



СЕРЕБРО и ЗОЛОТО  
отечественной автоматизации

### АВАДС АСП СЕНСОРНЫЕ ПАНЕЛИ ОПЕРАТОРА

ASTRA LINUX + SCADA + HISTORIAN + SSD



Реклама

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВИБРАЦИИ

на базе датчиков вибрации ZET 139

**ZETLAB**

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

Измерение и контроль  
СКЗ виброскорости,  
СКЗ виброускорения и  
СКЗ виброперемещения  
в соответствии с ГОСТ Р ИСО

ZETLAB  
ZET 139  
s/n: 2200



Портативный виброанализатор ZETLABVibroMetr — это мобильный комплект для проведения простого и надежного мониторинга и предварительной диагностики технологического оборудования.

Для получения результата достаточно выполнить несколько шагов:

- установить при помощи магнита датчик ZET 117В рядом с подшипником общепромышленного оборудования, например насоса или вентилятора;
- запустить приложение ZETLabVibroA на мобильном устройстве, считать qr-код (при его наличии) с параметрами исследуемого оборудования;
- произвести запись сигналов.

Функционал ZETLABVibroMetr позволяет выгружать записанные данные в облачное хранилище в целях экономии места в памяти устройства. Кроме того, в облачных сервисах можно создать резервные копии файлов или работать одновременно несколькими пользователями с одним файлом.

Портативный виброанализатор  
ZETLABVibroMetr

# SERVER RACK

проектные решения

## УКОМПЛЕКТОВАННЫЙ СЕРВЕРНЫЙ ШКАФ СЕРИИ SERVER RACK ДЛЯ ЦОД



### УНИКАЛЬНЫЙ ШКАФ

инновационный конструктив с набором решений для комфортной прокладки СКС и оптимизации воздушных потоков

### УПРАВЛЕНИЕ «УМНОЙ ДВЕРЬЮ»

DoorHub – устройство для подключения оборудования и датчиков к контроллеру и индикации основных состояний шкафа

### ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

система распределения электропитания с функциями измерения, управления и автоматического ввода резерва

### СКУД

всё необходимое для организации СКУД в комплекте: HMI-дисплей, цифровые замки и датчики открытия двери

высота, U: 42, 48

ширина, мм: 600, 800

глубина, мм: 1000, 1200

### МАКСИМАЛЬНАЯ НАДЕЖНОСТЬ

все компоненты идеально совместимы

### ПРОГНОЗИРУЕМОСТЬ БЮДЖЕТА

полная стоимость решения на старте

### ЕДИНАЯ ТОЧКА ОТВЕТСТВЕННОСТИ

единый производитель оборудования

### НАИВЫСШАЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ

монтаж оборудования в заводских условиях

# Software for Database Modeling (SDM) (АО «ЭПИЦ»)

**SDM – программная платформа**, предназначенная для автоматизированного решения расчётно-аналитических задач оперативно-технологического управления предприятий и электросетевых компаний, технологического присоединения, повышения энергосбережения и энергоэффективности, обмена данными на основе Common Information Model (CIM):

- Проведение контрольных измерений, формирования отчётности: Приказ Минэнерго №1340;
- Подготовку графиков аварийного ограничения ГАО и графиков АЧР (Приказ Минэнерго №290);
- Расчёт нагрузок и выявление "узких мест": возможность анализа загрузки сетевого оборудования, определения перегруженных элементов и резервов мощности для ТП;
- Формирование отчётности согласно утверждённых нормативных документов без использования табличных редакторов с переходом в формат CIM;
- Организация информационного обмена в формате Common Information Model (CIM).



АО «Электросетевой проектно-инжиниринговый центр» (АО «ЭПИЦ»)  
108811, Россия, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Солнцево,  
ш. Киевское, км 22-й, д. 4, стр. 2, помещ. 1  
Телефон: 8 800 250 14 12  
E-mail: info@epe-center.ru

# SCADA КРУГ-2000®

Работает под ОС Astra Linux, РЕД ОС, Alt Linux

- Глубокая интеграция SCADA и контроллеров (PCU)
- 100% «горячее» резервирование серверов БД, сети и др.
- Многосерверный доступ
- Динамическое локальное/удаленное подключение «толстых» клиентов к серверам
- Web-клиенты («тонкие») с возможностью работы на мобильных устройствах
- Поддержка ГИС непосредственно на мнемосхеме
- Широкий перечень средств интеграции: OPC UA, МЭК-101/104, API-доступ к БД, SQL-конвертер и др.
- Совместимость с сертифицированными программными и аппаратными СЗИ ведущих вендоров России



№ 541 Единого реестра  
российского ПО  
Минцифры РФ

## НАШИ ЗАКАЗЧИКИ



Реклама



«КРУГ» НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА  
440028 г. Пенза ул. Германа Титова, 1  
Тел. +7 (8412) 948-988  
krug@krug2000.ru



VK

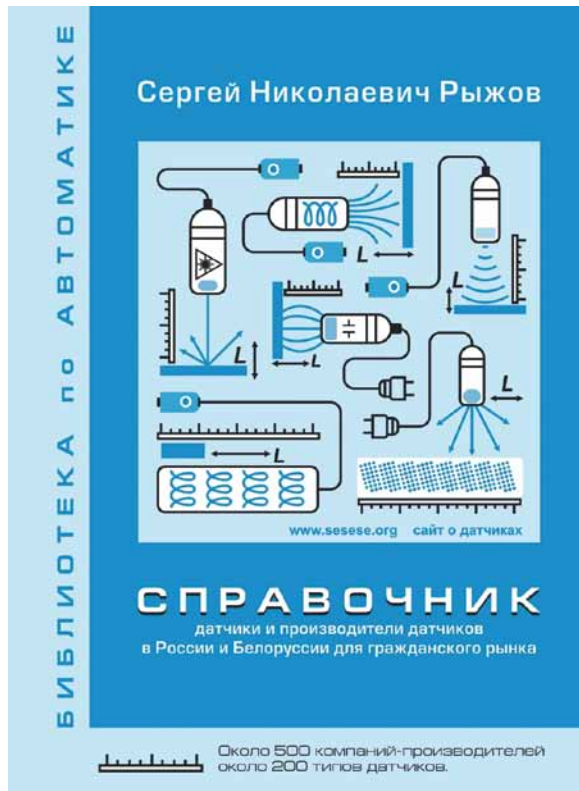


Telegram



krug2000.ru

## Впервые за последние несколько десятков лет систематизирована информация и издана книга о датчиках



В декабре 2025 года в Челябинске издан справочник «Датчики и производители датчиков в России и Белоруссии для гражданского рынка», автор С. Н. Рыжов. На страницах справочника впервые наиболее полно собрана информация о продуктах отечественных разработчиков и производителей сенсорной техники. Справочник объединил около 500 компаний-производителей и около 200 типов датчиков. Объем книги составляет 112 страниц.

Справочник включает две части. В первой в алфавитном порядке представлены российские и белорусские компании, выпускающие датчики для гражданского применения. Для каждой организации указаны основные группы производимой продукции, а также сайты и местоположение предприятий. Во второй части перечислены типы датчиков: для каждого типа указаны производители, предлагающие соответствующие решения. Издание выполнено в твердой обложке. Для удобства поиска продукции и компаний использованы цветовые обозначения. Электронный адрес автора справочника: [vybor-sensor@yandex.ru](mailto:vybor-sensor@yandex.ru). Журнал «Информатизация и системы управления в промышленности» («ИСУП») является информационным спонсором данного издания.

NEFT 4.0
ПЕРЕЗАГРУЗКА ИНДУСТРИИ

---

# КОНГРЕСС ПО ЦИФРОВИЗАЦИИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ: NEFT 4.0

16-17 марта 2026 г. | Санкт-Петербург

**200+** КОМПАНИЙ

**380+** ДЕЛЕГАТОВ

**270+** В2В ВСТРЕЧ

**50+** ДОКЛАДЧИКОВ

**50+** ЭКСПОНЕНТОВ

**20+** ЧАСОВ ДЕЛОВОГО ОБЩЕНИЯ

ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ К NEFT 4.0 | 2026

NEFT4.RU +7 (495) 266-68-05

# СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА

	<p><b>Нефть. Газ. Энергетика</b></p> <p><b>13</b> Измерительные комплексы учета природного газа для промышленности и коммунального хозяйства</p> <p>В статье рассмотрены измерительные комплексы учета природного газа СМТ-Комплекс и ПК-ТМ производства ООО «Техномер». Описаны их конструктивные особенности, метрологические характеристики, а также возможности телеметрии и программного обеспечения для автоматизированного сбора и обработки данных в системах учета газа.</p> <p><b>19</b> «Альбатрос ТанкМенеджер-3»: измерительная управляющая система объемно-массового учета нефти и нефтепродуктов по ГОСТ 8.587-2019</p> <p>Измерительная система АТМ-3 предназначена для объемно-массового учета в парках резервуаров, коммерческого и технологического учета жидких продуктов в соответствии с ГОСТ 8.587-2019, ее особенности позволяют собрать любую конфигурацию системы в зависимости от задач проекта. В статье рассмотрены функциональность, варианты исполнения, сферы применения АТМ-3.</p>	<p><b>Трансформаторы</b></p> <p><b>26</b> Сухие трансформаторы ТСЛ/ТСЗЛ</p> <p>Интервью с С. А. Шаровым, заместителем генерального директора по региональному развитию компании «ЭНЕРГОПРОМ-АЛЬЯНС».</p> <p><b>Частотные преобразователи</b></p> <p><b>29</b> Прошивки управления приводами как инструмент модернизации станочного оборудования</p> <p>В статье рассмотрено программное обеспечение – специализированные прошивки, предназначенные для управления станочным оборудованием с помощью преобразователей частоты. Представлены электронная коробка подач (ЭКП), прошивки ориентации вала, электронного вала (для синхронного вращения нескольких приводов), обнаружения дисбаланса нагрузки.</p> <p><b>32</b> Частотные преобразователи СИРИУС – «умное сердце» современного производства</p> <p>В статье рассмотрено назначение преобразователей частоты и про-</p>	
--	---	--	--



[vk.com/journal\\_isup](https://vk.com/journal_isup)  
ВКонтакте



<https://t.me/isupmagaz>  
Телеграм



<https://dzen.ru/isup>  
Дзен

Все новости и статьи в свободном доступе

блемы, которые решаются с их помощью на производстве. Представлены четыре различные серии ПЧ СИРИУС, рассказано о сферах их применения, приведены сравнительные характеристики.

#### Программные и аппаратные средства

37

### Промышленные взрывозащищенные смартфоны AORO

В статье представлены смартфоны во взрывозащищенном исполнении AORO, разработанные для применения на промышленных объектах. Рассмотрены характеристики и функциональные возможности моделей AORO A25 и AORO A23.01.

39

### Экономическая эффективность промышленной автоматизации: стратегическая переоценка на основе APL и IEC 61499

В промышленной автоматизации, как и в любом другом секторе, последнее слово всегда остается за экономикой. Принцип «потребитель голосует рублем» незыблем: итоговая судьба любого инженерного решения определяется его совокупной стоимостью владения. В условиях так называемого планового охлаждения экономики, когда предприятия вынуждены балансировать между жесткой необхо-

димостью снижения затрат и не менее важной задачей сохранения технологической независимости, этот принцип становится основой для стратегических решений.

### АВАДС АСП: что умеют современные сенсорные панели оператора?

Российский рынок промышленной автоматизации достаточно широко представлен сенсорными панелями оператора: не очень к нам дружелюбного европейского производства, чуть более лояльного азиатского и, наконец, российского (правда, некоторые из них лишь в известной степени). Все они способны решить определенные их аппаратным и программным оснащением задачи. В данной статье расскажем о возможностях линейки российских сенсорных панелей оператора АВАДС АСП. Модельный ряд, технические характеристики, операционные системы, коммуникационные возможности, прикладное программное обеспечение и ближайшие перспективы в развитии востребованного на рынке продукта.

### Тепловые сети: от изношенности к модернизации

Интервью с К. Е. Сипачевым, директором департамента АСТУ компании «СИГМА».

42

44



Журнал "ИСУП"  
2 534 subscribers

Все новости дублируются в Телеграм



**49****MES и промышленное производство на современном этапе**

Публикация посвящена развитию систем оперативного управления производством (MES). Генеральный директор ООО «ИндаСофт» Э. О. Сюч рассказывает о том, как происходило развитие MES в России с конца 1990-х годов, как менялось отношение у компаний к задачам этой системы, чем отличается российский подход от зарубежного, для каких компаний MES необходима, а для каких избыточна.

**52****Программный комплекс «МультиХром АКСИОМА» для автоматизации процессов препаративной хроматографии**

В статье представлено решение по автоматизации процесса препаративной хроматографии белков «МультиХром АКСИОМА», позволяющее автоматизировать сбор, обработку результатов измерений и управление оборудованием.

**Щитовое оборудование****55****Система «RAM klima» для защиты оборудования в шкафах управления**

Перегрев, конденсат, коррозия и отказ компонентов – типичные проблемы шкафов управления. В статье приведен обзор готовой экосистемы для контроля микроклимата от «ДКС», которая решает эти задачи комплексно:

от расчета теплового баланса до удаленного мониторинга по RS-485.

**Промышленный электрообогрев****«Термо Нова» – системы промышленного электрообогрева**

В статье рассказано о технологиях промышленного электрообогрева, в частности, о саморегулирующемся нагревающим кабеле, и о компании «Термо Нова», которая занимается его производством. Показаны функциональные возможности саморегулирующегося нагревающего кабеля.

**Предиктивный анализ для систем электрообогрева**

В статье рассмотрено назначение предиктивного анализа и применение этого инструмента для систем промышленного электрообогрева. Приведены в пример разработанные компанией «Квант» системы промышленного электрообогрева со встроенными функциями предиктивного анализа.

**Контрольно-измерительные приборы и автоматика****Сигнализаторы загазованности Gazotron для крытых парковок и гаражей**

В статье представлена серия сигнализаторов газа Gazotron CO/CH<sub>4</sub>, которые предназначены для гаражей и парковок, где хранятся как автомобили на двигателях внутреннего сгорания,

**59****63****67****Сейчас в СМИ**

Все дублируется в новостной ленте Дзена



так и газомоторные ТС. Рассмотрены конструктивные особенности сигнализаторов, исполнения, способ подключения к сети, функциональные возможности.

## 69 Магнитострикционные датчики линейных перемещений «ТрейсЛайн»: отечественная инженерная разработка и серийное производство для промышленности России и ЕАЭС

В статье представлены промышленные магнитострикционные датчики ТЛ различных исполнений. Рассмотрены датчики серии ТЛ-С1ПШ для внешнего монтажа на неподготовленные гидроцилиндры, стержневые общепромышленные датчики ТЛ-С1 / ТЛ-С2 и другие, в том числе специализированные исполнения.

## 73 Датчики процессов LANBAO для измерений параметров сред

В статье представлены новые промышленные датчики LANBAO для измерения параметров жидких и газообразных сред. Рассмотрены технологии, которые применяются в процессе производства этого оборудования. Перечислены основные характеристики датчиков давления, перепада давления и уровня.

## 77 Выносные разделительные мембраны 1199

В статье представлено решение на основе датчиков давления «Метран»:

готовая сборка, включающая в свой состав сам датчик и выносной разделитель сред. Рассмотрены характеристики и функциональные возможности данной конструкции, особенности выбора разделительной мембраны и ее защитного покрытия.

## 80 От ручного метода измерений рН к аналитике и постоянному мониторингу качества жидкости

В статье представлено решение для автоматизированного измерения рН в гальваническом производстве. Рассмотрены элементы системы: контроллер рНМ1 с интерфейсом RS-485 и совместимые с ним датчики линейки рН-xxxx. Перечислены функциональные возможности контроллера рНМ1, такие как точный контроль рН, температуры, состояния электрода, возможность калибровки электрода и корректировки показаний, передача данных в систему верхнего уровня.

## 83 САИИ «Тепловизор»: автоматизация учета тепла

В статье проанализированы особенности коммерческого учета тепла в современных реалиях. Рассмотрено решение для автоматизации учета тепла – автоматизированная информационно-измерительная система (САИИ) «Тепловизор». Представлены компоненты системы: теплосчетчики ВИСТ.Т, адаптер передачи данных АПД-03, программа верхнего уровня ДС «Архивист».



Журнал "ИСУП"  
3153 подписчика

Все статьи дублируются в Дзен

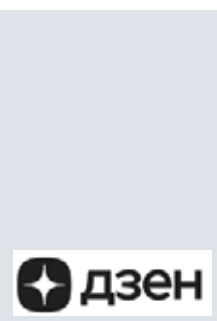


86	<p><b>Ультразвуковой расходомер-счетчик газа ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 с комбинированным методом измерений</b></p> <p>В статье рассмотрены конструктивные и метрологические особенности нового средства измерения расхода газа ЭЛЕМЕР-РУЗ-03. Приведены основные характеристики расходомера.</p>		
90	<p><b>Задача гальванической развязки унифицированных сигналов 4...20 мА: почему она важна и как ее решить</b></p> <p>В статье на примере модулей производства НПФ «КонтрАвт» рассмотрены задачи гальванической развязки и разветвления сигнала 4...20 мА.</p>	<p><b>Отечественные электромеханические вибростенды серии ВЭМ: имитация транспортировочной тряски</b></p> <p>В статье рассказано о вибрационном оборудовании, предназначенном для воспроизведения нагрузок, характерных для тряски при транспортировке. Электромеханический стенд серии ВЭМ был разработан для нужд конкретного предприятия. Он позволяет тестировать изготавливаемые изделия на устойчивость к таким нагрузкам и, в случае недостаточной устойчивости, принимать своевременные меры.</p>	100
95	<p><b>Микроимпульсный уровнемер ЭЛМЕТРО-МПУ</b></p> <p>В статье представлена новая разработка: уровнемер ЭЛМЕТРО-МПУ, его характеристики и особенности. Уровнемер обеспечивает непрерывное измерение уровня жидких и сыпучих сред, в том числе уровня границы раздела двух жидких сред, в различных технологических процессах.</p>	<p><b>Крепление вибродатчиков на промышленных агрегатах</b></p> <p>Освещенные в статье способы крепления вибродатчиков и вибропреобразователей помогут правильно выбрать способы их надежного и удобного крепления в точках контроля вибрации работающих агрегатов для наиболее точного получения данных вибрации и их анализа в системах вибродиагностики, вибромониторинга и защиты промышленного оборудования.</p>	103
<b>Вибромониторинг. Виброиспытания</b>			
97	<p><b>Система контроля вибрации машин и механизмов на базе датчиков ZET 139</b></p> <p>В статье представлены функциональные особенности, состав и характери-</p>		



Сейчас в СМИ

Все дублируется в новостной ленте Дзена



<p><b>107</b></p>	<p><b>Датчики вибрации – ключевой элемент системы диагностики</b></p> <p>В статье рассмотрены технические характеристики основных моделей датчиков виброскорости и виброускорения от компании «ИДМ-ПЛЮС» для использования в качестве первичных преобразователей в системах промышленной диагностики. Особое внимание уделено конструктивным решениям, позволяющим замещать зарубежные аналоги (PCB, STC, Bently Nevada) без изменения проектной документации и кабельных трасс.</p>	<p><b>Технологическое оборудование</b></p> <p><b>77 % производств отмывают вслепую. А вы?</b></p> <p>В статье рассмотрены особенности работы производителей электронных плат на российском рынке. Большинство из них не пользуются специализированными наборами для контроля раствора отмывочной жидкости перед очисткой плат, что приводит к браку и перерасходу концентрата. Проанализированы причины такого подхода. Приведены примеры использования тестовых наборов Гидронол К14 в производстве автомобильной электроники и модулей связи.</p>	<p><b>113</b></p>
<p><b>110</b></p>	<p><b>Современное оборудование для имитации транспортирования</b></p> <p>В статье рассмотрена разработка компании «Совтест АТЕ»: вибростенд для имитации механических нагрузок, возникающих при транспортировке оборудования. Приведены основные характеристики вибростендов. Рассмотрена система управления со встроенным контуром обратной связи.</p>	<p><b>Станочный комплекс с ЧПУ для автоматизации работы жгутового цеха под литерную КД</b></p> <p>В статье рассмотрен станочный комплекс, разработанный российской компанией в рамках проекта по автоматизации жгутового производства на предприятии ВПК. Комплекс состоит из трех станков: линии комплексной обработки проводов и станка для раскладки провода с числовым программным управлением (ЧПУ), а также плаза для бандажирования.</p>	<p><b>117</b></p>

## Журнал “ИСУП”

Отраслевой научно-технический журнал

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-17690

Оригинал-макет подготовлен ИП Бодрышев С.В.

Журнал выходит шесть раз в год.

Главный редактор С.В. Бодрышев  
Старший редактор М.И. Клим  
Интернет-проект А.В. Бодрышев  
Маркетинг А.С. Бодрышева

Администратор Токмянина Е.А.

Телефон: (495) 542-03-68

Почтовый адрес: 115432, Москва, Лобанова ул. 2/21  
WEB-сайт: www.isup.ru  
E-mail: red@isup.ru

Подписано в печать 28.02.2026.

Формат 60 x 88 1/8.  
Бумага кн.-журн.  
Печать офсетная.  
Заказ № 57877135512

Материалы, опубликованные в настоящем журнале, не могут быть полностью или частично воспроизведены без письменного разрешения редакции. Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов материалов. За достоверность сведений, представленных в журнале, ответственность несут авторы статей и рекламодатели.

Все упомянутые в публикациях журнала наименования продукции и товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев. Иллюстрации к публикациям предоставлены авторами материалов, правообладателями либо используются редакцией на законных основаниях.

# СКОРО В ПРОДАЖЕ!

## УМНЫЙ СЧЁТЧИК ГАЗА СМТ-Смарт 110

Уникальное решение  
для бытовых потребителей

- ✓ Встроенная телеметрия
- ✓ IP68
- ✓ Мобильное приложение «Моя Газсеть»



Рекомендуется для замены диафрагменных счётчиков с межцентровым расстоянием 110 мм без проведения сварочных работ





Фото принадлежит ООО «Техномер»

## Измерительные комплексы учета природного газа для промышленности и коммунального хозяйства



В статье рассмотрены измерительные комплексы учета природного газа СМТ-Комплекс и ПК-ТМ производства ООО «Техномер». Описаны их конструктивные особенности, метрологические характеристики, а также возможности телеметрии и программного обеспечения для автоматизированного сбора и обработки данных в системах учета газа.

ООО «Техномер», г. Арзамас, Нижегородская обл.

ООО «Техномер» — российская компания с высокой степенью локализации, специализирующаяся на разработке и производстве автоматизированных систем сбора данных, контроллеров телеметрии, интеллектуальных счетчиков газа для применения в сетях газоснабжения на низком и среднем давлении, метрологического оборудования и программных продуктов. Производственные площадки ООО «Техномер» оснащены современным автоматизированным

сборочным и испытательным оборудованием.

Главный актив компании — высококвалифицированная команда сотрудников, глубокие знания и профессиональный опыт которых позволяют осуществлять разработки и исследования в перспективных направлениях газоизмерительной техники.

На рынке газового оборудования, предназначенного для коммерческого учета природного газа в бытовом, коммунально-бытовом и промышленном

секторах газопотребления, известны измерительные комплексы учета газа производства ООО «Техномер», используемые для работы на низком и среднем давлении.

В первой части статьи речь пойдет об интеллектуальных счетчиках газа типа СМТ, предназначенных для эксплуатации на низком давлении до 15 кПа. На сегодняшний день компанией разработано и производится более 250 исполнений и модификаций счетчиков СМТ. Отдельное мес-

G4/G6/G10/G16/G25  
(Qmax до 45 м³/ч)



G40/G65/G100  
(Qmax до 176 м³/ч)



Рис. 1. Различные исполнения счетчиков газа СМТ-Комплекс

то в этом ряду занимают микротермометрические счетчики газа в исполнении СМТ-Комплекс (рис. 1).

Разработанные на основе типовых технических требований ООО «Газпром межрегионгаз» приборы СМТ-Комплекс стали логическим продолжением линейки счетчиков газа СМТ-Смарт и получили дополнительные технические возможности – расширенный функционал, позволяющий занимать уверенные позиции на рынке и конкурировать с приборами учета газа других производителей. Счетчики СМТ-Комплекс выпускаются в типоразмерах G4, G6, G10, G16, G25, G40, G65, G100, обеспечивая измерения расхода в диапазоне от 0,04 до 176 м³/ч. Широкий ряд типоразмеров позволяет проектировать узлы учета природного газа теплогенераторных установок, обеспечивающих отопление помещений площадью до 5000 м².

Счетчики СМТ-Комплекс могут быть дополнительно оснащены запорным клапаном, который служит для управления потоком газа. В случае аварийных ситуаций счетчик принимает самостоятельное решение о закрытии клапана, таким образом осуществляется контроль безопасного применения. Технически реализована возможность дистанционного отключения абонента от газовой сети при несоблюдении условий договора поставки газа до момента выполнения обязательств.

Приборы имеют компактные размеры, что значительно снижает затраты при выполнении строительных и монтажных работ. Например, линейка приборов G4-G25 имеет габариты 200 × 175 × 246 мм. Это позволяет заменять выработавшие свой ресурс диафрагменные счетчики без проведения сварочных работ.

На сегодняшний день приборы учета газа СМТ-Комплекс отвечают основным техническим и метрологи-

ческим требованиям нормативной документации, регламентирующей применения данного средства измерения на объектах газопотребления. В соответствии с СТО Газпром газораспределение 5.3-2-2025 «Интеллектуальные приборы учета газа» в счетчиках СМТ-Комплекс расширен диапазон температур измеряемой среды, который сейчас составляет -40...+60 °С. Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объема газа, приведенного к стандартным условиям (+20 °С, 101,3 кПа), не превышают ±4%, что отвечает требованиям Постановления Правительства РФ от 16 ноября 2020 г. № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».

Кроме того, современный СМТ-Комплекс соответствует требованиям п. 6 «Показатели точности» в диапазоне расходов  $Q_{min}-Q_{max}$  для категории УИРГ «Группа Б» СТО Газпром газораспределение 2.4.-13-1-25 «Узлы измерения расхода газа». Для модификации «2У» полное значение от-

носительной погрешности не превышает ±3%.

Данные характеристики СМТ-Комплекс определяют его функциональные особенности. Перечислим их:

- ▶ счетчик измеряет объем газа, приведенный к стандартным условиям. Для приведения к стандартным условиям не требуется измерение таких параметров, как температура и давление, и, как следствие, не надо приобретать дорогостоящие электронные корректоры и вычислители (как для мембранных счетчиков);

- ▶ в счетчиках реализован прямой метод измерения, так как искомая измеряемая величина – объем газа, приведенный к стандартным условиям, – получается непосредственно от данного средства измерения, без привлечения результатов других прямых измерений. Методика выполнения измерений (МВИ) внесена в Руководство по эксплуатации и подтверждена на этапе утверждения типа СИ. Поэтому нет необходимости платить за акт МВИ;

- ▶ в СМТ-Комплекс при вводе в эксплуатацию не нужно вводить параметры природного газа (компонентный состав, плотность и т. д.). Нет необходимости выезда представителей поставщика газа для проведения данных работ. При вычислении объема газа, приведенного к стандартным условиям, не применяются подстановочные значения (условно-постоянные величины), в отличие от счетчиков с косвенным методом измерения;

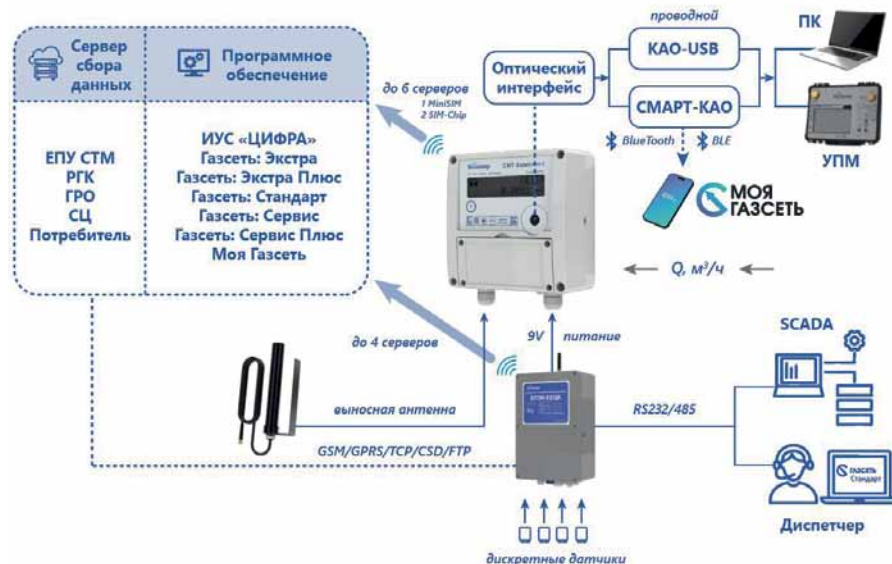


Рис. 2. Интерфейсы подключения и информационные потоки СМТ-Комплекс

► система диагностики измеряемых и системных параметров в СМТ фиксирует нештатные события (предупреждения, тревоги, аварии). Фиксация начала и окончания событий происходит в архивных данных с привязкой к дате, времени, текущим показаниям (объему, температуре газа и составу газа) СМТ-Комплекс и отображается кодами на индикаторе;

► контролируемый процесс пуска газа. Благодаря наличию специальной функции «обобщенный параметр состава газа К-Фактор» ведется контроль за состоянием измеряемой среды. Таким образом отслеживаются различные манипуляции со счетчиком, в том числе выясняется, когда был произведен пуск газа;

► широкие коммуникационные возможности телеметрии. Счетчик имеет встроенный GSM/GPRS-модуль, а также возможность коммуникации с цифровыми контроллерами БПЭК-03/ЦК в качестве внешней телеметрии. Измеренные параметры и архивные данные автоматически передаются по каналу сотовой связи GPRS/2G на удаленный сервер сбора данных. Сервер сбора данных может управляться ПК «Газсеть» (ООО «Техномер»), «ИУСЦИФРА» (ЕПУ СТМ РГК) и GasCloud (МНПП «Сатурн», АО «Мособлгаз»);

► большое количество настраиваемых IP-адресов серверов. В СМТ-Комплекс в базовом исполнении с одной сим-картой имеется возможность настройки IP-адресов двух серверов. По специальному заказу счетчики можно оснастить дополнительно двумя сим-картами формата сим-чип и обеспечить подключение к шести серверам (с независимым расписанием по передаче данных).

Используя многообразие имеющихся интерфейсов, разработчики реализовали различные варианты подключения и схемы информационных потоков, применяемых на практике в СМТ-Комплекс на объектах газопотребления. На схеме (рис. 2) видно, что в конструкции СМТ-Комплекс реализованы следующие интерфейсы: двухстрочный графический интерфейс, встроенный модем, оптический интерфейс и проводной интерфейс RS-485.

**Встроенный модуль телеметрии** обеспечивает передачу данных в сетях сотовой связи GSM/GPRS/2G на

частотах 850/900/1800/1900 МГц. Передача текущей информации СМТ-Комплекс и накопленных архивных данных происходит в автоматическом режиме с заданной периодичностью на сервер сбора и обработки данных, находящийся под управлением ПО «Газсеть: Экстра», по протоколу TCP/IP. Также передача данных может осуществляться на серверы сбора данных под управлением ЕПУ СТМ РГК или системы сбора данных GasCloud. Для работы встроенного GSM/GPRS-модуля используется штатно установленная внутри корпуса встроенная антенна. Также конструкция позволяет дооснастить СМТ-Комплекс через внешний гермоввод внешней выносной антенной усиленной мощности.

**Оптический интерфейс** СМТ-Комплекс является резервным каналом связи (при неисправности встроенного модуля телеметрии) и используется для считывания архивных данных на персональный компьютер, изменения настроечных параметров счетчика, управления встроенным запорным клапаном счетчика, а также ремонта и поверки на мобильной поверочной установке УПМ. Для работы с оптическим интерфейсом применяются оптические устройства производства ООО «Техномер»: проводной кабель-адаптер оптический КАО-USB или считывающее устройство СМАРТ-КАО, в котором реализован беспроводной канал на основе Bluetooth Classic или Bluetooth Low Energy (BLE). Считывание данных и дальнейший анализ и формирование отчетов производится с помощью ПО «Газсеть: Стандарт».

По оптическому интерфейсу также возможно проведение сервисных операций в рамках пусконаладочных работ, открытие/закрытие встроенного запорного клапана, диагностика и обслуживание счетчика газа. Данные работы выполняются с помощью специализированного ПО «Газсеть: Сервис» или ПО «Газсеть: Сервис Плюс», которые предоставляются только авторизованным сервисным центрам.

**Проводной интерфейс RS-485.** В батарейном отсеке счетчика расположен разъем интерфейса RS-485 для подключения счетчика к цифровому коммуникационному блоку БПЭК-03/ЦК на расстоянии до 1000 м. БПЭК-03/ЦК обеспечивает счетчик сетевым питанием посред-

ством искробезопасных цепей, а также осуществляет передачу архивных параметров на сервер сбора данных (до четырех серверов), а также онлайн-доступ к счетчику по протоколам TCP/CSD.

В свою очередь, проводные интерфейсы БПЭК-03/ЦК (RS-232 / RS-485) позволяют считывать и передавать архивные данные СМТ-Комплекс во внешние SCADA / информационные системы предприятия или на персональный компьютер оператора (диспетчера). Функционал БПЭК-03/ЦК также включает возможность непрерывного контроля состояния четырех дискретных датчиков с передачей пользовательских СМС-сообщений.

Особое место в обеспечении телеметрирования занимает ПО «Газсеть», позволяющее реализовать автоматизированный сбор и обработку данных СМТ-Комплекс. ПО «Газсеть» выпускается в виде нескольких взаимосвязанных продуктов. Вот некоторые из них:

► «Газсеть: Экстра» и «Газсеть: Экстра Плюс» служат для автоматического сбора данных на серверах региональных газовых компаний и крупных обслуживающих организаций;

► «Газсеть: Стандарт» служит либо клиентским рабочим местом для пользователей «Газсеть: Экстра» и «Газсеть: Экстра Плюс», либо инструментом для мобильного сбора данных и параметризации узлов учета газа;

► «Газсеть: Сервис» является инструментом авторизованных сервисных центров для конфигурирования приборов при монтаже, а также для считывания их архивов;

► «Газсеть: Сервис Плюс» – программный онлайн-комплекс для выполнения всего перечня действий по обслуживанию и ремонту счетчиков СМТ сотрудниками авторизованных сервисных центров;

► «Моя Газсеть» – мобильное приложение для собственников узлов учета газа;

► «Газсеть: Шлюз» – программный модуль, предназначенный для взаимодействия с внешними информационными системами.

С появлением такой информационной системы, как «ИУСЦИФРА», счетчики СМТ-Комплекс получили поддержку протокола обмена для внешних информационных систем

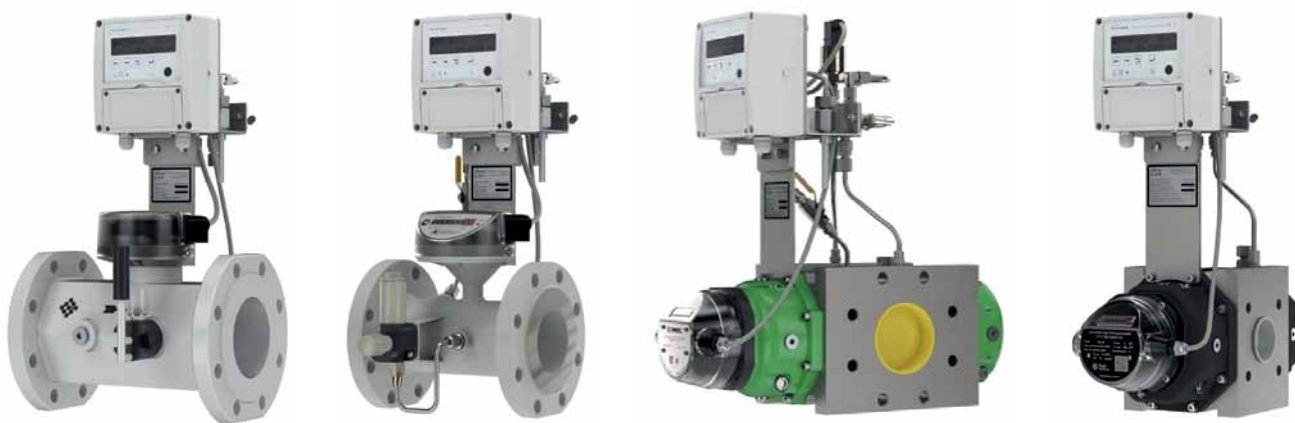


Рис. 3. Различные исполнения промышленных комплексов ПК-ТМ

JSON. Данный факт подтвердили успешно проведенные совместные испытания с единым пультом управления системами телеметрии (ЕПУ СТМ) на платформе «ИУСЦИФРА» производства ООО «Газпром межрегионгаз инжиниринг».

#### Промышленные комплексы учета газа ПК-ТМ

Теперь давайте перейдем ко второй части статьи и подробнее рассмотрим промышленные комплексы учета газа ПК-ТМ, которые предназначены для работы на низком, среднем и высоком (до 7,5 МПа) давлении.

В условиях постоянного совершенствования отраслевых стандартов и необходимости импортозамещения на российском рынке появляются решения, сочетающие в себе современную электронную компонентную базу и надежную механику, проверенную десятилетиями эксплуатации. Компания «Техномер» представляет рынку комплексы промышленного учета газа, объединившие в себе надежную механику и передовую электронику. В качестве первичных расходомеров была выбрана широкая линейка турбинных и ротационных счетчиков газа, интегрированных с новым корректором объема газа ТМ-07.

Комплексы ПК-ТМ выпускаются в различных исполнениях, позволяющих производить коммерческий учет газа в широком диапазоне рабочих расходов (от 0,4 до 4000 м<sup>3</sup>/ч) и с диаметром условного прохода (Ду) от 25 до 200 мм (рис. 3).

Сердце комплекса — корректор ТМ-07. Это микропроцессорное устройство, обеспечивающее выполнение целого ряда важных функций, что выводит точность и автоматиза-

цию учета на принципиально иной уровень.

Перечислим основные выполняемые функции и отличительные особенности ПК-ТМ.

#### Полная автоматизация процессов.

Корректор ТМ-07 в непрерывном автоматическом режиме собирает, обрабатывает и архивирует массив данных: значения текущего расхода, давления, температуры. Приведение объема газа к стандартным условиям происходит с использованием вычисленного коэффициента сжимаемости в соответствии с актуальными ГОСТ 30319.2-2015 и ГОСТ Р 70927-2023.

**Контроль перепада давления** на счетчике газа позволяет оперативно отслеживать возникающий при работе прибора перепад давления на входе и выходе счетчика газа, а также следить за техническим состоянием измерительной части расходомера и своевременно проводить техническое обслуживание и работы по предотвращению выхода из строя узла учета.

**Контроль температуры технологических параметров** окружающей среды — востребованная функция в случае, когда узел учета работает без непосредственного контроля человека и измеряет температуру окружающего воздуха в месте установки прибора.

**Наличие дополнительной информации** в корректоре об узле учета газа и его составе — это «электронный паспорт» узла учета. Оператор при опросе корректора может удаленно получить исчерпывающую информацию о составе и параметрах узла учета: тип используемого прибора, диапазон расхода газа, диаметр условного прохода, дату выпуска комплекса, дату и интервал поверки, а также многие другие

параметры эксплуатируемого узла учета газа. Это позволяет получить полную информацию о комплексе промышленного учета дистанционно, без дополнительных выездов к удаленным узлам учета.

**Цифровой стандарт учета.** Благодаря модульной конструкции комплекса и обширным коммуникационным возможностям еще на этапе проектирования можно выбрать необходимую телеметрию из широкого ряда интеллектуальных контроллеров, производимых на предприятии «Техномер», и заложить его в проектную документацию. Это решение кардинально расширяет функционал обычного узла учета, превращая его в полноценный элемент цифровой инфраструктуры. Такой подход гарантирует, что узел учета с первого дня эксплуатации будет готов собирать данные о технологических параметрах учета, оперативно передавать их в системы верхнего уровня (ЕПУ СТМ «ИУСЦИФРА», ПК «ГАЗСЕТЬ»).

Для сложных условий эксплуатации предусмотрено исполнение корректора с внутренним модулем телеметрии, работающим от автономного питания. Такое решение позволяет гибко настраивать сценарии передачи информации на различные серверы сбора данных с учетом обеспечения ее защиты, а также снизить вероятность сбоя в режимах передачи данных о расходе природного газа.

Считывание данных возможно также по традиционному оптическому интерфейсу и промышленному проводному интерфейсу RS-485.

**Эталонная точность.** За счет использования высокоточных ротационных и турбинных счетчиков, цифровых преобразователей абсолютного



Рис. 4. Интерфейсы подключения и информационные потоки ПК-ТМ

и дифференциального давления с интеллектуальной обработкой сигналов корректором ТМ-07 удалось снизить предел допустимой относительной погрешности при измерении объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, в комплексах ПК-ТМ до значения 2% при расходе до 1000 м<sup>3</sup>/час и 1,7% при расходе до 20000 м<sup>3</sup>/час. Так обеспечивается соответствие метрологическим требованиям, указанным в СТО Газпром газораспределение 2.4-13-1-2025 для УИРГ категории «А». Это позволяет исключить финансовые потери для поставщика газа и обеспечивает прозрачные, справедливые расчеты для потребителя. На схеме (рис. 4) представлены варианты подключения и информационные потоки, применяемые на практике на различных объектах газопотребления в промышленном секторе.

С целью обеспечения питания комплексов ПК-ТМ и устойчивой связи на объектах газового хозяйства применяются различные модули телеметрии серии БПЭК-ЦК.

**Контроллер телеметрии БПЭК-02-ЦК** применяется для питания корректора стабилизированным напряжением постоянного тока и дистанционного сбора данных. Блок располагается вне взрывоопасной зоны, имеет две независимые сим-карты и возможность передачи данных на 4 сервера. Получает питание от сети переменного тока и обеспечивает функцию резервного автономного питания для

корректора. Контроллер осуществляет ретрансляцию во взрывобезопасную зону сигналов с цифрового коммуникационного интерфейса электронного корректора, установленного во взрывоопасной зоне.

**Контроллер телеметрии БПЭК-04-ЦК-Ex** является взрывозащищенным оборудованием с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «i», маркировкой 1 Ex ib ПВ Т4 Gb X и предназначен для установки во взрывоопасных зонах. Обеспечивает функцию резервного автономного питания для корректора. Реализует автоматический сбор и передачу данных по технологии GPRS (FTP) с электронного корректора на удаленный сервер сбора данных под управлением программного обеспечения «Газсеть: Экстра» с последующей обработкой и анализом полученных данных.

**Контроллер телеметрии БПЭК-05-ЦК** подключается к электронному корректору по цифровым коммуникационным интерфейсам с последующей передачей полученной информации по GSM/GPRS-сети на удаленный модем или сервер сбора данных. Является не взрывозащищенным оборудованием и может быть использован только с устройствами, расположенными вне взрывоопасной зоны.

**Дискретные датчики**, подключенные к модулю телеметрии, осуществляют контроль состояния с передачей пользовательских СМС-сообщений на заранее установленный телефонный номер или пульт диспетчера в случае

изменения состояний дискретных выходов.

### Стратегическое развитие и взгляд в будущее

Новый комплекс учета газа с корректором ТМ-07 от ООО «Техномер» — это современное, готовое к масштабированию решение для индустрии, нацеленное на цифровизацию и максимальную эффективность использования энергоресурсов.

Расширение линейки производимого оборудования — это не просто техническое обновление, а последовательная реализация стратегии компании «Техномер». Выпуск новых комплексов позволяет укрепить отечественную приборную базу для газовой отрасли.

Рассмотрев измерительные комплексы учета газа СМТ-Комплекс и ПК-ТМ производства ООО «Техномер» и сделав акценты на их технических особенностях, авторы показали возможность применения каждого из этих узлов учета в различных сферах газоиспользования — коммунальном и промышленном секторах газового хозяйства.

Несмотря на их различия, можно видеть и сходство, объединяющее это специализированное оборудование, а именно — многообразие интерфейсов подключения и широкий спектр информационных потоков. Все это объединяет и позволяет выстроить гибкую систему учета природного газа. Выбрав на первом этапе один из элементов этой схемы, можно, в дальнейшем дополнив ее, сформировать надежную систему учета, включающую в себя не только сам измерительный комплекс, но и огромное количество периферийных устройств и программных продуктов производства ООО «Техномер».

В. А. Левандовский,  
генеральный директор,  
А. А. Сабурцев, заместитель начальника  
бюро продаж,  
А. Г. Сухинин, менеджер проекта,  
ООО «Техномер», г. Арзамас,  
Нижегородская обл.,  
тел.: 8 (83147) 7-66-74,  
эл. почта: info@tehnomer.ru,  
сайт: tehnomer.ru

## Система измерительная управляющая Альбатрос ТанкМенеджер-3

Готовое решение для измерения массы нефти и нефтепродуктов  
по ГОСТ 8.587-2019



- Интегрирование в АСУ ТП: четыре исполнения, в том числе без вторичного прибора.
- Вариативность исполнений системы даст возможность собирать любую конфигурацию из имеющихся первичных и вторичных приборов, а также интегрировать компоненты системы в многоуровневые АСУ ТП по своему желанию, в том числе с контроллерами сторонних фирм-производителей.
- Унифицированный «полевой» интерфейс HART позволяет контроллерам A17, A18 и концентратору Hub2 функционировать с любым из подключаемых типов полевого оборудования, реализуя схему «каждый с каждым».
- Алгоритм расчета объемно-массовых характеристик является составной частью математического обеспечения контроллеров A17, A18 и Post4 и входит в состав программно-технических средств системы ATM-3, объединенных единым сертификатом об утверждении типа СИ.
- Система может поставляться для группы резервуаров и по принципу «один резервуар - одна система».

### Контакты:

Россия, 127254, г. Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 3, этаж 2, офис 12

Тел./факс: +7 (499) 682-99-91, 682-99-96, +7 (495) 921-41-73

E-mail: [market@albatros.ru](mailto:market@albatros.ru)

[www.albatros.ru](http://www.albatros.ru), [альбатрос.рф](http://альбатрос.рф)

# «Альбатрос ТанкМенеджер-3»: измерительная управляющая система объемно-массового учета нефти и нефтепродуктов по ГОСТ 8.587-2019



Измерительная система АТМ-3 предназначена для объемно-массового учета в парках резервуаров, коммерческого и технологического учета жидких продуктов в соответствии с ГОСТ 8.587-2019, ее особенности позволяют собрать любую конфигурацию системы в зависимости от задач проекта. В статье рассмотрены функциональность, варианты исполнения, сферы применения АТМ-3.

АО «Альбатрос», г. Москва

Более 10 лет назад с опорой на корпоративные стандарты и требования известных нефтяных компаний были разработаны измерительные системы «Альбатрос ТанкСупервайзер» (АТС) и «Альбатрос ТанкМенеджер» (АТМ). В процессе их разработки, производства, поставки заказчику и эксплуатации стало понятно, что построенные по этим требованиям системы не всегда оптимальны, а иногда и избыточны для наших условий эксплуатации, технологий переработки, хранения и учета. Как с точки зрения стоимости, так и в плане технического содержания решений. В результате полученного опыта была разработана система «Альбатрос ТанкРезерв» (АТР), упрощающая построение систем и снижающая расходы заказчика на их приобретение, монтаж и эксплуатацию. При параллельном существовании всех трех систем обнаружилось, что достаточно высокий процент заказчиков хотел видеть набор оборудования, заимствованный из разных систем. Условно говоря, АТР с дополнительным оборудованием из АТС или АТС с дополнительным оборудованием из АТМ. Это вызывало неразрешимые трудности, связанные с требованиями и конфигурацией описания типа средств измерений (ОТ СИ). Так было принято решение о создании системы-конструктора, объединяющей все решения, с модернизированными приборами, под едиными сертификатами ТР ТС и ОТ СИ, позволяющими заказчику «собрать» любую конфигурацию по его стандартам или желанию.

