-КАНАЛЕ  
 @GASFORUMSPB







РОССИЯ, МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

# НЕФТЕГАЗ

24-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

«ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ  
ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА»

14–17.04.2025

Подробности на сайте  
[www.neftegaz-expo.ru](http://www.neftegaz-expo.ru)

Реклама 12+



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Минпромторг  
России



ЭКСПОЦЕНТР



ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ  
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ

## ОБОРУДОВАНИЕ И РЕШЕНИЯ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

### РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ

- Центробежные, винтовые и поршневые компрессорные установки
- Насосные и компрессорные станции
- Газоперекачивающие и турбодетандерные агрегаты
- Центробежные, винтовые, шестерённые и плунжерные насосы
- Технологические установки в блочно-модульном исполнении
- Емкостное, теплообменное и колонное оборудование

### ИНЖИНИРИНГ

- Проектирование объектов добычи, транспорта и переработки нефти, газа и газового конденсата
- Разработка и производство нефтегазового оборудования и технологических установок
- Управление проектами



АО «ГИДРОМАШСЕРВИС» —  
объединённая торговая компания Группы ГМС  
Россия, 125252, Москва, ул. Авиаконструктора Микояна, 12  
Телефон: +7 (495) 664 81 71 e-mail: [hydro@hms.ru](mailto:hydro@hms.ru)

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





# ПРОМПРИБОР-Р

РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ  
ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ



**RU** СДЕЛАНО  
В РОССИИ



17 ЛЕТ ОПЫТА С ТОЧНОСТЬЮ ДО АТОМА



PRIBOR-R.RU

8 (800) 500-71-25