Система измерительная управляющая «Альбатрос ТанкМенеджер-3»

(далее – АТМ-3) предназначена для объемно-массового учета в парках резервуаров, реализации коммерческого и технологического учета жидких продуктов с функциями контроля технологических процессов; измерения параметров нефти, нефтепродуктов и других жидких продуктов в мерах вместимости высотой от 1,5 до 25,0 м косвенным методом статических измерений (с возможностью ручного ввода

значения плотности) и косвенным методом, основанным на гидростатическом принципе. При измерении массы нефти и нефтепродуктов система удовлетворяет требованиям ГОСТ 8.587-2019 в рабочей области диапазона измерений.

**Функциональность.** В зависимости от исполнения система АТМ-3 в автоматическом режиме определяет уровни взлива продукта контактным

Таблица 1. Технические и метрологические характеристики АТМ-3

Параметр	Значение
Диапазон измерения уровня, мм	0...25 000
Диапазон измерения межфразного уровня, мм	0...25 000
Диапазон измерений температуры, °С	-45...+125
Диапазон измерения плотности, кг/м <sup>3</sup>	420...1070
Диапазон измерений избыточного давления паров, кПа	-1...10
Диапазон измерений гидростатического давления, кПа	0...150
Диапазон измерений объема продукта, м <sup>3</sup>	10...20 000
Диапазон измерений массы продукта, т	10...20 000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня, мм	±1, ±2, ±3, ±4, ±6 (в зависимости от типа ПП*)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения межфразного уровня, мм	±1, ±2, ±3 (в зависимости от типа ПП*)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±0,2; ±0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности, кг/м <sup>3</sup>	±1,0; ±4,0
Пределы допускаемой основной погрешности измерений избыточного давления паров, %	±0,1
Пределы допускаемой основной погрешности измерений гидростатического давления, %	±0,1
Пределы допускаемой основной погрешности измерений объема (с учетом погрешности градуировочной таб. 0,1), %	±0,1
Погрешность СОИ	±0,15
Пределы допускаемой погрешности измерений массы нефтепродукта при массе продукта от 200 т и более, %	±0,05
Пределы допускаемой погрешности измерений массы нефтепродукта при массе продукта до 200 т, %	±0,65

\*ПП – первичный преобразователь.

либо бесконтактным способом, под-товарной воды, снимает профиль температуры по высоте РВС (в 4, 8 или 16 точках), имеет диапазон измерения избыточного давления паров от –10 до 10 кПа, диапазон измерений гидростатического давления от 0 до 150 кПа. Контролируемая среда: нефть, нефтепродукты, газовый конденсат, сжиженный газ и другие жидкие продукты с плотностью от 420 до 1070 кг/м<sup>3</sup>.

**Принцип действия:** косвенный метод статических измерений (с возможностью ручного ввода значения плотности) и косвенный метод, основанный на гидростатическом принципе. Интегрирование в АСУ ТП: HART, RS-485 (протокол Modbus RTU), Ethernet (протокол Modbus TCP/IP), HTTP, FTP, USB FLASH, USB (эмуляция последовательного порта с наложением протокола Modbus RTU).

**Особенности.** Может поставляться для группы резервуаров и по принципу «один резервуар – одна система»; поддерживается связь с полевыми приборами по HART-протоколу (за исключением датчиков предельного уровня); можно приобрести любой прибор из состава системы отдельно. Вид взрывозащиты – искробезопасная электрическая цепь уровня «ia».

**Применение:** как на горизонтальных стальных резервуарах, в том числе находящихся под давлением, так и на вертикальных резервуарах с понтоном и без него. Гарантийный срок на серийную продукцию 3 года. Срок службы прибора 14 лет. Технические и метрологические характеристики АТМ-3 перечислены в табл. 1, исполнения системы указаны в табл. 2, состав и функциональное назначение приборов – в табл. 3.

Объем продукта является целевой функцией измеренного уровня и данных актуальной градуировочной таб-

лицы из паспорта на резервуар. Масса продукта вычисляется как произведение вычисленного объема на интегральную плотность, приведенных к одной и той же температуре, с вычетом массы балласта.

Для реализации коммерческого учета нефтепродуктов комплект системы позволяет сконфигурировать три основных варианта технологической схемы контроля:

- ▶ типовое проектное решение, включающее уровнемер (радиоволновый или магнитострикционный), многоточечный температурный преобразователь и преобразователи гидростатического давления «Альбатрос р20/р20 DELTA»;

- ▶ измеритель количества жидкости «Альбатрос М12», состоящий из измерителя уровня / средней температуры «Альбатрос М11-02/04/10/12» и датчика интегральной плотности «Альбатрос Q1»;

- ▶ измеритель уровня, температуры и количества жидкости «Альбатрос М11-06»/«Альбатрос М11-18».

Первый вариант сопряжен с выводом аппарата «из технологии» и требует до четырех точек подключения к процессу, в том числе в «нижнем поясе» РВС. Другие два варианта возможны без проведения огневых и сварочных работ и требуют лишь одну точку подключения к процессу. Контроллеры А17, А18 и пульт оператора стационарный Post4 предназначены для приема и обработки измеряемых параметров, проведения вычислительных операций, а также вывода результатов измерений и вычислений на панель индикации.

Разработанное математическое и программное обеспечение системы реализует:

- ▶ визуализацию измеренных параметров и аварийных оповещений;

- ▶ вычисление объема и плотности продукта с учетом градиента температуры по высоте резервуара;

- ▶ вычисление текущей массы продукта в резервуаре, а также отображение динамики ее изменения;

- ▶ формирование отчетов по товарным операциям.

АТМ-3 исполнения Post4 разработана на базе промышленного компьютера, готовых средств промышленной коммуникации и имеет законченное исполнение в виде типового шкафа с панелью индикации и дополнительными автоматизированными рабочими местами (АРМ) операторов при необходимости. Применение открытых решений дает возможность по размеру и функционально масштабировать АТМ-3 Post4 в соответствии с требованиями и стандартами конкретного предприятия. На базе АТМ-3 Post4 могут быть реализованы:

- ▶ автоматические системы измерения объема и массы (АСИ) в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП);

- ▶ автономная АСИ с АРМ операторов;

- ▶ АСУ ТП резервуарного парка.

Реализация АТМ-3 Post4 на основе стандартных средств вычислительной техники и промышленных коммуникаций, за счет введения дополнительного программного обеспечения (ПО), дополнительных коммуникационных шлюзов или серверов информационной безопасности (ИБ), позволяет настроить систему на особенности промышленного применения или прозрачно интегрировать ее в автоматизированную систему управления предприятием (АСУП). В АТМ-3 Post4 реализован обмен данными с системами верхнего уровня по промышленным протоколам Modbus RTU, Mod-

Таблица 2. Исполнения системы АТМ-3

Исполнение	Тип ВП	Количество ПП / тип полевой шины	Состав ПП	Количество ИКМ
Исполнение 0	Без вторичного прибора	1 / HART-протокол	M11, M12, R3, R4, p20 тип 403025, p20 тип 403026, p20 DELTA тип 403022, p20 DELTA тип 403023	1
Исполнение с А17	А17	До 24 / с HART-протоколом		6
Исполнение с А18	А18	До 4 / с HART-протоколом с суммарным током потребления не более 20 мА		1
Исполнение с пультом оператора Post4 (с концентраторами Альбатрос Hub2)	Post4		S7, S8, S8W, M11, M12, R3, R4, p20 тип 403025, p20 тип 403026, p20 DELTA тип 403022, p20 DELTA тип 403023, HUB2	16

Таблица 3. Состав и функциональное назначение приборов системы АТМ-3

Наименование прибора	Функциональное назначение
Измеритель уровня, температуры и количества жидкости Альбатрос М11	М11-01, М11-10 – измеряемые параметры: уровень, температура в 4/8/16 точках; М11-04, М11-12 – измеряемые параметры: уровень, уровень раздела сред, температура в 4/8/16 точках; М11-06 – измеряемые параметры: уровень, температура в 4/8/16 точках, избыточное давление газовой подушки, гидростатическое давление; М11-18 – измеряемые параметры: уровень, уровень раздела сред, температура в 4/8/16 точках, избыточное давление газовой подушки, гидростатическое давление
Измеритель количества жидкости Альбатрос М12 (М11+Q1)	М11-02, М11-10 – измеряемые параметры: уровень, температура в 4/8/16 точках; М11-04, М11-12 – измеряемые параметры: уровень, уровень раздела сред, температура в 4/8/16 точках; Q1 – интегральная плотность продукта
Уровнемер радиоволновый Альбатрос R3	Измерение уровня жидких и сыпучих продуктов в резервуарах с вариантами антенн: • R3-00, 01 – рупорная антенна; • R3-10 – параболическая антенна; • R3-20 – диэлектрическая антенна; • R3-30 – волновод; • R3-40, 41 – конусная антенна
Уровнемер радиоволновый Альбатрос R4	Измерение уровня жидких и сыпучих продуктов в резервуарах с вариантами чувствительных элементов: • R4-0, 1 – трос; • R4-2 – стержень
Преобразователь давления Альбатрос р20	Диапазон измерений избыточного давления паров: -10...10 кПа
Преобразователь давления Альбатрос р20 DELTA	Измерение перепада давлений газообразных продуктов, жидких продуктов и паров в диапазонах: 0...10; 0...160 кПа
Датчик предельного уровня Альбатрос S7	• Контроль предельного уровня жидкости (одна точка); • вертикальная установка или боковая врезка
Датчик предельного уровня Альбатрос S8	• Контроль предельного уровня жидкости (две точки), в том числе на аппаратах под давлением; • вертикальная установка, до 4 м
Датчик предельного уровня Альбатрос S8M	• Контроль предельного уровня жидкости (две точки); • вертикальная установка, до 16 м
Контроллер А17	• Искробезопасное питание «полевого» оборудования; • расчет и индикация измеряемых параметров, ведение архива данных; • управление внешними устройствами; • формирование стандартных токовых сигналов; обмен информацией по последовательному интерфейсу с ЭВМ верхнего уровня; • ПИД-регулирование по любым параметрам, измеряемым подключенными к прибору датчиками. Количество подключенных датчиков – до 24
Контроллер А18	• Искробезопасное питание «полевого» оборудования; • расчет и индикация измеряемых параметров; расчет плотности, объема и массы с использованием градуировочной таблицы; • управление внешними устройствами. Количество подключаемых датчиков – до 4
Концентратор Альбатрос Hub2	• Взрывобезопасное питание и опрос датчиков и сигнализаторов, установленных на резервуаре; • расчет и индикация измеряемых параметров; • обмен информацией с пультом системы по интерфейсу RS-485 (Modbus RTU). Устанавливается рядом с резервуаром
Пульт оператора Альбатрос Post4	• Обеспечение электропитания системы • опрос «полевого оборудования»; • окончательный расчет, индикация и архивирование измеренных параметров; • формирование управляющих дискретных сигналов типа «сухой контакт» для управления внешними устройствами автоматики; • обмен информацией с системами верхнего уровня по Ethernet (протоколы Remoting, OLE DB Microsoft Corporation). Количество обслуживаемых системой резервуаров – до 16

bus TCP, OPC DA, OPC UA, который может быть расширен и настроен под требования конкретного применения.

В зависимости от состава функций промышленный компьютер системы обработки информации (СОИ) может быть реализован в виде панельного компьютера, компьютера в индустриальном стойном исполнении, сервера или набора серверов с реализацией средств обеспечения отказоустойчивости и ИБ.

В АТМ-3 Post4 реализованы требования к ПО средств измерений по защите измерительной информации. Открытая архитектура АТМ-3 Post4 позволяет внедрить в нее технические средства и ПО защиты информации, принятые у конкретной компании, обеспечив возможность безопасно интегрировать ее в систему обеспечения информационной безопасности предприятия. Рекомендации по применению системы измерительной

управляющей АТМ-3 приведены в табл. 4.

А. В. Ван, к. т. н., заместитель коммерческого директора,  
А. Г. Терехин, начальник отдела разработки и сопровождения ПО,  
АО «Альбатрос», г. Москва,  
тел.: +7 (499) 682-9991,  
эл. почта: market@albatros.ru,  
сайт: www.albatros.ru

Таблица 4. Рекомендации по применению системы измерительной управляющей АТМ-3 на технологических площадках подготовки, транспорта и хранения светлых и темных нефтепродуктов и сжиженных углеводородов

Объект контроля	Технологические схемы контроля	Состав приборного обеспечения
<p><b>1. РВС темные и светлые н/продукты без понтона и плавающей крышей.</b> Контроль уровня, уровня раздела сред, температуры, объема, плотности, массы. Измерение уровня радарным или многоканальным уровнемером, в т.ч. с контролем базовой высоты емкости.</p> <p>Структурная схема комплекса технических средств для территориально-распределенных объектов с базовой топологией типа «звезда» и централизованной обработкой измерительной информации.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Контроль базовой высоты емкости</b></p>	<p>1. Система измерительная управляющая АТМ3 на базе пульта оператора Post4.</p> <p>1.1. Состав «полевого» оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- радарный уровнемер R3-10;</li> <li>- многоточечный термометр с измерением уровня подтоварной воды M11-12;</li> <li>- преобразователи давления Альбатрос p20 и Альбатрос p20 Delta;</li> <li>- концентратор Hub2.</li> </ul> <p>1.2. Состав «полевого» оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- многоканальный измеритель уровня и температуры M11-12;</li> <li>- преобразователи давления Альбатрос p20 и Альбатрос p20 Delta;</li> <li>- концентратор Hub2.</li> </ul> <p>1.3. Состав «полевого» оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измеритель количества жидкости M12;</li> <li>- концентратор Hub2.</li> </ul> <p>1.4. Состав «полевого» оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- многоканальный измеритель уровня, температуры и количества жидкости M11-18;</li> <li>- концентратор Hub2.</li> </ul>

Таблица 4 (продолжение)

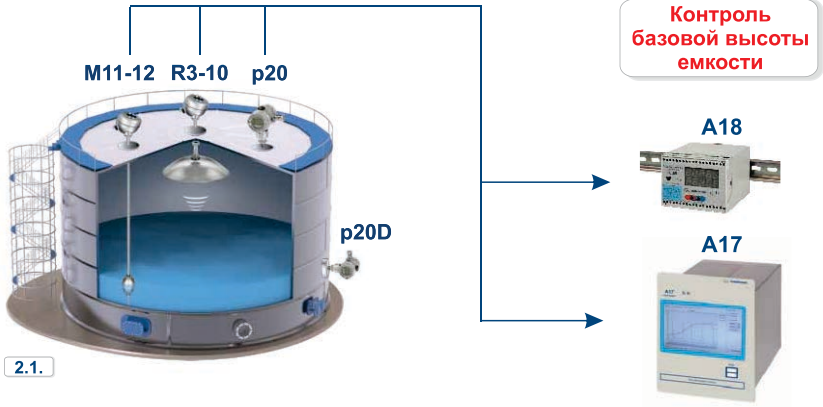
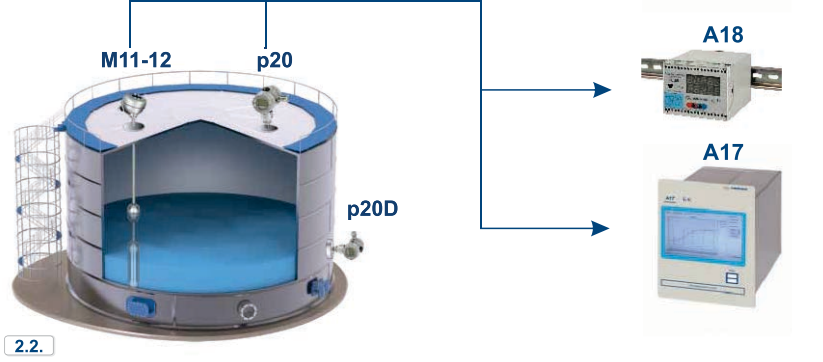
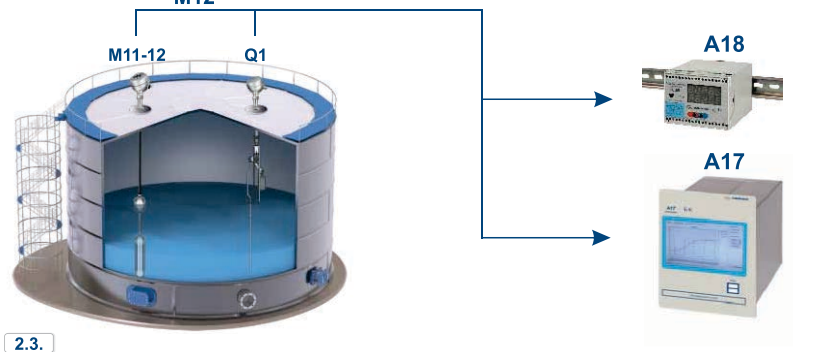

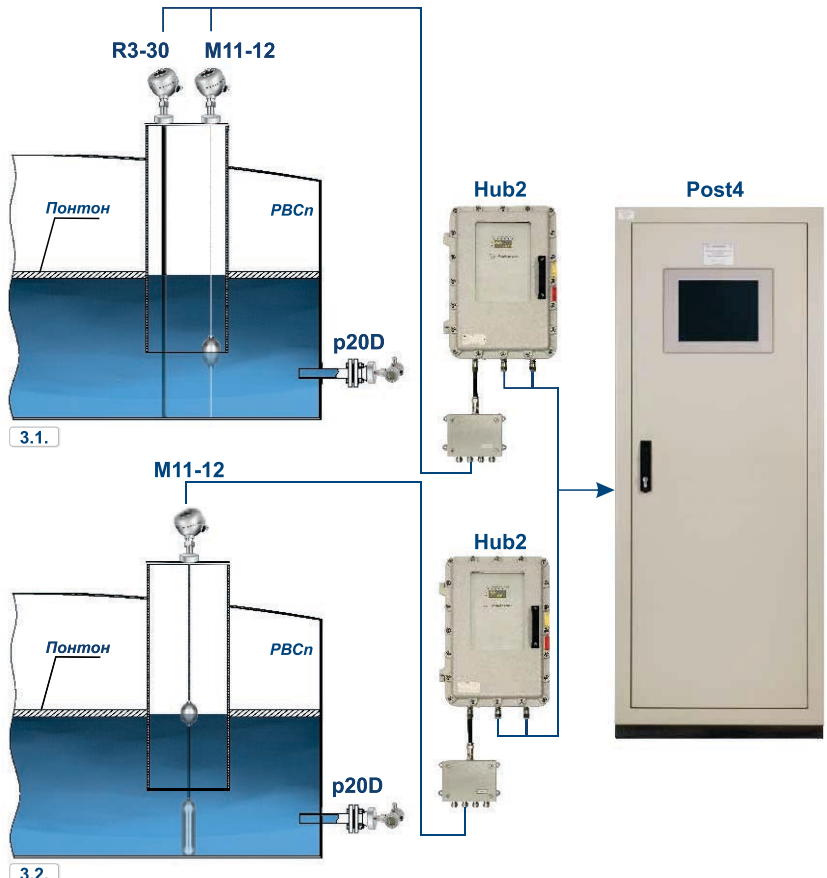
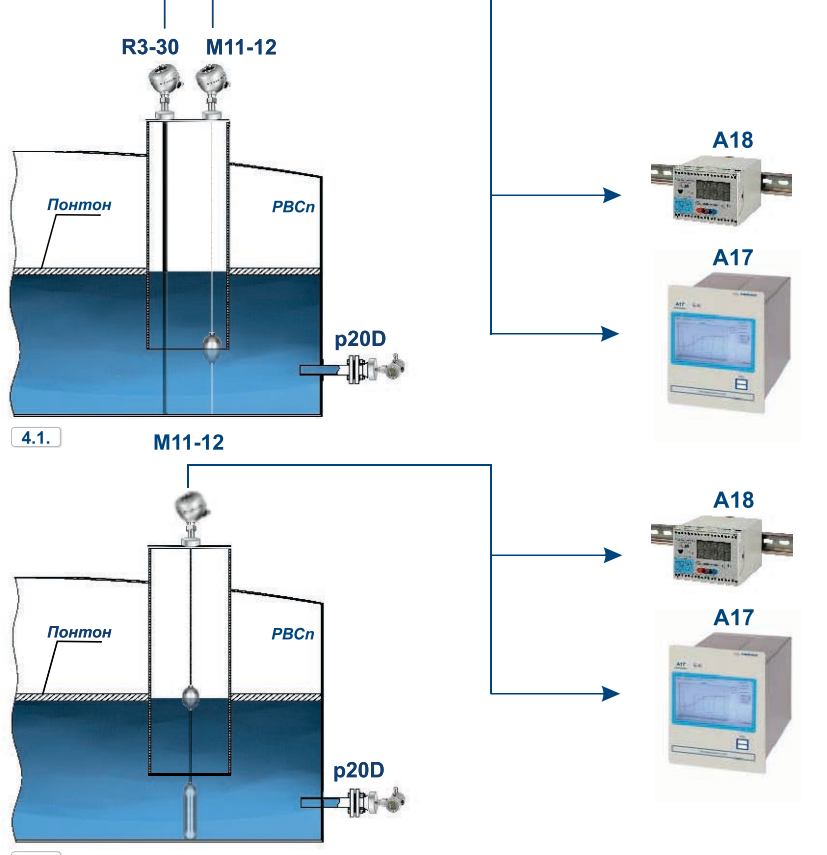
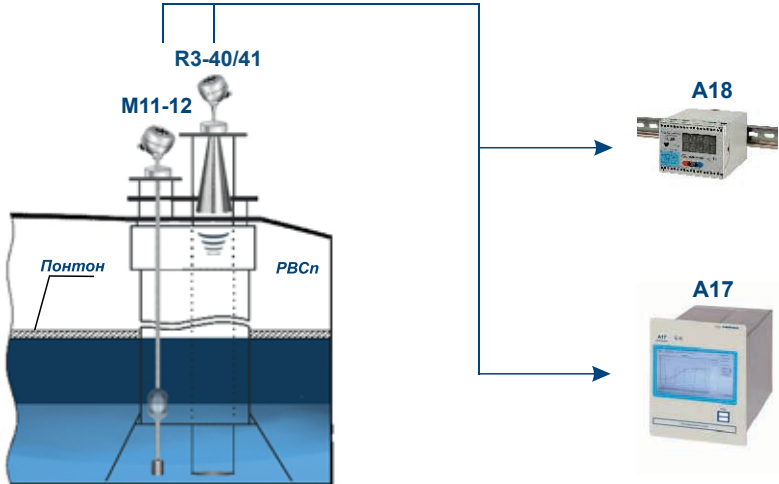
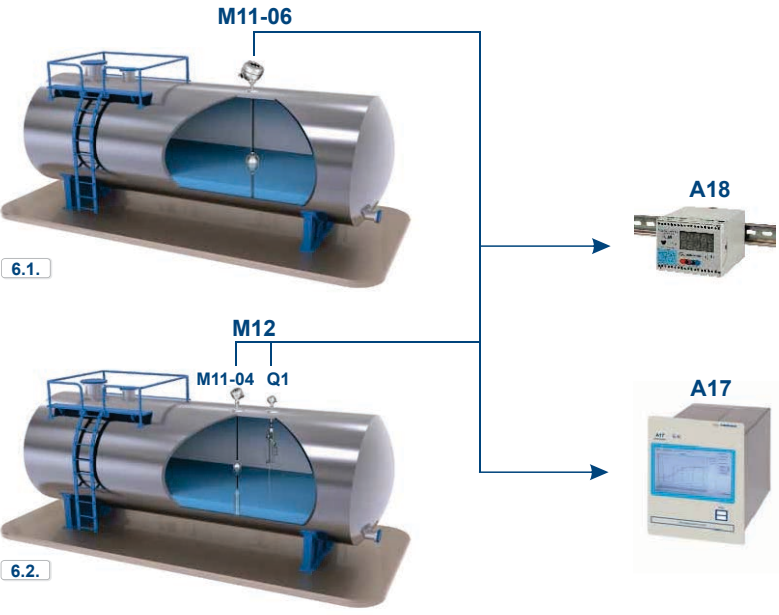
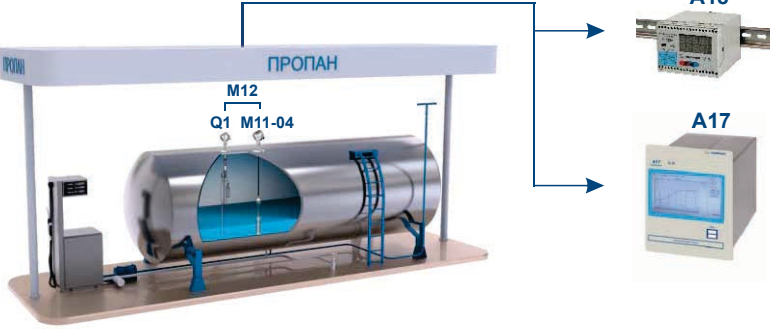
Объект контроля	Технологические схемы контроля	Состав приборного обеспечения
<p><b>2. РВС темные и светлые н/продукты без понтона и плавающей крышей.</b> Контроль уровня, уровня раздела сред, температуры, объема, плотности, массы. Измерение уровня радарным или многоканальным уровнемером, в т.ч. с контролем базовой высоты емкости.</p>	<p><b>2.1.</b></p>  <p><b>2.2.</b></p> 	<p>2. Система измерительная управляющая АТМ3 на базе контроллеров А17 или А18.</p> <p>2.1. Состав оборудования: - радарный уровнемер R3-10; - многоточечный термометр с измерением уровня подтоварной воды M11-12; - преобразователи давления Альбатрос p20 и Альбатрос p20 Delta; - контроллер А17/А18.</p> <p>2.2. Состав оборудования: - многоканальный измеритель уровня и температуры M11-12; - преобразователи давления Альбатрос p20 и Альбатрос p20 Delta; - контроллер А17/А18.</p>
<p>Структурные схемы локальных измерительных управляющих комплексов.</p>	<p><b>2.3.</b></p>  <p><b>2.4.</b></p> 	<p>2.3. Состав оборудования: - измеритель количества жидкости M12; - контроллер А17/А18.</p> <p>2.4. Состав оборудования: - многоканальный измеритель уровня, температуры и количества жидкости M11-18; - контроллер А17/А18.</p>

Таблица 4 (продолжение)

Объект контроля	Технологические схемы контроля	Состав приборного обеспечения
<p><b>3. РВСн светлые н/продукты с понтоном или плавающей крышей.</b> Контроль уровня, уровня раздела сред, температуры, объема, плотности, массы. Измерение уровня радарным или многоканальным уровнемером</p> <p>Структурная схема комплекса технических средств для территориально-рассредоточенных объектов с базовой топологией типа «звезда» и централизованной обработкой измерительной информации</p>	 <p>3.1.</p> <p>3.2.</p>	<p>3. Система измерительная управляющая АТМЗ на базе пульта оператора Post4.</p> <p>3.1. Состав «полевого» оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- радарный уровнемер R3-30;</li> <li>- многоточечный термометр с измерением уровня подтоварной воды M11-12;</li> <li>- преобразователь давления Альбатрос p20 Delta;</li> <li>- концентратор Hub2.</li> </ul> <p>3.2. Состав «полевого» оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- многоканальный измеритель уровня и температуры M11-12;</li> <li>- преобразователь давления Альбатрос p20 Delta;</li> <li>- концентратор Hub2.</li> </ul>
<p><b>4. РВСн светлые н/продукты с понтоном или плавающей крышей.</b> Контроль уровня, уровня раздела сред, температуры, объема, плотности, массы. Измерение уровня радарным или многоканальным уровнемером</p> <p>Структурные схемы локальных измерительных управляющих комплексов.</p>	 <p>4.1.</p> <p>4.2.</p>	<p>4. Система измерительная управляющая АТМЗ на базе контроллеров А17 или А18</p> <p>4.1. Состав оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- радарный уровнемер R3-30;</li> <li>- многоточечный термометр с измерением уровня подтоварной воды M11-12;</li> <li>- преобразователь давления Альбатрос p20 Delta;</li> <li>- контроллер А17/А18.</li> </ul> <p>4.2. Состав оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- многоканальный измеритель уровня и температуры M11-12;</li> <li>- преобразователь давления Альбатрос p20 Delta;</li> <li>- контроллер А17/А18.</li> </ul>

Объект контроля	Технологические схемы контроля	Состав приборного обеспечения
<p><b>5. РВСп светлые и темные н/продукты с понтоном или плавающей крышей.</b> Контроль уровня, уровня раздела сред, температуры. Измерение уровня радарным уровнемером.</p>	 <p>5.1.</p>	<p>5. Система измерительная управляющая АТМ-3 на базе контроллеров А17 или А18.</p> <p>5.1. Состав оборудования: - радарный уровнемер R3-40/41 с измерительной трубой; - многоточечный термометр с измерением уровня подтоварной воды M11-12; - контроллер А17/А18.</p>
<p><b>6. РГС – АЗС, склады ГСМ.</b> Контроль уровня, температуры, объема, плотности, массы.</p> <p>Структурные схемы локальных измерительных управляющих комплексов.</p>	 <p>6.1.</p> <p>6.2.</p>	<p>6. Система измерительная управляющая АТМ3 на базе контроллеров А17 или А18.</p> <p>6.1. Состав оборудования: - многоканальный измеритель уровня, температуры и количества жидкости M11-06; - контроллер А17/А18.</p> <p>6.2. Состав оборудования: - измеритель количества жидкости M12; - контроллер А17/А18.</p>
<p><b>7. РГС – сжиженные углеводороды.</b> Контроль уровня, температуры, объема, плотности, массы.</p>	<p><b>АГЗС</b></p>  <p>7.1.</p>	<p>7. Система измерительная управляющая АТМ3 на базе контроллеров А17 или А18.</p> <p>7.1. Система измерительная управляющая АТМ3 в составе: - измеритель количества жидкости M12; - контроллер А17/А18.</p>

# Сухие трансформаторы ТСЛ/ТСЗЛ

Сегодня сухие трансформаторы всё чаще выбирают вместо масляных как более безопасное решение для объектов с повышенными требованиями к пожарной и экологической безопасности. Однако эксплуатация сухих трансформаторов накладывает свои требования: устойчивость к перегрузкам, вибрациям, низким температурам, перенапряжениям и агрессивной среде. Мы поговорили с **Сергеем Шаровым**, заместителем генерального директора по региональному развитию компании «ЭНЕРГОПРОМ-АЛЪЯНС», которая является производителем и поставщиком электротехнического оборудования классов напряжения 0,4–35 кВ. В беседе затронуты темы конструктивных особенностей трансформаторов ТСЛ/ТСЗЛ, используемых технологий и преимуществ, которые эти решения дают конечному потребителю. ■■■

**ЦИТАТА:** Если величина частичных разрядов не больше 10 пикокулон, как по ГОСТу положено, то такой трансформатор может проработать 30 лет. Но если показатель превышен, то трансформатор проработает два-три года и сгорит. А то, что он сгорел из-за внутренних причин, из-за превышения уровня частичных разрядов, доказать будет уже нельзя.

*Сергей Александрович! Давайте поговорим о деградации изоляции и ее предупреждении. У трансформаторов ТСЛ/ТСЗЛ заявлен очень низкий уровень частичных разрядов. Как этого добиться и что это дает потребителю?*

Трансформатор с литой изоляцией был разработан в конце 1960-х годов и изначально предназначался на мощности не более 1000 кВА. Но сейчас, в 2025 году, средняя мощность трансформаторов — 2500 кВА. При изготовлении таких трансформаторов используется достаточно большой объем смолы, и для проверки ее качества существует два типа испытаний: это измерение величины частичных разрядов и измерение температуры стеклования изоляционного компаунда.

Нам удалось снизить величину частичных разрядов до уровня, соответствующего требованиям международных стандартов, — не более 5 пикокулон. Хотя по российскому ГОСТу допускается не более 10 пикокулон.

Мы этого добились благодаря самой современной заливочной линии в России — линии вакуум-давления. При заливке трансформаторов мы не просто используем вакуум, как все остальные, а создаем так называемую пропульсацию, то есть вакуум-давление. Вот как бетон утрясается, вибрирует — приблизительно тот же процесс происходит в автоклавах, благодаря чему все пузырьки воздуха, которые были в компаунде, полностью исключаются из обмотки.

Частичные разряды — очень вредная вещь. Они проявляются не сразу, их не выявишь на приемосдаточных испытаниях у заказчика. Частичные разряды возникают со временем и постепенно разрушают изоляцию, в результате чего происходит либо пробой изоляции, либо межвитковое замыкание. Здесь и определяется срок жизни трансформатора. Если величина частичных разрядов не больше 10 пикокулон, как по ГОСТу положено, то

такой трансформатор может проработать 30 лет. Но если показатель превышен, то трансформатор проработает



▲ С. А. Шаров, заместитель генерального директора по региональному развитию



Рис. 1. Трансформатор ТСЛ/ТСЗЛ: внешний вид

два-три года и сгорит. А то, что он сгорел из-за внутренних причин, из-за превышения уровня частичных разрядов, доказать будет уже нельзя.

И второй очень важный параметр — это определение температуры стеклования. Когда заливается компаунд, он находится либо в жидком, либо в гелеобразном состоянии и обладает определенными свойствами, в том числе диэлектрическими. Но после затвердевания компаунд свои химические и физические свойства меняет. Нужно определить показатели процесса: правильно ли его запекают при определенной температуре, правильно ли образуется кристаллическая решетка компаунда и т.д. Единственный способ — это определение температуры стеклования с помощью калориметра.

Если раньше, когда были маленькие трансформаторы до 1000 кВА, такими вещами можно было пренебречь, то уже в ГОСТ Р 54827-2011 проведение названных испытаний — обязательное требование для всех трансформаторов, разработанных пос-

ле 2012 года. Величину частичных разрядов указывает завод-изготовитель в протоколе приемо-сдаточных испытаний на трансформатор.

*А заказчик может как-то подтвердить эти данные? Скажем, перепроверить.*

Он может отправить трансформатор в специализированную лабораторию или на другой трансформаторный завод. Просто для измерения частичных разрядов нужно специальное оборудование, а также клетка Фарадея, экранирующая все помехи, с отдельным питанием и независимым от завода заземлением. Это целая наука — измерение частичных разрядов.

*Какова механическая и климатическая стойкость изоляции трансформаторов ТСЛ/ТСЗЛ, как оборудование ведет себя при перенапряжениях и скачках напряжения в сети, в пыльном, влажном помещении и т.д.?*

По климатической стойкости наши трансформаторы (рис. 1) соответствуют классам С3 (от  $-45$  до  $+40$  °С)

и С4 (от  $-60$  до  $+40$  °С). А пыльные или влажные помещения — это не имеет значения, потому что обмотка высокого напряжения находится в компаунде. Для того чтобы полностью исключить гигроскопичность обмотки низкого напряжения (рис. 2), мы дополнительно пропитываем ее в глубоком вакууме — по технологии HVPI (high vacuum press infusion).

Стойкость к токам короткого замыкания достигается благодаря использованию современного материала prepreg DMD — очень надежного, который склеивает между собой ленту по низкой стороне с обеих сторон специальным компаундом при высоких температурах, что не дает трансформатору под воздействием токов короткого замыкания, как говорится, вывернуться наизнанку (что иногда случается с некачественным оборудованием).

*До каких значений трансформаторы ТСЛ способны безопасно выдерживать перегрузку без снижения ресурса изоляции и рисков перегрева?*

У нас есть нормативные документы, которые это регулируют, — Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП). Трансформатор можно перегружать по току до 60%, но не более пяти минут. Это никак не отразится на диэлектрических свойствах изоляции.

*Расскажите о морозостойких исполнениях. Что дает морозостойкость при реализации проектов?*

Такая характеристика, как морозостойкость, в нашей стране нужна. В России не только в Арктике, но и на значительной части территории температура опускается ниже  $-45$  °С.



Рис. 2. Обмотка низкого напряжения



Рис. 3. Обмотка высокого напряжения трансформатора

Как я уже сказал, у нас есть трансформаторы климатического класса С4 с температурным диапазоном от  $-60$  до  $+40$  °С (эксплуатация, хранение и транспортировка). Всю без исключения изоляцию, которая к нам приходит, мы проверяем в собственной химической лаборатории, в специальной камере для изготовления прототипов трансформатора. Мы делаем прототип обмотки высокого напряжения с литой изоляцией (рис. 3) и охлаждаем ее до  $-80$  °С, а потом нагреваем до  $+180$  °С. И так десять циклов. И смотрим на то, как ведет себя изоляция в этих шоковых режимах работы. Естественно, в это время обмотка находится под напряжением. Потом, если не возникло никаких изменений в обмотке, трещин, повреждений, мы запускаем смолу в промышленное производство трансформаторов.

*Расскажите о классах пожарной безопасности и экологической устойчивости ваших трансформаторов. Какие испытания проведены? Какие конструктивные решения применены?*

Мы имеем сертификат пожарной безопасности на всю выпускаемую продукцию. Трансформаторы у нас являются невозгораемыми, класс пожарной безопасности F1. Дополнительно в обмотки высокого напряжения добавляется оксид алюминия (он же тригидрат алюминия). Если вдруг не по вине трансформатора на подстанции возникнет пожар, то обмотки при нагреве начнут выделять углекислый газ, который способствует самозатуханию объекта.

*Шумовой фон — беда большинства трансформаторов. Какую шумовую нагрузку создают трансформаторы серии ТСЛ/ТСЗЛ?*

Конструкция трансформаторов ТСЛ/ТСЗЛ достаточно уникальна. За счет уменьшения высоты изделия удалось увеличить сечение магнитопровода. Основной шум, который выделяет трансформатор, выдает магнитопровод. Соответственно, чем больше сечение магнитопровода, тем шум меньше. Из-за самого уменьшения высоты шум тоже снижается за счет того, что, чем выше находится источник шума, тем шумнее объект. Так что стандартная линейка наших трансформаторов является малошумной и энергоэффективной. Наконец, завод обладает собственной шумовой камерой для измерения уровня звуковой мощности и давления. Можно приехать и лично убедиться в этих измерениях. Мы всегда открыты.

*Как выбор типа обмоток (медные или алюминиевые) влияет на параметры трансформатора ТСЛ/ТСЗЛ — его массу, эффективность охлаждения, стоимость и срок службы?*

Трансформаторы с медными обмотками чуть меньше по габаритам. Медь — более плотный металл, чем алюминий, поэтому и трансформатор получается меньше. Но так как это более тяжелый материал, то медные трансформаторы больше весят.

О преимуществах медных и алюминиевых трансформаторов дискуссия ведется достаточно давно. Мое личное мнение — алюминиевые трансформаторы лучше, чем медные, потому что у алюминиевого трансформатора площадь охлаждения больше, нежели у медного. А у трансформатора самая главная задача — это отвести тепло. Трансформатор нагревается, и чем эффективнее мы отведем тепло, тем для трансформатора лучше. По этой причине в трансформаторах делают дополнительные вентиляционные каналы, чтобы улучшить циркуляцию воздуха, устанавливают принудительную вентиляцию.

Есть еще один немаловажный параметр — коэффициент расширения компаунда и материала проводника. У алюминиевых трансформаторов он практически совпадает, то есть при нагреве компаунд и проводник расширяются одинаково. А у медных трансформаторов он разный. Поэтому требуется очень жесткое армирова-

ние, то есть дополнительное усиление конструкции трансформатора для того, чтобы обмотку не разорвало при нагреве проводника.

*Некоторые компании настаивают на меди.*

Это традиции. Я даже могу сказать, что так сложилось исторически: когда зарождалась электрификация, все проводники были медными. Алюминий тогда еще даже добывать не умели, его использовали для ювелирных украшений. Даже когда началось массовое внедрение электрических сетей, алюминий был дороже меди. Из-за сложившейся традиции сегодня целые страны используют исключительно медь. Например, в Англии алюминий запрещен на законодательном уровне. Но сейчас алюминий стоит гораздо меньше. Медный трансформатор в 2,5 раза дороже, чем алюминиевый.

*Какие сертификаты по сейсмостойкости у вас имеются?*

Мы прошли полный цикл испытаний трансформаторов на сейсмостойкость: 9 баллов по шкале MSK-64. А также прошли испытания на виброустойчивость трансформаторов и на транспортировку. Проводили его в Центре комплексно-сейсмических испытаний (ЦКСИ) в Санкт-Петербурге. Есть видео, где наш трансформатор трясут на платформе в течение восьми часов в разных плоскостях и при разных режимах. Причем важно, что был испытан серийный трансформатор — специально для тестирования мы его не делали! Например, не меняли изоляторы, которые держат обмотки, на более усиленные.

Беседовали: С. В. Бодрышев,  
главный редактор журнала «ИСУП»;



С. А. Шаров, заместитель генерального  
директора по региональному развитию,  
ООО «ЭНЕРГОПРОМ-АЛЪЯНС», г. Москва,  
тел.: +7 (800) 500-4969,  
эл. почта: office@epatrade.ru,  
сайт: epatrade.ru

# Прошивки управления приводами как инструмент модернизации станочного оборудования



В статье рассмотрено программное обеспечение – специализированные прошивки, предназначенные для управления станочным оборудованием с помощью преобразователей частоты. Представлены электронная коробка подач (ЭКП), прошивки ориентации вала, электронного вала (для синхронного вращения нескольких приводов), обнаружения дисбаланса нагрузки.

ООО «КоСПА», г. Москва

В станкостроении и при модернизации действующего оборудования механика часто становится камнем преткновения. От ее износа зависят точность и в принципе возможности станка. В то же время отказ от жестких кинематических связей в пользу программных алгоритмов, реализуемых с помощью внедрения привода с частотным преобразователем, который сегодня все чаще заменяет механику, позволяет расширить возможности с минимальным вмешательством в конструкцию.

На практике применение ПЧ означает более простую переналадку станка в процессе работы, стабильность и повторяемость операций, а также возможность адаптировать станок под конкретную технологическую задачу – от нарезания резьбы до сложных синхронных движений. В таких решениях преобразователи частоты, например, ПЧ YASKAWA серии GA700, рассматриваются прежде всего как аппаратная платформа для внедрения прикладных прошивок, управляющих работой привода.

Прошивки, разрабатываемые компанией «КоСПА», представляют собой прикладное ПО для управления дви-

жением привода и исполняются в промышленных ПЧ YASKAWA серии GA700. В них заложены алгоритмы, которые раньше выполнялись механической частью станка. Они формируют заданные зависимости между скоростью, положением и нагрузкой привода в соответствии с технологическим процессом. Рассмотрим примеры таких решений: электронную коробку подач, прошивки ориентации вала, электронного вала и обнаружения дисбаланса нагрузки на валу электродвигателя.

## Электронная коробка подач для токарно-винторезных станков

Электронная коробка подач (ЭКП) представляет собой специализированную прошивку для универсальных токарно-винторезных станков, в которой программно реализованы функции механических коробок подач и гитар сменных шестерен (рис. 1). Алгоритмы ЭКП обеспечивают жесткую синхронизацию вращения шпинделя и оси подачи с программно задаваемым передаточным отношением, рассчитываемым с точностью до девяти знаков после запятой. Синхронизация реализуется на уровне привода,

что позволяет выполнять нарезание резьбы и точение с различными подачами без механической переналадки, обеспечивая стабильность шага в требуемом диапазоне скоростей.

Прошивка поддерживает микроподачи 0,05 и 0,01 мм/об, что обеспечивает получение показателей шероховатости поверхности до Ra 0,32 мкм



Рис. 1. Электронная коробка подач (ЭКП) в электрошкафу

без дополнительной шлифовки. ЭКП применяется на распространенных моделях универсальных токарно-винторезных станков, включая 16Б16Т, 1К62, 16К20, 1М63 и аналогичные.

В состав системы входят пульт оператора с экранами настройки и контроля, а также электрошкаф. На экране отображаются выбранные передаточные отношения и текущая нагрузка приводов. Дополнительно реализованы сервисные функции: журнал работы станка, учет времени наработки и количества включений, контроль ресурса основных компонентов.

Область применения ЭКП не ограничивается токарными операциями. За счет реализации электронного вала прошивка используется и в навивочных станках, где требуется строгое соблюдение шага и стабильность синхронного движения в течение всего технологического цикла. Наряду с электронной коробкой подач компанией «КоСПА» разработан и внедрен ряд специализированных прошивок, ориентированных на типовые задачи.

#### Ориентация вала

Прошивка ориентации вала обеспечивает программный поворот шпинделя или исполнительного механизма в заданное угловое положение с контролируемой остановкой (рис. 2). Функция применяется при смене инструмента, загрузке и выгрузке деталей, а также в индексных и кулачковых механизмах, где требуется повторяемое позиционирование без использования механических фиксаторов.

ПЧ с установленной прошивкой ориентации вала обеспечивает замедление двигателя при подаче команды ориентации и включение ориентации после замедления; удерживает позицию до получения команды на продолжение работы и др. Такая функциональность находит применение во вращающихся печах, дробилках, системах дозирования и многих других устройствах.

#### Электронный вал (ELS)

С помощью прошивки электронного вала (Electronic Line Shaft – ELS) преобразователь частоты обеспечивает синхронное движение нескольких электроприводов по схеме «ведущий – ведомый» (рис. 3). Ведомый привод (slave) следует за ведущим (master), синхронизируясь с ним.

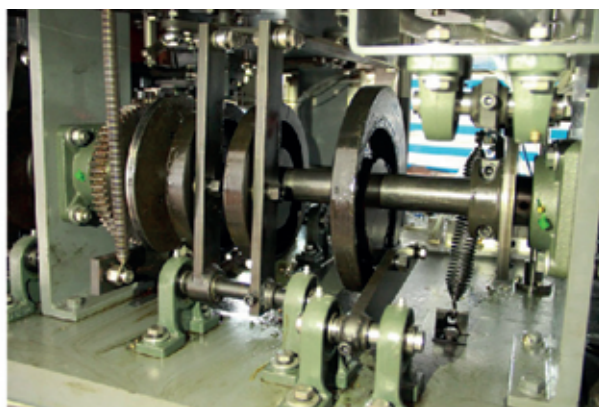


Рис. 2. Функция ориентации вала двигателя

Движение ведущего и ведомого приводов может синхронизироваться по положению и по скорости. Жесткая связь по положению требуется главным образом в механизмах, приводимых в движение несколькими моторами (например, планшайба токарно-карусельного станка вращается от двух электродвигателей, расположенных с противоположных сторон). В этом случае ведомый привод синхронизирует с ведущим свой угол смещения, а возникающие ошибки компенсируются алгоритмами ПЧ. В процессе работы допускается изменение угла смещения в диапазоне от 0 до  $\pm 179,9$  градусов.

В задачах, не требующих синхронизации положений, может осуществляться синхронизация по времени (например, в навивочных станках). В этом случае ведомый привод поддерживает скорость, подчиняясь импульсам с датчика положения ведущего электропривода. Коэффициент передачи между ведущим и ведомым

электроприводом может быть задан без ограничений.

#### Обнаружение дисбаланса нагрузки

Традиционно дисбаланс нагрузки на валу электродвигателя выявляется с помощью средств вибродиагностики: виброреле, датчиков вибрации и др. Прошивка обнаружения дисбаланса позволяет сделать это с помощью преобразователя частоты (рис. 4).

Функция обнаружения дисбаланса применяется как при пуске новых систем, так и при эксплуатации существующих. В новых системах преобразователь частоты указывает на неправильную центровку электродвигателя с механизмом, наличие незатянутых креплений, проблемы с фундаментом/рамой и др. При длительной эксплуатации необходимо вовремя выявить износ соединительных муфт, подшипников, небаланс роторов дымососов и вентиляторов вследствие износа лопаток, разрушение креплений, рам и пр.

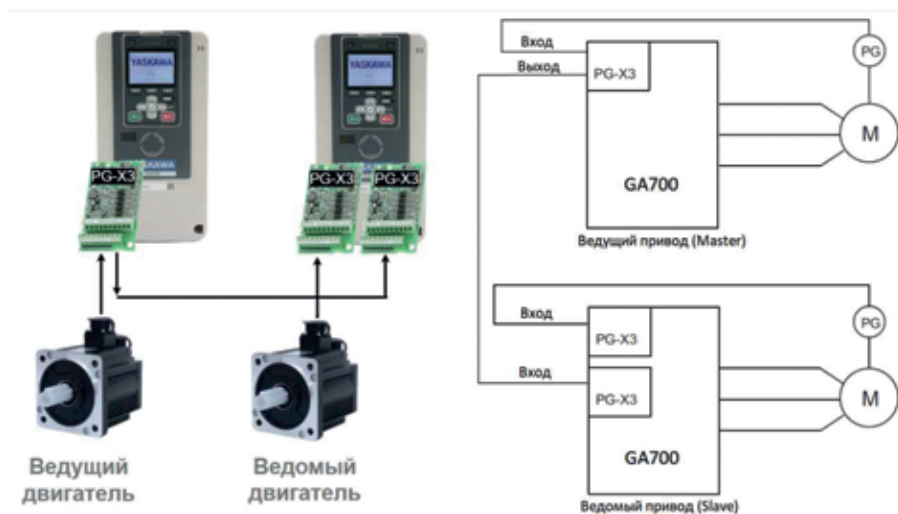


Рис. 3. Реализация электронного вала (ELS) в системе YASKAWA



Рис. 4. Обнаружение баланса нагрузки

По внешнему разрешающему сигналу прошивка выявляет пульсации момента за указанный период времени, которые превышают заданное

рассогласование между минимальным и максимальным значением момента. При наличии разрешающего сигнала выдается дискретный сигнал о воз-

никновении недопустимых пульсаций на роторе двигателя. Кроме этого, прошивка определяет максимальное рассогласование моментов в заданном временном периоде, фиксирует минимумы, максимумы и количество выходов за допустимый диапазон.

Преобразователь частоты с этой прошивкой способен обнаруживать дисбаланс нагрузки не только на валу асинхронных и синхронных двигателей с постоянными магнитами, но и у синхронно-реактивных двигателей. Такую диагностику можно использовать для скоростных механизмов, так как сам ПЧ GA700, на который устанавливается данное приложение, имеет возможность разгонять двигатели до 590 Гц. ПЧ с прошивкой обнаружения дисбаланса применяется для насосов, компрессоров, вентиляторов, малых прокатных и протяжных станов, для приводов конвейерных систем и многих других механизмов.

В заключение скажем, что благодаря специализированным прошивкам ПЧ могут взять на себя выполненные функции, которые традиционно выполняются за счет жестких механических связей.

ООО «КОСПА», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 660-2822,  
эл. почта: [cospa.office@cospa.ru](mailto:cospa.office@cospa.ru),  
сайт: [www.cospa.ru](http://www.cospa.ru)

**22-24**  
АПРЕЛЯ 2026

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



ENERGETIKA-RESTEC.RU



## ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

33-я международная специализированная выставка энергетического, электротехнического и светотехнического оборудования и технологий, средств автоматизации технологических процессов


18+

**НА ВЫСТАВОЧНОЙ ПЛОЩАДКЕ РАБОТАЮТ**

- ЗОНА ПРЕЗЕНТАЦИЙ
- ЦЕНТР ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

ОРГАНИЗАТОРЫ

**EXPOFORUM**

тел.: +7 (812) 240 40 40 доб. 2240  
e-mail: [ea.nasretdinova@expoforum.ru](mailto:ea.nasretdinova@expoforum.ru)

**РЕСЭВК**

тел.: +7 (812) 3206363 доб. 743  
e-mail: [visit@energetika-restec.ru](mailto:visit@energetika-restec.ru)

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
**ЭКСПОФОРУМ**  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

«Энергетика и электротехника» проводится ежегодно в рамках Российского международного энергетического форума (РМЭФ), параллельно со специализированными выставками «Комплексные системы защиты объектов ТЭК», «ЖЮК России» и «Защита от коррозии».



## Частотные преобразователи СИРИУС — «умное сердце» современного производства

**КОМПАНИЯ  
ТЭС**

В статье рассмотрено назначение преобразователей частоты и проблемы, которые решаются с их помощью на производстве. Представлены четыре различные серии ПЧ СИРИУС, рассказано о сферах их применения, приведены сравнительные характеристики.

ООО «ТЭС», г. Воронеж

В эпоху современного индустриального развития эффективность производства напрямую зависит от степени автоматизации и энергосбережения. Одним из ключевых элементов, позволяющих достичь этих целей, выступает частотный преобразователь (ПЧ) — устройство, которое

сегодня можно назвать «умным сердцем» любого электропривода.

Внедрение частотных преобразователей на производстве переводит работу оборудования на качественно новый уровень. Основные вопросы, которые решаются с помощью частотного преобразователя:

► экономия электроэнергии — один из самых весомых аргументов в пользу внедрения ПЧ, так как многие механизмы (насосы, вентиляторы, компрессоры) по своей природе не всегда требуют полной мощности при эксплуатации. Согласно законам физики, потребляемая мощность, напри-

мер, вентилятора пропорциональна кубу частоты его вращения, следовательно, если снизить скорость вращения вентилятора всего на 20% (до 80% от номинального значения), то его потребление электроэнергии упадет до 50% от номинала;

► плавный, алгоритмизированный пуск и останов электродвигателей и, как следствие, повышение эксплуатационного ресурса производственного оборудования. Прямой пуск электродвигателя от сети сопровождается огромными пусковыми токами и механическими пусковыми нагрузками, такими как гидроудары в трубах (риск прорывов), рывки в механизмах (быстрый износ редукторов и ремней), просадки напряжения в сети (мигание света, сбои работы другого оборудования) и т.д. Внедрение частотных преобразователей позволяет минимизировать негативные последствия от прямых пусков электродвигателей;

► автоматизация технологических процессов и улучшение условий труда персонала предприятия — дополнительные аргументы в пользу внедрения ПЧ. Преобразователи частоты дают возможность интегрировать электродвигатель в существующую АСУ ТП предприятия, например, для поддержания постоянного давления в системе водоснабжения (изменение производительности насоса в зависимости от фактического расхода воды), или для поддержания температуры в сушильной камере (автоматическая регулировка оборотов вентилятора), или для точного позиционирования конвейера. Иными словами, производство становится «умным» и зачастую уже не требует постоянного присутствия человека-оператора на рабочем месте. Дополнительно следует отметить, что работа электродвигателя на пониженных оборотах часто означает и снижение уровня акустического шума на производственном участке, что создает комфортную рабочую атмосферу для персонала.

В качестве иллюстрации рассмотрим частотные преобразователи СИРИУС, представленные на российском рынке приводной техники уже более десяти лет. На текущий момент модельный ряд ПЧ СИРИУС включает четыре серии — СИРИУС-А2, СИРИУС-С2, СИРИУС-С8 и СИРИУС-С80 с разными диапазонами мощностей, предназначенные для раз-



Рис. 1. Частотные преобразователи серий СИРИУС-А2 и СИРИУС-С2

личных применений: от типовых промышленных задач до проектов с повышенными требованиями к функциональности и масштабируемости. Концепция развития как серий, так и отдельных моделей линейки ориентирована на рациональное соотношение капитальных затрат на внедрение и эксплуатационного эффекта и воплощается в ПЧ СИРИУС как комплексное решение, которое позволяет снизить энергопотребление и издержки на обслуживание оборудования за счет управляемого пуска и регулирова-

ния, а также расширяет возможности автоматизации (интеграция в существующие АСУ ТП, реализация алгоритмов управления скоростью и моментом, использование встроенных функций регулирования).

Частотные преобразователи серий СИРИУС-А2 и СИРИУС-С2 (рис. 1) предназначены для управления электродвигателями небольших мощностей, но при этом являются современными полнофункциональными векторными преобразователями общепромышленного назначения, ко-



Рис. 2. Частотные преобразователи серии СИРИУС-С80

торы можно использовать при решении большинства инженерных задач, возникающих на производстве. Преобразователи оснащены аналоговыми и цифровыми входами, выходами и интерфейсами, которые позволяют осуществлять интеграцию в существующую АСУ ТП и воплощать различные режимы удаленного управления

ПЧ. Устройства снабжены выносной панелью оператора с одновременной индикацией нескольких рабочих и технологических параметров электропривода, поддерживают векторное управление как с заданием и поддержанием скорости, так и с заданием и поддержанием крутящего момента на валу электродвигателя, что поз-

воляет применять ПЧ СИРИУС-А2 и СИРИУС-С2 в проектах, где требуются различные варианты по управлению динамикой привода.

В отличие от серий СИРИУС-А2/С2, частотные преобразователи серий СИРИУС-С8 и СИРИУС-С80 (рис. 2 и 3) ориентированы на управление как электродвигателями неболь-

Таблица 1. Основные технические характеристики и функциональные возможности преобразователей частоты СИРИУС

Наименование характеристики	Реализация в ПЧ разных серий			
	СИРИУС-А2	СИРИУС-С2	СИРИУС-С8	СИРИУС-С80
Уровень питающей сети, В	1 ф × 220 В ±15 %	3 ф × 380 В ±15 %	3 ф × 380 В ±15 % или 3 ф × 660/690 В ±15 %	
Уровень выходного напряжения ПЧ, В	3 ф × 0-220	3 ф × 0-380	3 ф × 0-380 или 3 ф × 0-690	
Диапазон мощностей, кВт	0,4-3,7	0,75-7,5	0,75-560	0,75-800
Возможность предопределения характера нагрузки на валу электродвигателя	Нет		Да (тяжелый или легкий режимы работы ПЧ)	
Перегрузочная способность ПЧ, %/с	150/60		150/60 (тяжелый режим) или 120/60 (легкий режим)	
Поддерживаемые типы электродвигателей	Асинхронный с короткозамкнутым ротором		Асинхронный с короткозамкнутым ротором, синхронный с постоянными магнитами	
Режимы управления электродвигателем	Векторное управление без датчика скорости, скалярное U/f-управление		Векторное управление без датчика скорости, векторное управление с датчиком скорости, скалярное U/f-управление, независимое U/f-управление с отдельным заданием U и f	
	Доступны на выбор: • режим управление скоростью – режим задания и поддержания скорости электродвигателя; • режим управление моментом – режим задания и поддержания крутящего момента на валу электродвигателя			
Диапазон выходной частоты ПЧ, Гц	0-320 при векторном управлении, 0-3200 при U/f-управлении			
Фильтр ЭМС	Встроенный базовый			
Тормозной прерыватель	Встроенный		Встроенный для мощностей ПЧ 37/45 кВт и ниже, опциональный для мощностей ПЧ 45/55 кВт и выше	
ПИД-регулирование	Имеются 2 встроенных ПИД-регулятора с независимыми настройками			
Режим ПЛК	Да			
Многоскоростной режим	Да (до 16 предустановленных скоростей электродвигателя)			
Базовый набор клемм цепей управления (входов, выходов, интерфейсов и т. д.)	2xAI, 4xDI, 1xDI/HDI, 2xAO, 1xD0, 1xD0/HDO, 2xRO, 1xRS485 (MODBUS RTU), +10 В и +24 В (два встроенных источника питания)		2xAI, 5xDI, 1xDI/HDI, 2xAO, 1xD0, 1xD0/HDO, 1xRO, 1xRS485 (MODBUS RTU), +10 В и +24 В (два встроенных источника питания)	2xAI, 5xDI, 1xDI/HDI, 2xAO, 1xD0/HDO, 1xRO, 1xRO/D0, 1xRS485 (MODBUS RTU), +10 В и +24 В (два встроенных источника питания)
Панель оператора	Выносная, 2-строчный дисплей, возможен вынос на расстояние до 100 м		Выносная, 1-строчный дисплей, возможен вынос на расстояние до 100 м	Выносная, 2-строчный дисплей, возможен вынос на расстояние до 100 м
Защитные функции	От короткого замыкания в нагрузке, при обрыве входной/выходной фазы, от перегрузки по току, от перенапряжения, от перегрева ПЧ, от чрезмерной механической перегрузки и т. д. Базовая степень защиты корпуса ПЧ – IP20			
Опциональное расширение функциональных возможностей ПЧ	Недоступно		Доступно (платы дополнительных входов/выходов/интерфейсов, платы сопряжения с датчиками скорости электродвигателя различных типов и т. д.)	



Рис. 3. Частотные преобразователи серии СИРИУС-С8

ших мощностей, например 0,75 кВт, так и «супермощными гигантами» вплоть до 800 кВт. Широкий диапазон мощностей в сочетании с программной настройкой под конкретные производственные задачи определяет гибкость применения этих ПЧ в различных отраслях. Базовая конфигурация включает стандартный набор входов, выходов и интерфейсов с воз-

можностью расширения с помощью установки дополнительных плат. Реализована поддержка векторного управления в замкнутом контуре по скорости при использовании датчика обратной связи, что повышает точность поддержания заданных параметров электропривода. Такие характеристики позволяют применять преобразователи серий СИРИУС-С8

и СИРИУС-С80 в проектах модернизации и автоматизации технологических процессов разного масштаба.

Основные технические характеристики и функциональные возможности преобразователей частоты СИРИУС приведены в сводной таблице.

В заключение отметим, что частотные преобразователи давно перестали быть экзотикой и превратились в стандарт промышленной автоматизации. Их важность для производства очевидна: это инструмент, который одновременно и экономит бюджет, и продлевает жизнь оборудованию, и повышает качество готовой продукции предприятия. В условиях растущих цен на энергоносители и ужесточения конкуренции отказ от внедрения частотного регулирования — это ошибка предприятий, которая означает сознательное решение тратить больше ресурсов. Современное производство должно быть не просто мощным, а интеллектуальным и энергоэффективным. Частотные преобразователи помогают ему стать таким.

А. С. Лапков, генеральный директор,  
руководитель направления частотно-регулируемого привода,  
ООО «ТЭС», г. Воронеж,  
тел.: +7 (473) 258-5092,  
эл. почта: info@rus-privod.ru,  
сайты: vrn-privod.ru, rus-privod.ru



NDT Санкт-Петербург  
**ДЕФЕКТОСКОПИЯ**

25-я

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА**

приборов и оборудования  
для промышленного  
неразрушающего  
контроля



Организатор — компания МВК  
Офис в Санкт-Петербурге

**МВК** Международная  
Выставочная  
Компания

+7 (812) 401 69 55  
ndt@mvk.ru



Забронируйте стенд:  
**ndt-defectoscopy.ru**

# AORO

## ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ СМАРТФОНЫ

### AORO A23.01

- Для работы в зоне взрывоопасности «0»
- Класс защиты IP68/IP69K
- Камера ночного видения
- Тепловизор

Предназначен для эксплуатации на объектах, где взрывоопасная газовая смесь, горючие газы, угольная пыль или пары легковоспламеняющихся жидкостей присутствует постоянно или в течение длительного времени.



### AORO A25

- Для работы в зоне взрывоопасности «1»
- Класс защиты IP68/IP69K
- Камера ночного видения
- Аккумулятор емкостью 9600 мАч

Промышленное исполнение позволяет использовать искробезопасный смартфон на объектах нефтеперерабатывающей, горнодобывающей, химической и пищевой промышленности — там, где существует риск возникновения пожара или взрыва.



## 2TEST

### Компания 2TEST:

Поставщик промышленных взрывобезопасных смартфонов, аксессуаров и искрозащищенных NFC-меток, предназначенных для суровых условий эксплуатации

Разработчик и производитель контроллеров и программно-аппаратных комплексов для автоматизации промышленной и городской инфраструктуры

Поставщик КИПиА, испытательных стендов, систем мониторинга сетей связи и оборудования для тестирования радиоэлектронной аппаратуры



## Промышленные взрывозащищенные смартфоны AORO



В статье представлены смартфоны во взрывозащищенном исполнении AORO, разработанные для применения на промышленных объектах. Рассмотрены характеристики и функциональные возможности моделей AORO A25 и AORO A23.01.

2TEST (ООО «Алькор-Коммьюникейшин»), г. Москва

В последние годы класс промышленного оборудования прирос смартфонами. Функциональность смартфона удобна для автоматизированных систем. Разрабатываются специальные приложения, позволяющие удаленно получать на личный гаджет данные и управлять оборудованием. Смартфоны применяются для мобильных обходов (диагностики), экологического мониторинга, геолокации и других задач. Однако не для всех условий эксплуатации подойдет обычный смартфон. Например, во взрывоопасных зонах любое оборудование должно иметь промышленное взрывозащищенное исполнение, что, естественно, касается и смартфонов. Такое оборудование, как правило, принадлежит компании, не используется в личных целях, и работники получают его центра-

лизованно. К этому типу устройств относятся промышленные взрывозащищенные смартфоны, выпускаемые Шэньчжэньской компанией коммуникационного оборудования AORO, Ltd.

### AORO A25

Взрывозащищенные смартфоны предназначены для эксплуатации на промышленных объектах, где присутствуют взрывоопасные газовые смеси, горючие газы, угольная, магниевая или пищевая пыль, пары легковоспламеняющихся жидкостей — то есть в условиях, где существует риск возгорания или взрыва.

Промышленный смартфон AORO A25 (рис. 1) изготавливается с использованием взрывобезопасных компонентов, предупреждающих возникно-

вление искры. Его маркировка взрывозащиты: Ex ib I Mb, Ex ib IIC T4 Gb, Ex ib IIC T130 °C Db.

Смартфон поддерживает стандарты связи GSM, WCDMA, LTE, Wi-Fi, Bluetooth, NFC и активную работу двух сим-карт одновременно. Для точной геолокации оснащен модулями всех систем спутниковой связи: GPS, ГЛОНАСС, Beidou и Galileo. Также имеется слот для TF-карты объемом 2 ТБ и можно подключить дополнительные устройства через 6-пиновый разъем или USB Type-C, это могут быть взрывобезопасные видеорегистраторы, эндоскопы, модемы и гарнитура.

AORO A25 оснащен сенсорным экраном диаметром 6,58" с разрешением Full HD (1080 × 2408), IPS-матрицей и частотой обновления 120 Гц,



Рис. 1. Промышленный взрывозащищенный смартфон AORO A25

которая обеспечивает цветопередачу 401 ppi. Поддерживается управление пальцами в перчатках. Блок камер состоит из основной камеры 64 Мп и фронтальной камеры 16 Мп. Также смартфон обладает камерой ночного

видения 24 Мп для работы в темное время суток и в неосвещенных помещениях. Кроме того, смартфон снабжен водонепроницаемым громкоговорителем мощностью 3 Вт, который может обеспечить громкость до 120 дБ.

Для эксплуатации в тяжелых промышленных условиях на экран установлено защитное стекло Corning Gorilla Glass. В целом же оболочка AORO A25 имеет самые высокие степени защиты от влаги и пыли: IP67, IP68 или IP69K, что отмечается в сертификате соответствия. Степень IP68 позволяет смартфону сохранять работоспособность после нахождения на глубине 1,5 м в течение 30 минут, а IP69K делает его устойчивым к струям воды под давлением до 80 бар и температуре до +60 °С. А батарея емкостью 9600 мА·ч позволяет ему отработать 8-часовую смену на морозе -20 °С.

#### AORO A23.01

Смартфон AORO A23.01 (рис. 2) в целом похож на модель AORO A25, с которой у него совпадает большинство характеристик и функций. И все же есть ряд отличий. Прежде всего AORO A23.01 дает возможность вести тепловизионную съемку: его блок камер содержит не только основную камеру 50 Мп и фронтальную 32 Мп, но и камеру ночного видения 64 Мп

с тепловизором, благодаря которому обходчики инженерных сетей получают возможность обнаруживать узлы и механизмы с повышенным нагревом и тем самым предупреждать потенциальные аварии.

Как и 25-я модель, AORO A23.01 обеспечивает искробезопасность, но маркировка другая: P0 Ex ia I Ma X, 0Ex ia IIC T4 Ga X, Ex ia IIC T130 °C Da X. У этого промышленного смартфона чуть меньше габариты, а вот сенсорный экран крупнее – 6,78" и выше разрешение (1080 × 2460). Экран закрыт закаленным взрывозащитным стеклом Corning Third Generation, которое не допускает появления царапин.

Набор дополнительных функций тоже различается. Если у 25-й модели это компас, высотомер, барометр, лупа, измеритель шума, транспортир и уровень, то у AORO A23.01 – инфракрасный пульт дистанционного управления, лупа, отвес, измеритель высоты и тревожный звонок. Обе модели имеют функции распознавания лиц и отпечатка пальца.

#### Применение

Условия, для которых требуются указанные характеристики, обычны для предприятий топливно-энергетического комплекса, объектов и производственных площадок нефтяной, химической, горнодобывающей, фармацевтической промышленности, сельского хозяйства. Это могут быть АЗС, шахты, элеваторы, трубопроводы, нефтебазы и другие объекты. Большой набор основных и дополнительных функций смартфонов позволяет выбрать модель для разных задач. Например, на химических заводах и предприятиях ТЭК критична защита от взрыва, а на строительных площадках в большей степени важны ударопрочность и водонепроницаемость оборудования.

2TEST (ООО «Алькор-Коммьюникейшин»),  
г. Москва,  
тел.: +7 (495) 215-5717,  
эл. почта: info@2test.ru,  
сайт: www.2test.ru



Рис. 2. Взрывозащищенный смартфон AORO A23.01

# Экономическая эффективность промышленной автоматизации: стратегическая переоценка на основе APL и IEC 61499



В промышленной автоматизации, как и в любом другом секторе, последнее слово всегда остается за экономикой. Принцип «потребитель голосует рублем» неизбежен: итоговая судьба любого инженерного решения определяется его совокупной стоимостью владения. В условиях так называемого планового охлаждения экономики, когда предприятия вынуждены балансировать между жесткой необходимостью снижения затрат и не менее важной задачей сохранения технологической независимости, этот принцип становится основой для стратегических решений.

000 «ИНСОЛ», г. Уфа

## Введение

В данной статье мы предлагаем провести объективную оценку архитектурных подходов на базе открытых стандартов APL (Advanced Physical Layer) и IEC 61499 именно с этой, прагматической точки зрения. Мы намеренно избегаем голословных утверждений о «революционной» экономике, предлагая вместо этого предметный сравнительный анализ с традиционными системами на базе IEC 61131-3, основанный на конкретных цифрах и инженерном опыте.

В качестве сравнительного полигона выбран типовой объект средней сложности – блочно-модульная установка подготовки нефти (УПН) (рис. 1). Такой выбор позволяет перейти от абстрактных дискуссий о цифровизации к предметному сравнению капитальных (CAPEX) и операционных (OPEX) затрат. Важно подчеркнуть, что предложенная методология носит универсальный характер и применима для анализа абсолютно любых технологических процессов – от конвейерной сборки до металлургических переделов. Общий принцип остается неизменным: технологическая цепочка сегментируется на функционально завершённые модули с целью максимальной локализации управления и данных.

**Архитектурное сравнение:**  
от кабельных эстакад к сетевым «гирилядам»

Классическая архитектура автоматизации подобного объекта – это мо-

нолитная, кабельно-центричная система. Ее основу составляют протяженные эстакады с сотнями контрольных кабелей, сходящихся в операторную, отдельные щиты управления двигателями и исполнительными механизмами, центральный контроллерный шкаф и интеграция в АСУ ТП верхнего уровня.

Архитектура на основе APL меняет эту парадигму кардинально. Вместо паутины индивидуальных кабелей развертывается единая отказоустойчивая Ethernet-сеть. В основе ее структуры – полевой коммутатор с несколькими «гирилядами» – сегментами, каждый из которых обслуживает ключевой технологический модуль (насосная, ТФС, печь). Каждая такая гириляда обладает заложенной расширяемостью, при условии использования соответствующего оборудования. Совместим данную гириляду с генеральным планом нашей УПН и сравним кабельные потоки классического и APL-решения (рис. 2).

**Анализ капитальных затрат (CAPEX):**  
первое тактическое преимущество

Первичные расчеты для типовой УПН демонстрируют ощутимое сокращение материальной части: экономия на кабельной продукции достигает 34%, а на оборудовании автоматизации – 15%. Рассмотрим детально структуру CAPEX:

► затраты на проектирование: объем проектной документации и количество спецификаций сокращаются, однако разницей в стоимости этой

статьи на первом этапе можно пренебречь;

► затраты на закупку и СМР: экономия на закупке оборудования составляет около 15%, а на общестроительных работах, связанных с прокладкой и монтажом кабелей, – те самые 35%;

► затраты на ПНР: затраты здесь сопоставимы, а в варианте с APL, учитывая работы по настройке наружных (уличных) сегментов, могут быть даже несколько выше.

Таким образом, на стартовом этапе общая экономия в пользу решения на APL составляет около 23%. Основной вклад вносит радикальное сокращение кабельного хозяйства. Если для типичного площадочного объекта стоимость системы автоматизации условно делится пополам (50% – кабели и их монтаж, 50% – контроллеры, ПО, шкафы, инжиниринг), то APL сокращает первую половину минимум вдвое, а вторую – ощутимо. Это дает явное тактическое преимущество на старте проекта.

**Главная экономия: не CAPEX, а стоимость изменений и гибкость**

Однако возникает резонный вопрос: в чем принципиальная новизна? Распределенный ввод/вывод предлагали и раньше (Siemens, Emerson). Физика интерфейсов, безусловно, ушла вперед, но суть – локализация управления – осталась прежней.

Ключевое отличие и источник стратегической, долгосрочной экономии раскрывается на этапе модер-

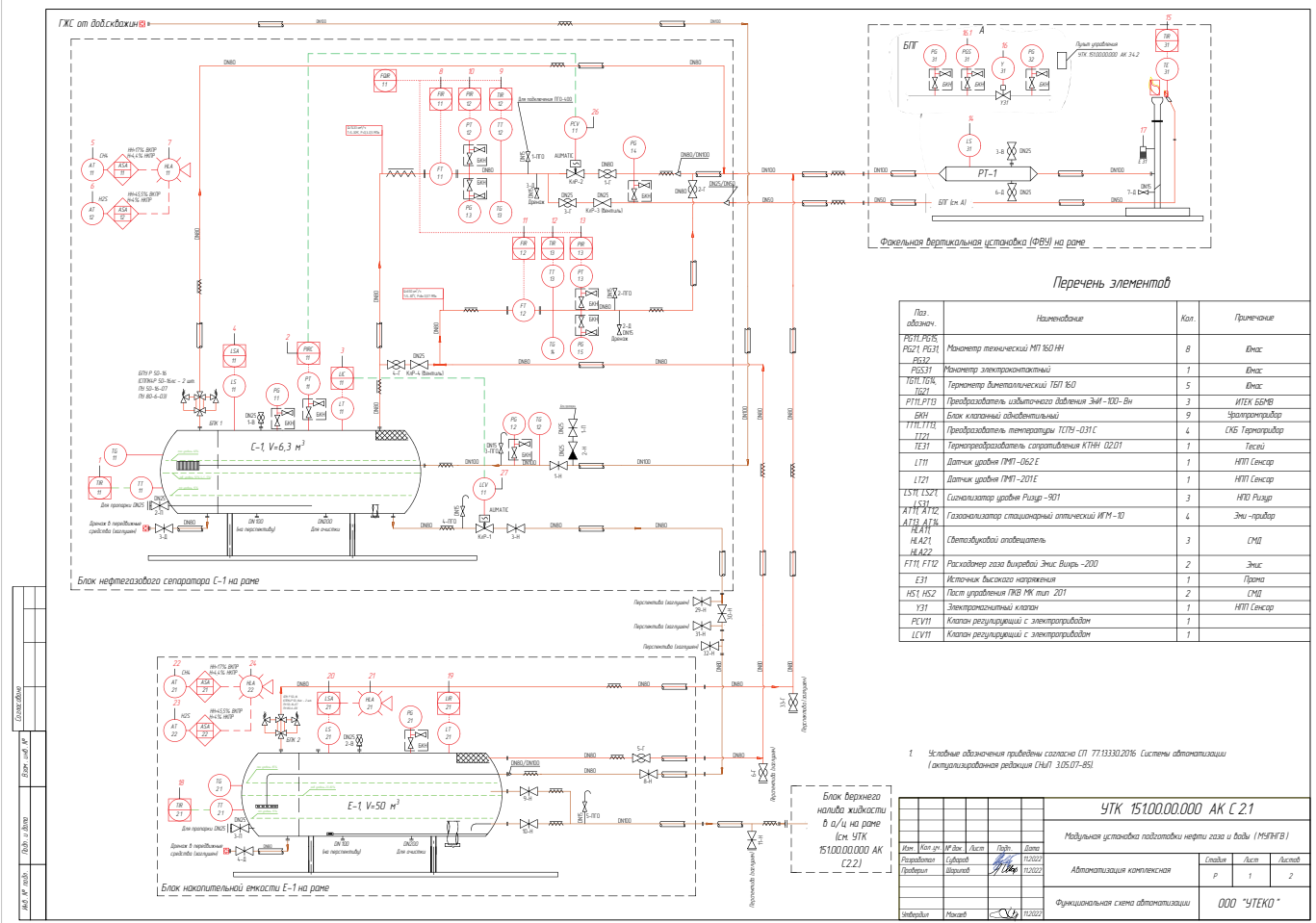


Рис. 1. Функциональная схема автоматизации

низации и расширения. Представим оптимистичный сценарий: требуется увеличить нагрузку на площадку из-за

новых скважин или роста цен на конечную продукцию (как в той рекламе про «мечты сбываются»). В традици-

онной архитектуре, где редко закладывают избыточные кабельные трассы, расширение неминуемо ведет к доро-

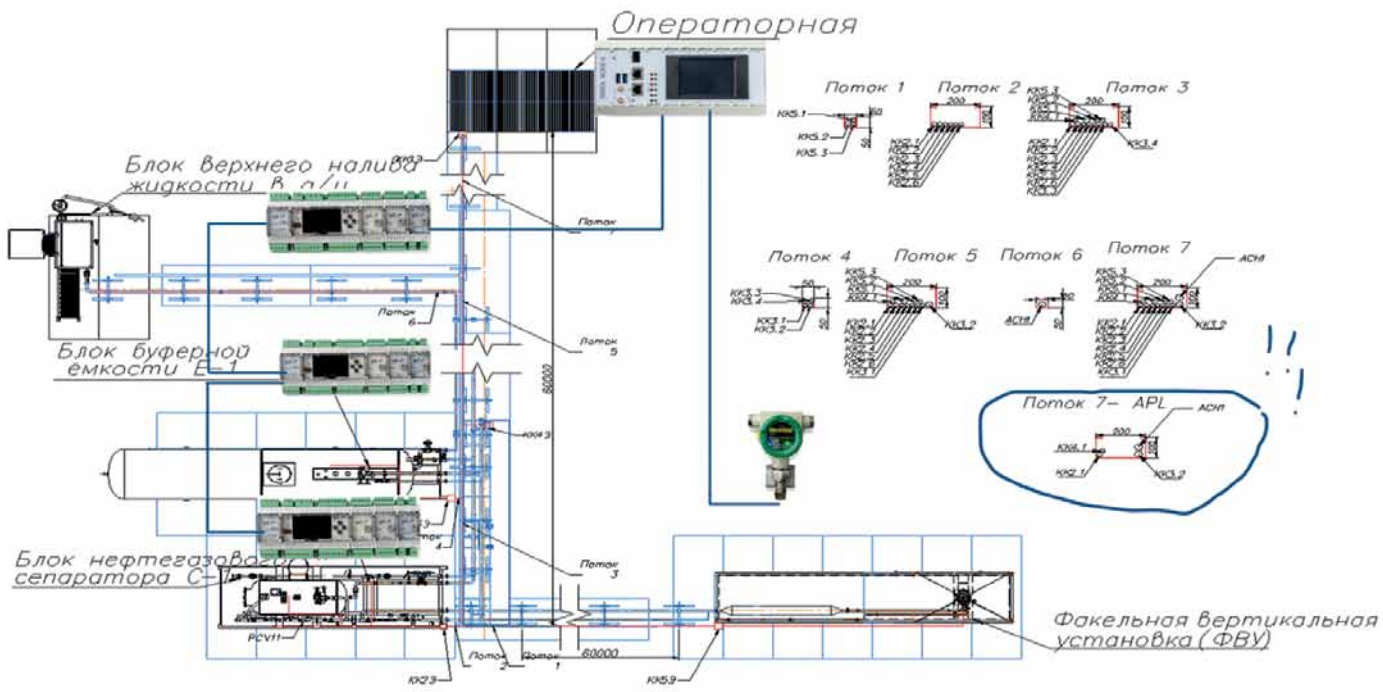


Рис. 2. Соотношение базового кабельного потока и этого же кабельного потока на базе решения APL



а



б

Рис. 3. Кабель INSOL WS: а – со снятым экраном; б – фото экрана кабеля

гостоящему «допнику», сложным работам по нарядам-допускам на действующем объекте. Фактически часто проще построить новую параллельную площадку.

В этом сценарии первоначальная экономия меркнет. Затраты на расширение умножаются на коэффициент  $N$  (где  $N$  – количество новых технологических единиц), а цикл всего проекта от ТЭО до выхода на рассчитанную мощность растягивается на 1,5–2 года – срок, за который рыночная конъюнктура может измениться кардинально.

Архитектура APL и IEC 61499 меняет правила игры. Добавление нового оборудования зачастую сводится к его подключению к ближайшему полевому коммутатору в существующей гирлянде. Пропускная способность Ethernet и резерв-портов изначально заложена как дешевый и гибкий ресурс. Основная экономия – это радикальное снижение стоимости и сроков любых будущих изменений, что в условиях нестабильности является критическим конкурентным преимуществом.

#### Третья статья экономии: операционные расходы (OPEX) и человеческий капитал

Наиболее весомая, но часто упускаемая из виду статья экономии – это стоимость обслуживания (OPEX). Корпоративный интернет сегодня доступен на большинстве объектов, даже на удаленных. Возможность удаленной диагностики датчика через веб-интерфейс или подключения к контроллеру из офиса для заказчика становится не роскошью, а нормой.

Вместо многодневной командировки специалиста «в места, где волки бегать боятся», – сеанс удаленного подключения. В условиях вечного де-

фицита квалифицированных кадров это огромная экономия как финансовых, так и человеческих ресурсов. Мы можем подтвердить это практикой: ПНР нескольких площадок были успешно выполнены командой компании «ИНСОЛ» без выезда из офиса. Стоимость человеко-часа в условиях офиса и на технологической площадке отличается кратно. Вопросы информационной безопасности при этом решаемы на организационном, а не на системном уровне.

#### Вызовы и реалии внедрения: взгляд изнутри

Безусловно, у любого решения есть две стороны. У APL свои технические и организационные сложности: недостаточное количество вендоров, предлагающих законченные аппаратно-программные комплексы, как на мировом, так и на российском рынке.

Команда ООО «ИНСОЛ» в прошлом году проделала значительную работу для преодоления этих барьеров. Были адаптированы программные средства, разработано и произведено сетевое оборудование (коммутаторы, повторители интерфейса, медиаконвертеры). Особой гордостью является разработанный и успешно испытанный кабель Ethernet-APL с сечением жилы  $1 \text{ мм}^2$ , стабильно работающий на длине до 1200 м. Его производство уже налажено на территории РФ (рис. 3). В ближайших планах – решение задачи резервирования APL-сегментов.

#### Заключение: APL как стратегический ответ на вызовы времени

В период планового охлаждения предприятия, нацеленные на выживание и развитие, вынуждены искать не просто источники сокращения затрат, а стратегические решения, повышаю-

щие гибкость и устойчивость. Балансировать между необходимостью технологической независимости (избегая «халтурной русификации» случайных вендоров) и жестким давлением на OPEX – сложная задача. Архитектура на основе APL и IEC 61499 предлагает именно такой стратегический ответ. Это не просто замена «железа» или протокола. Это смена парадигмы – переход от жесткой, кабельно-центричной системы к гибкой, сетевой и программно-определяемой экосистеме. Она обеспечивает:

- ▶ ощутимую экономию CAPEX за счет радикального сокращения кабельной инфраструктуры;
- ▶ стратегическую экономию на изменениях благодаря снижению стоимости и сроков модернизации в несколько раз;
- ▶ значительное снижение OPEX с помощью удаленного обслуживания и диагностики;
- ▶ фундамент для технологической независимости, основанный на открытых стандартах и возможности интеграции оборудования различных производителей.

Именно этот комплексный экономический эффект, подтвержденный конкретными расчетами и инженерной практикой, делает подходы на базе APL и IEC 61499 не просто перспективной технологией, а продуманным выбором (pragmatic choice) для предприятий, планирующих остаться на плаву и выиграть в долгосрочной перспективе.

М. Р. Рафальсон, директор,  
ООО «ИНСОЛ», г. Уфа,  
тел.: +7 (347) 246-6024,  
эл. почта: [info@insolsoft.com](mailto:info@insolsoft.com),  
сайт: [insolsoft.ru](http://insolsoft.ru)

# АВАДС АСП: что умеют современные сенсорные панели оператора?



Российский рынок промышленной автоматизации достаточно широко представлен сенсорными панелями оператора: не очень к нам дружелюбного европейского производства, чуть более лояльного азиатского и, наконец, российского (правда, некоторые из них лишь в известной степени). Все они способны решить определенные их аппаратным и программным оснащением задачи. В данной статье расскажем о возможностях линейки российских сенсорных панелей оператора АВАДС АСП. Модельный ряд, технические характеристики, операционные системы, коммуникационные возможности, прикладное программное обеспечение и ближайшие перспективы в развитии востребованного на рынке продукта.

ГК «ИнСАТ», г. Москва

## АВАДС АСП = ПЛК + HMI + SCADA...

Интеграция программируемого логического контроллера (ПЛК) и панели оператора (HMI) в одном устройстве — отдельный класс средств автоматизации, широко применяемый в малых и средних системах. Эффективность такого решения достигается за счет нескольких составляющих:

- ▶ сокращение аппаратной архитектуры;
- ▶ снижение стоимости проекта;
- ▶ упрощение разработки и конфигурации;
- ▶ удобство диагностики и обслуживания;
- ▶ функциональность и защищенность «из коробки»;
- ▶ низкие требования к ИТ-инфраструктуре;
- ▶ быстрое тиражирование решений.

Совмещая в одном устройстве производительный 6-ядерный процессор, мощную графику, широкие коммутационные возможности и отличный потенциал к расширению, панели АВАДС АСП сокращают и упрощают аппаратную архитектуру проекта. Другими словами — меньше компонентов

в шкафу управления, меньше кабелей, клемм и соединений. И, соответственно, меньше сам шкаф. В итоге, вместо громоздкого «серванта» получаем компактный и функциональный щит управления. Отличный выбор для модульных установок, мобильных и контейнерных решений, включая блок-боксы.

Для системных интеграторов такое интегрированное решение представляет интерес еще и с точки зрения снижения стоимости проекта. Отсутствует необходимость в приобретении по отдельности ПЛК и панели оператора с их последующим объединением в единую систему. Вследствие этого уменьшается число сетевых модулей, сокращается время на проектирование, упрощается монтаж и снижаются трудозатраты на ПНР.

Не менее существенным преимуществом панелей оператора АВАДС АСП с предустановленной SCADA является упрощение разработки и конфигурирования проекта автоматизации. Весь проект выполняется в единой среде разработки. Нет необходимости в сложной настройке двустороннего обмена ПЛК и HMI,

плюс ко всему практически исключаются ошибки в синхронизации адресов и тегов. Это значительно снижает сложность и трудозатраты процесса интеграции и существенно ускоряет ввод локальной системы управления в эксплуатацию.

## ...+ Historian + SSD...

Интеграция ПЛК и HMI в одном приборе радикально упрощает как оперативную диагностику, так и техническое обслуживание системы автоматизации за счет устранения промежуточных уровней и интерфейсов. А задача повышения скорости и удобства диагностики и обслуживания решается в панелях АВАДС АСП установкой программного обеспечения АВАДС Historian (сервер архивирования) и расширения объема хранилища данных (для технологических архивов большой глубины) за счет установки SSD-диска емкостью 500 ГБ, 1 или 2 ТБ.

Локальное хранение архивов позволяет оператору или дежурному персоналу анализировать историю хода технологического процесса. Он может просматривать аварии, события,



Сенсорные панели АВАДС АСП и ПЛК АВАДС АВК стали первыми промышленными устройствами на архитектуре ARM, для которых «Группой Астра» была разработана специализированная сборка операционной системы Astra Linux Embedded (Special Edition). Она обеспечивает комплексную кибербезопасность, необходимую для объектов критической информационной инфраструктуры.

тренды параметров и увидеть причины срабатывания блокировок, источник останова, цепочку защит. При этом ему не нужен ноутбук и какое-либо дополнительное ПО. Таким образом, диагностика доступна 24/7, что может быть особо критично для производств, где любые сбои способны привести к серьезным последствиям для безопасности людей, окружающей среды или технологического процесса.

Поэтому высокая скорость записи/считывания, сверхкомпактность записи данных (большая глубина хранения) и невысокая требовательность к аппаратному обеспечению делают АВАДС Historian незаменимым помощником для персонала, отвечающего за бесперебойную и эффективную работу автоматизированных систем управления.

#### ...+ Astra Linux Embedded

В панелях АВАДС АСП и ПЛК АВАДС АВК установлена специальная сборка Astra Linux Embedded для промышленных устройств. Она впервые реализована в рабочей версии на платформе ARM, что дает преимущества использования АВАДС АСП и АВАДС АВК в случаях, когда необходимым условием функционирования является поддержка встроенных механизмов защиты информации и мандатного контроля доступа. Кроме того, в системе реализована полноценная поддержка графических процессоров, которыми оснащены панели оператора и ПЛК АВАДС. Следствием такой поддержки является очень высокая отзывчивость панелей и скорость прорисовки графических интерфейсов, мнемосхем и трендов SCADA-систем.

Таблица 1. Панели оператора: сравнительные характеристики

Параметр	АВАДС АСП с интегрированной SCADA	Стандартные панели HMI
Процессор	RockChip RK3399 (6 ядер)	Cortex-A9/A53 (2–4 ядра)
ОЗУ	4 ГБ DDR4/LPDDR4	1–2 ГБ DDR3
Flash/SSD	32 ГБ + до 2 ТБ SSD	8–16 ГБ / -
Графика	Mali-T860MP4	Выполняет CPU
Типы данных	Сложные структуры, массивы	Простые типы

Операционная система Astra Linux поставляется с панелями оператора АВАДС АСП и с ПЛК АВАДС АВК с тремя уровнями защищенности: «Орел», «Воронеж» и «Смоленск». Две их них – «Воронеж» и «Смоленск» – имеют сертификат от Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК) РФ.

#### Почему АВАДС АСП?

По своим техническим характеристикам и функциональным возможностям сенсорные панели АВАДС АСП отличаются от других представителей в своем классе устройств. Обобщенная сравнительная таблица (табл. 1) наглядно демонстрирует превосходство аппаратной части панелей АВАДС. Полные технические данные панелей и ПЛК АВАДС представлены на сайте avads.ru. Там же есть возможность загрузить 3D-модели и чертежи устройств.

Панели оператора АВАДС являются отличным выбором при автоматизации удаленных и распределенных объектов. Они не требуют отдельного сервера SCADA, так как содержат предустановленный рантайм SCADA. У панелей АВАДС широкие коммуникационные возможности и нет особых требований к сети. Более того, панель отлично работает и автономно, без связи с верхним уровнем.

Однажды созданный проект легко тиражируется, что крайне удобно и экономично для серийных машин, OEM-производителей и типовых модулей в энергетике типа блочных котельных, ДГУ, вспомогательных систем подстанций и т. п.

АВАДС АСП – это оптимальное решение для компактных, локальных и серийных систем автоматизации, где приоритетами являются стоимость, простота и скорость внедрения. В ближайшей перспективе – расширение модельного ряда в сторону увеличения диагонали (в работе – панель на 21"), резервирование питания и оснащение питанием по PoE.

В. В. Решетников,  
ГК «ИнСАТ», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 989-2249,  
эл. почта: [scada@insat.ru](mailto:scada@insat.ru),  
сайт: [insat.ru](http://insat.ru)

# Тепловые сети: ОТ ИЗНОШЕННОСТИ К МОДЕРНИЗАЦИИ

Тепловые сети – инфраструктура, от которой зависит качество жизни миллионов людей. Однако износ теплосетей, аварии, потери тепла остаются системными проблемами сферы теплоснабжения. Мы поговорили с экспертом компании «СИГМА» о состоянии теплосетевого комплекса России, инвестициях и перспективах цифровизации. ■■■■■

**ЦИТАТА:** Цифровизация теплосетей имеет огромный потенциал, но часто сдерживается тарифным регулированием и затратами на поддержание инфраструктуры. Однако поводы для оптимизма все же есть.

От редакции

В данном материале представлена экспертная оценка специалиста, работающего с цифровыми и аналитическими решениями для теплоснабжения. Эксперт компании «СИГМА» комментирует текущее состояние теплосетевого комплекса России, опираясь на официальную статистику и опыт реализации проектов для теплоснабжающих организаций. В центре внимания – масштаб инфраструктуры, реальная степень износа сетей, инвестиционные ограничения и потенциал цифровизации как инструмента повышения надежности и управляемости теплоснабжения.

*Как в целом можно оценить состояние такой отрасли, как тепловые сети, в нашей стране?*

Тепловые сети России – самые протяженные в мире<sup>1</sup>. По данным на 2023 год их протяженность составляла

168 тыс. км. Но масштаб становится препятствием. Например, многие сети находятся в собственности городов и муниципалитетов, что затрудняет централизованный ремонт и обновление. Все это негативно влияет на состояние инфраструктуры. Сегодня теплоснабжение и тепловые сети сталкиваются с серьезными проблемами: высокой аварийностью и низкой энергоэффективностью.

*Можно ли проиллюстрировать масштаб этой инфраструктуры в цифрах?*

Да, конечно. Давайте обратимся к данным Росстата: на конец 2024 года в России насчитывалось 74,8 тыс. источников теплоснабжения суммарной мощностью 572,9 тыс. Гкал/ч. А протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении составляла 167 187,78 км. При этом, если взглянуть на диаграмму на рисунке 1, то видно, что динамика протяженности тепловых сетей имеет тенденцию к снижению с 2015 года. Правда, в 2019 году заметен резкий рост протяженности сетей, но, по оценкам аналитиков РЭА, он был вызван из-



Рис. 1. Протяженность тепловых и паровых сетей РФ в двухтрубном исчислении в 2015–2024 годах (протяженность указана черными цифрами, тыс. км). Источник: Росстат, отчет РЭА Минэнерго России

<sup>1</sup> Цуверкалова О.Ф. Анализ современного состояния и тенденций развития отрасли теплоснабжения в РФ // Вестник алтайской Академии экономики и права : [сайт]. URL: <https://vaael.ru/ru/page/ethics> (дата обращения: 25.02.2026).

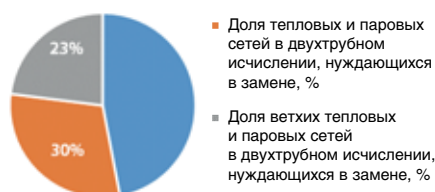


Рис. 2. Доли тепловых сетей РФ, нуждающихся в замене в 2024 году. Источник: Росстат

менением состава отчитывающихся организаций.

*Насколько серьезна проблема износа тепловых сетей?*

По данным Росстата, на конец 2024 года 88,4 тыс. км сетей нуждались в замене, из них свыше 38 тыс. км были ветхими<sup>2</sup>. Причем высокий износ характерен для сети любого уровня. Согласно данным отчета РЭА Минэнерго России, начиная с 2015 года в стране фиксируется устойчивая тенденция: увеличивается доля магистральных тепловых сетей, которые эксплуатируются более 30 лет, а доля сетей со сроком службы от 20 до 30 лет, а также тех, что «моложе» 20 лет, снижается. При этом ежегодный объем замены тепловых сетей в среднем по России составляет около 2%.

*Почему тепловые сети обновляются такими низкими темпами?*

Инвестиционный потенциал теплоснабжения сдерживается методом тарифообразования — цена рассчитывается как отношение суммы затрат на производство и реализацию тепловой энергии на полезный отпуск тепла. Кроме того, улучшения необходимы в части контроля за исполнением инвестиционных программ в теплоснабжении.

При этом, по оценке Минэнерго<sup>3</sup>, объем производственных мощностей в отрасли в целом избыточен. Наименее эффективные сети надо выводить

из эксплуатации, а остальные — модернизировать, обеспечивая рост надежности инфраструктуры и доступность тепла для разных групп потребителей.

*И все же хочу уточнить насчет инвестиций. Какова динамика: рост или падение?*

Предлагаю опираться на данные Минэнерго России: инвестиции в основной капитал за период с 2015 по 2023 год выросли в 2,8 раз и достигли 267,5 млрд рублей. Среднегодовой темп роста за период (CAGR) составил 13,7%. Однако, если учитывать сводный индекс цен на продукцию (затраты, услуги) инвестиционного назначения в эти годы, рост ежегодных инвестиций значительно ниже — 6,3%. Доля инвестиций в отрасль в общем объеме российских инвестиций в 2023 году составила около 1%.

Главным источником инвестиций в основной капитал, как видим из диаграммы на рисунке 4, являются собственные средства организаций, это 205,3 млрд руб. (77%). Совокупная доля привлеченных средств составляет 19%, из которых:

- ▶ 31,2 млрд руб. бюджетные средства;
- ▶ 14,9 млрд руб. банковские кредиты;

▶ 11,8 млрд руб. заемные средства других организаций.

*А какие объемы финансирования нужны для решения накопленных проблем?*

Я бы сказал так: по оценкам экспертов, на модернизацию системы централизованного теплоснабжения (в первую очередь, теплосетевой инфраструктуры) требуется порядка 3–4,5 трлн рублей, или 300–500 млрд рублей ежегодно. По расчетам аналитического хаба Сбера, чтобы снизить износ теплосетей на 40%, нужно около 20 трлн рублей, то есть более половины годового бюджета РФ 2024 года.

*Отрасль теплоснабжения достаточно зарегулирована. Насколько государственное регулирование помогает или мешает?*

Здесь свои нюансы. Теплоснабжение регулируется не только общим и отраслевым законодательством, но и законодательством смежных областей, включая жилищное хозяйство, водоснабжение и электроэнергетику. Это усложняет организацию и проведение работ, требует межведомственного согласования, приводит к отсутствию централизованных планов по реализации мероприятий, определению ответственных и источников финансирования.



Рис. 3. Инвестиции в основной капитал в сфере централизованного теплоснабжения РФ 2015–2023 гг (млрд руб). Источник: отчет РЭА Минэнерго России



Рис. 4. Структура инвестиций в отрасли по источникам привлеченных средств в 2023 году (%). Источник: отчет РЭА Минэнерго России

<sup>2</sup> А. С. Терентьева. Анализ состояния и прогнозирование развития сектора централизованного теплоснабжения в России в условиях новых инвестиционных механизмов. М. 2024. URL: <https://ecfor.ru/wp-content/uploads/2024/10/investitsionnoe-razvitie-sektora-tsentralizovannogo-teplosnabzheniya-v-rossii.pdf> (дата обращения: 25.02.2026).

<sup>3</sup> Тепловые сети в России: комплексный подход к модернизации // Сбер Про : [сайт]. URL: <https://sber.pro/publication/teplovie-seti-v-rossii-kompleksnii-podhod-k-modernizatsii/> (дата обращения: 25.02.2026).

Государство активно работает над поддержкой и стимулированием ремонта и строительства тепловых сетей. Одним из ключевых инструментов является федеральная комплексная программа модернизации ЖКХ, на которую предусмотрено выделение 4,5 трлн рублей до 2030 года. Значительная часть этих средств пойдет на обновление тепловых сетей, это позволит существенно снизить аварийность и повысить энергоэффективность сектора. Однако текущих мер недостаточно для полного решения вопроса старения инфраструктуры.

Помимо федеральных инициатив, важную роль играют региональные программы, такие как внедрение механизма «альтернативной котельной». Этот механизм позволяет привлечь частные инвестиции путем гарантированного возврата вложений через регулируемые тарифы. По словам заместителя министра энергетики Евгения Грабчак, на март 2025 года к ценовым зонам теплоснабжения присоединились 46 муниципальных образований из 21 субъекта РФ с общей численностью населения более 15 млн человек. За время действия «альтернативной котельной» было построено более 230 км и модернизировано свыше 1 тыс. км тепловых сетей. Также на 70% снизилось количество аварий на тепловых сетях и в 2 раза сократилось количество отключений теплоснабжения. Несмотря на позитивный результат внедрения «альтернативных котельных», данный механизм еще не отточен и нуждается в доработке. В общем, время покажет!

*Насколько остро стоит проблема потерь тепловой энергии? И как обстоит дело с аварийностью на тепловых сетях?*

По итогам 2024 года потери тепловой энергии составили 13,9% от общего объема отпуска тепловой энергии централизованной системой теплоснабжения (ЦСТ) потребителям (табл. 1).

Аварийность на паровых и тепловых сетях имеет тенденцию к снижению, но по-прежнему остается достаточно высокой. В 2024 году на паровых и тепловых сетях было зафиксировано 3297 аварий, что на 13% меньше, чем в 2023 году. Самыми аварийными регионами в 2024 году стали Нижегородская область, Московская область,

Таблица 1. Динамика отпуска и потери тепла на тепловых сетях в 2015–2024 годах. Источник: Росстат, отчет РЭА Минэнерго России

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Отпущено тепловой энергии потребителям (ЦСТ), млн Гкал	779,1	806,8	790,0	804,2	779,5	904,0	991,3	965,6	946,7	961,7
Потери тепловой энергии, млн Гкал	116,8	132,3	122,6	141,5	127,4	126,7	141,7	132,5	130,0	133,8

Таблица 2. Регионы, в которых было зафиксировано максимальное количество аварий на источниках теплоснабжения, паровых и тепловых сетях в 2024 году. Источник: Росстат

Регион	2023	2024	Изменение 2024 г. / 2023 г.
Нижегородская область	579	486	-16,06%
Московская область	413	382	-7,51%
Свердловская область	374	323	-13,64%
Челябинская область	84	289	244,05%
Кировская область	223	199	-10,76%
Алтайский край	230	185	-19,57%
Кабардино-Балкарская Республика	86	117	36,05%
г. Москва	120	101	-15,83%

Свердловская область, Челябинская область, Кировская область, Алтайский край, Кабардино-Балкарская Республика и г. Москва. При этом в большинстве этих регионов количество аварий снизилось по сравнению с 2023 годом. Исключением стали только Челябинская область, в которой число аварий выросло в 3,4 раза, и Кабардино-Балкарская Республика – увеличение на 36% (табл. 2).

Безусловно, снижать количество аварий в теплосетях необходимо, и для этого важен своевременный мониторинг. Мы активно разрабатываем и внедряем IT-решения для прогнозирования и предотвращения поломок. Одним из таких инструментов стала СИГМА.СУС – система управления сетями, которая объединяет все данные об активах предприятия и потребителей. Это обеспечивает легкий доступ, удобное управление и интеграцию информации.

Другой инструмент – система СИГМА.ДТС – помогает диспетчерской службе оперативно отслеживать состояние сетей. Она привязывает данные к объектам на карте, что позволяет быстрее находить места технологических нарушений. Анализ дефектов и истории работ упрощает поиск проблем. Сбор и анализ текущих показателей сети, показаний узлов учета тепла и звонков потребителей

помогают контролировать состояние оборудования и своевременно выявлять неполадки. Моделирование «Что, если» позволяет анализировать изменения режимов работы и предотвращать аварии.

*Так не является ли выходом из положения цифровизация отрасли? Насколько она уже реализована?*

По словам игроков рынка, цифровизация достаточно долго не затрагивала теплоснабжающую отрасль. В результате назрела острая потребность во внедрении технологий. К чему приводит устаревшая инфраструктура, лишенная современных инструментов автоматизации? К невозможности оперативно отреагировать на нештатную ситуацию, к значительным потерям тепла, к снижению качества предоставляемых услуг.

*Как надо построить работу по цифровизации в масштабах целой отрасли, на ваш взгляд? И как она строится в реальности?*

Здесь требуется комплексный подход: надо модернизировать котельные и трубопроводы, установить современное оборудование, создать единое цифровое пространство для управления теплоснабжением и работы с потребителями. Но в реальности из-за низкого финансового потен-

циала предприятий и особенностей тарифного регулирования мы видим точечное закрытие потребностей.

Анализ закупок теплосетевых компаний показал, что единого подхода к цифровизации в отрасли нет. Большинство игроков закупают ПО при необходимости и наличии бюджета. Комплексной цифровой трансформацией занимаются в основном крупные частные компании, остальные в большей степени ориентируются на отдельные процессы.

Средняя стоимость одной закупки значительно отличается по компаниям, но в целом можно отметить, что затраты крупнейших предприятий сегмента выше, при этом объем затрат компаний частной собственности в основном превышает затраты предприятий различных форм государственной собственности. Средняя стоимость контракта всех компаний

целевого сегмента за период с января 2021-го по март 2025 года составляет 4,3 млн рублей, а средняя цена 1 контракта крупнейших компаний за 2012–2020 годы – 6,1 млн рублей.

*Так какой же прогноз вы даете: скорее пессимистичный или все же есть место для оптимизма?*

Цифровизация теплосетей имеет огромный потенциал, но часто сдерживается тарифным регулированием и затратами на поддержание инфраструктуры. Однако поводы для оптимизма все же есть. Цифровые технологии постепенно проникают в отрасль, автоматизируя ключевые процессы. Это повышает точность прогнозов аварийных ситуаций и снижает риск сбоев. Новые алгоритмы анализа больших данных выявляют угрозы заранее, что уменьшает затраты на устранение последствий аварий. Современные

системы мониторинга и управления позволяют быстро реагировать на неполадки, сокращая время отключений и расходы на обслуживание. Важно продолжать инвестировать в цифровизацию, чтобы повысить эффективность, прозрачность и надежность сетей. Это обеспечит доступность тепла для каждого жителя страны.

Беседовали: С. В. Бодрышев,  
главный редактор журнала «ИСУП».



К. Е. Сипачев, директор департамента АСТУ,  
компания «СИГМА», г. Санкт-Петербург,  
тел.: +7 (812) 602-2772,  
эл. почта: info@sigma-it.ru,  
сайт: www.sigma-it.ru

Международная выставка-форум

 **ЭЛЕКТРОНИКА  
РОССИИ** 5 ЛЕТ ВМЕСТЕ

**24–26/11/2026**

Москва, Крокус Экспо

Забронируйте  
стенд



12+

rus-elektronika.ru

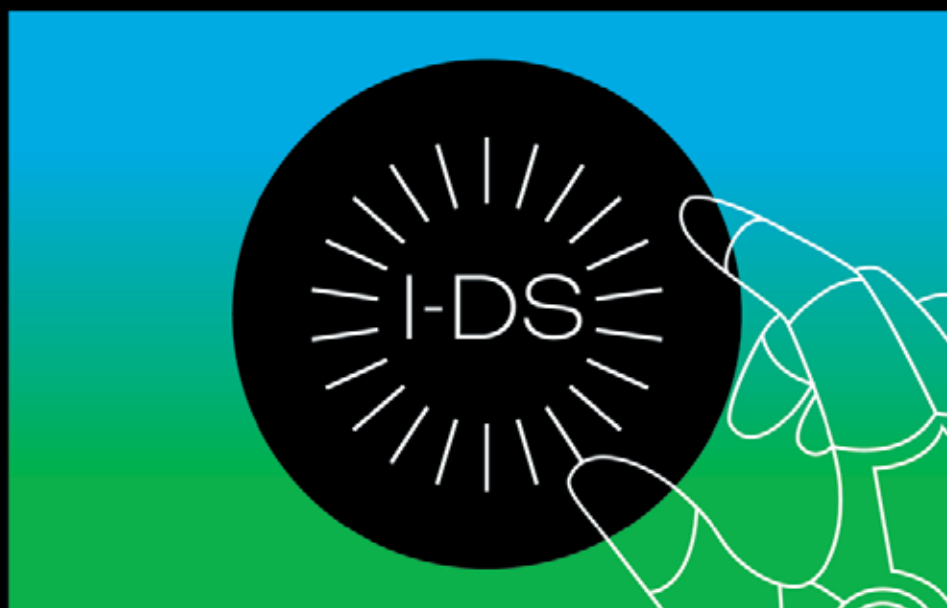
Организатор:  Международная  
Выставочная  
Компания

Официальная поддержка:  Минпромторг  
России

Партнеры:   МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ЭЛЕКТРОННЫЙ  
САЛОН



**ИНДАСОФТ**  
ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА



Диспетчерское управление

Сведение материальных  
и энергетических балансов

Календарное планирование

Контроль качества

# MES и промышленное производство на современном этапе



Публикация посвящена развитию систем оперативного управления производством (MES). Генеральный директор ООО «ИндаСофт» Э. О. Сюч рассказывает о том, как происходило развитие MES в России с конца 1990-х годов, как менялось отношение у компаний к задачам этой системы, чем отличается российский подход от зарубежного, для каких компаний MES необходима, а для каких избыточна.

ООО «ИндаСофт», г. Москва

В 1980-х годах, когда международные корпорации автоматизировали свои рабочие процессы, им понадобился инструмент, позволяющий удаленно контролировать эти процессы в любой точке мира, где бы ни находились принадлежащие корпорации предприятия. Таким инструментом стала MES (manufacturing execution system) – общая система мониторинга, в которую стекаются данные из всех автоматизированных систем компании: АСУ ТП, бухгалтерии, промышленных лабораторий, отдела планирования, логистики и управления грузами и прочих (LIMS, CAS, TMS, ERP и пр.). MES не просто делает эти данные доступными в режиме реального времени, но и совмещает их в едином информационном поле, давая большие возможности для анализа и организации совместной работы всех подразделений.

В России развитие MES долго тормозилось по объективным причи-

нам. Во-первых, их появление совпало с негативными процессами в экономике и промышленности: предприятия закрывались, заводы из разных республик утрачивали связи, компании выживали, им было сложно даже поддерживать автоматизацию технологических линий, не говоря уже о внедрении MES. Во-вторых, мешала традиционная манера вести дела: ручное управление, неформальные практики и др. В то же время сама огромная территория России, кажется, подразумевает построение MES-систем, ведь существует немало крупных компаний с географически разнесенными объектами.

Эти факторы привели к тому, что MES в России развивались, но фрагментарно, часто воспринимались компаниями как вторичное по значимости решение по сравнению с АСУ ТП или ERP, а их широкое внедрение тормозилось, ведь оно требовало от

предприятий не только инвестиций, но и пересмотра устоявшихся управленческих подходов.

Компания «ИндаСофт» работает с задачами оперативного управления производством с 1996 года и прошла вместе с российской промышленностью весь этот путь – от первых проектов автоматизации до создания современных MES, встроенных в экосистему цифрового производства. Приобретенный опыт позволяет специалистам компании рассматривать эволюцию MES в России не в теоретическом, а в практическом ключе: через изменение запросов предприятий, управленческих приоритетов, роли цифровых систем в принятии производственных решений.

О том, как менялось понимание MES, какие этапы стали определяющими и к чему рынок приходит сегодня, мы беседуем с руководителем компании Эрнестом Сюч.

## Интервью с Эрнестом Олеговичем Сюч, генеральным директором ООО «ИндаСофт»

*Компания «ИндаСофт» работает на рынке с 1996 года, когда термин MES в России еще не был распространен. Как выглядело оперативное управление производством в российских реалиях конца*

*1990-х и какие задачи тогда приходилось решать в первую очередь?*

В конце 1990-х оперативное управление производством в России держалось прежде всего на людях – на

опыте технологов, мастеров, диспетчеров. Основным «интерфейсом» был сменный журнал, телефон и личная ответственность. АСУ ТП уже существовали, но работали изолированно.

Бухгалтерия, планирование, лаборатории — каждая система жила в собственном информационном контуре. Сквозной картины производства практически не было.

Компания «ИндаСофт» познакомилась с задачами оперативного управления именно в этот период. Формально термин MES тогда почти не использовался, но, по сути, мы уже создавали его элементы: производственную отчетность, оперативные балансы, диспетчерские решения, системы учета простоев и контроля качества.

Задача номер один была не в цифровой трансформации, а в сохранении управляемости и прозрачности процессов в сложных экономических условиях. И именно тогда формировалась наша компетенция — соединять технологию, качество, энергетику и экономику в едином информационном пространстве.

*Какие этапы развития MES в России вы считаете ключевыми?*

Я бы выделил несколько этапов. Первый этап (конец 1990-х — начало 2000-х) — локальные решения. Системы создавались под конкретный завод или даже цех. Архитектуры были индивидуальными, интеграция — минимальной.

Второй этап (2005—2013 годы) — интерес к стандартизации. Появилось понимание уровней ISA-95 (хотя в мире стандарт существовал с 1995 года!), начали системно выстраиваться интеграции с ERP, LIMS. MES стали воспринимать как отдельный класс систем.

Третий этап (2014—2021 годы) — курс на промышленную цифровизацию. Появились корпоративные шаблоны, тиражируемые платформы (появление low-code), требования к прозрачности KPI, OEE, управлению производственными потерями.

Четвертый этап (с 2022 года) — кардинальное переосмысление технологической базы, ускоренные переориентации и развитие отечественных платформ. Это уже не импортозамещение, а развитие технологического суверенитета цифровых производственных решений.

*На ранних этапах многие предприятия воспринимали MES как своего рода «надстройку» над АСУ ТП. В какой мо-*



▲ Эрнест Сюч, генеральный директор ООО «ИндаСофт»

*мент, по вашему опыту, MES в России начали воспринимать как важный уровень управления, а не как вспомогательный инструмент?*

Перелом произошел тогда, когда собственники начали задавать вопрос не «как работает агрегат/линия/установка», а «почему план не выполнен, где мы теряем деньги?». АСУ ТП управляет процессом в секундах и миллисекундах. MES управляет производством в часах, сменах и сутках, а значит, напрямую влияет на экономику.

На наших проектах мы видели, как после внедрения систем оперативного управления меняется сама управленческая культура: появляются объективные KPI, прозрачность переделов, управляемость потерь. Когда предприятия начали видеть, что без прозрачной картины выполнения плана, учета потерь, оперативного баланса и качества невозможно управлять финансовым результатом, MES перестала быть «надстройкой» и стала управленческим инструментом.

*Как менялись требования промышленных предприятий к MES-системам за последние 20–25 лет?*

Если в начале 2000-х основной запрос звучал как «...сделайте нам отчет к утренней планерке», то сегодня формулировка иная:

- ▶ онлайн-KPI по переделам;
- ▶ сквозная прослеживаемость;
- ▶ интеграция с лабораторией и планированием;
- ▶ сценарный анализ;
- ▶ предиктивная аналитика.

MES перестала быть системой фиксации факта. Она становится системой поддержки управленческих решений. И еще важный момент: требования к эргономике пользовательского интерфейса и скорости внедрения решений выросли кратно. Производство больше не готово ждать 3–5 лет. Нужен результат здесь и сейчас.

*Насколько российская практика внедрения MES исторически отличалась от западной по архитектуре решений, глубине внедрения и методике работы вендоров?*

Западная модель, на мой взгляд, строилась сверху вниз: многократно отработанный корпоративный шаблон, строгая методология, длительный rollout (развертывание). Российская практика развивалась снизу вверх: сначала решаем острую производственную проблему, затем расширяем функциональность.

Архитектурно у нас традиционно выше доля кастомизации. Это объяснимо: предприятия сильно различаются по уровню зрелости и наследию систем. Но именно эта школа сделала российских интеграторов очень адаптивными. Мы умеем работать в условиях, где «идеальной архитектуры» не существует априори.

*Вы неоднократно отмечали, что автоматизация в российской промышленности долгое время развивалась фрагментарно. Какие системные ограничения — организационные, кадровые, технологические — сильнее всего тормозили развитие MES на предприятиях?*

Я бы разделил ограничения на три группы:

▶ организационные — размытая ответственность за оперативные данные/процессы. Если данные и процессы «ничьи», система в итоге не работает;

▶ кадровые — нехватка специалистов, понимающих одновременно производственную технологию и ИТ. MES — это всегда очень междисциплинарная история;

▶ технологические — разнородный парк оборудования, устаревшие интерфейсы, отсутствие стандартов обмена.

И, конечно, культурный фактор: переход от ручного управления к управлению по данным требует управленческой зрелости.



▲ ПО «ИндаСофт» на экране диспетчера

*С 2022 года тема импортонезависимости стала определяющей. Можно ли сказать, что именно этот фактор ускорил развитие MES в России, или он лишь обнажил проблемы, которые накапливались годами?*

Скорее, импортонезависимость стала катализатором, бустером и ускорителем. Проблемы существовали давно: зависимость от иностранных платформ, закрытые архитектуры, сложность масштабирования. 2022 год просто снял иллюзии. В результате предприятия на принципиально другом уровне начали инвестировать в отечественные решения, формировать собственные центры компетенций, пересматривать ИТ-архитектуру. Это болезненный, но здоровый процесс.

*В каких отраслях отечественной промышленности MES приняли наиболее зрелые формы, а где до сих пор преобладает точечная автоматизация без целостной модели управления производством?*

Довольно много усилий уже приложено, в том числе нашей компанией, в области автоматизации управления производством, и в целом общий уровень зрелости достаточно высокий. Но наиболее зрелые модели мы видим в нефтепереработке, нефтехимии, крупной химии, минеральных удобрениях, целлюлозно-бумажной промышленности, металлургии. Там

высокая стоимость ошибки и большие объемы непрерывного производства, без системного оперативного управления невозможно обеспечить эффективность. Точечная автоматизация чаще встречается в средних дискретных производствах, где исторически доминирует ERP-подход и меньше внимания уделяется технологической детализации.

*Сегодня все чаще говорят о масштабной цифровизации и цифровых экосистемах. Как, на ваш взгляд, должна эволюционировать MES-система в этих условиях?*

MES должна стать ядром экосистемы цифровых производственных сервисов:

- ▶ работать как открытая платформа;
- ▶ поддерживать микросервисную архитектуру;
- ▶ интегрироваться с AI-модулями;
- ▶ обеспечивать цифровую прослеживаемость от сырья до отгрузки.

Фактически MES трансформируется в оперативный слой цифрового предприятия — это связующее звено между технологией, качеством, энергетикой, экономикой и аналитикой.

*Все ли промышленные компании нуждаются в MES? Могли бы вы указать какую-то границу (распределенность объектов, размер штата, может*

*быть, финансовая составляющая), за которой отказ от MES является для предприятия недальновидным решением?*

Если предприятие имеет несколько производственных площадок, более трех — пяти сотен сотрудников, непрерывный или сложный передельный цикл, высокую долю сырья и энергии в себестоимости, то в таком случае отсутствие MES становится стратегическим риском. Для малого предприятия с одним цехом и простым процессом полноценная MES точно будет избыточна. Но как только появляются распределенность, сложность планирования, вариантность и необходимость управлять маржинальностью в реальном времени, отказ от MES становится недальновидным решением.

*Если попытаться заглянуть на 5–10 лет вперед, то какие признаки будут говорить о том, что MES в России действительно состоялись как стандарт управления производством?*

Я уверен, что общими усилиями мы обязательно сформируем самостоятельный отечественный стандарт и практику использования MES, и через 5–10 лет в интервью с руководителем «ИндаСофт» будет зафиксирована следующая действительность:

- ▶ MES де-факто стала обязательным уровнем для крупных производств;
- ▶ сформировались зрелые отраслевые стандарты архитектуры;
- ▶ цифровые KPI из MES используются на уровне совета директоров;
- ▶ срок внедрения типового решения составляет 8–12 месяцев;
- ▶ экспорт российских MES стал повсеместной практикой.

Самое главное — MES в России не просто «внедряются», а стали частью промышленной культуры.

Беседовали: С. В. Бодрышев, главный редактор журнала «ИСУП»;

Э. О. Сюч, генеральный директор, ООО «ИндаСофт», г. Москва, тел.: +7 (499) 300-9987, эл. почта: info@indusoft.ru, сайт: indusoft.ru

# Программный комплекс «МультиХром АКСИОМА» для автоматизации процессов препаративной хроматографии



В статье представлено решение по автоматизации процесса препаративной хроматографии белков «МультиХром АКСИОМА», позволяющее автоматизировать сбор, обработку результатов измерений и управление оборудованием.

000 «Амперсенд», г. Москва

Препаративная хроматография представляет собой использование хроматографических методов и аппаратуры для выделения чистых веществ или узких фракций из многокомпонентных смесей (природных или синтетических). В основе метода — избирательное распределение компонентов разделяемой смеси между двумя несмешивающимися фазами, цель его применения — получение чистых веществ в достаточных для дальнейшего использования количествах. Метод востребован в медицине и фармацевтике (определение содержания и выделение активных веществ и примесей в смеси, контроль качества лекарственных препаратов), в пищевой промышленности (производство добавок и компонентов), на химических предприятиях (очистка природных соединений), в биотехнологиях (очистка биомолекул) и т. д. На этом методе работают, в частности, хроматографы низкого давления для разделения белков, предназначенные для производства лекарственных препаратов, требующих очень высокой степени очистки (это цитокины, гормоны, коагулянты, вакцины, антибиотики, бактериофаги и др.). Одной из важных задач является автоматизация работы такого оборудования, позволяющая обеспечить максимальную точность

измерений, достоверность и надежность получаемых результатов.

Московская компания «Амперсенд», которая была основана в 1988 году сотрудниками институтов, входящих в структуру Российской академии наук, специализируется на разработке хроматографического программного обеспечения «МультиХром». Специалисты предприятия занимаются научной деятельностью и ведут разработки в области алгоритмов управления сложными производственными системами и анализа экспериментальных данных. Компания сотрудничает со многими производителями хроматографической аппаратуры, которые устанавливают ПО «МультиХром» на свои хроматографы. В настоящее время на промыш-

ленных объектах и в аналитических лабораториях установлено более 14 тыс. систем на базе ПО «МультиХром», позволяющих управлять более чем тремя сотнями различных хроматографических устройств.

Хроматограф «АКСИОМА» [1], внешний вид и жидкостная схема которого показаны на рис. 1, разработан в комплектации, максимально привязанной к запросам и задачам потенциального пользователя, с предварительно установленным и сконфигурированным ПО «МультиХром АКСИОМА» версии 4.x, работающей на персональных компьютерах как в операционной среде Windows (версии 7, 10, 11), так и под управлением ОС «Астра Линукс». К стандарт-

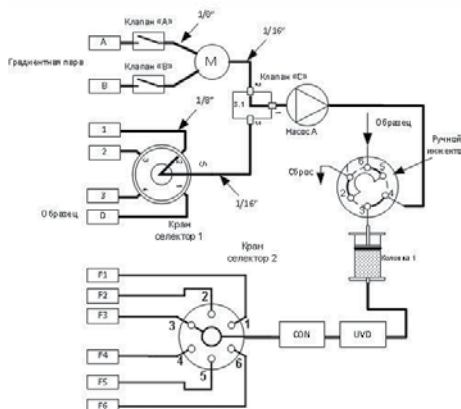


Рис. 1. Жидкостная схема и внешний вид хроматографа «АКСИОМА»

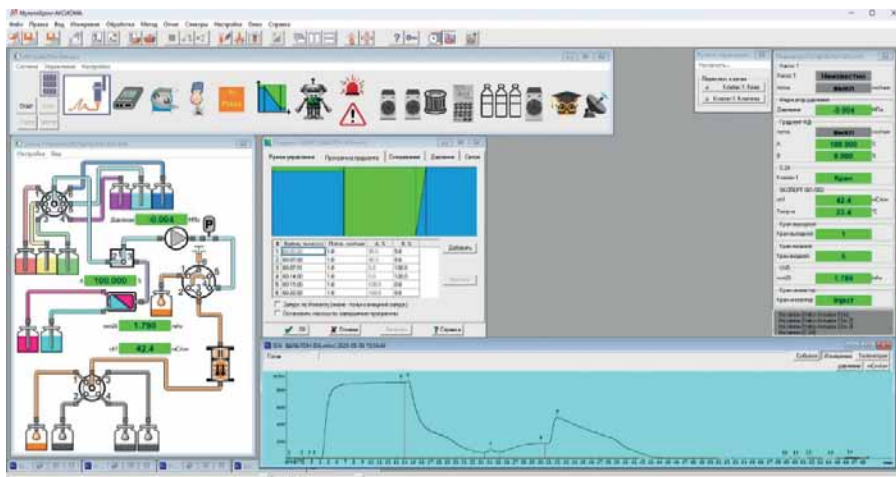


Рис. 2. Главное окно ПО «МультиХром АКСИОМА»

ным функциям ПО «МультиХром» [2, 3] добавлены управляющие модули, специфические для препаративной белковой хроматографии:

- ▶ переключатели кранов и клапанов;
- ▶ модули управления насосами, детекторами и другими модулями жидкостного хроматографа;
- ▶ датчики аварий, следящие за состоянием хроматографической системы;
- ▶ схемы управления перистальтическими насосами с градиентной подачей растворителя уникальным ПИД-регулятором на основе нескольких линий ШИМ и расходомера;
- ▶ преобразователи сигналов с возможностью подавления шумов;
- ▶ коллектор фракций, срабатывающий по комбинации времени, сигнала детектора, первой и (или) второй производной;
- ▶ контроллер режимов работы хроматографа;
- ▶ контроллер ручного управления хроматографом.

Жидкостная схема хроматографа отображается на экране и в режиме онлайн визуализирует потоки элюента, положение кранов и клапанов, параметры хроматографической системы, показания детекторов, систем ввода образца и сбора фракций (рис. 2). Управление хроматографической системой возможно как в программируемом, полностью автоматическом, так и в ручном режиме. В состав хроматографа входит также информационная панель, на которую выводятся основные параметры хроматографической установки и некоторые элементы управления хроматографом.

Функции ПО поддержаны платой управления хроматографа, в составе которой имеются три канала 24-разрядных АЦП, семь цифровых выходов с частотной и широтно-импульсной модуляцией, восемь входных/выходных/счетных каналов, возможность расширения по шине I2C. Такая конфигурация прибора дает простор для наращивания функциональности, позволяет проводить модернизацию и подключать дополнительные модули в зависимости от возникающих задач.

Программное обеспечение может быть настроено как для выделения определенных компонентов на базе анализа параметров хроматографических пиков, так и для циклического выделения целевого вещества в ходе многократного автоматического ввода и выполнения разделения с регенерацией колонки без непосредственного участия оператора. Гибкие условия срабатывания детектора пиков позволяют разделять вещества при невысоком разрешении хроматографических пиков или разделять пики, даже когда они не достигают уровня заданной базовой линии. Часть элюента можно собрать в отдельную емкость для повторного использования. Процесс можно приостановить, изменить параметры вручную и продолжить разделение, что удобно в процессах отработки параметров разделения и фракционирования. При работе ПО записываются протоколы действия пользователя, измеряемые сигналы и команды управления (след аудирования) для соответствия стандартам GLP/GMP.

ПО может быть гибко настроено на конкретное разделение, реакцию на выход параметров за допустимые пре-

делы, прецизионную обработку полученных хроматограмм, выдачу отчетов в требуемом формате и другие функции. В базовом ПО «МультиХром» реализован ряд технологий обработки данных, позволяющих поднять прецизионность и надежность хроматографического анализа [4–7].

Программное обеспечение «МультиХром АКСИОМА» обеспечивает целостность данных, надежную идентификацию оператора, возможность смены оператора во время проведения процесса разделения белковой смеси или анализа. Есть поддержка валидационных процедур, включая валидацию системы (IQ/OQ/PQ), методик и самого ПО.

Разработанные для препаративной хроматографии модули программного обеспечения «МультиХром» дают возможность использовать это ПО в системах управления промышленной и препаративной хроматографией для решения широкого круга практических задач.

#### Литература

1. Карасев В. С. et al. Отечественный хроматограф низкого давления для разделения белков // Сорбционные и хроматографические процессы. 2025. Vol. 25, № 5.
2. Каламбет Ю. А. Программно-аппаратный комплекс «МультиХром» // Пищевая промышленность. 2005. № 3.
3. Каламбет Ю. А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ: 2018616410. 2018.
4. Столяров Б. В. et al. Обработка результатов хроматографического анализа с помощью ЭВМ // Практическая газовая и жидкостная хроматография: Учебное пособие. СПб: Издательство С.-Петербургского университета, 2002.
5. Каламбет Ю. А. Как создавался «МультиХром» // Лаборатория и производство. 2019. Vol. 2019, № 6.
6. Каламбет Ю. А., Мальцев С. А., Козьмин Ю. П. Фильтрация шумов: окончательное решение проблемы // Аналитика. 2011. Vol. 1, № 1.
7. Kalambet Y. A. Data acquisition and integration // Gas Chromatography. Second Edi / ed. Poole K. F. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2021.

Ю. А. Каламбет, к. ф. - м. н.,  
генеральный директор,  
ООО «Амперсанд», г. Москва,  
тел.: +7 (499) 322-9961,  
эл. почта: support@ampersand.ru,  
сайт: www.multichrom.ru

# RAM KLIMA – ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА ВАШЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Решение для охлаждения шкафов автоматизации, где стандартная вентиляция бессильна.



## Преимущества

**Широкий модельный ряд:** навесные, потолочные, уличное исполнение, специальные модели для работы при температуре до +65°C и инверторные версии.

**Надежность в агрессивной среде:** нержавеющая сталь AISI 304/316 и степень защиты до IP55. Работа при t от -60 до +65 °C.

**Интеллектуальный мониторинг:** встроенный интерфейс RS-485 (Modbus RTU) для полной интеграции в систему СКАДА предприятия.

**Оборудование в наличии:** на складах ДКС.



# Система «RAM klima» для защиты оборудования в шкафах управления



Перегрев, конденсат, коррозия и отказ компонентов – типичные проблемы шкафов управления. В статье приведен обзор готовой экосистемы для контроля микроклимата от «ДКС», которая решает эти задачи комплексно: от расчета теплового баланса до удаленного мониторинга по RS-485.

АО «ДКС», г. Москва

Электротехнический шкаф похож на живой организм. Он выделяет тепло, боится влаги и требует стабильных условий для работы. Нарушение температурного режима и высокая влажность – две основные проблемы микроклимата в шкафу. Например, есть неофициальное «правило 10 градусов», гласящее, что, когда температура оборудования превышает 40 °С, каждые дополнительные 10 °С сокращают срок службы электронных элементов вдвое. Эти цифры основаны на внутренних исследованиях отдельных производителей и сами по себе могут быть спорными, ведь каждый производитель исследует только свой тип оборудования. Однако и без цифр понятно, что нарушение теплового режима влияет на работоспособность техники, долговечность компонентов, а потому избыточное тепло надо отводить с помощью вентиляции или кондиционирования. Несомненным является и вред перепада температур при высокой влажности, из-за чего на элементах выпадает конденсат, а конденсат вызывает коррозию, коррозия же нарушает работу схем, снижает сопротивление изоляции, может вызывать утечку тока и отказ контактов.

Так что свое место в каждом электротехническом шкафу всегда занимают вентиляция, обогреватель, а может быть, и устройства управления: гигростат или термостат. Производители

шкафов часто поставляют готовый шкаф вместе с установленной системой управления микроклиматом – это сегодня типичное исполнение (рис. 1). Устройства для такой системы, конечно, могут быть изготовлены разными

производителями, но закономерным представляется другой вариант: все устройства системы – от одного разработчика. Так они будут представлять собой целостное, предсказуемое и совместимое решение. Создание подоб-



Рис. 1. Пример установки системы управления микроклиматом «RAM klima»

ной экосистемы рассмотрим на примере оборудования «RAM klima».

#### Проблемы микроклимата шкафов и их решения

Система управления микроклиматом «RAM klima» от «ДКС» предназначена для предотвращения главных проблем, характерных для электротехнических шкафов.

**Отвод тепла.** Обычно по техническим требованиям температура внутри шкафа не должна превышать  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для этого в системе есть два типа охлаждения: вентиляция и кондиционирование. Вентиляция (пассивная и активная) — это простое решение на тот случай, если температура снаружи ниже, чем внутри. Вентиляторы RV и решетки RF с фильтрами класса G3 обеспечивают защиту до IP54. Монтаж — без инструментов, защелками.

Кондиционирование требуется для жарких цехов или уличных шкафов. Кондиционеры полностью изолируют внутренний объем от внешней среды, охлаждая воздух в шкафу до заданной температуры в диапазоне от  $+25$  до  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  при внешней температуре до  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В уличном шкафу кондиционер будет поддерживать температуру в том же диапазоне даже при морозах от  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Предотвращение образования конденсата.** При резком охлаждении водяной пар, содержащийся в воздухе, превращается во влагу. Капли оседают на оборудовании, что является одной из самых серьезных проблем, поскольку конденсат вызывает коррозию, а коррозия способна быстро разру-

шить и оборудование, и конструкцию самого шкафа. Особенно перепадам температуры подвержены уличные шкафы из-за перемен погоды, смены дня и ночи и других факторов. Для борьбы с конденсатом нужен обогрев. Обогреватели линейки «RAM klima» мощностью от 5 до 2000 Вт с технологией РТС прогревают шкаф, не допуская достижения точки росы.

**Управление и контроль.** Автоматика поддерживает режим без участия оператора. Для этого в системе есть термостаты, гигростаты и гигротермы — механические и электронные, устанавливаемые на DIN-рейку.

#### Совместимость элементов

Все компоненты ДКС, разработанные для построения систем климат-контроля, структурированы, что позволяет точно подобрать оборудование под конкретные условия.

Так, для охлаждения предназначены навесные (300–6000 Вт), потолочные (500–4000 Вт) и плоские (серия Slim, 1000–4000 Вт) кондиционеры. Исполнения могут быть выполнены из окрашенной стали (RAL 7035), нержавеющей стали AISI 304 и AISI 316 для агрессивных сред. Уличные кондиционеры имеют мощность 500–6000 Вт, климатическое исполнение УХЛ1 и степень защиты IP55, рассчитаны на работу при температурах от  $-60$  до  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Все кондиционеры оснащены функцией автоматического испарения конденсата, благодаря которой конденсат сливать не требуется.

Нагреватели, которые применяются для предотвращения образования

конденсата в шкафу, могут быть трех основных типов. Для локального подогрева будет достаточно компактных моделей мощностью 5–150 Вт, которые устанавливаются на DIN-рейку. Для эффективного распределения тепла в больших шкафах подойдут модели мощностью 250–2000 Вт с вентилятором. Кроме того, есть модели в защитном кожухе для безопасности персонала.

Для управления температурой предназначены термостаты: механические с регулировкой и фиксированной температурой, модульные (в 1 модуль шириной), сдвоенные (NO + NC) и электронные. Для контроля и управления влажностью служат гигростаты и гигротермы.

Все перечисленные устройства, спроектированные для совместной работы, предсказуемо подойдут для интеграции в одну систему. Все они оснащены интерфейсом RS-485, который позволяет объединить до 32 элементов в единую сеть для удаленного мониторинга и управления. Кроме того, учтены требования безопасности. Например, в кондиционерах применяется хладагент R134a (будет заменен на R513a в 2026 году), который безопасен для людей и окружающей среды, а обогреватели оснащены термопредохранителями на случай отказа вентилятора. Фильтры в кондиционерах и вентиляционных решетках (рис. 2) меняются без инструментов, то есть для их замены не требуется прерывать работу оборудования.

#### Заключение

Обеспечение стабильного микроклимата внутри электротехнического шкафа — один из ключевых факторов надежной и долговременной работы установленного оборудования. Применение системного подхода к управлению температурой и влажностью в системе «RAM klima» от «ДКС» позволяет снизить риск перегрева и выпадения конденсата, а также повысить предсказуемость эксплуатационных характеристик системы в целом.

АО «ДКС», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 777-7779,  
эл. почта: info@dkc.ru,  
сайт: dkc.ru



Рис. 2. Кондиционеры и вентиляционные решетки «RAM klima»



## АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ЭМИКОН"

с 1988 года занимается разработкой и производством импортозамещающих программируемых логических контроллеров и других средств автоматизации, а также проектированием и поставкой "под ключ" АСУ ТП на их базе.

 МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ





 Минцифры  
РОССИИ

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

Реклама

- ✓ разработка и производство программируемых логических контроллеров для предприятий всех отраслей промышленности;
- ✓ комплексная автоматизация "под ключ" объектов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа;
- ✓ производство и поставка программно-технических комплексов для систем автоматического пожаротушения, линейной телемеханики, учета энергопотребления и т.д.;
- ✓ разработка прикладного программного обеспечения;
- ✓ обучение специалистов заказчиков;
- ✓ пожизненное обслуживание поставленных систем автоматизации.

 ЭМИКОН

 Россия, 107207, г. Москва, Щелковское шоссе, 77  
 +7 (499) 707-16-45, +7 (499) 707-73-77, 707-73-79  
 [emicon@emicon.ru](mailto:emicon@emicon.ru)  <https://www.emicon.ru>



# Промышленный обогрев под ключ



## Проектирование

Инженеры центров проектирования в Москве и Санкт-Петербурге разработают систему электрообогрева любой сложности



## Производство

Наш производственный комплекс позволяет выпускать более 1 млн метров нагревательных кабелей в год, а также все необходимые комплектующие



## Шефмонтаж

Обучим подрядчиков монтажу нашего оборудования, проконтролируем соблюдение требований проектной документации



## Техническое обслуживание

Проведем аудит системы и ее обслуживание, устраним потенциальные проблемы



# «Термо Нова» – СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭЛЕКТРООБОГРЕВА



В статье рассказано о технологиях промышленного электрообогрева, в частности, о саморегулирующемся нагревающим кабеле, и о компании «Термо Нова», которая занимается его производством. Показаны функциональные возможности саморегулирующегося нагревающего кабеля.

ООО «Термо-Нова», г. Москва

## Из истории электрообогрева

Во второй половине XIX века, когда продукты переработки нефти начали использовать для уличного освещения и добыча нефти приобрела промышленный масштаб, появились первые трубопроводы для ее транспортировки. При этом встал вопрос о температуре перекачиваемого продукта. При охлаждении нефть становится вязкой, на стенках труб и резервуаров оседают отложения, скорость перекачки снижается, поэтому температуру перекачиваемого продукта необходимо стабилизировать. Достаточно долгое время для обогрева трубопроводов и резервуаров применяли пар, горячую воду и дымовые газы, позже — масло и высокотемпературные органические теплоносители (жидкости ВОТ). Но главным образом — пар. Основная сложность состояла в том, что пар плохо транспортируется на большие расстояния, а потому собственно трубопроводы, тем более протяженные, с его помощью обогревать сложно. К тому же где пар, там конденсат и коррозия. Но пар имел и преимущество пожарной безопасности, актуальное для такого горячего материала, как нефть, и долго не сдавал позиции.

Одновременно велась работа над созданием новых технологий промышленного обогрева. Одной из таких технологий стала теплопроводная паста с графитом, улучшающая контакт между нагревательным элементом

и обогреваемой поверхностью. Эту пасту стал производить американский предприниматель Ричард (Дик) Бердик, для чего он основал компанию Thermon Manufacturing в Хьюстоне в 1954 году. С этого момента компания Thermon занимается разработками технологий и производством продукции для промышленного обогрева, который как раз в те годы постепенно становится электрообогревом.

Электрообогрев, в значительной степени вытеснивший обогрев паром, начали применять достаточно поздно — в начале 1960-х годов. Его расцвет во второй половине XX века был связан с ростом производства электроэнергии в мире, появлением новых материалов (силиконовые резины, фторполимеры и др.) и технологий. Например, благодаря изучению свойств угленаполненных электропроводящих пластмасс были разработаны нагревательные ленты с эффектом саморегуляции, а в 1972 году — получен патент на саморегулирующийся нагревательный кабель, который не допускает перегрева. Наконец, в Японии была разработана индукционно-резистивная обогревательная система со скин-эффектом, которая дала возможность обогревать протяженные трубопроводы. Для нее не нужны питающие электросети. Сегодня такие системы производят в трех странах: Японии, США и России.

Все эти технологии призваны обеспечить безостановочную работу

оборудования, исключить поломки, простои, потери нефтепродукта, а возможно, и загрязнение окружающей среды. Кроме того, системы электрообогрева могут встраиваться в автоматизированные системы передачи данных, позволяющие отслеживать ситуацию на промышленных объектах, включая протяженные трубопроводы.

## Нагревательные кабели «Термо Нова»

Компания Thermon освоила выпуск всех названных изделий: и саморегулирующихся нагревательных кабелей, и систем со скин-эффектом, и других решений. Она поставляла их в разные страны мира, в том числе в нашу страну, которая не просто всегда была одним из ключевых игроков мирового нефтяного рынка, но и занималась освоением арктических зон, для чего требовалось построить инфраструктуру для экстремально низких температур. Поставка промышленных систем электрообогрева Thermon в Советский Союз началась в 1974-м — более 50 лет назад. А в 2017 году представительство Thermon в России, компания «Термон Евразия», возвела собственный завод в г. Дедовске Московской области и начала выпускать продукцию здесь — локализовала производство.

В 2022 году, после ухода иностранных производителей из России, «Термон Евразия» стала независимой, полностью российской компанией и была



Рис. 1. Производство саморегулирующегося кабеля на заводе в г. Дедовске

переименована в «Термо Нова». Опираясь на технологии Thermon и nVent (это еще один мировой производитель систем промышленного обогрева), она выпускает кабели всех типов (саморегулирующиеся, резистивные, зональные) и системы обогрева на их основе, скин-системы, соединительные коробки и аксессуары для монтажа (рис. 1).

Основой создания системы обогрева является производство кабеля. Оно включает ряд основных этапов:

- ▶ изготовление электропроводных полимерных гранул;
- ▶ изготовление электропроводящей полимерной матрицы;
- ▶ нанесение диэлектрической оболочки;
- ▶ отпуск матрицы с изоляцией в печи;
- ▶ нанесение оплетки;
- ▶ нанесение внешней оболочки;
- ▶ приемо-сдаточные испытания;
- ▶ нанесение маркировки;
- ▶ нарезку, намотку и упаковку кабеля на товарные катушки.

Производственный комплекс «Термо Нова» по-прежнему расположен в Московской области, в г. Дедовске. На каждом этапе, начиная с входного контроля материалов и комплек-

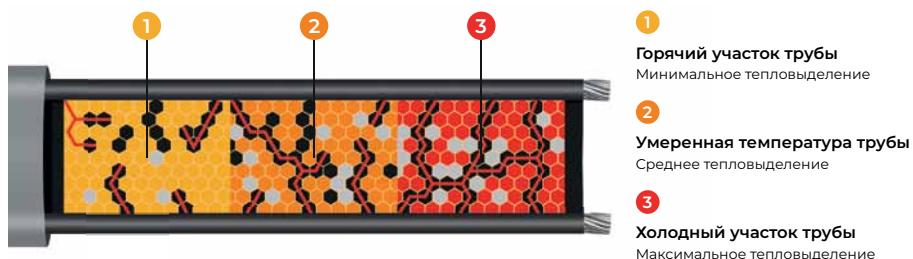


Рис. 2. Устройство саморегулирующегося нагревательного кабеля

ствующих, осуществляется контроль качества, который входит в цикл регулярной деятельности по системе менеджмента качества, которая сертифицирована на соответствие требованиям ISO 9001:2015 и СТО ИНТИ S.QS.7-2024.

Сердцевиной греющего саморегулирующегося кабеля является матрица из электропроводящего полимера, внутри которой параллельно проложены два медных проводника – такой относят к кабелям параллельного сопротивления. Когда температура окружающей среды повышается, полимер расширяется, пережимая «дорожки» – локальные токопроводящие связи и, таким образом, увеличивая сопротивление, отчего проводники начинают меньше проводить электричество и мощность кабеля снижается (рис. 2).

А когда температура падает, полимерная матрица сжимается, уменьшая сопротивление, токопроводящие дорожки расширяются и мощность кабеля возрастает. Таким образом, удельная выходная мощность саморегулирующегося кабеля изменяется по всей длине цепи в соответствии с температурой поверхности, где он смонтирован. То есть кабель греет только там, где это необходимо, исключая перегрев и оптимизируя расходы на электропитание.

Саморегулирующийся кабель даже можно разрезать на секции, каждая из них будет продолжать выделять тепло на своем участке. Секции на основе саморегулирующегося кабеля равномерно распределяют тепло вдоль всей длины обогреваемого участка. Эти нагревательные кабели устойчивы



а



б

Рис. 3. Кабели нагревательные саморегулирующиеся параллельного сопротивления: а – «Контур-СВ»; б – «Контур-СВ(У)»

к агрессивным средам и механическим воздействиям, а также сертифицированы для применения во взрывоопасных и общепромышленных зонах нефтегазовых, нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятий.

Наряду с общепромышленными исполнениями «Термо Нова» выпускает высокотемпературные греющие кабели «Контур-СВ» (рис. 3а), которые поддерживают стабильную температуру процесса даже в условиях воздействия высоких температур. Максимальная температура поддержания – 150 °С, максимальная температура периодического воздействия (электронагреватель включен/выключен) – 250 °С, максимальная температура длительного воздействия может достигать 150 °С при включенном электронагревателе и 204 °С при отключенном. Кабель «Контур-СВ(У)» (рис. 3б) разработан для ультравысоких температур. Максимальная температура поддержания – 240 °С, периодического воздействия – 250 °С, а длительного воздействия в режиме «электронагреватель отключен» 250 °С, «электронагреватель включен» – 240 °С.

Также есть кабели последовательного сопротивления (рис. 4), основу которых составляет токопроводящая жила в защитной оболочке – единый и непрерывный нагревательный элемент. Когда через токопроводящую

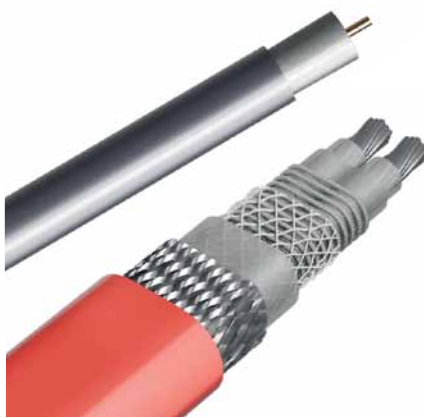


Рис. 4. Кабели постоянной мощности последовательного сопротивления

жилу проходит электрический ток, она нагревается. Температура на поверхности кабеля зависит от выделяемой удельной мощности и геометрических размеров кабеля. Кабель последовательного сопротивления имеет более простую конструкцию, но эффективен, прост в монтаже и долговечен. Используется на нефте- и газоперерабатывающих заводах, в хранилищах и т. д.

Система промышленного электрообогрева на основе нагревающего кабеля включает в свой состав, наряду с кабелем, терминал для подключения питания (силовые кабели, распределительные коробки, силовые шкафы и трансформаторы), подси-

стему управления и контроля (поддерживает заданную температуру, предотвращает перегрев, автоматически регулирует мощность нагрева), специальные защитные оболочки и теплоизоляционные материалы для защиты нагревательных элементов, крепежные элементы (хомуты, ленты и монтажные скобы для крепления к поверхности трубопровода, резервуаров, оборудования).

#### Заключение

В заключение следует отметить, что важнейшей частью работы является проектирование системы промышленного электрообогрева, эффективная работа которой зависит от правильности расчетов и выбора компонентов. Требуется учесть тип сопротивления, длину контура, напряжение и конфигурацию электросети, а также другие параметры. Специалисты центра проектирования компании «Термо Нова» в Санкт-Петербурге разрабатывают проекты совместно с коллегами из московского офиса. Выполняются предварительные теплотехнические и электротехнические расчеты на этапах ТКП и Pre-Feed. Они подготавливают проектную документацию для стадий «П» и «РД» (теплотехника, электротехника автоматизация), рассчитывают и подбирают параметры теплоизоляции, адаптируют проект к требованиям российских нормативных документов. Для проектирования применяется ПО собственной разработки (рис. 5).

Специалистам компании «Термо Нова» доводилось проектировать и реализовать системы обогрева для «Арктик СПГ 2», Мозырского нефтеперерабатывающего завода, для объектов «Газпромнефть-МНПЗ», «Нижекамскнефтехим», «Киришинефтеоргсинтез», «Ставролен», «Сахалин-2» и др. Кроме нефтегазовой отрасли, системы промышленного обогрева, созданные на заводе «Термо Нова» в Дедовске, востребованы в энергетике, горнорудной промышленности, металлургии, химической промышленности и т. д.

ООО «Термо-Нова», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 411-7038,  
эл. почта: [inbox@termo-nova.ru](mailto:inbox@termo-nova.ru)  
сайт: [termo-nova.ru](http://termo-nova.ru)



Рис. 5. Работа над проектом системы промышленного электрообогрева в центре проектирования компании «Термо Нова» в Санкт-Петербурге



## КОМПЛЕКСНОЕ ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭЛЕКТРООБОГРЕВА **ПОД КЛЮЧ**

от разработки проекта до сдачи объекта

**1000+**

реализованных  
проектов

**120+**

сотрудников

**>15**

на рынке

**4**

региональных  
представительств

### О компании:

«Квант» — это производственно-инжиниринговая компания федерального уровня, где команда экспертов создает интеллектуальные системы промышленного обогрева под ключ.п

Мы применяем международные стандарты качества и философию процесса непрерывных улучшений, гарантируя не просто поставку оборудования, а бесперебойность ваших производственных процессов через эффективную работу систем электрообогрева, проактивное сопровождение и оперативное реагирование на всем жизненном цикле оборудования.



ПРЕДОСТАВЛЯЕМ КАЧЕСТВЕННОЕ  
И ОПЕРАТИВНОЕ СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И  
НЕПРЕРЫВНУЮ ПОДДЕРЖКУ НАШИМ КЛИЕНТАМ **24/7**



kvantex.pro

## НАШИ РЕШЕНИЯ И **ПРОДУКТЫ**

### НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ КАБЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА «ТЕРМО НОВА»



Саморегулирующиеся и  
реактивные нагревательные  
кабели

### ПРЕДИЗОЛИРОВАННЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ТРУБКИ



Решение для защиты импульсных  
линий от замерзания, с  
заводской изоляцией,  
изготовленное по мировым  
стандартам

### URSUS



Комплекс технологических  
решений для защиты системы от  
замерзания и поддержания  
необходимых температур в  
линиях измерения давления

### ТЕРМОЧЕХЛЫ WALRUS



Теплоизоляция многократного  
применения для запорно-  
регулирующей арматуры и участков  
трубопроводов, требующих  
регулярного ревизионного осмотра

### ШКАФЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОГРЕВОМ



Система питания и управления  
выполняется индивидуально  
под задачу, учитывая лучшие  
практики эксплуатации и  
ожидания заказчика

### АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ



Решение задач по разработке  
АРМ и интеграции в  
действующую систему  
управления

### СИСТЕМЫ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ



Поставка, монтаж и  
обслуживание систем на основе  
ИБП для обеспечения  
надежного и эффективного  
электропитания

### КАБЕЛЕНЕСУЩИЕ ТРАССЫ



Кабельно-проводниковая  
продукция,  
системы фальшпола и быстрого  
монтажа

# Предиктивный анализ для систем электрообогрева



В статье рассмотрено назначение предиктивного анализа и применение этого инструмента для систем промышленного электрообогрева. Приведены в пример разработанные компанией «Квант» системы промышленного электрообогрева со встроенными функциями предиктивного анализа.

ПО «Квант», г. Омск

Предиктивная (прогнозная) аналитика основана на обработке статистических и экспертных данных. Ее практическое внедрение на производственных объектах стало возможным благодаря развитию автоматизированных систем управления, накоплению массивов эксплуатационных данных и распространению методов интеллектуального анализа. В частности, в задачах технического обслуживания

и ремонта такой инструмент используется для выявления отклонений параметров на ранних стадиях износа или негативных изменений и формирования предупреждений до перехода процессов в аварийное состояние.

Для систем промышленного электрообогрева применение методов предиктивного анализа было нехарактерно, потому что этим системам не придавали должного значения, хотя они

и являются частью технологического процесса. Но новый день диктует новые стандарты. Требования к промышленной безопасности технологических объектов, сопутствующей частью которых являются системы электрообогрева, повышаются с каждым годом. В связи с этим применение предиктивной аналитики для электрообогрева сегодня выглядит оправданным. В данном материале мы рассмотрим одно из



Рис. 1. Система «Квант»: определение остаточного ресурса и прогнозирование отказов

таких решений – систему предиктивного анализа для системы электрообогрева от компании «Квант» (рис. 1).

### Актуальность вопроса

В последние годы произошло несколько значимых изменений в подходе к качеству оборудования и его эксплуатации. Основная цель этих из-

менений – повышение общей надежности и безопасности систем. Это коснулось в том числе и промышленного электрообогрева, из-за чего эксплуатирующие службы оказались в условиях противоречивых требований. Корпоративные стандарты ориентированы на снижение эксплуатационных затрат, что обычно сопровождается

ограничением ремонтного бюджета и заставляет эксплуатировать оборудование до отказа. Одновременно на службы эксплуатации возлагается ответственность за безопасную и безаварийную работу оборудования, в том числе систем электрообогрева, отказ которых может привести к значительным экономическим потерям. В этих

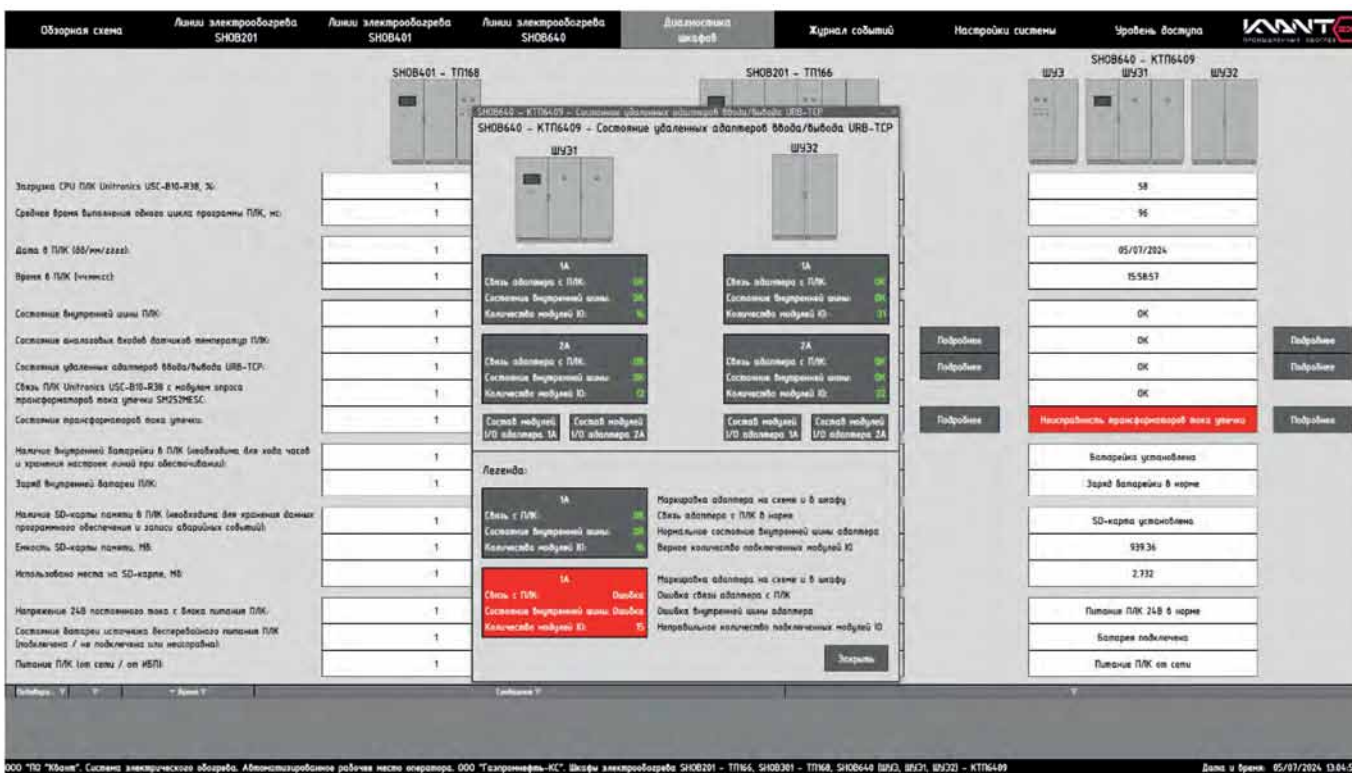


Рис. 2. Предиктивный анализ состояния системы промышленного электрообогрева: примеры отображения информации

условиях применение инструментов предиктивной аналитики становится закономерным решением: такая система помогает выявлять потенциальные неисправности на ранней стадии и локализовать их с высокой точностью, что позволяет заблаговременно планировать замену приходящего в негодность оборудования, избегая аварийных ситуаций, уменьшает время на локализацию неисправностей и повреждений, а также позволяет сократить объем ремонтных работ.

Еще один важный ситуативный фактор, повлиявший на внедрение функций предиктивной аналитики в систему электрообогрева, — законодательный. С 1 сентября 2025 года вступил в силу Приказ Ростехнадзора № 29 о правилах проведения экспертизы промышленной безопасности. Этот документ допускает использование информации автоматизированных систем мониторинга для оценки фактического состояния технических устройств, зданий и сооружений, делает акцент на оперативной диагностике и прогнозировании. Правда, пока это относится только к устройствам, зданиям и сооружениям на опасных производственных объектах, однако данные требования отражают общий подход к риск-ориентированному и прогнозному управлению техническим состоянием не только технологического оборудования, но и инженерных систем. Эти подходы могут быть применены и к системам промышленного электрообогрева.

#### Как это работает

Система электрообогрева с предиктивной диагностикой является комплексной, то есть наряду с обогревом выполняет функцию передачи данных в единый диспетчерский центр для анализа, визуализации и контроля. Причем данные эти могут сниматься со многих трубопроводов сразу. В такой системе три уровня: нижний, средний и верхний. На нижнем (полевом) уровне находятся исполнительные устройства (электрические нагревательные и силовые кабели), распреде-

лительные коробки, датчики и трансформаторы тока утечки. На среднем — промышленные контроллеры и ПЛК, модули ввода/вывода и преобразователи интерфейсов. Верхний уровень — диспетчерский, это АРМ оператора, сервер и база данных. С помощью датчиков температуры, датчиков тока, а также с использованием возможностей оптоволоконных технологий фиксируются такие параметры, как температура вдоль трассы, ток, напряжение, мощность и токи утечки, которые являются индикатором состояния жилы, полимерной матрицы, изоляции нагревательных кабелей и косвенно показывают нарушения теплоизоляционного слоя или дефекты в соединительных элементах. Фиксируются и внешние воздействия, приводящие к механическим повреждениям.

С полевого уровня данные поступают через средний уровень (контроллеры) на сервер и в диспетчерское ПО, где подвергаются анализу (рис. 2). В процессе этого анализа текущие параметры сравниваются с эталонными, выявляются тренды изменения характеристик, осуществляется классификация неисправностей и выдаются рекомендации по обслуживанию. Логика системы работает приблизительно так: падение температуры на 10 °С за 1 минуту (при показателях активной мощности в пределах проектных значений) → критический приоритет → существует вероятность повреждения теплоизоляции или датчика температуры → отправить бригаду для осмотра. При этом система выдает аварийный сигнал и предлагает оптимальные сценарии действий, например, рекомендует запланировать ремонт на участке в ближайшие две недели. При определенных сценариях, например, при повышении токов утечки, может быть автоматически отключен участок.

Приведем пример из практики. На одном из объектов нагревательный кабель был смонтирован сторонним подрядчиком, управление — через шкаф электрообогрева, изготовленный компанией «Квант». По приборам всё выглядело спокойно: темпе-

ратура держалась в пределах нормы, защиты молчали, смена обрабатывала без замечаний.

Но система предиктивной диагностики на основе датчиков тока показала, что в одной из линий ползет вверх ток утечки. Если оглядываться на регламент, ситуация не аварийная, и это именно тот случай, который всегда пропускают, потому что система обогрева «еще работает». Разбор показал конкретное место: кабель в узле ввода под теплоизоляцией, где его однажды «чуть прижали» при монтаже.

Эта ошибка, допущенная во время монтажных работ, могла дорого стоить. Но в данной ситуации участок кабеля заменили в плановое окно, и, таким образом, несложный плановый ремонт предотвратил аварию.

#### Заключение

В инженерной среде давно известно: внезапных отказов не бывает — бывает недооценка технического состояния. Любая система заранее подает сигналы, просто они остаются незамеченными.

*Редакция благодарит специалистов компании «Квант» за экспертные комментарии и рассказ о практическом опыте реализации систем промышленного электрообогрева с применением технологий предиктивной диагностики. В процессе подготовки материала представители компании дали редакции возможность ознакомиться с работой системы «Квант», предназначенной для определения остаточного ресурса оборудования и прогнозирования отказов, а также, опираясь на собственный практический опыт, рассказали о необходимых объемах работ, этапах внедрения и типичных технических сложностях, возникающих при проектировании и эксплуатации таких систем. Представленная информация позволила дополнить материал сведениями от крупнейшего интегратора систем промышленного обогрева о подходах к проектированию, интеграции и последующему сопровождению решений электрообогрева на промышленных объектах.*

ПО «Квант», г. Омск,  
тел.: 8 (800) 1000-437,  
эл. почта: info@kvantex.pro,  
сайт: kvantex.pro

Научно-производственное предприятие  
«Алмаз»



Сигнализаторы промышленные серии Gazotron



**Сигнализаторы промышленные серии Gazotron**  
— увеличенный ресурс, повышенная пыле- и влагозащита,  
быстрый монтаж на больших паркингах.

Реклама

# Сигнализаторы загазованности Gazotron

## для крытых парковок и гаражей



В статье представлена серия сигнализаторов газа Gazotron CO/CH<sub>4</sub>, которые предназначены для гаражей и парковок, где хранятся как автомобили на двигателях внутреннего сгорания, так и газомоторные ТС. Рассмотрены конструктивные особенности сигнализаторов, исполнения, способ подключения к сети, функциональные возможности.

АО «НПП «Алмаз», г. Саратов

По закону, да в принципе и по логике выживания, крытые парковки (в том числе подземные), автостоянки, гаражи должны быть оснащены газосигнализаторами на оксид углерода CO. Это требование как международных, так и национальных стандартов — например, в Российской Федерации такое положение регламентировано СНиП 21-02-99 «Стоянки автомобилей».

В последние годы ситуация динамично развивается: добавилась необходимость в установке газоанализаторов на природный газ. Это связано с переменами в законодательстве: если раньше автомобилям «на газу» был запрещен въезд на крытые парковки, то теперь хранение газомоторного транспорта на этих объектах разрешено. Например, приказ Минтруда России от 09.12.2020 № 871н (ред. от 29.04.2025) «Об утверждении Правил по охране труда на автомобильном транспорте» допускает въезд на крытую автостоянку автомобилей на газовом топливе. А приказ МЧС России от 17 декабря 2021 г. № 880 «Об утверждении свода правил «Стоянки автомобилей. Требования пожарной безопасности» гласит: «Если свободный объем помещения хранения транспортных средств с наличием газобаллонных автомобилей меньше минимально допустимого, то оно должно быть оборудовано непрерывно действующей системой автоматического контроля загазованности с установкой сигнализаторов дозрыбоопасных концентраций газов и паров». Эти изменения в известной степени усложнили требования к системам контроля загазованности. Тем не менее в России есть производители,

которые выпускают газосигнализаторы обеих разновидностей, предназначенные именно для парковок.

Серия сигнализаторов Gazotron CO/CH<sub>4</sub> (рис. 1) разработана компанией АО «НПП «Алмаз» для эксплуатации на крытых автостоянках, в гаражах и гаражных комплексах. Такой сигнализатор представляет собой стационарный одноканальный прибор в одном из двух исполнений — Gazotron CO (для угарного газа) или Gazotron CH<sub>4</sub>. Во втором случае газосигнализатор подойдет как для метана, так и для пропана, потому что из-за физико-химических свойств своего сенсора реагирует на разные виды газомоторного топлива.

Принцип действия сенсоров CO — электрохимический, у CH<sub>4</sub> — сенсор термокаталитического типа. Способ заборa пробы у сигнализатора диффу-

зионный, то есть не требующий дополнительных устройств, создающих поток воздуха через сенсор. Таких приборов на крытой парковке устанавливают несколько, поскольку у них ограниченный охват действия: сигнализатор CH<sub>4</sub> обслуживает до 100 м<sup>2</sup> помещения, модификация CO — не более 200 м<sup>2</sup>. К единой системе сигнализаторы подключаются в линию — шлейфом.

Прибор разработан для эксплуатации в загрязненных условиях и оснащен корпусом со степенью защиты IP65. Сенсор газосигнализаторов Gazotron (рис. 2) защищен фильтром, не требующим обслуживания и чистки. В состав фильтра входит гидрофобная мембрана с размером пор до 15 микрон. Это позволяет обеспечить стабильную работу газосигнализаторов Gazotron в условиях воздей-



Рис. 1. Сигнализатор загазованности Gazotron CH<sub>4</sub>



Рис. 2. Датчик на корпусе газосигнализатора

ствия пыли, брызг воды и при образовании конденсата.

С конструктивной точки зрения сигнализатор может быть моноблочным или двухблочным (рис. 3). Во втором случае прибор состоит из датчика и блока питания, соединенных кабелем, длина которого способна достигать нескольких сотен метров – до 500 м в зависимости от сечения. Возможно применение многожильных проводов любого типа сечением от 0,2 до 1,5 мм<sup>2</sup>. Блок питания идет в комплекте с двухблочным исполнением, допускается подключение к любому стабилизированному источнику постоянного тока с напряжением (12 ± 3) В.

Под прозрачной крышкой сигнализатора расположен элемент световой

индикации – светодиод. Зеленый непрерывный сигнал означает, что сигнализатор включен в сеть, красный – что зафиксировано превышение порога по уровню загазованности. Желтый показывает нарушения в работе самого устройства – отказ датчика или обрыв линии связи между сигнализаторами, подключенными шлейфом. Но так – лишь в однопороговом устройстве, а порога может быть два. В исполнении с двумя порогами прерывистый красный световой сигнал означает предупреждение, а непрерывный красный – достижение критического порога. У моноблочных газосигнализаторов дополнительно может быть звуковой сигнал. Также они оснащены функцией запоминания срабатывания

после того, как уровень загазованности снизился. При запоминании звуковой сигнал отсутствует, импульсный клапан и релейный выход работают в дежурном режиме, но светодиод продолжает гореть красным и горит так либо 15 минут, либо пока не сбросит пользователь – на выбор.

Газосигнализаторы Gazotron CO/CH<sub>4</sub> могут иметь встроенные реле, которые способны управлять внешними исполнительными устройствами, например, вентилятором или электромагнитным газовым клапаном. При достижении порогового значения (первого или второго) срабатывает релейный выход. Гермовводы на корпусе газосигнализатора служат для подключения кабеля питания, кабеля от релейного выхода для управления внешними устройствами, сигнального дублирующего устройства, импульсного клапана или других датчиков шлейфа.

Газосигнализаторы – электронные устройства, которые могут встраиваться в систему комплексной автоматики объекта. Они оснащены встроенным ПО, которое учтено при нормировании метрологических характеристик. Встроенное ПО защищено от изменений, уровень защиты высокий по Р 50.2.077-2014. Все газосигнализаторы Gazotron CO/CH<sub>4</sub>, установленные на парковке, можно подключить к единому блоку питания и управления. Такая система позволит реализовать контроль загазованности на объекте с любой площадью. Монтаж приборов очень прост, его может выполнить любой штатный специалист по электрике и энергетике, вызывать монтажную группу не требуется. Быстроразъемные соединения упрощают подключение. Гарантия на газосигнализаторы Gazotron – 2 года.

В модельный ряд, наряду с газосигнализаторами Gazotron CH<sub>4</sub> и Gazotron CO, входит комплект Gazotron CO + CH<sub>4</sub> (сигнализатор + блок датчика), обеспечивающий одновременный контроль двух газов, и комплект Gazotron 3К для контроля двух газов (CH<sub>4</sub> + CO) с подключением до трех блоков датчиков или сигнализаторов Gazotron.

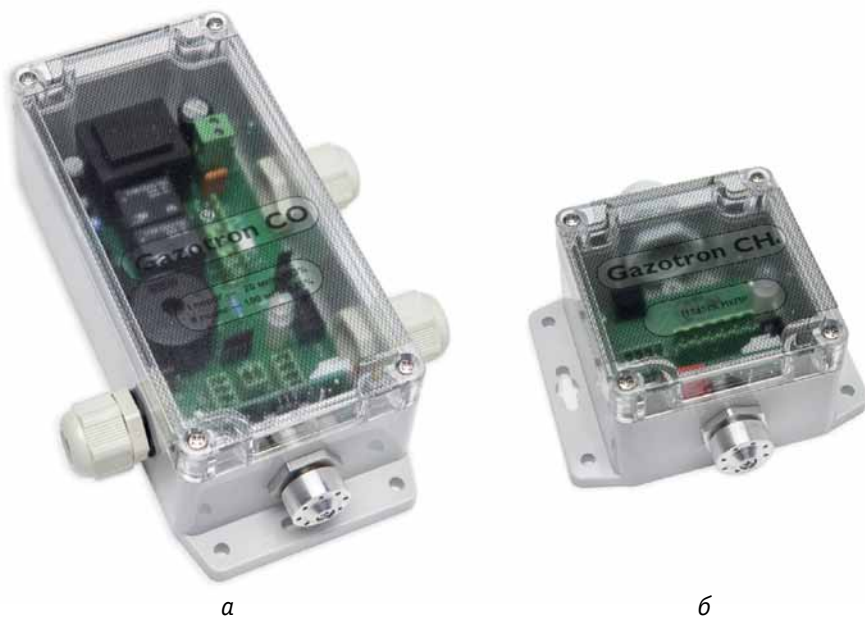


Рис. 3. Конструктивные исполнения сигнализатора газа Gazotron: а – моноблочное; б – двухблочное

АО «НПП «Алмаз», г. Саратов,  
тел: +7 (8452) 47-9933, +7 (8452) 48-0104,  
эл. почта: info@gazotron.ru,  
сайты: www.almaz-rpe.ru, www.gazotron.ru

# Магнитоотрицательные датчики линейных перемещений «ТрейсЛайн»: отечественная инженерная разработка и серийное производство для промышленности России и ЕАЭС



В статье представлены промышленные магнитоотрицательные датчики ТЛ различных исполнений. Рассмотрены датчики серии ТЛ-С1ПШ для внешнего монтажа на неподготовленные гидроцилиндры, стержневые общепромышленные датчики ТЛ-С1 / ТЛ-С2 и другие, в том числе специализированные исполнения.

ООО «ТрейсЛайн», г. Москва

ООО «ТрейсЛайн» – российский разработчик и производитель магнитоотрицательных датчиков линейных перемещений, созданный при поддержке инженерной школы ООО «ОКБ Вектор». Компания изначально формировалась для разработки и производства оборудования, позволяющего реализовать технологическую независимость российской промышленности от зарубежных решений в области линейных измерений. Задача заключалась не в локальной сборке, а в создании собственной инженерной платформы, способной обеспечить серийный выпуск магнитоотрицательных датчиков мирового уровня с полным циклом разработки и контроля.

В основе датчиков ТЛ лежит запатентованный метод обработки магнитоотрицательного сигнала и специально подобранный материал волновода (ферритная хромистая сталь 12Х17), обеспечивающий стабильность распространения магнитоупругой волны и снижение остаточной намагниченности. В отличие от решений, где точность достигается в основном программной коррекцией, в конструкции датчиков ТЛ стабильность метрологических характеристик обеспечивается на уровне материала и геометрии измерительного элемента.

Компания реализовала полный цикл разработки: формирование технического задания, 3D-моделирование, проектирование схмотехники, разработку печатных плат, создание собственного программного обеспе-

чения и алгоритмов обработки сигнала, подготовку эксплуатационной документации и прохождение сертификационных испытаний. Это позволяет не только серийно выпускать стандартные исполнения, но и разрабатывать специализированные решения под требования конкретных отраслей.

Изготовление механических элементов, сборка, настройка и калибровка на автоматизированных стандах, а также испытания, поверка и выходной контроль выполняются на собственном производстве в Москве. Это дает возможность добиться технологической независимости и оперативно заменять импортные датчики без длительного ожидания поставок.

## Проектные решения внешнего монтажа для неподготовленных гидроцилиндров

Одной из наиболее сложных задач модернизации промышленного оборудования остается внедрение датчика линейного перемещения в гидроцилиндр, конструкция которого не предусматривает внутреннего канала под стержневой измерительный элемент. В металлургии, прессовом производстве, тяжелом машиностроении и энергетике подобная доработка связана с демонтажем узла, простом агрегата, пересогласованием конструкторской документации и дополнительными требованиями промышленной безопасности.

В «ТрейсЛайн» сформировано отдельное направление проектирования датчиков внешнего монтажа. Датчик

ТЛ-С1ПШ (рис. 1) – один из вариантов исполнения, однако его ключевой особенностью является индивидуальный характер разработки. Фактически это не типовая модель, а проектное инженерное решение.

После получения чертежа гидроцилиндра выполняется анализ геометрии, хода штока, допустимых нагрузок, температурных режимов, требований по интерфейсу и степени защиты. Далее разрабатывается монтажный узел, обеспечивающий корректную передачу положения штока на магнит-

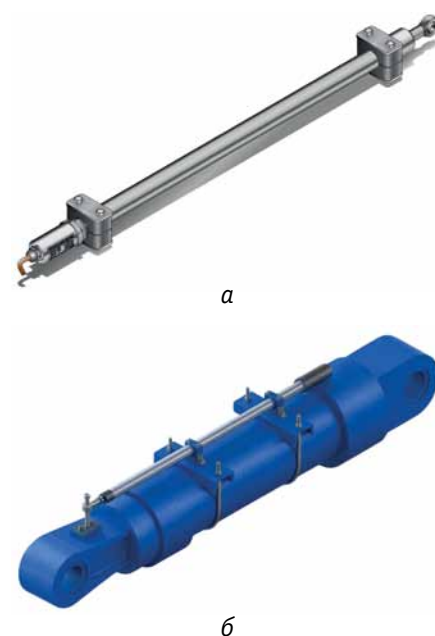


Рис. 1. Датчик ТЛ-С1ПШ: а – общий вид; б – внешний монтаж датчика в гидроцилиндр

ный позиционер без вскрытия корпуса цилиндра. Конструкция позволяет интегрировать датчик в действующее оборудование без изменения его базовой механики.

Датчик обеспечивает абсолютное измерение положения, что исключает необходимость возврата в нулевую точку после отключения питания. Бесконтактный принцип измерения устраняет механический износ, характерный для потенциометрических и индукционных датчиков, что особенно важно для оборудования непрерывного цикла, где любая остановка приводит к значительным экономическим потерям. Подобные решения внедрены на прокатных станах, гидравлических прессах, гибочных машинах, в производстве пластмасс и РТИ, а также в тяжелых подъемных системах.

#### Классические серии магнитострикционных датчиков

**Серия стержневых общепромышленных датчиков ТЛ-С1 / ТЛ-С2** охватывает диапазон измерений от 25 до 5500 мм. Погрешность составляет от  $\pm 0,05$  до 500 мм и  $\pm 0,01\%$  от диапазона свыше 500 мм. Степень защиты достигает IP67 или IP68 в зависимости от исполнения. Поддерживаются аналоговые выходы 4–20 мА и 0–10 В, а также цифровые интерфейсы SSI

(24/25/26 бит), Profibus-DP, Profinet, CANopen, EtherCAT, Start/Stop.

Такая архитектура позволяет использовать датчики в составе распределенных АСУ ТП, систем автоматического регулирования зазора, управления гидроприводами и линейными исполнительными механизмами. По конструктивному решению, диапазону измерений и интерфейсной поддержке оборудование серии ТЛ-С1 / ТЛ-С2 применяется как замена импортных магнитострикционных датчиков Balluff, MTS Temposonics, Gefran, TR-Electronic и Novotechnik.

**Встраиваемые датчики серии ТЛ-СВ1** ориентированы на мобильную гидравлику, спецтехнику, горнодобывающие и сельскохозяйственные машины. Диапазон измерений до 2500 мм, температурный режим до  $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$ , устойчивость к вибрациям и ударным нагрузкам позволяют применять датчики этой серии в тяжелых условиях эксплуатации.

**Профильные датчики серии ТЛ-ПЗ** предназначены для машиностроения, станкостроения, производства стекла, бумаги и полимеров. Конструкция обеспечивает удобство монтажа вне цилиндра и возможность замены устаревших потенциометрических решений без изменения архитектуры оборудования.

#### Новые разработки и специализированные исполнения

**В датчиках серии ТЛ-С2Р2** (рис. 2) реализован принцип полного резервирования. Конструктивно в одном корпусе размещены два независимых измерительных канала с отдельными волноводами и электронными модулями обработки сигнала. В случае отказа одного канала второй продолжает передавать корректную информацию о положении. Такое решение применяется на объектах атомной энергетики, в металлургии и на производствах непрерывного цикла.

**ТЛ-СВ4** (рис. 3) – взрывозащищенный магнитострикционный датчик линейного перемещения, предназначенный для эксплуатации во взрывоопасных зонах. Конструкция имеет маркировку взрывозащиты IEx db IIB T5 Gb и отвечает требованиям ТР ТС 012/2011. Обновленный сертификат ЕАЭС RU C-RU.VH02.V.01057/25 подтверждает соответствие требованиям безопасности для работы во взрывоопасных средах. Датчики серии ТЛ-СВ4 применяются в нефтегазовой, химической и горнодобывающей промышленности, где предъявляются повышенные требования к устойчивости оборудования.

**ТЛ-СФ1Б** (рис. 4) разработан для замены индукционных (LVDT) датчи-



Рис. 2. Датчик серии ТЛ-С2Р2 с раздельной конструкцией



Рис. 3. Взрывозащищенный магнитострикционный датчик линейных перемещений ТЛ-СВ4



Рис. 4. Магнитострикционный датчик линейных перемещений ТЛ-СФ1Б



Рис. 5. Датчик ТЛ-С1С с соединением TriClamp



Рис. 6. Магнитострикционный датчик линейных перемещений ТЛ-ПЗК



Рис. 7. Примеры установки магнитострикционных датчиков

ков перемещения и выполнен с фланцем стандарта Micro-Epsilon, что упрощает модернизацию существующих узлов.

**ТЛ-С1С** (рис. 5) в санитарном исполнении с соединением Tri-Clamp ориентирован на пищевую и фармацевтическую промышленность.

**ТЛ-ПЗК** (рис. 6) предназначен для замены потенциометрических датчиков перемещения и обеспечивает снижение стоимости владения при переходе на магнитострикционный метод.

**Сертификация, метрологическое обеспечение и официальное признание в ЕАЭС**

Датчики ТЛ внесены в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации под номером 91740-24. Это означает возможность применения в регулируемых сферах и прохождения государственной поверки. Наличие утвержденной методики поверки обеспечивает метрологическую прослеживаемость результатов измерений и соответствие требованиям служб КИПиА.

Система менеджмента качества сертифицирована по ISO 9001. Вся продукция проходит полный цикл технического контроля, включая климатические испытания, вибрационные нагрузки и функциональную проверку. Получено официальное утверждение типа средств измерений в Республике Беларусь, что позволяет применять датчики ТЛ на ее территории без дополнительных процедур признания. В Республике Казахстан тип средств измерений зарегистрирован и признан, что дает возможность официальной поставки и эксплуатации оборудования в рамках национального законодательства.

Таким образом, продукция «ТрейсЛайн» имеет правовой статус средства

измерения на территории России, Беларуси и Казахстана, что имеет значение для холдингов и предприятий, работающих в нескольких странах ЕАЭС.

Датчики ТЛ отвечают требованиям технического регламента ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств», что гарантирует их стабильную работу в условиях промышленной электромагнитной нагрузки. Для предприятий нефтегазовой, химической и других опасных отраслей предусмотрено наличие взрывозащиты. Датчики «ТрейсЛайн» сертифицированы по техническому регламенту ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах», что позволяет применять их на опасных производственных объектах. Такой тип защиты исключает передачу взрыва из корпуса датчика во внешнюю среду и обеспечивает безопасную эксплуатацию оборудования. Таким образом, сертификация датчиков «ТрейсЛайн» охватывает не только метрологические характеристики, но и вопросы промышленной безопасности, что позволяет предприятиям внедрять это оборудование в действующие технологические процессы.

**Производственные возможности и сопровождение**

Производственные мощности «ТрейсЛайн» дают возможность выпускать тысячи датчиков в год, обеспечивая замену импортных решений в металлургии, машиностроении, нефтегазовой и химической промышленности.

Компания обеспечивает:

- ▶ подбор исполнения под конкретную задачу;
- ▶ проектирование нестандартных решений;

- ▶ пусконаладочные работы;
- ▶ обучение персонала;
- ▶ опытно-промышленную эксплуатацию (ОПИ);
- ▶ гарантийное и послегарантийное сопровождение.

Практика эксплуатации на крупнейших предприятиях России и стран СНГ подтверждает возможность стабильной работы датчиков в тяжелых условиях – при вибрациях, высоком давлении, перепадах температур и воздействии агрессивных сред.

Магнитострикционные датчики линейных перемещений ТЛ представляют собой отечественную измерительную платформу, объединяющую собственные инженерные разработки, серийное производство, замену зарубежных решений и официальную метрологическую поддержку в странах ЕАЭС. Для инженерных служб предприятий это означает возможность перехода на локально производимое оборудование без снижения требований к точности, надежности и промышленной безопасности, с сохранением полной интеграции в действующие системы КИПиА и АСУ ТП.

Подробные технические характеристики указанных в статье датчиков можно посмотреть по QR-коду.



ООО «ТрейсЛайн», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 162-9085,  
эл. почта: info@traceline.ru,  
сайт: www.traceline.ru


Sensoren

8 800 333-13-53  
info@sensoren.ru

# Надежные сенсоры для вашего бизнеса



Датчики различного назначения  
Системы мониторинга и диагностики  
Промышленное освещение  
Контрольно-измерительные приборы  
Приводная техника  
Аксессуары для датчиков  
Продукция **Siemens**

Эксклюзивный дистрибьютор  **LANBLO**

sensoren.ru



ООО «Сенсорен Электро» г. Смоленск, ул. Нормандия-Неман д. 3

# Датчики процессов LANBAO

## для измерений параметров сред



В статье представлены новые промышленные датчики LANBAO для измерения параметров жидких и газообразных сред. Рассмотрены технологии, которые применяются в процессе производства этого оборудования. Перечислены основные характеристики датчиков давления, перепада давления и уровня.

ООО «Сенсорен Электр», г. Смоленск

### Производство LANBAO

Компания LANBAO известна как производитель измерительного и сигнального оборудования для автоматизации конвейерных линий. Журнал «ИСУП» неоднократно рассказывал о фотоэлектрических, ультразвуковых и лазерных датчиках положения, энкодерах, датчиках этикетки, световых завесах безопасности и других решениях LANBAO, которые позволяют системе автоматизации обнаружить объект, измерить расстояние до него, контролировать безопасность персонала и выполнять другие задачи. Недавно производитель освоил выпуск нового для себя оборудования: датчиков для измерения давления и уровня жидких и газовых сред. Такие приборы дополняют инструментарий для измерения расстояния или контроля безопасности и находят применение на предприятиях фармацевтической, пищевой, химической, обрабатывающей промышленности, на объектах водоподготовки и т. д.

Чтобы обеспечить выпуск продукции высокого качества, LANBAO использует промышленное и испытательное оборудование китайского и европейского производства. Процесс производства отвечает таким стандартам, как ISO 9001 (система менеджмента качества), ISO 14001 (система экологического менеджмента), ISO 45001 (система управления охра-



### ▲ Точное изготовление деталей:

- станки с ЧПУ;
- оперативное выполнение индивидуальных требований



### ▲ Лазерная сварка диафрагм:

- многоосевая роботизированная лазерная сварка;
- сварка швов без деформации металла;
- сварка диафрагм по всей окружности (или по периметру)



### ▲ Обнаружение протечек гелием:

- современное производственное и испытательное оборудование;
- MDL  $\leq 10^{-10}$  мбар·л/с;
- высокая стабильность конечного оборудования



### ▲ Автоматическое управление процессом заполнения маслом мембранного пространства:

- многоступенчатые вакуумные системы;
- отдельные резервуары для заливки масла (без перекрестного загрязнения);
- автоматический мониторинг в режиме реального времени



▲ Многоточечная температурная компенсация и линеаризация показаний:

- 11 камер для термоциклирования (-40...+150 °C);
- автоматическая компенсация показаний давления от температурных воздействий в режиме 24/7;
- регуляторы давления с точностью 0,01%

ной труда и промышленной безопасностью).

Нержавеющая сталь – стандартный материал для датчиков высокого давления. Все их контактирующие с жидкостью компоненты изготавливаются из специальных марок стали, в первую очередь – из 316L (в немецкой классификации DIN – 1.4404/1.4435). Применяется несколько методов сварки, в том числе запатентованные LANBAO.

В датчиках, предназначенных для объектов нефтехимической промышленности, производитель использует материалы, отвечающие стандартам EN ISO15156-3/NACE MR 0175 и NACE MR 0103. Чтобы датчик мог



▲ Испытания на усталость чувствительного элемента (деградации измерительной системы):

- 5 станций для испытания на старение при подключенном питании;
- снятие параметров у 96 образцов в каждой партии;
- возможность дистанционного управления

работать с коррозионными или налипающими средами, для его контактирующих со средой элементов выбирают полимерные материалы, такие как поливинилиденфторид (ПВДФ) и политетрафторэтилен (ПТФЭ). Это способствует устойчивой и надежной работе приборов, а также повышению безопасности и эффективности процессов химического производства.

Датчики перепада давления

Промышленные датчики перепада давления LANBAO применяются для решения задач с умеренными требованиями к точности и функциональности приборов, в частности, для постоянного мониторинга процессов

в нефтяной, химической промышленности, в системах очистки сточных вод. В приборах этой серии используется чувствительный элемент из монокристаллического кремния и технология цифровой компенсации, которая учитывает влияние температуры и статического давления, повышая точность и стабильность измерений.

Особенности:

- ▶ на ЖК-дисплей выводятся показатели: дифференциальное, избыточное и абсолютное давление. На панели дисплея есть локальная кнопка для настройки параметров, а также поддерживается переключение между китайским и английским языками;
  - ▶ диапазон от 0–1 кПа до 3 МПа;
  - ▶ класс точности 0,75 % и 0,1 %;
  - ▶ выходной сигнал 4–20 мА, 4–20 мА +HART, RS-485;
  - ▶ время отклика 0,25 с (250 мс), 40–90 мс (настраивается).

Датчики давления

Датчики давления LANBAO (рис. 1) служат для постоянного контроля и измерения давления в гидравлических системах, трубопроводах контуров охлаждения, в резервуарах для хранения. На жидкокристаллическом дисплее отображаются параметры (процентное значение / сила тока / основная переменная), имеются встроенные кнопки настройки. Выходной сигнал «Авария» генерируется при возникновении неисправностей в работе прибора. В качестве опции датчики могут иметь гигиеническое исполнение. Приборы соответствуют



Рис. 1. Датчик давления LB3351TD



Рис. 2. Датчик давления LB100AH



Рис. 3. Погружной датчик уровня LB200AD

стандартам электромагнитной совместимости серии GB/T и могут быть оснащены модулем молниезащиты.

Особенности:

- ▶ диапазон 0–1 кПа;
- ▶ класс точности 0,075 %;
- ▶ выходной сигнал 4–20 мА;
- ▶ устойчивость к вибрации 10–500 Гц, 1 г.

#### Преобразователи (датчики) давления

Преобразователи давления (рис. 2) предназначены для систем отопления, водоснабжения, кондиционирования и водоочистки на объектах ЖКХ, энергетики, для пищевой, металлургической, фармацевтической, нефтехимической и других отраслей промышленности.

Датчик оснащен кремниевым пьезорезистивным элементом со встро-

енной функцией температурной компенсации, имеет компактный дизайн, осуществляет самодиагностику.

Особенности:

- ▶ диапазон измерений от 0–7 кПа до 0–70 МПа;
- ▶ класс точности 0,2 %;
- ▶ время отклика 0,25 с;
- ▶ выходной сигнал 4–20 мА и RS-485;
- ▶ степень защиты IP65/IP67/IP68.

#### Погружные датчики уровня

В погружных датчиках уровня (рис. 3) применяется усовершенствованная технология обработки сигналов и температурная компенсация. Приборы обладают помехоустойчивостью и стабильностью, для измерений применяется метод интрузивного статического давления (через диффузи-

онный кремниевый-керамический датчик). На месте установки применяется дополнительный дисплей (модуль D1/D2) для отображения показаний нескольких устройств.

Особенности:

- ▶ степень защиты IP65;
- ▶ типовой аналоговый сигнал 4–20 мА, опционально – RS-485;
- ▶ диапазоны измерений от 0–1 до 0–100 мН<sub>2</sub>O (м вод. ст.);
- ▶ длина кабеля от 1 до 200 м (возможны варианты: PTFE/PU/PVC);
- ▶ класс точности 0,2 %;
- ▶ время отклика 0,25 с.

ООО «Сенсорен Электро», г. Смоленск,  
тел.: +7 (495) 150-4800,  
эл. почта: info@sensoren.ru,  
сайт: sensoren.ru

ВСЕ СПЕКТР  
ОБОРУДОВАНИЯ  
ДЛЯ БОЛЬШОЙ  
И МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ:  
ОТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ДО СТРОИТЕЛЬСТВА  
И МОДЕРНИЗАЦИИ

>100

компаний участников

>6 000

профильных  
посетителей

Энергетический  
Форум

3 дня отраслевых  
конференций

+7 495 649 87 75  
marketing@heatelectro.ru  
heatelectro.ru

GA GEFERA MEDIA

## ТЕПЛО И ЭНЕРГЕТИКА HEAT & ELECTRO

Международная выставка  
энергетического оборудования  
для теплоснабжения  
и электрогенерации на  
промышленных предприятиях  
и муниципальных объектах

19–21 мая 2026

ВК «Тимирязев Центр»  
Москва



Регистрация  
на выставку и  
бесплатный билет!

5 ЛЕТ

ОБЪЕДИНЯЕМ  
ЛИДЕРОВ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ  
ОТРАСЛИ

# ПОМНИ

Преимущества датчика давления Метран-150:

- Установлено более 1 000 000 датчиков на объектах заказчика.
- Средняя наработка на отказ составляет 200 000 часов.
- Средний срок службы до 30 лет.
- Интервал между поверками до 6 лет.
- Гарантийный срок до 7 лет с даты поставки.
- Модульная конструкция с возможностью ремонта и замены узлов (плата ЖКИ, плата ЦАП, модуль давления) без отправки на завод-изготовитель.
- Сертификация SIL (УПБ 2/3) от ведущего центра с реальным подтверждением соответствия на каждом этапе разработки продукта.

# ЗНАЙ

- Соответствие уровню УПБ 2/3 по ГОСТ Р МЭК 61508-2.
- Соответствие требованиям безопасности TR TC 012/2011, международному стандарту IECEx для работы во взрывоопасных средах.
- Пыле- влаго- защита IP66/IP68.
- Диагностика состояния токовой петли.
- Расширенные функциональные возможности: контроль уровня аварии и насыщения по NAMUR NE43 и NE107, диагностика целостности токовой петли, контроль переменных процесса, ведение журнала событий с возможностью выгрузки данных.
- 7 журналов событий с возможностью выгрузки данных.

# ПРИМЕНИЙ

- Подтверждение производства на территории России (ПП № 719).
- Работа при температуре окружающей среды от -60°С до 85°С.
- Измерение расхода, уровня и объема.
- Для работы на рудниках, в шахтах, морских судах и объектах.
- Возможность поставки законченных решений: сборки с клапанными блоками Метран 0104, 0105, 0106, разделительными мембранами Метран 1199, обогреваемые шкафы.
- Исполнения с разделительными мембранами 1199 как единое средство измерения.
- Беспроводные измерения в труднодоступных местах.
- QR-код на корпусе для оперативного доступа к документации по серийному номеру.
- DD и DTM драйвера для работы с ПО Метран Конфигурация (в реестре Минцифры) и системой верхнего уровня.

# МЕТРАН-150



# Выносные разделительные мембраны 1199



В статье представлено решение на основе датчиков давления «Метран»: готовая сборка, включающая в свой состав сам датчик и выносной разделитель сред. Рассмотрены характеристики и функциональные возможности данной конструкции, особенности выбора разделительной мембраны и ее защитного покрытия.

Промышленная группа «Метран», г. Челябинск

## Защита датчиков давления от агрессивных сред

Во многих отраслях промышленности — от химической и пищевой до нефтяной и энергетической — необходимо точное измерение давления. Но технологические процессы сопряжены с целым спектром агрессивных факторов, которые негативно воздействуют на датчик давления: это могут быть высокая или низкая температура, коррозионная активность измеряемой среды, наличие абразивных частиц, риск коксования или кристаллизации среды в узких полостях, специальное присоединение датчика и др. В таких случаях контакт измеряемой среды с датчиком давления быстро выведет его из строя. В качестве решения этой инженерной задачи на датчик давления устанавливается выносная разделительная мембрана. Рассмотрим разработку компании «Метран» — выносную разделительную мембрану 1199 для защиты датчиков давления при эксплуатации в агрессивных средах.

Разделительная мембрана 1199 устанавливается между процессным патрубком и датчиком, выполняя роль защитного барьера. Чувствительная мембрана из специального матери-

ала (Хастеллой С-276, сталь 316L и др.) контактирует с технологическим процессом и воспринимает давление. Герметичная система, заполненная термостабильным маслом, передает это давление без искажений на измерительный элемент датчика. Датчик остается в безопасных условиях, измеряя давление опосредованно, но с высокой точностью. Как итог, датчик защищен от разрушительного воздействия, а технологический процесс продолжается без остановок.

Особенностью разработки компании «Метран» является готовая сборка датчика и мембраны. Типичное решение — установка мембраны на датчик стороннего производства. Но у «Метрана» датчик давления и выносная мембрана 1199 спроектированы, произведены и собраны в систему на заводе-изготовителе. В этом случае комплект, состоящий из датчика давления и выносной мембраны, является единым средством измерения и поверяется как одно целое. Для последующей поверки не требуется разборка датчика и разделителя, что экономит время и исключает риски повреждения при монтаже/демонтаже. Сам межповерочный интервал (МПИ) аналогичен

МПИ датчика: 5–6 лет для сборки с датчиком «Метран-150» и 3–4 года для сборок с «Метран-75». Основная относительная погрешность сборки известна и нормирована заранее. Выносимая разделителем погрешность минимальна, как и дополнительная температурная погрешность. Возможен инженерный расчет дополнительной температурной погрешности и времени реакции системы под конкретные условия.

Датчик давления с выносной мембраной представляет собой сварную и полностью герметичную систему (рис. 1). Резьбовые сборки при длительной эксплуатации из-за воздействия температурных колебаний, вибраций, иных проявлений окружающей среды могут постепенно терять герметичность, таким образом, жидкость будет медленно, но верно деградировать, а метрологические и эксплуатационные характеристики ухудшаться. Метрологические характеристики сборки с выносными мембранами 1199 остаются стабильными на протяжении всего срока службы. Средний срок службы сборки составляет 20 лет, гарантийный срок — 3 года эксплуатации + 2 года хранения,



Рис. 1. Сборки на основе датчиков давления и выносных мембран: примеры исполнения

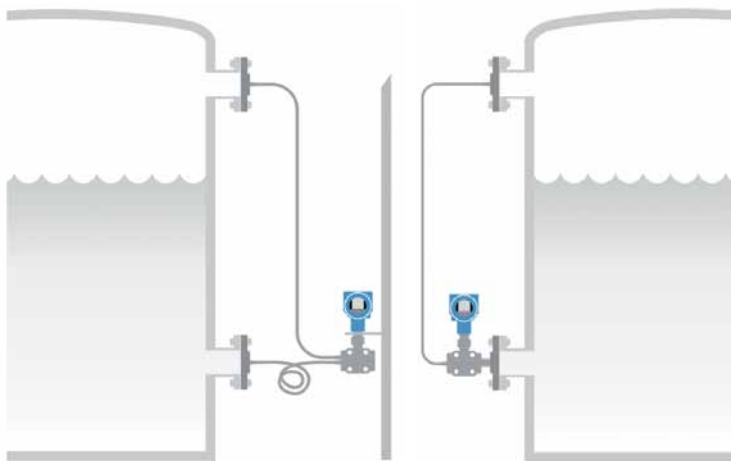


Рис. 2. Замена схем «сухого» и «мокрого» колена на комплекты с выносными мембранами

с возможностью расширения до 5 лет эксплуатации.

#### Измерение уровня в резервуарах

Отдельного внимания заслуживает эволюционная роль выносных мембран в замене традиционных методов измерения уровня в резервуарах — так называемых «сухого» и «мокрого» колена. «Сухое колено» — метод, при котором датчик соединяется с резервуаром пустыми (заполненными воздухом или иным газом) импульсными линиями. Этот метод сопряжен с рядом сложностей: необходимо поддерживать герметичность импульсных линий, так как их разгерметизация приводит к дополнительной непредсказуемой погрешности измерения. Испарения из резервуара конденсируются в трубках при суточных или сезонных перепадах температур, искажая показания. Кроме того, всегда существует риск загрязнения или закупоривания линий. Такая система требует частого обслуживания для поддержания работоспособности.

«Мокрое колено» — метод, при котором импульсные линии заполняются жидкостью, из-за чего всегда сохраняется риск ее утечки. Изменение плотности жидкости при изменении температуры напрямую влияет на точность измерений. Существует вероятность замерзания в межсезонье, а со временем жидкость теряет свои свойства или загрязняется. При этом монтаж такой системы сложен: процесс заливки и деаэрации системы импульсных трубок отличается трудоемкостью, а обслуживание более сложное по сравнению с «сухим коленом».

Разделительная мембрана 1199 комплекта на основе датчика давления «Метран» устанавливается напрямую на отбор (или отборы) резервуара (рис. 2). Через капиллярную трубку, заполненную специальной жидкостью, изолированной от окружающей среды, давление передается на датчик, вынесенный в удобное для обслуживания место. Чувствительный элемент датчика в данном случае полностью изолирован от вредной среды (если такая имеется). Отсутствуют проблемы с конденсатом, испарением или загрязнением импульсных трубок, снижается количество потенциальных точек отказа. При этом отпадает необходимость в регулярной продувке, дозаправке или проверке герметичности сложных трубных схем.

#### Выбор разделительной мембраны

Для точного и безопасного измерения давления в агрессивных средах важно правильно выбрать разделительную мембрану.

Под названием «мембрана 1199» на самом деле подразумевается серия выносных мембран в разных конструктивных исполнениях (рис. 3) для конкретных условий применения, таких как измерительная среда, давление, температура, стандарты присоединения.

Основные конструктивные исполнения и присоединения:

- ▶ фланцевая мембрана с промывочным кольцом (тип FFW);
- ▶ фланцевая мембрана с типом уплотнительной поверхности J под овальную уплотнительную прокладку (FCW);
- ▶ фланцевая тубусная мембрана (EFW);
- ▶ фланцевая мембрана на малые диаметры с промывочным кольцом (RFW);
- ▶ резьбовая выносная мембрана с промывочным кольцом (RTW).

Все фланцевые мембраны выпускаются в соответствии с основными стандартами: ГОСТ 33259-2015, EN 1092-1, ASME B16.5. Классы давления, формы уплотнительной поверхности — все подбирается, исходя из конкретных требований. Резьбовые мембраны также имеют большую вариативность по присоединению к технологическому процессу как по резьбовым стандартам (дюймовые, метрические, трубные резьбы), так и по исполнению резьбы (внутренняя или наружная).

Базовое исполнение любой мембраны 1199 всегда единое: мембранный блок и чувствительная мембрана изготовлены из стали 316L. Это позволяет соответствовать требованиям NACE MR 0103/0175. Для сред с повышенным содержанием  $H_2S$  есть воз-

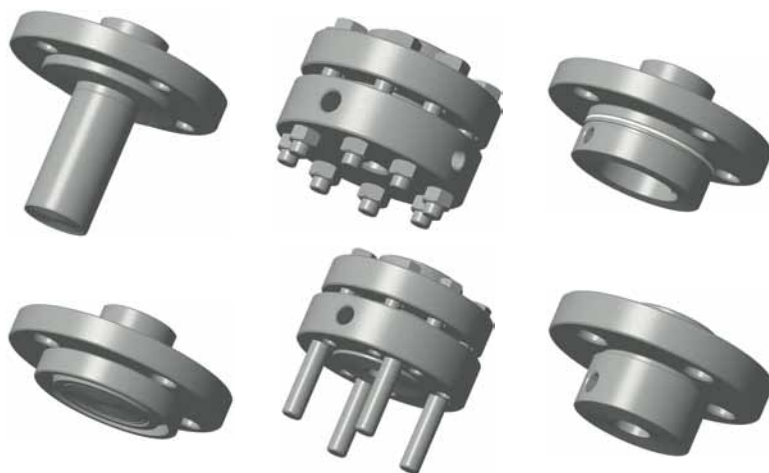


Рис. 3. Варианты конструктивных исполнений выносных разделительных мембран 1199

возможность изготовления чувствительной мембраны из сплава С-276.

Отдельно упомянем заправочные жидкости, применяемые для заливки. Все жидкости можно поделить на следующие группы:

- ▶ универсальные заправочные жидкости (Силикон 200, Силтерм);
- ▶ высокотемпературные жидкости (Силикон 704, Силикон 705);
- ▶ заправочная жидкость НЕОВЕЕ М-20 с пищевым допуском NSF H1;
- ▶ заправочные жидкости для кислородных процессов (Halocarbon).

Используются только современные, проверенные в самых жестких условиях эксплуатации и надежные заправочные жидкости, характеристики которых стабильны и обеспечивают соответствие метрологических характеристик сборки на весь срок службы.

#### Защитные покрытия

О выборе защитного покрытия для мембраны расскажем на примере различных проектов. Один из них был реализован для крупного производственного предприятия на Урале. Требовалось обеспечить точное и стабильное измерение давления в трубопроводе с горячей суспензией, содержащей твердые абразивные частицы. Температура среды достигала 180 °С. Существовавшее на линии оборудование постоянно выходило из строя из-за истирания мембраны разделителя, что приводило к нарушениям технологического режима и остановке производства.

Проанализировав условия, инженеры пришли к выводу, что необходим разделитель сред. Но какой модификации? После испытаний нескольких вариантов было выбрано фторполимерное покрытие мембраны разделителя (рис. 4а). Ключевым фактором выбора стала толщина покрытия — слишком тонкий слой не обеспечит защиты, а слишком толстый негативно повлияет на метрологические характеристики и линейность характеристики датчика, так что требовалась золотая середина. Фторполимерное покрытие позволило изготовить сборку на основе датчика давления с разделителем, противостоящим абразивной среде, в то время как данные с высокой точностью и надежностью передаются в АСУ ТП.

Отдельно стоит отметить запросы на мембраны для водородосодержащих процессов. Измерение давления

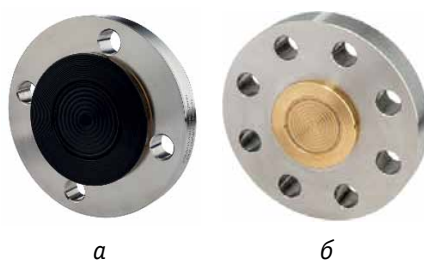


Рис. 4. Примеры защитного покрытия мембраны разделителя: а – фторполимерное; б – золотое

в такой среде — отдельный и частый вызов в нефтехимии, синтезе аммиака или системах гидрирования. В условиях производства мельчайшие атомы водорода под давлением способны проникать в кристаллическую решетку металла, вызывая явление водородного охрупчивания. Это неизбежно ведет к микротрещинам и в итоге — к разрушению мембраны разделителя. Но опасность не только в этом. При высоких давлении и температуре атомы водорода могут проникнуть сквозь мембрану и раствориться в заполняющей жидкости. Это меняет ее физические свойства: жидкость теряет однородность, ее плотность и коэффициент теплового расширения становятся нестабильными. Как следствие — необратимая деградация метрологических характеристик: показания датчика начинают «уплывать», растет погрешность.

Для надежной работы в таких условиях стандартных исполнений из нержавеющей стали недостаточно. Компания «Метран» применяет проверенное и наиболее эффективное решение — нанесение золотого покрытия на мембраны разделителей сред 1199 (рис. 4б). Применение позолоченных мембран — это не просто «улучшение», а необходимая мера для обеспечения долговременной и точной работы датчиков давления в водородосодержащих средах.

Особняком стоят запросы на разделительные мембраны для районов Крайнего Севера. Одна из таких задач недавно была решена компанией «Метран». Основная сложность заключалась в том, что заправочная жидкость должна была покрывать рабочий диапазон температуры измеряемой среды, а также соответствовать диапазону температур окружающего воздуха в месте установки датчика. В данном случае планировалось применять датчики уличной установки, рассчитан-

ные на температуры, которые опускаются ниже –60 °С в период самой холодной пятидневки.

Первым шагом был подбор специальной низкотемпературной заправочной жидкости с минимальным коэффициентом температурного расширения в заданном диапазоне. На основе параметров процесса инженеры «Метран» выполнили расчет в специальном программном комплексе, моделирующем поведение жидкости в капиллярной системе. Результат показал, что закрыть весь диапазон техпроцесса и уличных колебаний температуры проблематично, а величина дополнительной температурной погрешности в пик холодов с самой оптимальной заправочной жидкостью превышала допустимые пределы для технологического процесса. Стандартное решение в виде простой смены жидкости не сработало — требовался принципиально иной подход.

Вместо того чтобы искать компромисс, специалисты «Метран» предложили инженерное решение, устраняющее саму причину проблемы, — воздействие экстремального холода на чувствительные элементы системы: датчик устанавливается в обогреваемом шкафу. Это обеспечивает поддержание температуры электронного преобразователя в штатном диапазоне, гарантирующем его работоспособность и максимальную точность. Но самый важный элемент решения — оснащение капилляров системой обогрева. Обогрев поддерживает температуру заполняющей жидкости во всей капиллярной линии, полностью исключая влияние наружного воздуха на ее плотность и объем.

В результате была изготовлена стабильная термостатированная измерительная сборка, где датчик давления работает при постоянной температуре, заполняющая жидкость в капиллярах и разделителе не подвергается температурным колебаниям в широком диапазоне, а дополнительная температурная погрешность сведена к минимуму, практически до уровня нормальных климатических условий.

Промышленная группа «Метран»,  
г. Челябинск,  
тел.: +7 (351) 2424-000,  
эл. почта: [Info@metran.ru](mailto:Info@metran.ru),  
сайт: [www.metran.ru](http://www.metran.ru)

# От ручного метода измерений pH

## к аналитике и постоянному мониторингу качества жидкости



В статье представлено решение для автоматизированного измерения pH в гальваническом производстве. Рассмотрены элементы системы: контроллер pHM1 с интерфейсом RS-485 и совместимые с ним датчики линейки pH-xxxx. Перечислены функциональные возможности контроллера pHM1, такие как точный контроль pH, температуры, состояния электрода, возможность калибровки электрода и корректировки показаний, передача данных в систему верхнего уровня.

Компания ОВЕН, г. Москва

Измерение pH – стандартная задача в гальваническом производстве. Такие измерения позволяют дозировать реагент для поддержания нужного химического состава раствора в поточном режиме или в емкости. При этом наиболее распространены ручные измерения pH, отбор проб и ожидание результатов из лаборатории. Более 60% предприятий на территории России пользуются именно этим способом. Главный минус такого подхода – дискретность и непостоянство измерений. Величина pH

известна только в момент забора пробы, а между замерами могут происходить критические скачки pH, которые останутся незамеченными и приведут к порче оборудования или конечного продукта – итогового раствора.

Сейчас существуют более современные инструменты и технологии для выполнения измерений. Для исключения избыточных расходов на реагенты и поддержания раствора нужного качества в системах с дозированием pH рекомендуется применять промышленные pH-метры, такие как,

например, контроллер pHM1 (рис. 1) с интерфейсом RS-485 и линейка датчиков pH-xxxx (рис. 2).

### Базовая автоматизация измерения pH

Для базовой автоматизации процесса дозирования нужен только контроллер pH, совместимый с ним датчик и аксессуары для монтажа электрода. Промышленный электрод устанавливается в трубопровод с реагентом или раствором кислоты и непрерывно измеряет pH и температуру при высоком давлении, высокой скорости потока и в агрессивной среде. Измеренные значения поступают на контроллер pH, который автоматически сравнивает их с заданным уровнем и подает сигнал на клапан или задвижку для добавления реагента. Это позволяет поддерживать нужную концентрацию без ручного контроля. При необходимости pH-метр можно подключить к ПЛК для более точного управления и ПИД-регулирования.

### Как точный контроль pH помогает добиться стабильного качества продукции

Чтобы выпускать продукт наиболее высокого качества, при измерении pH необходимо контролировать тем-



Рис. 1. Промышленный pH-метр pHM1



а

б

Рис. 2. Промышленные датчики (электроды) разных модификаций для контроля pH и температуры:  
а – ОВП-6050; б – pH-5013A

пературу среды и состояние электрода. Эталонная температура измерения pH – 25 °С. При отклонении на каждые 10 °С значение pH может изменяться на 0,3–0,4 единицы. Контроллер pHM1 автоматически измеряет pH и температуру и корректирует показания с помощью встроенной температурной компенсации (АТК), исключая ошибки при колебаниях температуры.

Кроме того, при длительной работе в агрессивных средах, контакте с белками, маслами на стеклянной мембране электрода образуется гидратированный слой, который ухудшает электрический отклик сенсора. Чтобы минимизировать влияние старения электрода, его необходимо периодически калибровать. Рекомендуемый интервал – каждые 2–3 месяца, однако точная периодичность зависит

от условий эксплуатации и степени загрязнения мембраны. В контроллере pHM1 реализована калибровка по двум или трем точкам, при этом трехточечная калибровка обеспечивает максимальную точность до 0,02 % pH.

#### Измерение pH с удаленным мониторингом и аналитикой

Зачастую индикации pH по месту недостаточно. Необходимо передать данные в системы верхнего уровня: контроллеры, панели оператора, SCADA или OwenCloud. Проверенное решение – передача данных об измерениях по интерфейсу RS-485. Данные, обработанные в ПО верхнего уровня и отображенные на панели оператора, дают возможность наглядно видеть динамику изменения pH и прогнозировать необходимую кон-

центрацию реагентов в растворе. Архивация данных измерений позволит увидеть, как протекают химические реакции с течением времени. Самый быстрый и простой способ мониторинга – использование pHM1 и простой SCADA-системы Owen Monitor. Добавить прибор, отобразить графики и запустить архивацию значений можно за 5 минут.

В заключение отметим, что переход от ручного способа измерений к аналитике, мониторингу и точным измерениям является закономерным современным решением.

Компания ОВЕН, г. Москва,  
тел.: +7 (495) 727-3016,  
эл. почта: sales@owen.ru,  
сайт: owen.ru

информационные технологии и электроника  
для пассажирского транспорта  
и транспортной инфраструктуры

19-я международная выставка



ЭЛЕКТРОНИКА  
ТРАНСПОРТ

2026

09-11 июня  
Москва  
Экспоцентр



+7 (495) 287-44-12

info@e-transport.ru

www.e-transport.ru



**НПО ТЕПЛОВИЗОР**

**ПО И ПРИБОРЫ ДЛЯ СНЯТИЯ ДАННЫХ СО СЧЁТЧИКОВ**

С началом работы на портале «МОЭК Онлайн» сервиса дистанционной передачи данных приборов учёта тепловой энергии потребителей, юридические лица, получили возможность направлять показания, необходимые для расчётов за потребленные энергоресурсы, без посещения клиентских центров компании. Чтобы ещё больше упростить взаимодействие между «МОЭК» и потребителями, НПО ТЕПЛОВИЗОР предлагает программное обеспечение «Архивист», предназначенное для снятия показаний со всех видов теплосчётчиков, используемых в общедомовых приборах учёта. «Архивист» позволяет формировать ведомости тепло-водопотребления тепловой энергии, центрального отопления и горячего водоснабжения в универсальном формате, с возможностью автоматической обработки и передачи данных в ПАО «МОЭК».

Это простое в использовании устройство, питающееся от стандартных пальчиковых аккумуляторов и снабжённое гнездом для флэш-карты формата SD, позволяет считывать с приборов архивные данные или отправляемые на принтер печатные протоколы. Затем данные могут быть загружены в базу данных ДС Архивист или LEXX, а собранные печатные протоколы при необходимости можно напрямую распечатать на EPSON-совместимом принтере.

Узнать более подробную информацию, а также приобрести ПО «Архивист» и устройство АПД-03, заказать установку программного обеспечения на свой ПК можно, связавшись с сотрудниками НПО ТЕПЛОВИЗОР по указанным ниже контактам.

Также компания предлагает адаптер переноса данных АПД-03 для диспетчерского сбора данных с теплосчётчиков и водосчётчиков следующих производителей:

- теплосчётчики и водосчётчики производства НПО Тепловизор - ВИС.Т-ТС, ВИС.Т-ВС, ВИС.Т-1;
- теплосчётчик СТЭМ, тепловычислитель ИВК-59 (ПО МЗ Молния);
- теплосчётчик SA-94 (Асвега);
- теплосчётчик КМ-5, КМ-5-6И (ТБН-Энерго);
- теплосчётчик ТСК-7, тепловычислитель ВКТ-7 (Теплоком);
- теплосчётчик ТЭМ-104 (ТЭМ-Прибор);
- теплосчётчик ТЭМ-106 (ТЭМ-Прибор);
- теплосчётчик ЭСКО-Т (Энергосервисная компания ЗЭ);
- теплосчётчик ЭСКО МТР-06 (Энергосервисная компания ЗЭ).

Реклама

109428, г. Москва, Рязанский пр-т, д. 8 А, стр. 9 | тел.: +7 (495) 730 4744 | e-mail: sales@teplovizor.ru | www.teplovizor.ru

# САИИ «Тепловизор»: автоматизация учета тепла



В статье проанализированы особенности коммерческого учета тепла в современных реалиях. Рассмотрено решение для автоматизации учета тепла – автоматизированная информационно-измерительная система (САИИ) «Тепловизор». Представлены компоненты системы: теплосчетчики ВИСТ.Т, адаптер передачи данных АПД-03, программа верхнего уровня ДС «Архивист».

НПО «Тепловизор», г. Москва

## Учет тепла в многоквартирном доме

Еще в 2009 году вошел в силу Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении», который, в целях повышения энергетической эффективности экономики, сделал обязательным внедрение приборов учета на все энергетические ресурсы, потребляемые в зданиях: газ, электричество, воду, тепло. В квартире, частном доме, на промышленном предприятии и других объектах индивидуальные счетчики позволяют точно определять объем потребления, что выгодно обеим сторонам: как потребителю, так и поставщику. Но если на воду, газ и электричество поставить индивидуальный счетчик можно (а в случае с цифровым счетчиком можно и организовать автоматическую передачу данных), то с системами центрального отопления всё не так просто. Вертикальная разводка отопления, применяемая в многоквартирных домах старой постройки, то есть на сегодня – в большей части городского жилого фонда, не позволяет установить прибор на входе в каждую квартиру. Поэтому в таких домах делают единый узел учета и данные о потреблении тоже снимают сразу за целый дом, разделяя оплату между жильцами.

Эти методы учета широко распространены в Москве, где большинство

домов имеет вертикальную разводку отопления. В каждом доме установлен узел учета тепла. Его главные приборы – тепловычислитель (теплосчетчик), расходомер, датчики давления, два датчика температуры на прямой и обратной воде. Тепловычислитель – центральное интеллектуальное звено узла учета, он собирает данные о расходе, температуре и давлении, рассчитывает на их основе потребление и записывает эту информацию в архив.

Одним из производителей таких приборов учета, поставляющим свою продукцию в большинство домов Москвы, является компания НПО «Тепловизор», партнер МОЭК – единой теплоснабжающей организации Москвы. «Тепловизор» разрабатывает и производит счетчики тепла и воды ВИСТ различных модификаций. В дополнение к теплосчетчикам компания разрабатывает программные решения, позволяющие максимально автоматизировать учет тепла в многоквартирном доме с вертикальной разводкой. Рассмотрим их подробнее.

## САИИ «Тепловизор»

Для автоматизации учета тепла компания НПО «Тепловизор» разработала автоматизированную информационно-измерительную систему (САИИ) под тем же названием – «Тепловизор». В системе три основных уровня: ниж-

ний (полевой), средний и верхний (диспетчерский). И если полевой уровень представлен датчиками температуры, давления и расходомерами, то теплосчетчик (теплоизмеритель) скорее можно отнести к среднему уровню. Это вторичный блок САИИ, в котором выполняются расчеты и первичный анализ данных, отображение результатов и архивирование, отсюда информация может передаваться непосредственно в программу верхнего уровня.

Особенность системы «Тепловизор» – поддержка практически всех теплосчетчиков, которые используются на российском рынке. Такая функциональность потребовала от компании целенаправленной работы: поддержку каждого прибора надо было обеспечить на программном уровне. Сегодня САИИ может принимать данные с таких теплосчетчиков и тепловычислителей, как ВИСТ, СТЭМ, КМ-5, SA-94, «ЛОГИКА СПТ963», «Магика», ТЭМ, ТСК ВКТ, ЭЛТЕКО, «Практика-Т», ВЗЛЕТ различных модификаций. «Родные» для системы электромагнитные теплосчетчики ВИСТ предназначены для измерения, вычисления, индикации, архивации и передачи параметров тепловой энергии и теплоносителя в любых системах теплоснабжения или объемных расходных характеристик и параметров жидкостей в заполненных напорных

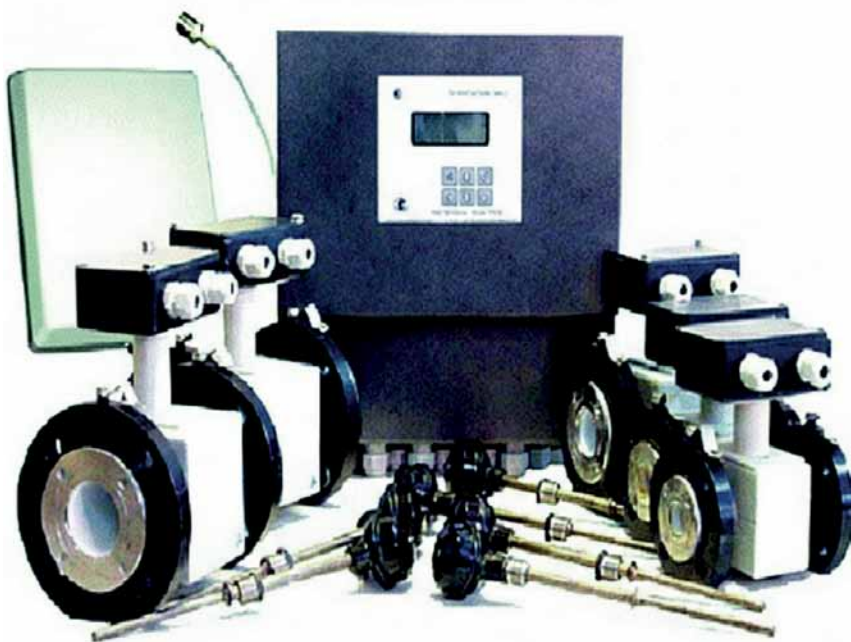


Рис. 1. Теплосчетчик ВИС.ТЗ-ТС в погружном варианте

трубопроводах. Отдельные исполнения этих устройств выполнены в погружном варианте (рис. 1), что позволяет их использовать в трубах большого диаметра.

Получив данные о расходе, температуре и давлении от приборов полевого уровня, теплосчетчик вычисляет расход, отображает его на своем дисплее (рис. 2) и передает полученные значения «выше» для дальнейшего анализа, формирования отчетов, подробной визуализации и т.д. Для передачи данных могут использоваться разные каналы: проводная связь (те-

лефонная, оптоволоконная, RS-232, RS-485, Ethernet, USB), радиоканалы с модемами GPRS/GSM/IoT/LTE, проводные модемы. Централизованная система учета может строиться с применением контроллеров АССВ-30 и УСПД ЭЛТЕКО, В-Tune и «Арбитр», ПЛК «Трансформер ML», «Трансформер SL».

Можно снимать данные с теплосчетчика и напрямую – с помощью разработанного специалистами НПО «Тепловизор» адаптера передачи данных АПД-03 (рис. 3). Это мобильное устройство оснащено USB-разъемом



Рис. 2. Дисплей теплосчетчика ВИС.Т

для флеш-накопителя и слотом для SD-карты большой емкости, что позволяет скачивать из памяти теплосчетчиков архивную информацию о результатах измерений. АПД-03 имеет дисплей, на который может выводиться информация не только об измерениях, но и о состоянии измерительных устройств, а также о нештатных ситуациях, то есть адаптер позволяет проводить оперативный контроль.

С помощью меню можно сформировать типовые отчеты и вывести их на принтер прямо с адаптера, для чего в комплект поставки входят шнуры с разными разъемами. АПД-03 совместим с отечественными теплосчетчиками и водосчетчиками: ВИС.Т-ТС, ВИС.Т-ВС и ВИС.Т-1 (НПО «Тепловизор»); СТЭМ и ИВК-59 (ПО «Машиностроительный завод «Молния»); КМ-5 и КМ-5-6И (компания «ТБН энергосервис»); ТСК-7 и ВКТ-7 (ООО «ИВТрейд», бренд Теплоком); ТЭМ-104 и ТЭМ-106 (ООО НПФ «ТЭМ-ПРИБОР»); SA-94 (ООО «ASWEGA-Инжиниринг»); ЭСКО-Т и ЭСКО МТР-06 (АО «ЭСКО ЗЭ»).

#### ПО «Архивист»

Сегодня для автоматизированного учета мало организовать сбор данных – требуется такая функциональность, которая позволила бы легко пользоваться этими данными всем заинтересованным сторонам. Такой набор функций обеспечивает программа верхнего уровня «Система диспетчерского учета «Архивист»» (ДС «Архивист»).

В ДС «Архивист» поступают данные как о потреблении, так и о рабочем состоянии всех элементов узлов учета. При этом данные передаются параллельно от многих узлов учета,



Рис. 3. Адаптер передачи данных АПД-03

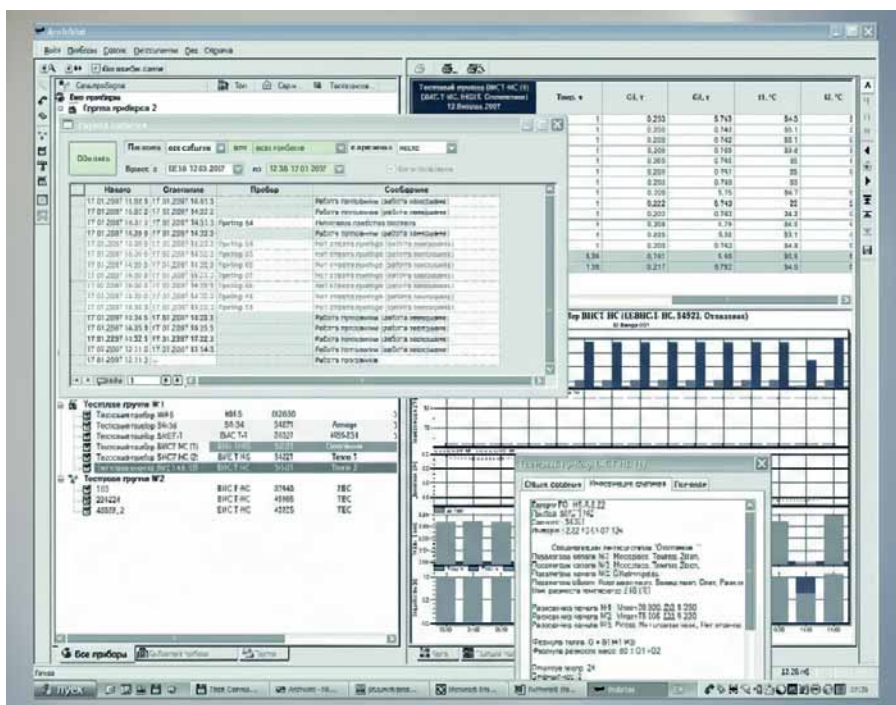


Рис. 4. ДС «Архивист»: данные о группе приборов в виде таблиц и графиков

для чего могут использоваться различные каналы связи и протоколы обмена. Текущие и архивные данные могут отображаться в виде таблиц и графиков (рис. 4), они могут быть наложены в виде меток поверх карт, указывая местоположение приборов. Отображаются данные по отдельному теплосчетчику, по теплосчетчикам группы домов, района и т.д. Можно посмотреть информацию за разные временные отрезки, а также анализировать тренды. В случае возникновения нештатных ситуаций система обеспечивает формирование светового или звукового сигнала.

ДС «Архивист» – российская разработка с русскоязычным интерфей-

сом. Решение совместимо с отечественными операционными системами, а также системами управления базами данных (СУБД) РЕД СОФТ и PostgreSQL Professional. Базы данных формируются в реляционной СУБД MS SQL Server. Программа обеспечивает многоклиентский режим, то есть доступ к общей базе данных можно получить с разных компьютеров или мобильных устройств.

Ядром проекта можно назвать операторские станции, работающие на базе персональных компьютеров (ПК) IBM PC или планшетных ПК с операционными системами Android, iOS. Задача станций – обработка и анализ измеренных данных, их визуализация,

подготовка протоколов измерений, архивирование информации. Кроме того, операторские станции осуществляют настройку программного комплекса системы и конфигурирование измерительных каналов.

Еще одной особенностью системы «Тепловизор» является возможность ее комплектации специальным вычислительным компонентом ВИС.Т.ВРТ, с помощью которого можно выполнять дополнительный анализ результатов первичных измерений. Этот компонент реализован в виде специального модуля, который подключается к ДС «Архивист». Необходимые расчеты с помощью ВИС.Т.ВРТ осуществляются с помощью заложенных в программу формул и настроечной конфигурации измерительных каналов, выполняемых на заводе-изготовителе в соответствии с требованиями конкретного проекта.

ПО «Архивист» обладает надежной защитой от непреднамеренных и преднамеренных воздействий на метрологически значимую часть программ, включая ограничение несанкционированного доступа средствами базового ПО операционной системы и СУБД. Кроме того, в качестве защитных мер используются механизм авторизации пользователей и ведение регистрационных журналов фиксации происходящих событий. Оценка уровня защиты в соответствии с ГОСТ Р 50.2.077-2014 – «высокий».

НПО «Тепловизор», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 730-4744,  
эл. почта: mail@teplovizor.ru,  
сайт: www.teplovizor.ru



[vk.com/journal\\_isup](https://vk.com/journal_isup)  
ВКонтакте



<https://t.me/isupmagaz>  
Телеграм



<https://dzen.ru/isup>  
Дзен

Все новости и статьи в свободном доступе

# Ультразвуковой расходомер-счетчик газа ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 с комбинированным методом измерений



В статье рассмотрены конструктивные и метрологические особенности нового средства измерения расхода газа ЭЛЕМЕР-РУЗ-03. Приведены основные характеристики расходомера.

ООО НПП «ЭЛЕМЕР», Зеленоград, г. Москва

Современные системы коммерческого и технологического учета расхода газа в различных отраслях промышленности предъявляют все более жесткие требования к точности измерений, устойчивости к изменяющимся режимам потока и надежности работы в широком диапазоне давлений и температур. В этих условиях особое значение приобретает ультразвуковой метод измерения расхода, позволяющий реализовать алгоритмическую адаптацию к изменяющимся режимам потока и обеспечивать длительную стабильность измерений при высоких метрологических характеристиках.

В ответ на такие требования инженерами НПП «ЭЛЕМЕР» разработан ультразвуковой расходомер-счетчик

газа ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 (рис. 1), предназначенный для измерений и вычислений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода и массы газов. Прибор ориентирован на применение в качестве комплексной системы учета расхода газа, воздуха, кислорода на объектах газотранспортной инфраструктуры, энергетики и промышленности.

В основе работы расходомера ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 лежат комбинированный корреляционный и время-импульсный методы измерений. Корреляционный метод основан на определении разницы времени пролета сигнала по потоку и против потока путем оцифровки принятых датчиками сигналов с последующей обработкой посредством корреляционного ана-

лиза. Скорость потока определяется по максимуму взаимной корреляционной функции зарегистрированных сигналов.

Время-импульсный метод основан на измерении разности времени распространения ультразвукового сигнала по направлению и против потока. Возникающая разность времён пропорциональна средней скорости потока в измерительном сечении и используется для определения объемного расхода газа. Прибор автоматически переключается на оптимальный метод измерений, исходя из текущих показателей качества сигнала и характера акустических шумов.

В зависимости от типоразмера прибора используется одно- или многоканальная схема измерения, предусматривающая до четырех ультразвуковых лучей. Применение мно-



Рис. 1. Расходомер-счетчик газа ЭЛЕМЕР-РУЗ-03



Рис. 2. Расходомер вместе с прямолинейными участками

гоканальной конфигурации позволяет повысить точность измерений за счет усреднения профиля скорости потока по хорде трубопровода. При этом повышается частота зондирования для уточнения профиля скорости потока. В результате увеличивается устойчивость показаний при изменяющихся гидродинамических условиях.

Расходомер предусмотрен во фланцевом исполнении по стандартам ГОСТ 33259-2015, EN 1092-1 или ANSI B16.5 и рассчитан на установку в трубопроводы с условным проходом DN 50...300 мм при номинальном давлении среды от 101 кПа до 16 МПа и температуре газа от -50 до +80 °С, что позволяет применять его как на распределительных сетях, так и на газотранспортных линиях высокого давления. Проточная часть представляет собой полнопроходную литевую компоновку (DN 50...150), выполнена из коррозионно-стойкой нержавеющей стали и обеспечивает крайне малое гидравлическое сопротивление (рис. 2). Конструкция первичного преобразователя предусматривает скрытый монтаж сигнальных кабелей, а также расположение ультразвуковых преобразователей без выступов и перекрытия просвета внутреннего пространства проточной части.

ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 обеспечивает измерение расхода в прямом и обратном направлении потока с пределом допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода при рабочих условиях от  $\pm 0,5$  до  $\pm 5\%$  в диапазоне до 1:200 в зависимости от исполнения. Для гарантированной работы в двух направлениях потока служат две независимые градуировочные таблицы в специальной области памяти.

Интеллектуальную функциональность осуществляет встроенный корректор БПР-06, обеспечивающий приведение измеренных значений к стандартным условиям в соответствии с действующими нормативными документами. Расчет теплотехнических свойств газовой смеси выполняется по утвержденным методикам и стандартам: ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ 30319.3-2015, ГОСТ Р 8.662-2009, ГСССД МР 113-03, ГСССД МР 118-05, ГСССД МР 134-07, ГСССД МР 242-20-15, ГСССД МР 273-2018.

Наличие вычислительных функций позволяет использовать ЭЛЕ-



Рис. 3. Расходомер газа ЭЛЕМЕР-РУЗ-03 во взрывозащищенном исполнении

МЕР-РУЗ-03 как систему учета расхода. Прибор сообщает значения текущего расхода и накопленного объема, давления, температуры газа, формирует архивы и отчеты, события нештатных ситуаций, а также передает данные в систему верхнего уровня по цифровому протоколу. Для интеграции в автоматизированные системы управления и диспетчеризации АСКУГ прибор оснащен

интерфейсом RS-485 с протоколом Modbus RTU, аналоговым сигналом 4...20 мА, дискретными выходами. Такая конфигурация обеспечивает совместимость расходомера с широким спектром систем сбора данных и контроллеров, применяемых на промышленных объектах ГРС, ГРП.

Параметрирование расходомера выполняется с помощью штатного программного обеспечения Modbus

Таблица 1. Метрологические характеристики расходомера-счетчика газа ЭЛЕМЕР-РУЗ-03

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений объемного расхода газа при рабочих условиях, м <sup>3</sup> /ч	1,4...11 450
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, % • в диапазоне измерений $Q_{\text{наим}} \leq Q < Q_{\text{переход}}$ • в диапазоне измерений $Q_{\text{переход}} \leq Q \leq Q_{\text{наиб}}$	$\pm 1,0; \pm 1,4; \pm 2,0; \pm 3,0; \pm 5,0$ $\pm 0,5; \pm 0,7; \pm 1,0; \pm 1,5; \pm 2,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, без учета погрешности определения отношения коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях к коэффициенту сжимаемости при стандартных условиях, % • в диапазоне измерений $Q_{\text{наим}} \leq Q < Q_{\text{переход}}$ • в диапазоне измерений $Q_{\text{переход}} \leq Q \leq Q_{\text{наиб}}$	$\pm 1,2; \pm 1,5; \pm 2,1; \pm 3,1; \pm 5,1$ $\pm 0,75; \pm 0,9; \pm 1,2; \pm 1,6; \pm 2,1$
Пределы допускаемой приведенной к диапазону унифицированного выходного сигнала погрешности преобразования измеренного значения объемного расхода газа в сигнал силы постоянного электрического тока, %	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления в цифровое значение температуры, °С	$\pm 0,25$
Пределы допускаемой относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа, %	$\pm 0,01$

**ПРИМЕЧАНИЕ:**  $Q_{\text{наим}}$  – наименьший измеряемый расход при рабочих условиях;  $Q_{\text{переход}}$  – переходный расход при рабочих условиях, определяемый как  $0,01 \cdot Q_{\text{наиб}}$ ;  $Q_{\text{наиб}}$  – наибольший измеряемый расход при рабочих условиях.





СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

 **33 ГОДА**  
на рынке

**НОРМИРУЮЩИЕ  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ**

**СЕРИИ НПСИ**



ГОСРЕЕСТР

Класс точности 0.1

**БАРЬЕРЫ  
ИСКРОЗАЩИТЫ**

**СЕРИИ КА5000Ex**



В реестре Минпромторга



**отгрузка сразу со склада • бесплатная опытная эксплуатация  
межповерочный интервал – 5 лет • гарантия на продукцию – 3 года**



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

+7 (831) 260-13-08

[sales@contravt.ru](mailto:sales@contravt.ru)

**ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ИЗ  
НИЖНЕГО НОВГОРОДА**



# Задача гальванической развязки унифицированных сигналов 4...20 мА: почему она важна и как ее решить



В статье на примере модулей производства НПФ «КонтрАвт» рассмотрены задачи гальванической развязки и разветвления сигнала 4...20 мА.

НПФ «КонтрАвт», г. Нижний Новгород

## Почему унифицированный токовый сигнал 4...20 мА?

В современных автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУ ТП) ключевую роль играют надежные и стандартизированные методы передачи данных. Одним из наиболее распространенных и проверенных временем способов передачи аналоговых сигналов являются унифицированные сигналы тока и сигналы напряжения.

Унифицированные сигналы применяются не только для связи с первичными датчиками, но и для связи между собой других устройств промышленной автоматики: регистраторов, регуляторов, контроллеров и исполнительных устройств. Среди стандартных сигналов наиболее удобным и популярным является токовый сигнал 4...20 мА.

Широкое распространение токового унифицированного сигнала 4...20 мА объясняется следующими причинами:

- на передачу токовых сигналов не оказывает влияния сопротивление соединительных проводов, поэтому требования к диаметру и длине со-

единительных проводов (а значит, и к стоимости) снижаются;

- токовый сигнал работает на низкоомную (по сравнению с сопротивлением источника сигнала) нагрузку, поэтому наведенные электромагнитные помехи в токовых цепях малы по сравнению с аналогичными цепями, в которых используются сигналы напряжения;

- обрыв линии передачи токового сигнала 4...20 мА однозначно и легко определяется измерительными системами по нулевому уровню тока в цепи (в нормальных условиях он должен быть не меньше 4 мА);

- токовый сигнал 4...20 мА позволяет не только передавать полезный информационный сигнал, но и обеспечивать электропитание современных датчиков;

- сигнал 4...20 мА позволяет применять HART-протокол для двусторонней передачи цифровых сигналов.

## Задача гальванической развязки сигнала 4...20 мА

Гальваническая развязка — это передача сигнала между цепями без не-

посредственного электрического контакта. Для информационных сигналов чаще всего применяют индуктивную, емкостную и оптоэлектронную развязки. Когда требуется передавать и энергию, применяется индуктивная (она же трансформаторная) развязка.

Существуют две основные проблемы, две задачи, когда в системе автоматизации необходимо применять гальваническую развязку.

Первая задача — это использование в многоканальной системе различных источников сигналов, которые не изолированы и находятся под разными потенциалами. Например, при измерении действующих значений в сети сигнал заведомо является высоковольтным.

Даже заземленные источники, расположенные на некотором удалении друг от друга, находятся под разными потенциалами частотой 50 Гц. Наличие данных потенциалов обусловлено электромагнитными наводками и токами утечки от силовых цепей. Эта проблема особенно актуальна в энергоемких промышленных условиях. Даже при наличии групповой развязки в многоканальной системе

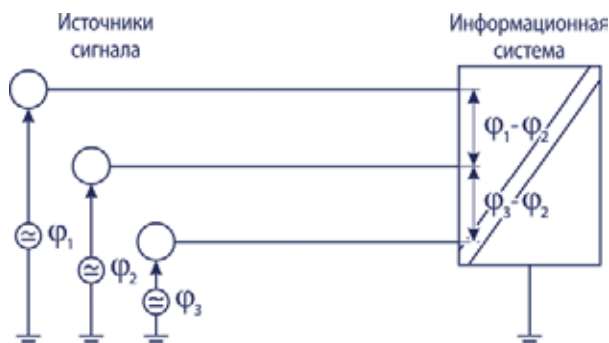


Рис. 1. Многоканальная система с неизолированными источниками сигналов

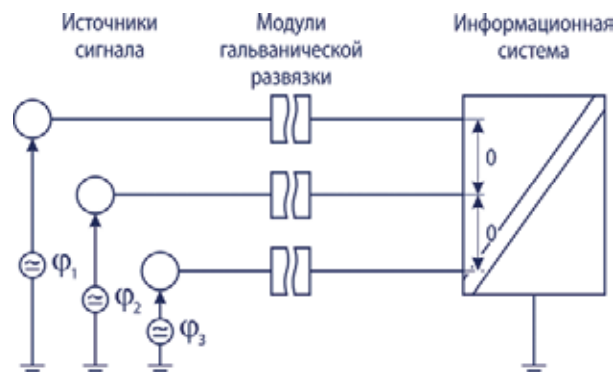


Рис. 2. Многоканальная система с поканальной гальванической развязкой

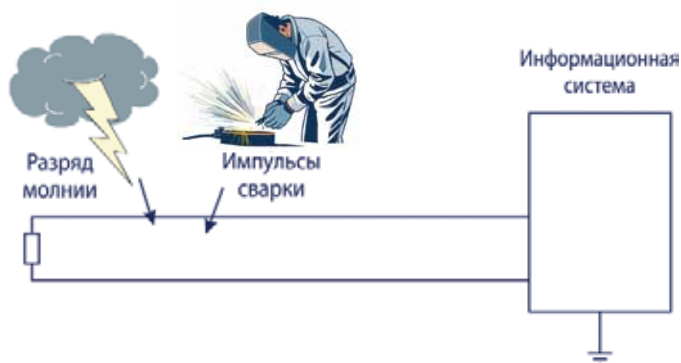


Рис. 3. Высокочастотные электромагнитные помехи

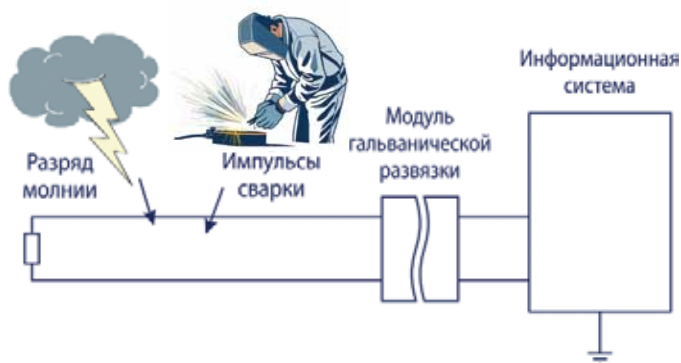


Рис. 4. Гальваническая развязка для защиты от высокочастотных помех

отсутствие поканальной гальванической развязки тоже может вывести из строя измерительную систему из-за разности потенциалов между каналами (рис. 1). Решение – поставить модуль гальванической изоляции в каждую сигнальную линию (рис. 2).

Вторая задача – это повышение устойчивости системы к воздействию высокочастотных электромагнитных помех. Система может подвергаться помехам, которые вызваны короткими импульсами тока в силовых цепях. Например, такие импульсы могут возникать при работе сварочных аппаратов, индукторов, частотных преобразователей, тиристорных и электромагнитных коммутаторов, а также при грозовых разрядах. Линии связи выступают в роли антенн.

Помехи могут достигать уровня единиц и десятков вольт и значительно превышать уровень полезного сигнала. Большие импульсы могут вывести из строя измерительные системы. Кроме того, этот электромагнитный «мусор» смешивается с полезным измеренным сигналом и искажает полученную информацию (рис. 3). В этом случае гальваническая развязка не только предохраняет измерительные цепи от разрушения из-за воздействия таких высокочастотных помех, но и повышает качество полезного сигнала (рис. 4).

Итак, гальваническая развязка необходима при измерении практически всех видов сигналов, особенно если линии связи длинные.

**Модули гальванической развязки: обзор, сравнение и выбор**

Для решения задач гальванической развязки удобно применять специализированные приборы – модули (блоки) гальванической развязки. Обсудим

различные типы таких приборов на примере номенклатуры научно-производственной фирмы «КонтрАвт» – известного нижегородского разработчика и производителя средств автоматизации технологических процессов.

НПФ «КонтрАвт» выпускает несколько групп приборов, специально предназначенных для гальванического разделения сигналов 4...20 мА, причем как в общепромышленном, так и во взрывозащищенном исполнении. В первую группу входят одно-, двух- и четырехканальные модули гальванического разделения токовой петли НПСИ-200-ГРТПх (рис. 5), которые преобразуют и гальванически развя-

зывают активный сигнал 4...20 мА на входе модуля в такой же активный сигнал 4...20 мА на выходе. Одноканальный преобразователь размещен в малогабаритном узком корпусе шириной всего 8,5 мм (габариты 91,5 × 62,5 × 8,5 мм), двухканальный и четырехканальный – в корпусе шириной 22,5 мм (габариты 115 × 105 × 22,5 мм). Некоторые важные характеристики данных модулей приведены на рис. 6.

Эта группа приборов характеризуется тем, что сами модули запитываются от входного сигнала и дополнительный источник питания не требуется. Поэтому решение на базе разделителей токовой петли НПСИ-200-ГРТПх является весьма экономичным. Варианты подключения к источникам активных и пассивных сигналов показаны на рис. 7. В последнем случае требуется дополнительный источник питания.

Обратим внимание на то, что для питания самого модуля отдельный источник питания не требуется. Для своей работы он использует энергию входного активного сигнала. Таким образом, модуль развязки, по сути, является трансформатором постоянного тока. В связи с этим параметры нагрузки в выходной цепи определяют требования к источнику сигнала на входе. Источник сигнала должен обеспечивать на входе модуля напряжение не менее чем:  $U_{вх} = 1,7 \text{ В} + I_{вх} \times R_{нагр}$ . Это минимальное напряжение на входе, необходимое для работы прибора.

В многоканальных модификациях НПСИ200-ГРТП2 и НПСИ-200-ГРТП4 все каналы полностью не связаны между собой. С этой точки зрения работоспособность одного из каналов никак не влияет на работу других каналов. Применение многоканальных преобразователей НПСИ-200-ГРТП2 и НПСИ-200-ГРТП4 снижает



Рис. 5. Группа модулей гальванического разделения токовой петли НПСИ-200-ГРТПх производства НПФ «КонтрАвт»

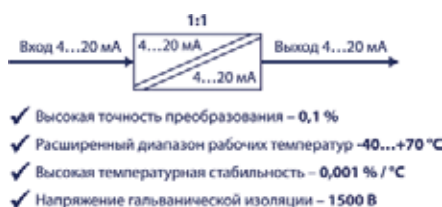


Рис. 6. Характеристики модуля НПСИ-200-ГРТПх

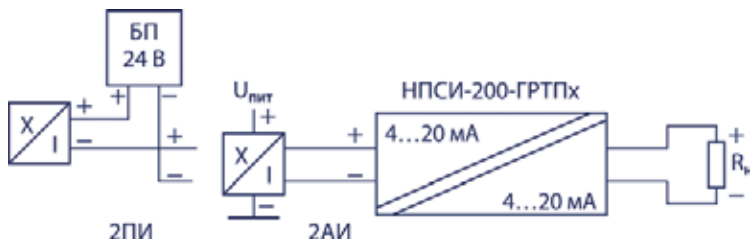


Рис. 7. Подключение одного канала НПСИ-200-ГРТПх к активному источнику

цену канала по сравнению с одноканальным НПСИ-200-ГРТП1.

Гальваническая развязка на основе НПСИ-200-ГРТПх является очень компактной и экономной, обладает высокой линейностью и температурной стабильностью преобразования. Несмотря на это, научно-производственная фирма «КонтрАвт» дополнительно предлагает для гальванической развязки сигнала 4...20 мА и другие модели модулей.

Дело в том, что, как мы уже сказали, НПСИ-200-ГРТПх работает исключительно с активными входными сигналами. Он транслирует «1 в 1» активный сигнал 4...20 мА на выходе в такой же активный сигнал на выходе. Он не может работать с пассивными сигналами, он не обеспечивает питание датчика.

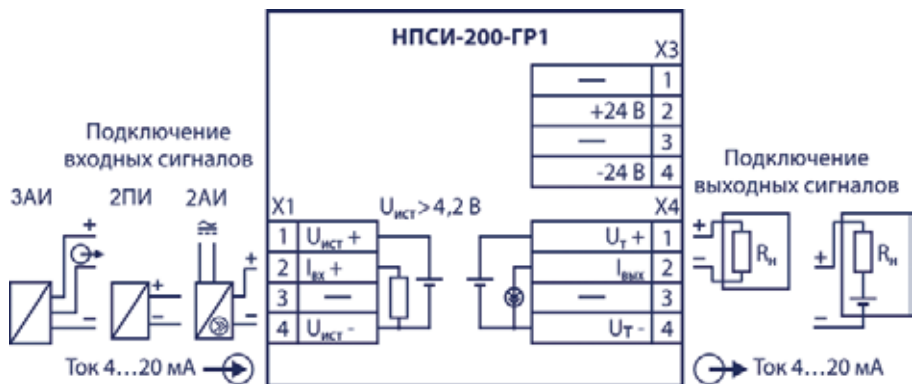
Кроме того, модуль НПСИ-200-ГРТПх для своего питания использует энергию входного активного сигнала 4...20 мА, и эту же энергию он трансформирует в выходной сигнал. С одной стороны, это большое преимущество такого решения, поскольку не требуется дополнительное питание для самого модуля. Но, с другой стороны, нагрузка на выходе модуля полностью переносится на источник

сигнала. При больших сопротивлениях нагрузки (свыше 500 Ом) это налагает дополнительные условия на выходное напряжение источника сигнала:  $U_{вх} = 1,7 В + 22 мА \times R_{нагр.}$

Иное решение задачи гальванической развязки тока 4...20 мА предлагает другая группа приборов – модули гальванической развязки НПСИ-200-ГР1

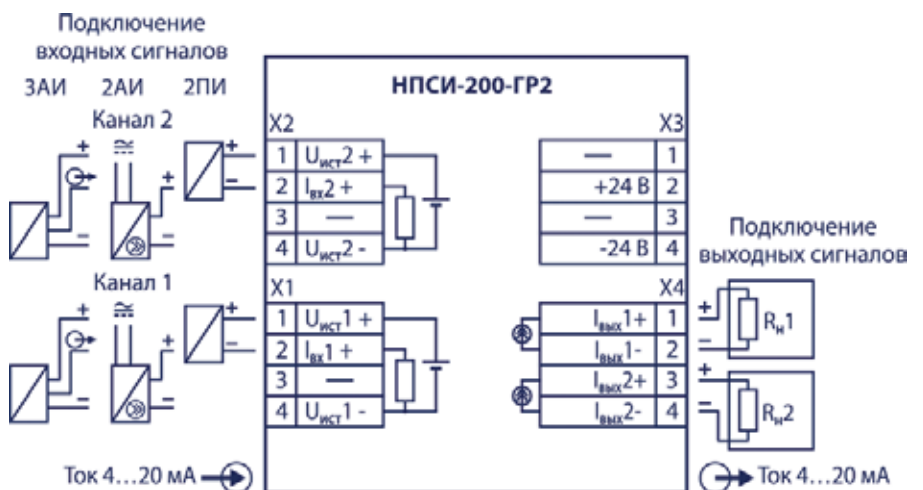
для одного канала и НПСИ-200-ГР2 для двух каналов (рис. 8). У данной группы модулей имеется встроенный блок питания в каждом канале, который позволяет работать не только с активными, но и с пассивными источниками сигнала без применения дополнительных блоков питания. При этом одноканальный преобразователь НПСИ-200-ГР1 на выходе формирует либо активный сигнал, либо пассивный, а НПСИ-200-ГР2 – только активный. Эти возможности подключения входных и выходных сигналов иллюстрируют схемы подключения на рис. 9 и 10.

Обратим внимание: для одноканальной модификации НПСИ-200-ГР1 существует возможность формиро-



2ПИ – источник сигнала с пассивным выходом с двухпроводной схемой подключения  
2АИ – источник сигнала с активным выходом с двухпроводной схемой подключения  
3АИ – источник сигнала с активным выходом с трехпроводной схемой подключения

Рис. 9. Схемы подключения модуля гальванической развязки сигнала 4...20 мА НПСИ-200-ГР1 по двух- и трехпроводным схемам для активных и пассивных источников



2ПИ – источник сигнала с пассивным выходом с двухпроводной схемой подключения  
2АИ – источник сигнала с активным выходом с двухпроводной схемой подключения  
3АИ – источник сигнала с активным выходом с трехпроводной схемой подключения

Рис. 10. Схемы подключения модуля гальванической развязки токового сигнала 4...20 мА НПСИ-200-ГР2 по двух- и трехпроводным схемам для активных и пассивных источников



Рис. 8. Группа модулей гальванической развязки токового сигнала 4...20 мА НПСИ-200-ГР1/ГР2 производства НПФ «КонтрАвт»



Рис. 11. Модуль гальванической развязки и разветвления сигнала 4...20 мА НПСИ-200-ГР1.2 производства НПФ «КонтрАвт»

вания не только активного сигнала на выходе, но и пассивного для измерительных систем с активным входом. Подключения входных сигналов у двухканальной модификации НПСИ-200-ГР2 аналогичны одно-

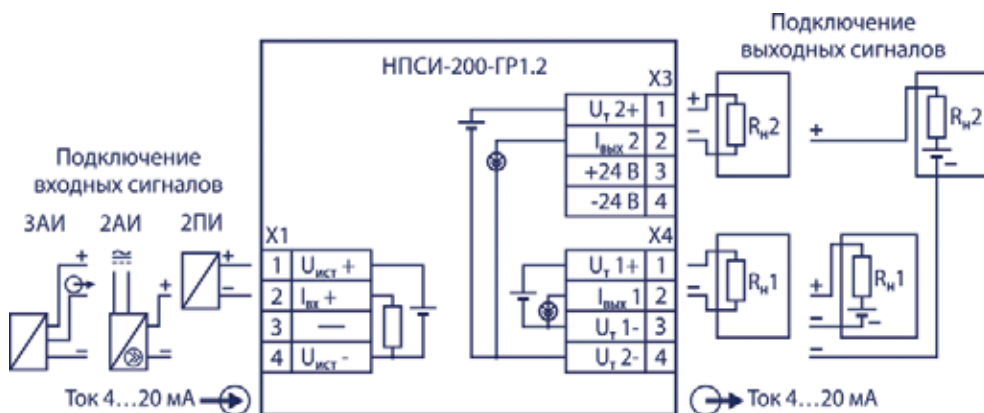


Рис. 12. Схемы подключения разветвителя токового сигнала 4...20 мА НПСИ-200-ГР1.2 по двух- и трехпроводным схемам для активных и пассивных источников

канальной, однако на выходе формируются только активные сигналы. Применение двухканальных модулей НПСИ-200-ГР2 снижает цену канала по сравнению с одноканальным НПСИ-200-ГР1, а также позволяет сэкономить место в шкафу управления.

Для решения задачи не только гальванического разделения цепей, но и разветвления сигнала «1 в N» НПФ «КонтрАвт» предлагает отдельный спе-

циализированный прибор – разветвитель токового сигнала 4...20 мА НПСИ-200-ГР1.2 (рис. 11). Прибор имеет один вход для приема сигнала и два выхода, которые гальванически изолированы от входа, питания и между собой. Напряжение гальванической изоляции между всеми цепями составляет 1500 В. Источники сигнала могут быть как активными, так и пассивными. Так же как и одноканальный прибор НПСИ-200-ГР1, разветвитель НПСИ-200-ГР1.2 формирует на выходе и активные, и пассивные сигналы 4...20 мА. Варианты подключения источника сигнала по двух- и трехпроводным схемам для активных и пассивных источников приведены на рис. 12.

Если выход используется как активный, то дополнительный источник питания выходной цепи не требуется. При необходимости источник сигнала может быть запитан от встроенного в преобразователь источника напряжения 24 В (25 мА). В табл. 1 представлены основные характеристики описанных модулей гальванической развязки сигнала 4...20 мА в общепромышленном исполнении.

Надеемся, что представленная информация поможет выбрать необходимое решение для конкретной технической задачи.

А. Г. Костерин, генеральный директор, НПФ «КонтрАвт», г. Нижний Новгород, тел.: +7 (831) 260-1308, эл. почта: sales@contravt.ru, сайт: www.contravt.ru

Таблица 1. Характеристики общепромышленных модулей гальванической развязки сигнала 4...20 мА

Наименование характеристики	Реализация в приборе					
	НПСИ-200-ГРП1	НПСИ-200-ГРП2	НПСИ-200-ГРП4	НПСИ-200-ГР1	НПСИ-200-ГР2	НПСИ-200-ГР1.2
Направление передачи сигнала	Приёмники и передатчики					
Количество каналов ввода	1	2	4	1	2	Разветвитель 1 в 2
Быстродействие, мс	5			35		
Тип входного сигнала и схема подключения	2АИ			2ПИ 2АИ 3АИ		
Встроенный блок питания источника сигнала на входе 24 В	Нет			Да		
Тип входа	Активный 4...20 мА		Активный/пассивный 4...20 мА	Активный 4...20 мА	Активный/пассивный 4...20 мА	
Напряжение питания, В	Не требуется. Питается от входного сигнала		=18...30 ~150...265	=18...30	=18...30	
Ширина корпуса, мм	6,2			22,5		
Ширина корпуса на один канал, мм	6,2	11,25	5,63	22,5	11,25	22,5
Температура эксплуатации, °С	-40...+70					

## ЭЛМЕТРО-РПУ

### Уровнемеры радарные



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

## ЭЛМЕТРО-МПУ

### Уровнемеры микроимпульсные



#### НОВИНКА!

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

## 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



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

454112, Россия, г. Челябинск, Комсомольский пр-т, д. 29, пом. 7

[info@elmetro.ru](mailto:info@elmetro.ru)

8-800-222-14-19

# Микроимпульсный уровнемер ЭЛМЕТРО-МПУ



В статье представлена новая разработка: уровнемер ЭЛМЕТРО-МПУ, его характеристики и особенности. Уровнемер обеспечивает непрерывное измерение уровня жидких и сыпучих сред, в том числе уровня границы раздела двух жидких сред, в различных технологических процессах.

ООО «ЭлМетро-Инжиниринг», г. Челябинск

Рынок средств автоматизации технологических процессов сегодня переживает период активной трансформации. Уход западных производителей и потребность в надежных, ремонтпригодных приборах стимулируют развитие отечественных компетенций. Специалисты ГК «ЭлМетро» провели анализ потребностей предприятий нефтегазового и химического комплекса и пришли к выводу о необходимости создания волноводного уровнемера, сочетающего высокую точность измерений, устойчивость к сложным условиям эксплуатации и экономическую обоснованность применения. Перед инженерами научно-технического центра компании была поставлена задача разработать прибор, не уступающий по техническим харак-

теристикам зарубежным аналогам и адаптированный к условиям эксплуатации на российских промышленных объектах. Результатом этой работы стал прибор собственного производства – волноводный уровнемер ЭЛМЕТРО-МПУ (рис. 1).

Основная функция микроимпульсных уровнемеров ЭЛМЕТРО-МПУ – непрерывное измерение уровня жидких и сыпучих сред, в том числе уровня границы раздела двух жидких сред, в различных технологических процессах. Принцип действия уровнемеров – контактный, основанный на базе импульсной рефлектометрии во временной области (TDR), который характеризуется надежным измерением с высокой точностью. Зонд (волновод) погружается непосредственно

в продукт, и микроволновый импульс распространяется строго вдоль него (рис. 2).

Этот метод подходит для:

- ▶ агрессивных жидкостей;
- ▶ сжиженных газов;
- ▶ продуктов с изменяющейся плотностью;

▶ нефтепродуктов с подтоварной водой (возможно измерение уровня раздела сред);

▶ процессов с высоким давлением и температурой.

Волноводные радарные уровнемеры занимают особую нишу среди средств измерения уровня. Микроимпульсный принцип измерения на данный момент является наиболее универсальным и находит применение во многих технологических процессах



Рис. 1. Уровнемер ЭЛМЕТРО-МПУ: общий вид

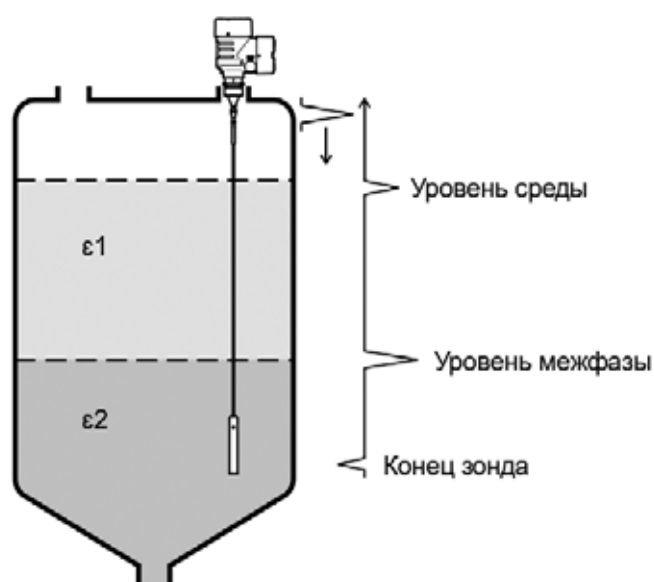


Рис. 2. Схема проведения измерений с помощью уровнемера ЭЛМЕТРО-МПУ

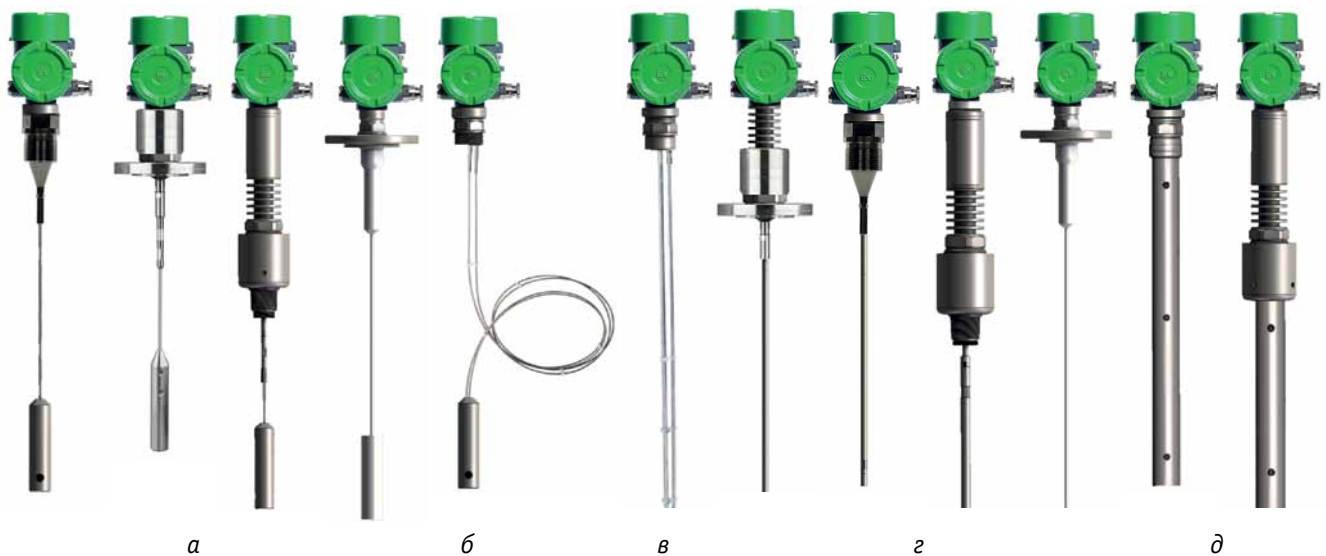


Рис. 3. Используемые зонды: а – тросовые; б – двойной тросовый; в – двойной стержневой; г – стержневые; д – коаксиальные

в разных отраслях промышленности, начиная с процессов водоподготовки и контроля уровня стоков до систем сепарации нефтепродуктов в нефтегазовой отрасли. В отличие от уровнемеров другого типа, эти приборы не зависят от пены, паров, газовой подушки и изменения параметров измеряемой среды, таких как диэлектрическая проницаемость, плотность, температура, давление. Поэтому уровнемеры ЭЛМЕТРО-МПУ могут использоваться для измерения уровня большинства жидкостей, полужидких сред, сыпучих материалов и уровня границы раздела жидкостей, кипящих сред с присутствием паров и турбулентности, в выносных колоннах и сепараторах, а также в системах, использующих сжиженные природный (СПГ) и углеводородный (СУГ) газы.

Под различные условия применения разработана линейка зондов разных типов (рис. 3): коаксиальные (для самых сложных условий и сред с низкой диэлектрической проницаемостью), стержневые и тросовые (для резервуаров высотой до 50 м). Возможно использование фторопластовых покрытий для работы в агрессивных средах. Стержневые зонды имеют сегментированную конструкцию для удобства транспортировки и монтажа.

Унифицированные фланцевые соединения по ГОСТ и ANSI, а также резьбовые соединения позволяют монтировать прибор без переделки технологических узлов. Уровнемеры можно устанавливать в открытые, закрытые

(под давлением) емкости, успокоительные трубы, байпасные камеры.

Основные технические характеристики прибора:

- ▶ диапазон измерения: до 50 м;
- ▶ погрешность:  $\pm 2$  мм;
- ▶ температура процесса: от  $-196$  до  $+400$  °С;
- ▶ давление: до 40 МПа;
- ▶ выходные сигналы: 4–20 мА HART, RS-485 Modbus;
- ▶ взрывозащита типа Ex ia, Ex d ia.

Отдельного внимания заслуживает возможность измерения уровня раздела двух несмешивающихся жидкостей (например, вода/нефть, масло/вода). Встроенное программное обеспечение ЭЛМЕТРО-МПУ идентифицирует эхосигналы как от поверхности жидкости, так и от границы раздела сред, передавая на верхний уровень системы автоматизации оба значения одновременно.

Для выполнения настройки, калибровки, диагностики и прочих программных функций специалистами ГК «ЭлМетро» разработано ПО PulseConfig. Важной эксплуатационной особенностью уровнемеров ЭЛМЕТРО-МПУ является гибкость процедуры их проверки. Наряду со стандартным методом, предполагающим полный демонтаж прибора, предусмотрена возможность проверки с частичным демонтажом и использованием вспомогательного зонда. Такой подход становится альтернативным для технологических процессов, где разгерметизация резервуара недопустима. В этом случае не нужно демонтировать тяжелый фла-

нец и извлекать зонд большой длины из среды, а проверка проводится по вспомогательному зонду, что позволяет снизить риск для персонала при работе с агрессивными, токсичными или высокотемпературными средами и сократить продолжительность технологических простоев.

Отсутствие в конструкции уровнемера подвижных частей, подверженных залипанию или заклиниванию, упрощает монтаж и обслуживание по сравнению с приборами, использующими другие принципы измерения. Средняя наработка устройства на отказ составляет 150 тыс. ч, расчетный срок службы – не менее 25 лет.

Техническая поддержка осуществляется дистанционно либо с выездом специалистов на объект. Модульная конструкция позволяет при необходимости заменить электронную часть или зонд, не меняя прибор целиком.

В июле 2025 года компания получила на свои микроимпульсные уровнемеры ЭЛМЕТРО-МПУ свидетельство об утверждении типа СИ (Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июля 2025 года № 1524, регистрационный номер 95994-25). На данный момент прибор находится в процессе включения в реестр ответственного оборудования.

ООО «ЭлМетро-инжиниринг»,  
г. Челябинск,  
тел.: 8 (800) 222-1419,  
эл. почта: info@elmetro.ru,  
сайт: www.elmetro.ru

# Система контроля вибрации машин и механизмов на базе датчиков ZET 139

Z E T L A B

В статье представлены функциональные особенности, состав и характеристики системы контроля вибрационных характеристик на базе вибродатчиков ZET 139, разработанной специалистами зеленоградской группы компаний ZETLAB. Рассмотрены варианты использования вибродатчиков с различными интерфейсами передачи данных – USB Type-A/C и RS-485 Modbus.

ООО «ЭТМС», г. Зеленоград

Вибромониторинг, позволяющий выявить механическую неисправность по уровню вибрации, – один из самых распространенных способов контроля на производстве. Раннее выявление неисправности дает возможность предотвратить аварию, способную не только привести к финансовым потерям, но и создать угрозу безопасности. Для вибрационного контроля используют системы разного типа. Так, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 20816-3-2023,

если авария механизма может вызвать тяжелые последствия, в процессе эксплуатации виброконтроль должен осуществляться непрерывно с помощью встроенных датчиков. Для менее мощных механизмов применяются стационарные или переносные датчики.

Системы данного типа разрабатывает и производит группа компаний ZETLAB. Это предприятие работает на рынке измерительного оборудования для промышленных предприятий

с 1992 года. В состав группы входят две компании: ООО «ЭТМС», ведущее разработку и производство средств измерений, тестирования, и ООО «ЗЭТЛАБ», которое разрабатывает программное обеспечение для выпускаемых приборов и систем. Собственные измерительные приборы и ПО позволяют строить многоканальные измерительные комплексы и системы управления – в частности, системы вибромониторинга для контроля

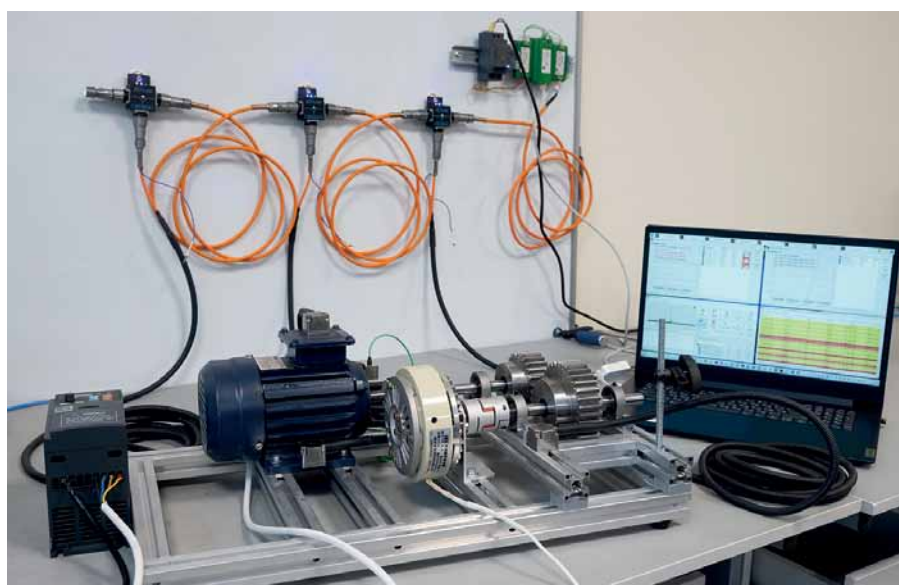


Рис. 1. Система контроля вибрации на базе трехкомпонентных преобразователей ZET 139



Рис. 2. Примеры установки вибродатчика ZET 139

состояния промышленного оборудования в режиме онлайн.

Одним из таких решений является система контроля вибрации на базе трехкомпонентных преобразователей (вибродатчиков) ZET 139. Ее особенность заключается не только в обнаружении дефектов оборудования непосредственно на стадии их развития (изменения дисбаланса, характеристик подшипника, несоосность и др.),

но и в возможности оценки причин их возникновения и определения критических зон, требующих более полной диагностики.

Ключевым элементом измерительной системы является преобразователь ZET 139, который оборудован встроенным трехосевым сенсорным устройством, позволяющим измерять мгновенные значения виброхарактеристик по трем взаимно перпенди-

кулярным осям (X, Y, Z). Общий вид системы контроля вибрации показан на рис. 1, примеры установки датчика – на рис. 2.

ZET 139 – устройство менее 3 см (табл. 1). Благодаря компактности его можно установить в самых труднодоступных точках механизмов, объединив несколько датчиков в измерительную линию по интерфейсу RS-485.

Перед монтажом вибродатчика ZET 139 на объекте выполняется предварительное конфигурирование его интерфейсной и измерительной частей. Для этого устройство подключают к персональному компьютеру (ПК) через преобразователь интерфейса (ZET 7070 либо ZET 7076). Само конфигурирование выполняется с помощью ПО ZETLAB (программа «Диспетчер устройств», расположенная в каталоге «Сервисные»).

Вибродатчик устанавливается на специальную магнитную площадку (плоскую или трубную) типа ПМП-139, монтируемую на объекте испытаний, или с помощью винта на соответствующую монтажную площадку. При монтаже следует учитывать, что на корпусе вибродатчика показана маркировка осей и устройство рекомендуется устанавливать на месте измерения так, чтобы ось X (или Y) была расположена на одной линии с валом двигателя (допускается установка в осевом направлении), а ось Z была перпендикулярна оси двигателя. Для получения наиболее объективной информации датчик следует монтировать как можно ближе к подшипнику механизма или, если это невозможно, то на поверхность, находящуюся в жесткой связи с двигателем. Технические, эксплуатационные и метрологические характеристики системы контроля вибрации на базе трехкомпонентных преобразователей ZET 139 приведены в табл. 1.

Вибродатчик ZET 139 преобразует полученные от трехосевого сенсорного устройства значения в цифровые сигналы, по которым вычисляются величины виброперемещения, виброскорости и виброускорения (пример отображения результатов, полученных в ПО ZETLAB, приведен на рис. 3). Анализ полученной информации и сравнение результатов измерений с заданными пороговыми значениями выполняются во внутреннем процессоре. В случае превышения установ-

Таблица 1. Характеристики системы контроля вибрации на базе трехкомпонентных вибродатчиков ZET 139

Параметр	Значение
<i>Технические характеристики</i>	
Тип датчика	Встроенный MEMS-акселерометр
Измеряемые параметры	Среднеквадратичные значения (СКЗ) и Пик-факторы виброперемещения, виброскорости и виброускорения
Напряжение питания, В	9...24
Мощность потребления, Вт	0,5
Протокол обмена	Modbus RTU
Интерфейс передачи данных	RS-485 Modbus
Скорость обмена, бит/с	4800, 9600, 14 400, 19 200, 38 400, 57 600, 115 200, 230 400
Частота обновления данных в режиме расчета параметров	1 Гц при времени усреднения 1 с, 10 Гц при времени усреднения 0,1 с
Контроль четности	0 – нет контроля; 1 – есть контроль (нечетность, ODD)
Защита от переплюсовки	Есть
<i>Эксплуатационные характеристики</i>	
Степень защиты от внешних воздействий	IP67
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+80
Габаритные размеры, мм	28 × 28 × 18
Масса, г	90
Базовая комплектация	Датчики (до 10 шт.), преобразователь интерфейса ZET 7076 (1 шт.), соединители ZET 7001-M (до 9 шт.), блок питания, комплект для монтажа
<i>Метрологические характеристики</i>	
Диапазоны измерения (СКЗ) по трем взаимно перпендикулярным осям X, Y и Z: • виброперемещения, мм • виброскорости, мм/с • виброускорения, м/с <sup>2</sup>	0,003...5* 0,1...200* 0,1...250*
Диапазоны рабочих частот (СКЗ, Гц) при измерении (оси X, Y, Z): • виброперемещения (для всех исполнений) • виброскорости • виброускорения	10...200 10...1000 10...1000
Доверительные границы основной относительной погрешности измерений (доверительная вероятность 0,95), %: • виброперемещения • виброскорости • виброускорения	±10 ±4* ±4*
Диапазон рабочих частот фильтра для расчета параметров вибрации (по ГОСТ ISO 2954-2014), Гц	10...1000

\* Максимальные диапазоны измерений датчиков вибрации ZET 139 и минимальные значения погрешности измерений.

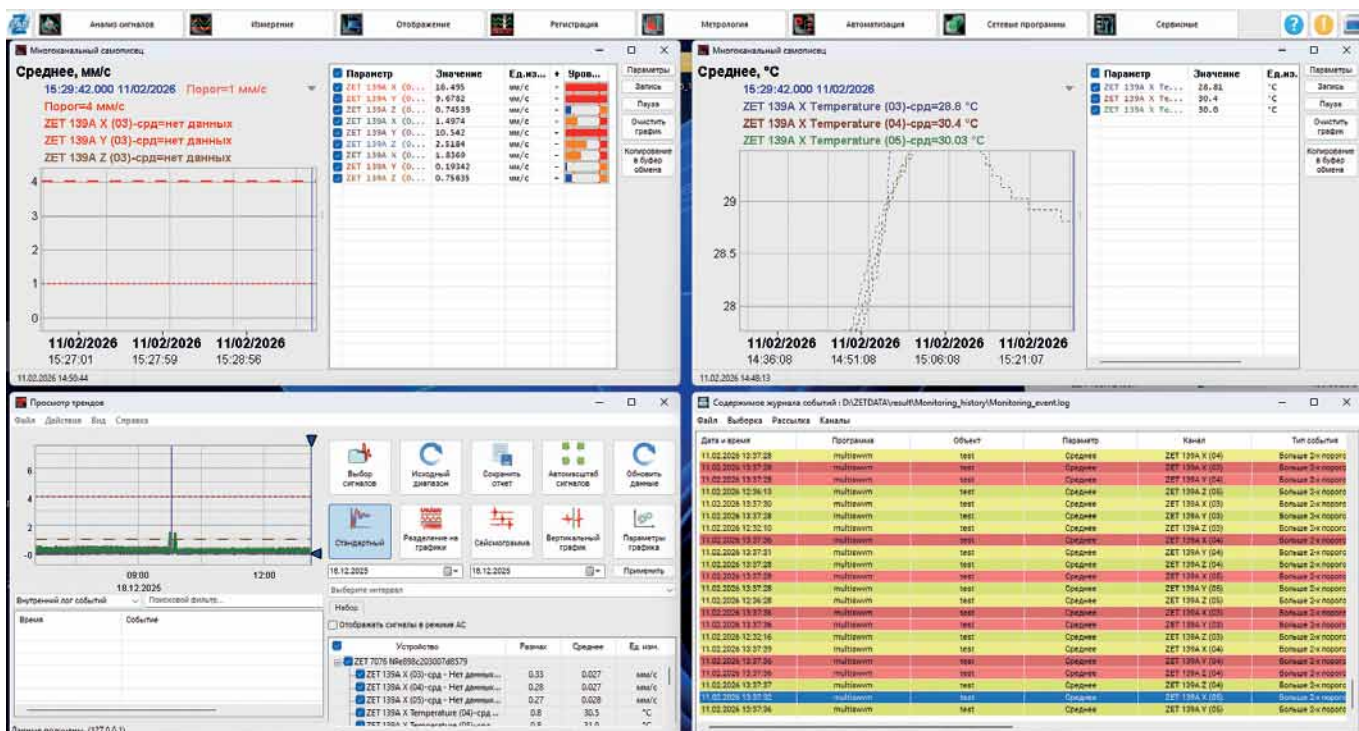


Рис. 3. Экранные формы ПО ZETLAB

ленных порогов в устройстве формируется соответствующий сигнал, активирующий силовое реле. В зависимости от предварительно заданных настроек реле продуцирует дискретный аварийный сигнал либо останавливает производственный процесс.

Для задач виброконтроля могут применяться вибропреобразователи с различными интерфейсами передачи данных: USB Type-A, USB Type-C или RS-485 (Modbus) (рис. 4). Интерфейсом USB оснащены датчики, использующиеся для портативного измерения локальной вибрации ручным методом: USB Type-A – для прямого

подключения к ПК, USB Type-C – для подключения к мобильным устройствам на платформе Android. Датчики с RS-485 (Modbus) позволяют строить системы виброконтроля.

Например, на базе вибродатчика ZET 139 может быть построен портативный виброанализатор ZETLABVibroMetr mod. 139. Это комплект, который включает в свой состав ZET 139 с интерфейсом USB-C Type-C Slim Multiport с Ethernet-адаптером, а также смартфон или планшет, программное обеспечение и защитный чехол. На экране мобильного устройства отображаются не просто общие показатели

вибрации, а полные формы сигналов вибрации в частотной области (при переключении в режим узкополосного спектра), то есть ZETLABVibroMetr mod. 139 является анализатором спектра. Правда, в приложении смартфона полный анализ не выполняется, для этого данные необходимо загрузить в компьютер, на котором установлено специализированное ПО ZETLAB ANALIZ, для чего требуется интерфейс USB Type-A. Мобильное приложение позволяет решать основные задачи обхода, который выполняется для мониторинга оборудования: контролировать работоспособность системы в целом, выявлять серьезные сбои и регистрировать повышенный уровень вибрации.

В заключение отметим, что оборудование ZETLAB для вибромониторинга находит применение в машиностроении, металлургии, авиации, нефтепереработке, судостроении и автомобилестроении, а также в других отраслях промышленности.



Рис. 4. Трехкомпонентные вибропреобразователи с различными типами интерфейсов передачи информации: а – USB Type-A/C; б – RS-485 Modbus с плоскими магнитными площадками ПМП-139

ООО «ЭТМС», г. Зеленоград, Москва,  
 тел.: +7 (495) 739-3919,  
 эл. почта: zetlab@zetlab.com,  
 сайт: zetlab.com

# Отечественные электромеханические вибростенды серии ВЭМ: имитация транспортировочной тряски



В статье рассказано о вибрационном оборудовании, предназначенном для воспроизведения нагрузок, характерных для тряски при транспортировке. Электромеханический стенд серии ВЭМ был разработан для нужд конкретного предприятия. Он позволяет тестировать изготавливаемые изделия на устойчивость к таким нагрузкам и, в случае недостаточной устойчивости, принимать своевременные меры.

ООО НПП «Универсал Прибор», г. Санкт-Петербург

Производство развивается в условиях жесткой конкуренции, где требования к качеству и надежности изделий постоянно растут. Товар должен быть доставлен в целости и сохранности, независимо от сложности логистики. При этом именно этап транспортировки часто становится самым непредсказуемым и рискованным: вибрации, тряска, удары и перегрузки способны нанести ущерб даже прочным изделиям.

Многим знакома ситуация, когда заказанная посылка приезжает поврежденной. Но если для частного лица это лишь неприятность, то для предприятия выпуск партии изделий, не выдержавших транспортировку, может привести к серьезным убыткам, срывам контрактов и потере репутации. Поэтому сегодня недостаточно изготовить исправный продукт, необ-

ходимо убедиться, что он без проблем переживет дорогу. Чтобы минимизировать риски и заранее выявить потенциальные слабые места продукции, производители все чаще проводят собственные испытания на устойчивость к транспортировочным нагрузкам.

## Что подразумевается под испытаниями на транспортировку

Испытания на вибрацию при транспортировке моделируют типичные механические воздействия, среди которых:

- ▶ небольшие ускорения порядка  $2 \text{ g}$  ( $\approx 19,6 \text{ м/с}^2$ );
- ▶ колебания с частотой около 20–30 Гц;
- ▶ увеличенные масса и габариты изделия за счет упаковки.

Такие параметры позволяют еще на этапе производства выявить слабые

места конструкции или упаковки, оптимизировать защиту изделия и предотвратить возможные повреждения во время отправки.

Смоделировать реальные условия транспортировки в контролируемой и безопасной среде позволяют испытательные вибростенды. Они дают возможность заранее воспроизвести те нагрузки, которым изделие будет подвергаться в пути, и оценить его готовность к перевозке. ООО НПП «Универсал Прибор» разрабатывает и производит электромеханические вибростенды серии ВЭМ, предназначенные для:

- ▶ проверки работоспособности изделий при вибрационных нагрузках;
- ▶ повышения надежности и срока службы изделия;
- ▶ определения предела прочности конструкций;
- ▶ снижения количества брака;
- ▶ обеспечения стабильного качества.

## Случай из практики: брак при перемещении между цехами

На одном из предприятий возникла проблема: изделия, успешно прошедшие тестирование в цехе А, прибывали в цех Б уже в неисправ-

Таблица 1. Ключевые технические характеристики ВЭМ

Параметр	Значение
Диапазон ускорения, g	0,15–30 (до 300 м/с <sup>2</sup> )
Диапазон частот, Гц	5–100
Грузоподъемность, кг	От 1000 и выше
Габариты стола, мм	До 4000 × 6000 и более



Рис. 1. Электромеханический вибростенд серии ВЭМ повышенной мощности

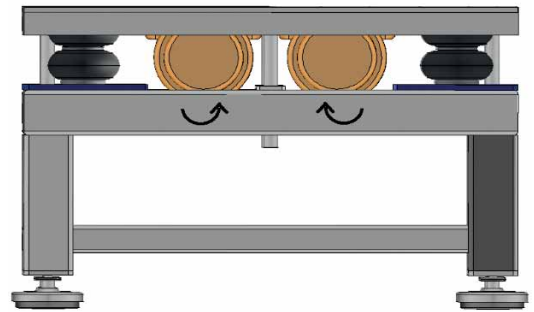


Рис. 2. Направление вращения вибраторов

ном, нерабочем состоянии. То есть огромное количество брака возникало из-за перемещения изделий из цеха в цех. По этой причине терялось много времени на возврат изделия обратно в цех А, где осуществляли его ремонт, а затем — в цех Б уже в исправном состоянии. И только после всех этих манипуляций можно было приступить к доработке изделия. Зачастую повторные перевозки не гарантировали работоспособности изделия после транспортировки.

Чтобы минимизировать затраты времени, было решено проводить вибрационное тестирование до транспортировки. Изделие было очень габаритным и имело достаточно большой вес, что сильно сужало выбор испытательного оборудования. Готовый электродинамический вибростенд может стоить сотню миллионов рублей, что было бы слишком затратно для предприятия, поэтому было принято решение изготовить собственный электромеханический вибростенд с увеличенной мощностью.

Для выполнения поставленных задач был разработан электромеханический вибростенд серии ВЭМ повышенной мощности (рис. 1), специально адаптированный под требуемые транспортные нагрузки. Конструкция стенда была усилена и оптимизиро-

вана таким образом, чтобы эффективно работать с крупногабаритными и тяжелыми изделиями, сохраняя при этом стабильность параметров вибрации. В основе установки — 8 высокочастотных вибромоторов, которые работают в такт друг с другом, выталкивая массу в 1 т с ускорением 2 g на частоте 25 Гц. Такая установка обошлась заказчику в 14 раз дешевле, чем электродинамический вибростенд. Вибростендам серии ВЭМ не требуются усилитель мощности, дорогостоящая система управления и вентиляторы охлаждения.

Комплектация ВЭМ включила в себя: сам вибростенд ВЭМ, шкаф управления, компрессор для подкачки пневмоподушек и виброметр для измерения вибрации.

#### Как работает ВЭМ

Принцип работы ВЭМ основан на придании столу возвратно-поступательного движения, создаваемого закрепленными на столе вибраторами. На вибростенде устанавливается два вибромотора. Вращение роторов двигателей с установленными на них дисбалансами должно быть встречным: вибромотор № 1 имеет вращение против часовой стрелки, вибромотор № 2 — по часовой стрелке (рис. 2). Только в данном случае было исполь-

зовано 8 вибромоторов, так как мощности двух не хватило бы для проведения испытания.

#### Регулировка моторов

За счет изменения угла соотношения между дисбалансами для каждого вибромотора можно регулировать величину перемещения стола. Для безопасности работы и равномерности создаваемой вибрации необходимо, чтобы углы дисбалансов были одинаковыми с обеих сторон и на обоих вибромоторах (рис. 3).

При максимальном угле между дисбалансами они будут расположены на противоположных сторонах и не будут создавать вибрации. При совмещении дисбалансов создаваемый момент будет максимальным и будет создаваться максимальная вибрация.

Регулировка перемещения с помощью дисбалансов и частоты вращения вибромоторов позволяет регулировать ускорение. Важно понимать, что амплитуда колебаний рабочего стола зависит от массы установленного объекта испытаний и положения дисбалансов на вибромоторах. Вибростенд с установленной массой может достигать больших ускорений на высоких частотах, но ограничен по ускорению на низких частотах (рис. 4).

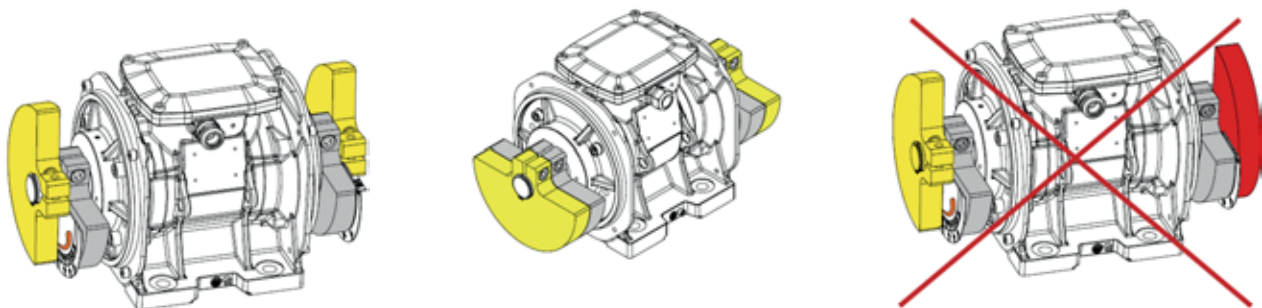


Рис. 3. Для безопасности работы и равномерности создаваемой вибрации необходимо, чтобы углы дисбалансов были одинаковыми с обеих сторон вибромотора

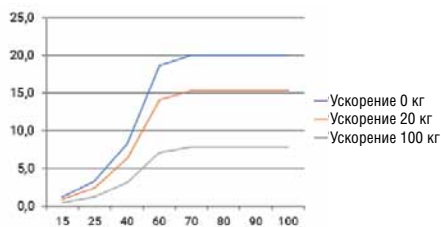


Рис. 4. Зависимость ускорения от частоты при разных массах

Для электромеханического вибростенда также существует ограничение по максимальному усилию:

$$F = m \cdot a,$$

где  $F$  – максимальное усилие вибростенда (Н);  $m$  – подвижная масса стола и изделия;  $a$  – ускорение на вибростенде (м/с<sup>2</sup>).

#### Управление и безопасность

Вибростенд оснащен современным шкафом управления (рис. 5) на базе оборудования Siemens. Функциональные возможности:

- ▶ сенсорная панель управления с интуитивно понятным интерфейсом;
- ▶ автоматический расчет требуемого угла дисбаланса;
- ▶ возможность задания параметров вибрации в различных единицах:
  - ускорение (g);
  - перемещение (мм).

Система поддерживает подключение к ПК и оснащена промышленными сетевыми интерфейсами Ethernet Cat и Ethernet IP. Для повышения



а



б

Рис. 5. Оснащение вибростенда ВЭМ: а – выносная панель (общий вид и интерфейсы); б – шкаф управления и вибростол

безопасности оператора предусмотрена выносная панель управления, позволяющая запускать и контролировать испытания из отдельного помещения, что исключает необходимость находиться рядом с работающим оборудованием.

ВЭМ выполняет режимы:

- ▶ работа на фиксированных частотах;
- ▶ синусоидальная вибрация;
- ▶ многошаговая программируемая вибрация на фиксированных частотах.

Рабочую поверхность стола можно адаптировать под любую оснастку и тип крепежа. Оборудование проходит как гражданскую, так и военную аттестацию, что подтверждает его соответствие строгим отраслевым стандартам.

В результате внедрения вибростенда серии ВЭМ количество поломок при перемещении на предприятия

сократилось до 1%, исчезли возвраты и простои, сократились затраты на ремонт и логистику.

#### Заключение

Испытания на транспортную тряску становятся частью современного производственного процесса, поскольку позволяют выявить потенциальные проблемы еще до отправки изделия заказчику. Моделирование реальных транспортировочных воздействий – вибраций, ударов, перегрузок – дает производителям возможность заранее укрепить конструкцию и снизить риск повреждений.

ООО НПП «Универсал Прибор»,  
г. Санкт-Петербург,  
тел.: +7 (812) 334-5566,  
эл. почта: pribor@pribor.ru,  
сайт: pribor.ru



#### ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

- САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНГРЕСС
- БИРЖА ПОСТАВЩИКОВ

16+

14-16 АПРЕЛЯ 2026

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»  
Петербургское шоссе, 64

РЕКЛАМА

# Крепление вибродатчиков на промышленных агрегатах



Освещенные в статье способы крепления вибродатчиков и вибропреобразователей помогут правильно выбрать способы их надежного и удобного крепления в точках контроля вибрации работающих агрегатов для наиболее точного получения данных вибрации и их анализа в системах вибродиагностики, вибромониторинга и защиты промышленного оборудования.

ООО «ВиброТест», г. Москва

Много говорится о том, какие вибродатчики лучше выбрать, в каких местах установить для получения более точных показаний вибрации работающих агрегатов, даже о том, какие соединительные кабели лучше выбрать<sup>1</sup>. В этой статье обратим внимание на крепление промышленных вибродатчиков (пьезодатчиков) в точках контроля вибрации промышленного оборудования, такого как электродвигатели, насосы, поршневые машины и прочие вращающиеся механизмы с подшипниковыми узлами.

Необходимо учитывать способы и качество крепления вибродатчиков при проектировании и монтаже систем вибромониторинга и контроля вибрации оборудования, поскольку некачественное крепление может повлиять на точность показаний вибродатчиков, исказив их значения с большой погрешностью, какие бы точные вибродатчики ни были установлены, что может привести к несвоевременному реагированию на проблемы оборудования и преждевременной поломке.

Конструкция вибродатчика в зависимости от его назначения и характеристик уже предусматривает его способ крепления для наилучше-

го снятия показаний. Но порой точки контроля вибрации на агрегате не приспособлены или неудобны для его установки, и приходится их адаптировать для крепления вибродатчика или применять соответствующие приспособления и адаптеры.

Есть два основных способа крепления вибродатчиков (вибропреобразователей) на объектах контроля вибрации — стационарный и временный.

**Стационарный способ крепления** применяется обычно в стационарных системах вибромониторинга, когда вибродатчики крепят в точках контроля вибрации для постоянного контроля в течение длительного периода времени и нет необходимости их снимать, только в случае замены или периодической поверки приборов. Агрегат «обвязывается» вибродатчиками, которые соединяются кабелями со вторичными преобразователями в шкафу управления АСУ ТП предприятия. Такая типовая система вибромониторинга постоянно получает данные от вибродатчиков в различных точках контроля вибрации и по нескольким осям, что позволяет видеть всю картину состояния оборудования в постоянном режиме времени.

**Временный способ крепления** применяется для периодического контроля вибрации, как правило, с переносными приборами — виброметра-

ми или виброанализаторами. В этом случае в определенное время датчик (или датчики) устанавливается в точке контроля вибрации агрегата, проводятся измерения, затем датчик переставляется в следующую точку контроля и там фиксируются данные вибрации и т.д.

При выборе способа установки тщательно рассмотрите как достоинства, так и недостатки каждого метода. Чрезвычайно важны такие параметры, как расположение, неровность поверхности, диапазон амплитуд, доступность для осмотра и обслуживания, температура и портативность. Однако наиболее важным и часто упускаемым из виду фактором является то, как влияет способ установки на характеристики акселерометра в высокочастотной области. На рис. 1 показаны шесть основных способов крепления датчиков и их влияние на характеристики типичного пьезоэлектрического акселерометра (отметим, что для каждого конкретного датчика можно применять не все способы крепления). Варианты установки и соответствующие им графики демонстрируют, как может ухудшаться высокочастотная характеристика акселерометра по мере увеличения массы в системе и (или) уменьшения прочности крепления.

Способ крепления не влияет на чувствительность датчика в низкоча-

<sup>1</sup> Н. В. Ряковский. Кабели для вибродатчиков от ООО «ВиброТест» // ИСУП. 2025. № 5.

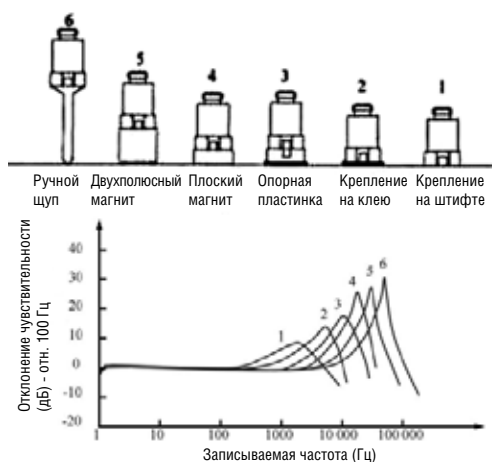


Рис. 1. Различные варианты крепления и их влияние на характеристику датчика в высокочастотной области: зависимость чувствительности (ось Y) от частоты вибрации (ось X)



теры: шпильки, болты, шурупы и пр. В конструкции вибродатчика может быть предусмотрено от одной до нескольких точек крепления. Эти точки крепления могут быть в виде отверстий с резьбой в корпусе датчика или в виде «ушек» с отверстиями для крепления винтами на объект контроля вибрации (рис. 2).

Во-первых, места (точки) контроля вибрации и установки вибродатчиков должны быть рекомендованы производителем оборудования и должны быть отражены в документации, как и контролируемые уровни (значения) вибрации. Нередко эти места указаны и подготовлены для установки вибродатчиков. Если же такой информации нет, то такие данные, как количество точек контроля вибрации и места контроля с уровнями вибрации, может определить квалифицированный специалист (вибродиагност).

Во-вторых, места установки вибродатчиков должны быть соответствующим образом подготовлены, описывать здесь не будем, производители вибродатчиков обычно это отражают в руководстве на поставляемые вибродатчики.

В-третьих, при выборе крепления вибродатчика нужно учитывать его физические размеры, вес, место и способы крепления (на шпильку, в отверстия и пр.), ориентацию выхода разъема или кабеля. К примеру, при весе вибродатчика свыше 150–200 г не рекомендуется использовать крепление на шпильку М6 (1/4–28"), лучше использовать крепление на шпильку М8 или М10, так надежнее.

Если в месте установки вибродатчика уже есть резьбовое отверстие, а у крепления датчика шпилька другого размера, среди множества резьбовых адаптеров можно подобрать подходящий (рис. 3).

В случае необходимости измерения вибрации одноосевыми датчиками в трех направлениях (по трем осям), можно использовать специальный адаптер, порой это более экономично, чем приобрести трехосевые датчики (рис. 4).

В-четвертых, необходимо обращать внимание на усилие закручивания резьбовых соединений при установке вибродатчика и стопорение резьбы. При закручивании резьбы нужно стараться применять усилия, рекомендованные в РЭ на датчик,



Рис. 2. Вибродатчики с разными точками крепления

стотной области. Как правило, такой спад характеристики определяется встроенной электроникой датчика. Тем не менее при использовании связанных по переменному току преобразователей сигналов и устройств считывания, имеющих входное полное сопротивление менее 1 МОм, эффект может сказываться и в низкочастотном диапазоне.

В стационарных системах применяются следующие способы крепления вибродатчиков (см. рис. 1):

- 1 – на резьбовое соединение (шпильку, болт);
- 2 – на клей;
- 3 – сварка (на приваренную пластину).

Обычно для крепления вибродатчиков используются крепежные адап-



Рис. 3. Резьбовые адаптеры



Рис. 4. Адаптер для измерения вибрации по двум/трем осям



Рис. 5. Магнитные адаптеры для установки вибродатчиков

и там же обратите внимание на стопорение резьбы, предотвращающее самооткручивание при продолжительной вибрации.

В качестве временного крепления вибродатчиков используются следующие способы (см. рис. 1):

- ▶ 4–5 – на магнитный адаптер;
- ▶ 2 – на клей;
- ▶ 6 – щуп.

Существуют магнитные адаптеры для крепления вибродатчиков на

ровную, криволинейную поверхность и универсальные адаптеры (рис. 5). Установка вибродатчиков на клей применяется в местах, где нет возможности сверлить установочные отверстия, или на немагнитную поверхность.

Существует множество щупов для различных задач, обычно они применяются с переносными приборами для временного крепления вибродатчиков. Еще существуют изолирующие

адаптеры крепления вибродатчиков, обеспечивающие гальваническую развязку корпуса датчика от массы агрегата, предохраняющие его от паразитных электрических наводок в заземлении.

Для более точного измерения вибрации при малых амплитудах (в лабораторных измерениях) используют смазку (воск), нанося ее между корпусом и поверхностью контроля вибрации, она убирает «звон» на больших частотах.

В качестве итога можно сделать вывод, что самые надежные, наиболее точные данные от вибродатчиков можно получить при стационарном креплении – по принципу: чем крепче и монолитнее крепление датчика, тем точнее можно получить с него данные, исключая погрешности крепления.



Н. В. Ряковский,  
генеральный директор,  
ООО «ВиброТест», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 768-9803,  
эл. почта: info@vibrotest.net,  
сайт: vibrosensors.ru

**rosmould**  
Международная выставка  
пресс-форм, штампов, инструмента  
и производственных технологий

**rosplast**  
Международная выставка  
оборудования и материалов для  
производства изделий из пластмасс

От идеи  
до готового  
изделия

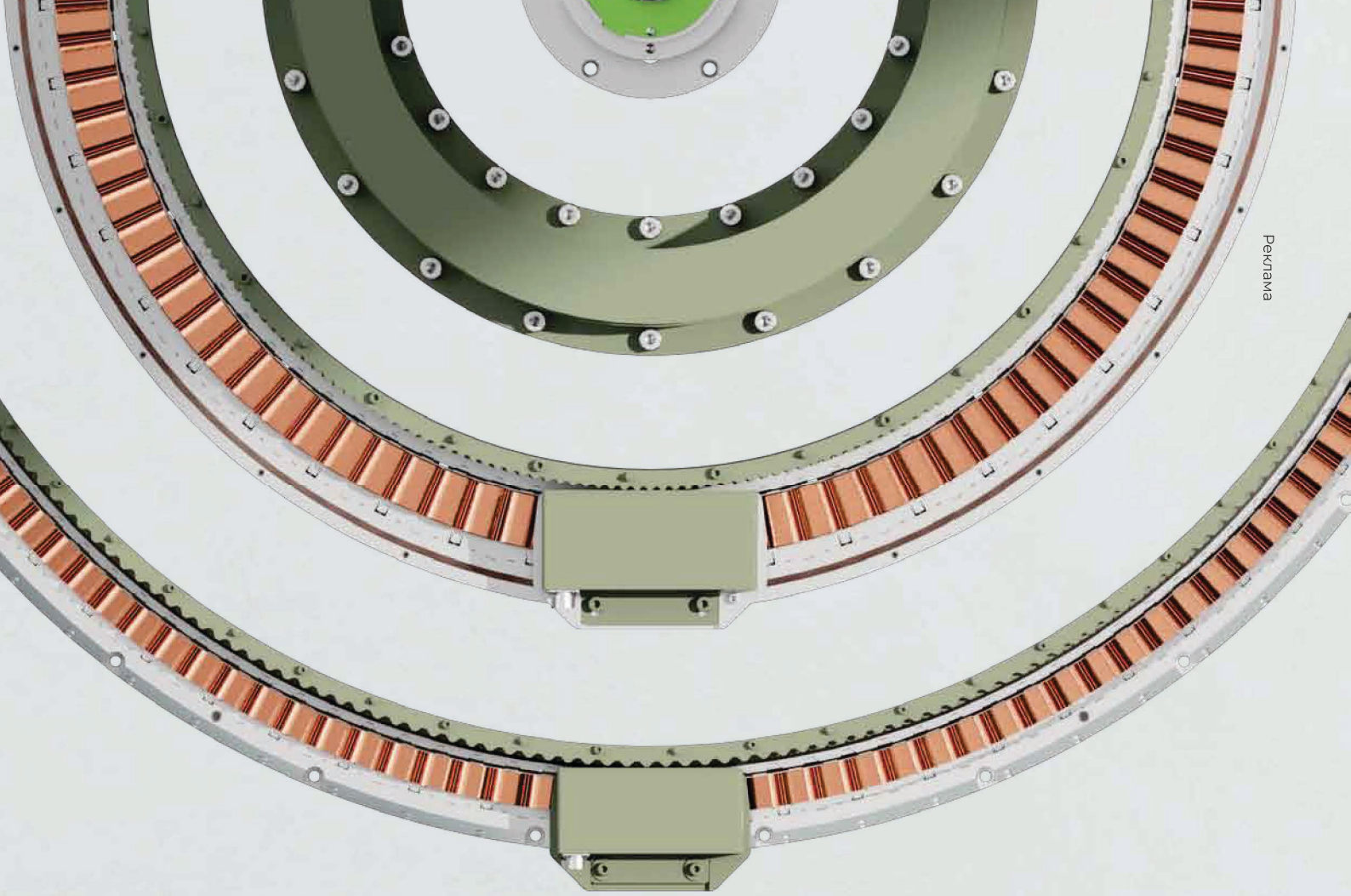
**4**  
ТЕПЕРЬ ДНЯ!  
16–19 июня 2026  
МВЦ «Крокус Экспо»  
Москва

РЕГИСТРАЦИЯ  
ОТКРЫТА

Отсканируйте QR-код  
для бесплатного билета

rosmould.ru  
rosplast-expo.ru

**GA** GEFERA MEDIA



# ПРЕЦИЗИОННЫЕ СЕРВОПРИВОДЫ



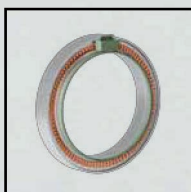
[WWW.IDM-PLUS.RU](http://WWW.IDM-PLUS.RU)



- Мощность потребления от 100 Вт до 4,2кВт
- Высокая точность позиционирования (встроенный прецизионный датчик положения)
- Различные массогабаритные размеры: малогабаритные и крупногабаритные системы
- Расширенный температурный диапазон -60 + 60гр.С
- Цифровой интерфейс: BiSS-C RS-422, RS-485 Modbus-RTU



**КОРСТ**  
4K-1800-1-K



**КОРСТ**  
3500-840-K



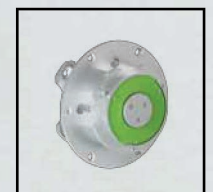
**КОРСТ**  
400-510



**КОРСТ**  
1K-440



**КОРСТ**  
70-M



**КОРСТ**  
50-M

# Датчики вибрации – ключевой элемент системы диагностики



В статье рассмотрены технические характеристики основных моделей датчиков виброскорости и виброускорения от компании «ИДМ-ПЛЮС» для использования в качестве первичных преобразователей в системах промышленной диагностики. Особое внимание уделено конструктивным решениям, позволяющим замещать зарубежные аналоги (PCB, STC, Bently Nevada) без изменения проектной документации и кабельных трасс.

Компания «ИДМ-ПЛЮС», Зеленоград, г. Москва

Для получения достоверных результатов вибромониторинга необходимо использовать надежные первичные преобразователи, стабильность параметров которых не ухудшается в процессе эксплуатации. Но в условиях разрыва логистических цепочек российские предприятия столкнулись с дефицитом качественного метрологического оборудования.

Компания «ИДМ-ПЛЮС», используя опыт, накопленный при замене изделий иностранного производства, выпустила серии датчиков ДВУ (виброускорения) и ДВС (виброскорости), которые представляют собой преобразователи в одно- и трехосевых исполнениях (рис. 1 и 2). Разработчики обеспечили поддержку полосы пропускания от 0,5 Гц до 10 кГц, что перекрывает диагностические потребности как для тихоходного оборудования (дымососы, гидроагрегаты), так и для высокооборотистых машин (турбины, компрессоры).

## Анализ технологии: пьезокерамика vs МЭМС

Основной надежностью датчиков является правильный выбор физического принципа измерения. В линей-

ке «ИДМ-ПЛЮС» приборы разделены на два технологических кластера в зависимости от задач.

### Пьезокерамическая архитектура (Shear Mode)

В сериях ДВУ050, ДВУ500 и аналоговых ДВС использованы чувствительные элементы из пьезокерамики, работающие на сдвиг (Ceramic Shear). Почему это важно для разработчика?

- Термостабильность: конструкция «на сдвиг» практически невосприимчива к температурным деформациям основания датчика (пирозлектрический эффект). Это критично при диагностике горячего оборудования, где температура корпуса может достигать +120 °С.

- Высокий резонанс: собственная частота резонанса пьезодатчиков составляет 20–22 кГц. Это отодвигает точку искажения АЧХ далеко за пределы рабочего диапазона, обеспечивая линейность измерений до 10 кГц.

- Динамический диапазон: пьезокерамика фиксирует микровибрации и устойчива к ударным нагрузкам. Предельное ударное ускорение (Shock limit) для датчиков указанных серий составляет 2000 g (а для серии

ДВС100 – до 3000 g), что гарантирует выживаемость сенсора при случайных ударах во время монтажа или переходных процессах агрегата.

### МЭМС-технологии для цифровизации

Для цифровых датчиков (серия ДВС050-3-С00) использованы микроэлектромеханические системы (МЭМС). Это позволяет разместить в компактном корпусе трехосевой акселерометр, микропроцессор и интерфейс RS-485. МЭМС-сенсоры подходят для построения систем «Индустрия 4.0», где важен не только исходный вибросигнал, но и первичная обработка данных «на борту».

### Интерфейсы подключения: единый стандарт сигналов

Выходные сигналы датчиков вибрации были унифицированы, чтобы обеспечить совместимость с любыми типами контроллеров (ПЛК) и вибронализаторов. В классификаторе «ИДМ-ПЛЮС» принята следующая логика.

**Индекс «Н» – напряжение (IEPE).** Для вибродиагностики это стандарт. Встроенный усилитель заряда преобразует высокоимпедансный сигнал

Таблица 1. Характеристики датчиков ДВУ

Наименование	Количество осей	Максимальный входной сигнал, г	Тип выхода	Коэффициент преобразования, мВ/г	Частотный диапазон (-3 дБ), Гц	Тип крепления
ДВУ500-1-Н10-Ш6-ВК3	1	±500	IEPE	10	1–10 000	Шпилька на М6
ДВУ050-1-Н10-Р6-ВКМ3	1	±50	IEPE	100	0,5–10 000	Шпилька на М6
ДВУ050-3-Н10-Т5-ВК3	3	±50	IEPE	100	0,7–8000	3 сквозных отверстия под винты М5
ДВУ500-3-Н10-КЛ0-К5	3	±500	IEPE	10	0,5–10 000	Клей, герметик

Таблица 2. Характеристики датчиков ДВС

Наименование	Количество осей	Максимальный входной сигнал, мм/с	Тип выхода	Частотный диапазон (-3 дБ), Гц	Тип крепления
ДВС100-1-Н10-Р6-В0	1	100	IEPE	4–4000	Резьбовое отверстие М6
ДВС050-3-С00-Ш8-К3	3	50	RS-485	10–5000	Шпилька М8
ДВС050-1-Т20-Ш6-ВК3	1	20	4–20 мА	5–4000	Шпилька М6
ДВС020-1-Т20-Ш6-ВК3	3	20	4–20 мА	5–4000	2 отверстия под М6

с пьезоэлемента в низкоимпедансный сигнал напряжения.

► Параметры: питание осуществляется током 2–10 мА (Constant Current) при напряжении возбуждения 18–28 В. Напряжение смещения (Bias Voltage) составляет 10–12 В, что обеспечивает максимальный размах полезного сигнала.

► Особенности: возможность передачи сигнала на сотни метров по обычной витой паре и высокая помехозащищенность (Output Impedance < 100 Ом).

**Индекс «Т» – токовая петля (4...20 мА).** Датчики серии ДВС с индексом «Т20» имеют встроенный интегратор для определения сред-

неквадратичного значения виброскорости (RMS) и выходной интерфейс 4–20 мА.

► Такое решение позволяет подключать датчик напрямую к аналоговым входам АСУ ТП без использования промежуточных барьеров искрозащиты или вторичных блоков.

► Диапазон напряжения питания 15–36 В позволяет использовать стандартные блоки питания шкафов автоматики.

**Индекс «С» – цифровой протокол (RS-485).** Датчики с выходом Modbus RTU позволяют передавать данные виброскорости для трех осей, используя одну витую пару проводов. Это снижает стоимость кабельной продукции на объекте за счет использования топологии «гирлянда» (Daisy Chain).

#### Конструктивные особенности

Корпуса всех датчиков «ИДМ-ПЛЮС» изготовлены из аустенитной нержавеющей стали марок SS304 или SS316L. Использование лазерной сварки при сборке обеспечивает полную герметичность конструкции.

► Степень защиты IP68: конструкция полностью пыле- и влаго непроницаема. Датчики способны работать при длительном погружении в воду, что позволяет использовать их в затопляемых приемках насосных станций или на градирнях.

► Электромагнитная совместимость: в датчиках реализована схема с плавающей «землей» (Float Isolation) и двойным экранированием. Корпус



Рис. 1. Основные исполнения датчика ДВУ: а – ДВУ050-1-Н10-Р6-ВКМ3; б – ДВУ050-3-Н10-Т5-ВК3; в – ДВУ500-1-Н10-Ш6-ВК3



Рис. 2. Примеры исполнения датчика ДВС: а – ДВС100-1-Н10-Р6-В0; б – ДВС020-3-Т20-Р6-ВК3

датчика электрически изолирован от сигнальной цепи (сопротивление изоляции >100 МОм), что исключает появление «земляных петель» и наводок от силового оборудования.

► Маслостойкость: примененные уплотнители и материалы кабеля устойчивы к воздействию промышленных масел и СОЖ, что подтверждено эксплуатацией на станочном парке.

#### Инженерные решения сложных задач

**Индекс «Р» — максимальная компактность.** Для задач, где критична высота установки или требуется прямой монтаж на существующие шпильки оборудования, разработано исполнение с индексом «Р» (резьбовой интерфейс). В отличие от моделей с выступающей шпилькой, модификация «Р» имеет внутреннее резьбовое отверстие в подошве. Это позволяет использовать датчик как «универсальную голову» с любой переходной шпилькой (М6-М6, М6-М8, М6-М10), обеспечивая адаптацию к любому парку оборудования.

**Защита в агрессивных средах (ВКМ).** Для тяжелых условий эксплуатации (наличие металлической стружки, абразивной пыли, риск механических ударов) предусмотрено исполнение ВКМ. Это подключение через герметичный разъем с кабелем, помещенным в металлорукав из нержавеющей стали («броню»). Металлорукав механически защищает проводники и служит дополнительным экраном. Это решение значительно повышает живучесть системы мониторинга на ГОКах, металлургических комбинатах и в шахтах.

#### Совместимость: стандарт 1/4"-28 UNF

Одной из ключевых особенностей датчиков «ИДМ-ПЛЮС» является

Таблица 3. Технические данные датчиков ДВ (единый стандарт)

Параметр	Реализация в приборах
Количество осей измерения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-осевое</li> <li>• 3-осевое</li> </ul>
Тип выходного сигнала	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEPЕ (В10),</li> <li>• ток 4...20 мА (Т20),</li> <li>• сетевой RS-485 Modbus (С00)</li> </ul>
Чувствительность (базовая), мВ/г	100 (подходит для агрегатов мощностью до 300 кВт)
Пределы измерения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• до 500 г (виброускорение)</li> <li>• до 100 мм/с (виброскорость)</li> </ul>
Диапазон рабочих температур, °С	От -50 до +120 (в зависимости от исполнения)
Степень защиты корпуса	IP68 (полная защита при длительном погружении в воду)
Монтажные интерфейсы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• шпилька (Ш),</li> <li>• резьбовое отверстие (Р),</li> <li>• клей (КЛ),</li> <li>• магнит (МГ)</li> </ul>
Типоразмеры резьбы	М5, М6, М8, М10, М12, а также 1/4"-28 UNF

полная механическая и электрическая совместимость с мировыми стандартами (табл. 3). В частности, имеется исполнение с дюймовой резьбой 1/4 дюйма с мелким шагом (1/4"-28 UNF). Этот стандарт является основным для ведущих мировых брендов, таких как РСВ Piezotronics, СТС, Bently Nevada. Использование кода Р1/4 или адаптера Ш1/4 в классификаторе позволяет производить замену импортных датчиков на изделия «ИДМ-ПЛЮС» по принципу «Plug & Play» — открутил один, установил другой. Это исключает необходимость слесарных работ по переделке посадочных мест на корпусах двигателей и насосов.

#### Заключение

Сегодня ведется работа по включению датчиков вибрации «ИДМ-ПЛЮС» в Государственный реестр средств измерений.

«ИДМ-ПЛЮС» является российским производителем, что позволяет осуществлять отгрузки и поставки оперативно, существенно снижая логистические риски для заказчиков.

Предусмотрена возможность изготовления кабельных сборок требуемой длины (3, 5, 10 м и более) с различными типами разъемов, включая МП С-5015, М12 и Binder, в зависимости от требований конкретного проекта.

Наряду с рассмотренными в статье датчиками вибрации, компания «ИДМ-ПЛЮС» выпускает датчики и других физических величин — положения, перемещения, тока и напряжения, а также сервоприводы серии КОРСТ. Ведется разработка как серийных изделий, так и кастомизированных, под требования индивидуальных проектов. Одно из направлений работы — импортозамещение. В частности, компания выпускает датчики, аналогичные оборудованию LEM, Leine&Linde, Baumer и других производителей.

Компания «ИДМ-ПЛЮС»,  
Зеленоград, г. Москва,  
тел.: +7 (495) 018-1231,  
эл. почта: sales@idm-plus.ru,  
сайт: www.idm-plus.ru



Сейчас в СМИ

Все дублируется в новостной ленте Дзена



# Современное оборудование для имитации транспортирования

**SOVTEST**  
ВАШ ПАРТНЕР ПО КАЧЕСТВУ



В статье рассмотрена разработка компании «Совтест АТЕ»: вибростенд для имитации механических нагрузок, возникающих при транспортировке оборудования. Приведены основные характеристики вибростендов. Рассмотрена система управления со встроенным контуром обратной связи.

ООО «Совтест АТЕ», г. Курск

В процессе разработки и производства оборудования проводится целый ряд испытаний для проверки его эксплуатационных характеристик. При этом важно не забыть о факторах, которые могут повлиять на работоспособность изделия вне среды его эксплуатации. К ним относятся нагрузки, возникающие в процессе транспортировки, что особенно важно с учетом размеров нашей страны. Перевозки могут осуществляться с использованием разных видов транспорта: авиационного, железнодорожного, морского, автомобильного (включая их подвиды и конфигурации). И для каждого из них характерны свои вариации нагрузок.

Испытания, имитирующие нагрузки в процессе транспортирования, проводятся с целью проверки способности изделия и его упаковки противостоять воздействию механических факторов и сохранять работоспособность после. На сегодня существует много стандартов, регулирующих подходы и параметры испытаний для имитации транспортирования, как отраслевых, так и действующих в рамках контроля качества у крупных международных корпораций. В России требования для имитации транспортной тряски определены в ГОСТ 20.57.406-81 с отсылкой на ГОСТ 23088.

Современная методология допускает как натурные, так и стендо-

вые испытания, которые проводятся на специализированном испытательном оборудовании, обеспечивающем ускоренный (по сравнению с натурным тестированием) процесс имитации нагрузок. Наиболее распространены испытания на воздействие синусоидальной вибрации с постоянным ускорением и частотой. Хотя данный вид вибрационной нагрузки не обеспечивает формирования полной палитры механических факторов, возникающих при естественном

транспортировании, однако в качестве ускоренного процесса испытаний может быть полезен для определения вибрационных сдвигов и поиска резонансов.

В ГОСТ 23088 определены диапазоны частот ускорения, соответствующие различным видам транспорта:

- ▶ морской и речной — 1...60 Гц, 2 g;
- ▶ железнодорожный — 1...60 Гц, 2 g;
- ▶ автомобильный — 1...80 Гц, 5 g.



Рис. 1. Вибростенды серии СВЭМ: внешний вид

ООО «Совтест АТЕ» в рамках программы импортозамещения работало линейку специальных электромеханических вибростендов серии СВЭМ (рис. 1) с полезной нагрузкой 50, 100, 150 и 300 кг, позволяющих проводить испытания на транспортирование. Опережая дальнейшие и отчасти объективные вопросы, отметим, что мы не заявляем, будто данный вид оборудования обеспечивает все виды и диапазоны воздействий, тем не менее применение данных вибрационных стендов позволяет закрывать большую часть диапазонов нагрузки при синусоидальной вибрации в формате постоянной частоты, качающейся частоты и ступенчатой частоты.

Особенностями электромеханических вибрационных стендов серии СВЭМ являются:

- рабочий частотный диапазон от 10 до 100 Гц;
- виброускорение до 12 g;
- виброперемещение до 3,2 мм (ПК-ПК).

Помимо удобства, обусловленного сочетанием задающего и контрольного функционала в едином блоке управления на базе ПЛК с тачскрин-монитором, внедрение в систему управления встроенного контура обратной связи позволило избавиться от возможного расхождения между фактически воспроизводимыми и заданными частотами при максимальных углах разворота эксцентриситетов. У аналогов СВЭМ эта проблематика четко прослеживается. Чем больше угол разворота эксцентриситетов, тем больше электродвигателю нужно электроэнергии для достижения за-

данных параметров испытаний, что в свою очередь приводит к снижению воспроизводимой частоты на рабочем столе. В условиях, когда обратная связь отсутствует, система управления не в состоянии автоматически регулировать данный недостаток.

В октябре компания представила электромеханический вибростенд СВЭМ-100 на международной выставке испытательного и контрольно-измерительного оборудования Testing&Control 2025. Сегодня на вибростенды серии СВЭМ получено подтверждение Минпромторга о производстве промышленной продукции на территории Российской Федерации. Соответствующие реестровые записи размещены в Государственной информационной системе промышленности.

Р. В. Климов, коммерческий директор,  
И. С. Мишута, инженер-конструктор,  
ООО «Совтест АТЕ», г. Курск,  
тел.: +7 (4712) 54-5417, 8 (800) 200-5417,  
эл. почта: info@sovtest-ate.ru,  
сайт: sovtest-ate.ru

**TECH** textile composite polymer 2026

22-я Международная межотраслевая выставка технического текстиля, композитных материалов, полимеров и оборудования для их производства и обработки

Совместно с выставками  
**ros mould**  
**ros plast**  
**3D-TECH** by rosmould

**НОВЫЕ ДАТЫ**  
16–19.06.2026  
МВЦ «Крокус Экспо»  
Москва

techpolymer  
techcomposite  
techtextile

Организатор: ООО «Гефера Медиа»  
+7 495 649-87-75 | oksana.shendrik@gefera.ru

СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ НА УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКЕ ДО 31.01.2026

GEFERA MEDIA



# СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО РУЛИТ

Реклама

Вы давно знаете нас как надежного и проверенного поставщика материалов для электронной промышленности. Сегодня мы перешли на следующий уровень и стали их производителем. Сделанные нами материалы уже применяются более чем в тысяче техпроцессов на российских производствах. Мы убеждены, что современные отечественные материалы не должны уступать ведущим мировым брендам по своим техническим и эксплуатационным характеристикам. И активно работаем над этим — в собственной лаборатории и на нашем производстве в России.

**ГИДРОНОЛ** — собственная линейка эффективных жидкостей для отмывки печатных узлов, очистки трафаретов и оборудования. Разработанные с учетом специфики российского производства высококачественные жидкости подходят для любого известного техпроцесса и технологии. Всегда в наличии независимо от условий и обстоятельств. С решениями Гидронол процесс отмывки полностью в ваших руках.

Сделано нами — сделано на совесть.



ОСТЕК-ИНТЕГРА  
Технологические материалы для электронной промышленности  
+7 495 788-44-44 | ostec-materials.ru

# 77 % производств отмывают вслепую. А вы?



В статье рассмотрены особенности работы производителей электронных плат на российском рынке. Большинство из них не пользуются специализированными наборами для контроля раствора отмывочной жидкости перед очисткой плат, что приводит к браку и перерасходу концентрата. Проанализированы причины такого подхода. Приведены примеры использования тестовых наборов Гидронол К14 в производстве автомобильной электроники и модулей связи.

ООО «Остек-Интегра», г. Москва

Промышленные технологии, в частности, технологии в области производства электроники, включают в себя не только применение определенных инструментов, механизмов и материалов, но и индивидуальные навыки, понимание того, как именно с ними необходимо работать. Например, поверхностный монтаж печатных плат требует правильной подготовки материалов: паяльной пасты, отмывочной жидкости. При подготовке паяльной пасты надо учитывать ее температуру и способ перемешивания. А состав раствора отмывочной жидкости необходимо проверить перед очисткой плат. Между тем, по данным компании «Остек-Интегра», только 23 % предприятий контролируют растворы отмывочных жидкостей с помощью специальных наборов, а 77 % работают вслепую, без контроля, что может привести к браку. Проведя опрос в компаниях, а также в собственной службе технической поддержки, специалисты «Остек-Интегра» выявили самые распространенные причины такого подхода.

Первая причина — надежда на авось: «Пока моет — не трогай». Такой подход работает до первого брака.

Вторая — применение рефрактометра для контроля раствора. Рефрактометр показывает не всё, о чем будет подробнее рассказано ниже.

Третья причина — финансовая. Считается, что набор для контроля от-

мывочных жидкостей слишком дорого стоит. Это тоже рассмотрим в статье.

Наконец, есть специалисты, которые даже не знают, что, приготовив раствор отмывочной жидкости, необходимо проконтролировать его состав.

Рассмотрим все четыре пункта. Первое — сомнение в том, что состояние раствора в принципе требует контроля. В библиотеке «Остек-Интегра» собрано немало публикаций и видеоматериалов, показывающих на конкретных примерах, почему необходимо контролировать состояние раствора с первого дня его применения. Есть три основных фактора, которые влияют на качество отмывки в среднесрочной перспективе: это концентрация раствора, температура и время процесса. При отсутствии контроля результаты отмывки через какое-то время начнут и продолжат ухудшаться. Хотя на самом деле факторов, влияющих на качество отмывки, больше трех: это истощаемость раствора, качество воды, состав и количество загрязнений, тип оборудования, плотность монтажа, наличие низкопрофильных компонентов и другие — вплоть до покрытия печатной платы и паяльной маски. Самое простое в этой ситуации — проконтролировать состояние раствора и параметры процесса.

В настоящее время известно порядка 5–7 методов измерения и контроля состояния растворов отмывочных жидкостей на водной и спир-

товой основе (табл. 1). На практике применяются не более двух-трех из них (табл. 2).

Вторая причина отказа от специализированных инструментов для определения качества раствора связана с наличием рефрактометра, который якобы позволяет держать всё под контролем. Действительно, позволяет, но только в случае со свежими растворами. Погрешность рефрактометра при измерении свежего раствора составляет  $\pm 2\%$ . Но если раствор на 1 % загрязнен флюсом, то погрешность прибора возрастает до  $\pm 15\%$ . При 3-процентном загрязнении флюсом погрешность еще серьезнее — до 40 %.

Это значит, что при концентрации раствора 22 % рефрактометр будет показывать 10 %, что заставит пользователя добавить концентрат в раствор, из-за чего получится перерасход. При погрешности в большую сторону пользователь, наоборот, разбавит раствор водой, из-за чего ухудшится качество отмывки и сократится время жизни раствора. При этом такой параметр, как pH, указывающий на степень истощения раствора и его способность отмывать флюсы, рефрактометр вообще не измеряет. Без контроля pH о проблеме можно узнать, только когда на платах появится белый налет.

Для достоверной оценки состояния раствора применяются разные методы — в зависимости от того, водный раствор или спиртовой. Для жид-

Таблица 1. Методы и погрешность измерения состояния растворов отмывочных жидкостей на водной основе

Метод измерения	Погрешность измерения состояния раствора в зависимости от метода				
	Свежий раствор	Загрязненный раствор, 1 % флюса	Загрязненный раствор, 3 % флюса	Применимость к жидкостям на водной основе	Применимость к жидкостям на основе растворителей
Специализированные тестовые наборы	±1 %	±2 %	±3 %	Да	Нет
Рефрактометр	±2 %	±15 %	±40 %	Да	Нет
Акустический датчик	±2 %	±3 %	±3 %	Да	Нет
Кондуктометрия	Не применимо	±10 %	±25 %	Да	Да
Предметное стекло	Не применимо	Индикативно	Индикативно	Да	Да
Гравиметрический метод	Не применимо	Индикативно	Индикативно	Да	Да
Контроль pH	Индикативно	Индикативно	Индикативно	Да	Да

Таблица 2. Сравнительный анализ распространенных методов контроля состояния растворов отмывочных жидкостей

Метод	Точность измерений	Стабильность при загрязнении	Временные затраты	Простота использования	Оценка pH	Стоимость
Специальные тестовые наборы	++	++	++	++	++	+
Рефрактометр	++*	-	++	++	-	++
Акустический датчик потока	++	++	++	++**	-	-

**ПРИМЕЧАНИЯ.** Условные обозначения:

++ отлично/низко, + хорошо/средне, - плохо/высоко;

\* для чистых растворов;

\*\* для получения точных показаний необходимо тщательно откалибровать прибор, добившись термостатирования раствора и ламинарности потока.

костей на водной основе применяются специализированные тестовые наборы, которые с помощью химической реакции измеряют как концентрацию, так и уровень pH (состояние) рабочего раствора. В данном случае уровень загрязненности раствора не влияет на точность измерений. Как правило, разрабатывается два набора – pH-нейтральный и щелочной, которые используются для жидкостей разного типа. Один набор может использоваться для оценки нескольких видов жидкости с одинаковым pH.

Отмывочные жидкости на основе модифицированных спиртов применяются в концентрированном виде без разбавления водой, у них своя специфика эксплуатации, и для них требуются другие методы контроля. В данном случае основной параметр контроля – степень насыщения раствора загрязнениями, для определения которой используются следующие методы:

- ▶ предметное стекло;
- ▶ гравиметрический метод;
- ▶ контроль объема отмытых изделий (ведение журнала с учетом количества и типа отмытых печатных узлов для определения срока замены раствора);

▶ регулярный контроль качества отмытки контрольных образцов – как визуальный, так и с помощью специализированных наборов.

Очень важно, чтобы в распоряжении производителя печатных плат всегда были разные наборы и методы для контроля состояния растворов.

Рассмотрим еще одно предупреждение против приобретения специа-

лизированного набора – его дороговизну. Покажем на примере набора Гидронол К14 (рис. 1), что следует учитывать не только стоимость продукта, но и цену, которую платишь за бракованные изделия и перерасход концентрата.

Один набор позволит выполнить 12 измерений (2 флакона по 100 мл) при контроле 1–2 раза в неделю. Этого



Рис. 1. Тестовый набор Гидронол К14 для контроля состояния растворов щелочных отмывочных жидкостей Гидронол

Таблица 3. Результаты от внедрения наборов для контроля состояния растворов Гидронол

Показатель	Отсутствие контроля	С набором Гидронол	Результат
Срок жизни раствора Гидронол, дни (условный показатель)	30–40	45–60	Увеличение срока жизни раствора более чем в 1,5 раза
Расход концентрата, л/мес.	120	80	Снижение расхода концентрата на 30 %
Количество замен раствора в год (оценочно)	12	6	Снижение расхода концентрата примерно в 2 раза
Время простоя на замену, ч	24	12	Повышение производительности
Брак по отмывке, %	2–5	0,5–1	Уменьшение дефектов, связанных с отмывкой, более чем в 2 раза

хватит на 1,5–3 месяца работы. Дальше менять придется только реактивы, а они в десятки раз дешевле набора. Таким образом, если считать за год, то стоимость контроля составит менее 2,5 % от расходов на жидкость. При этом на перерасходе концентрата сэкономятся 30–40 %, на снижении брака – от 3–5 до 0,5–1 %. Срок жизни раствора можно увеличить в 1,5–2 раза. То есть экономия средств перекрывает первоначальные вложения.

В табл. 3 представлена информация о влиянии внедрения специализированных наборов для контроля состояния растворов на себестоимость процесса отмывки. Чтобы проиллюстрировать эти цифры, приведем несколько примеров из практики.

**Пример 1 из сферы автомобилестроения.** В одном из цехов предприятия, изготавливающего блоки управления двигателем, велось производство автомобильной электроники. Объем производства составлял 500 плат в смену. Для очистки плат использовалась жидкость Гидронол В20. Возникла проблема: высокий расход отмывочной жидкости и нестабильное качество отмывки. Для ее решения был внедрен ежедневный контроль качества раствора с помощью набора Гидронол К14. В результате концентрация раствора была снижена с 25 до 20 %, скорректирована программа отмывки, а персонал про-

шел обучение. Срок жизни раствора удалось увеличить на 90 %, расход концентрата был снижен на 40 %, а брак по отмывке снизился с 3 до 0,2 %.

**Пример 2 из отрасли телекоммуникационного оборудования.** На предприятии по сборке модулей связи выпускалось 200 плат за смену. Для отмывки использовалась жидкость Гидронол У50, после чего на платах через некоторое время начинал появляться белый налет.

После замеров, проведенных для анализа проблемы, удалось выяснить, что концентрация раствора была занижена и составляла 12 % при норме 15–30 %. Показатель pH раствора составлял 6,2 при норме 9–11, а проводимость воды для ополаскивания – 90 мкСм/см (норма 1–40 мкСм/см). Для исправления ситуации концентрацию раствора увеличили до 20 %, установили систему подготовки воды, внедрили контроль pH раствора и проводимости воды, оптимизировали режим ополаскивания.

В результате удалось полностью исключить появление белого налета, повысить качество отмывки и снизить количество плат, отправляемых на повторную отмывку ручным способом, с 8 до 0,2 %.

Эти примеры и расчеты показывают, что нельзя работать вслепую. Набор для контроля раствора следует приобретать вместе с самой жидко-

стью для отмывки плат, у того же поставщика. Слишком много историй, когда «пока моет» превращалось в «почему не моет» и «как теперь объяснять заказчику». Надеемся, что через год контролировать качество отмывочной жидкости будут не 23 % компаний, а гораздо больше.

#### Литература

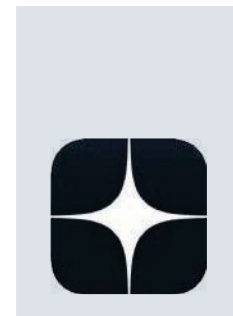
1. Ефремов А. А. Отмывка печатных узлов. Часть II. Рекомендации по выбору процесса отмывки // Компоненты и технологии. 2004. № 7.
2. Ковенский В. Е. Состояние раствора отмывочной жидкости как фактор, способствующий повышению качества отмывки // Поверхностный монтаж. 2009. № 6.
3. Поцелуев Д. А. Доверяй, но проверяй: как правильно контролировать состояние отмывочных жидкостей на водной основе // Вектор высоких технологий. 2015. № 3.
4. Ковенский В. Е., Поцелуев Д. А. Zest-gon ушел... Гидронол продолжит! // Вектор высоких технологий. 2023. № 1.
5. ОСТ 4.074.012-81 Методы контроля химических веществ в промывочных жидкостях.

Д. А. Поцелуев, к. э. н., директор по продажам и маркетингу, ООО «Остек-Интегра», г. Москва, тел.: +7 (495) 788-4444, эл. почта: materials@ostec-group.ru, сайт: www.ostec-group.ru



Журнал "ИСУП"  
3153 подписчика

Все статьи дублируются в Дзен



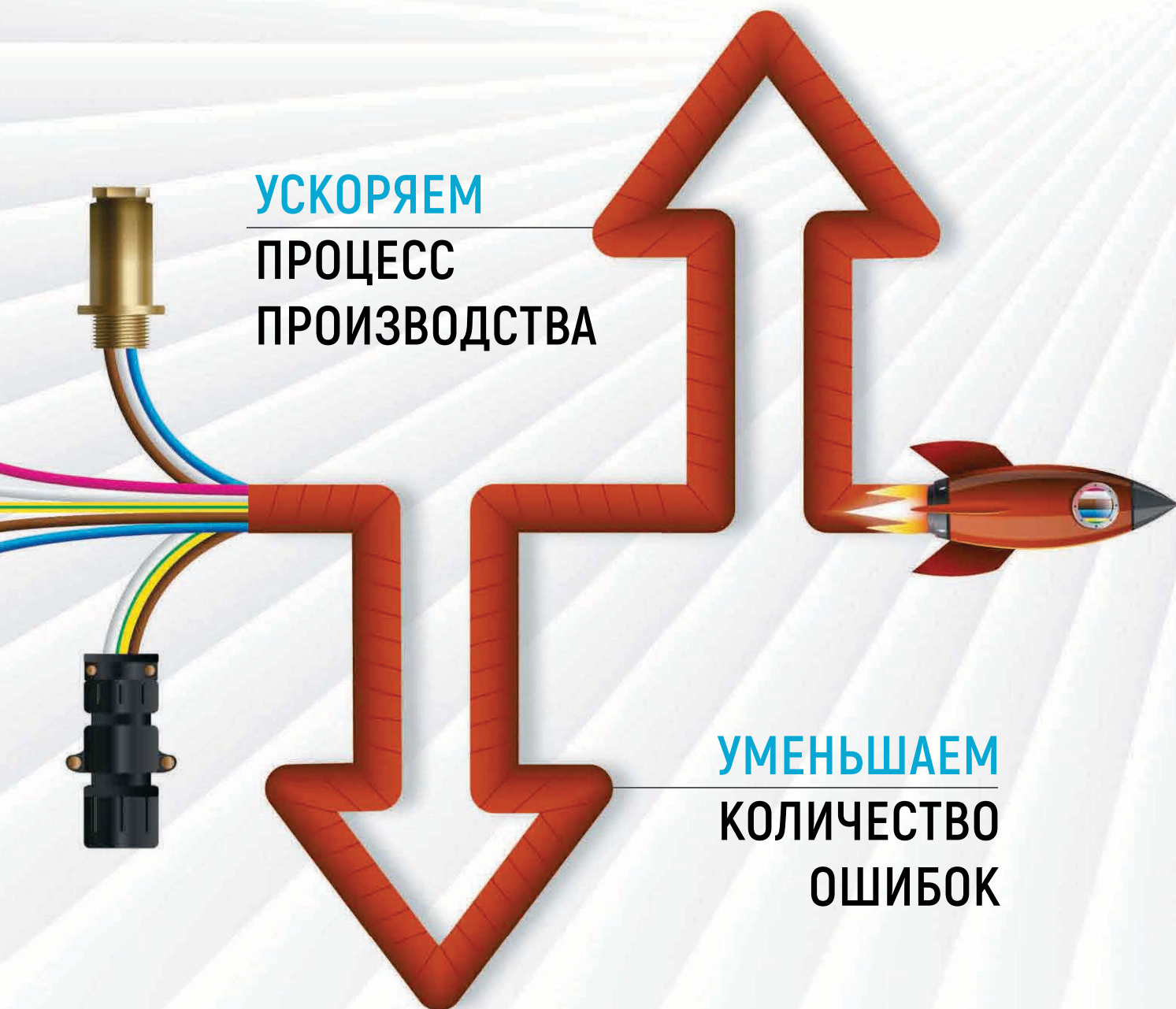


# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖГУТОВ

от склада до электроконтроля

**УСКОРЯЕМ**  
ПРОЦЕСС  
ПРОИЗВОДСТВА

**УМЕНЬШАЕМ**  
КОЛИЧЕСТВО  
ОШИБОК



реклама

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ  
8 (800) 555 26 99 | [info@protehnology.ru](mailto:info@protehnology.ru) | [www.protehnology.ru](http://www.protehnology.ru)

## Станочный комплекс с ЧПУ

# для автоматизации работы жгутового цеха под литерную КД



В статье рассмотрен станочный комплекс, разработанный российской компанией в рамках проекта по автоматизации жгутового производства на предприятии ВПК. Комплекс состоит из трех станков: линии комплексной обработки проводов и станка для раскладки провода с числовым программным управлением (ЧПУ), а также плаза для бандажирования.

ООО «Профессиональное оборудование и технологии», г. Москва

В постперестроечные годы отечественную промышленность было принято критиковать за утраченное станкостроение, которое является базой, необходимой для развития производства. Однако этот «постулат» уже устарел: в сфере станкостроения ведется постепенная работа, не всегда заметная широкой общественности, но приносящая плоды. Расскажем об одной из отечественных разработок: комплексе из трех станков для жгутовых цехов предприятий ВПК. 10 февраля «ПРОТЕХ» провел семинар на тему современных решений для жгутового производства в военной, авиакосмической отрасли и автомобилестроения. Семинар собрал около 100 участников из отраслевых предприятий и организаций. Помимо докладной части, была продемонстрирована работа готовых станков.

### Автоматизация жгутового производства

Производство кабельных жгутов сложно автоматизировать. Работа ведется по литерной конструкторской документации (КД) и старым технологиям — на плазах вручную, что требует большой концентрации внимания, опыта и отнимает много вре-

мени. Но вопрос об автоматизации, которая способна ускорить технологические процессы, всегда оставался

актуальным. В последние же годы он приобрел особую остроту из-за увеличения спроса на жгуты проводов.



Рис. 1. Станок ЧПУ раскладывает провода на плазе

Желая ускорить процесс выпуска продукции в жгутовом цехе, АО «НПК «Конструкторское бюро машиностроения» обратилось в компанию «ПРОТЕХ», которая занимается в том числе инжинирингом: разрабатывает решения для оптимизации технологических процессов, иногда с помощью создания новых технологий. Специалисты ООО «ПРОТЕХ» пересмотрели работу всего жгутового цеха – от склада до электроконтроля – и для многих операций нашли подходящее оборудование разных производителей, которое доработали для интеграции в проект.

Но для раскладки проводов на плазе (с подготовкой провода), а также наложения бандажа автоматизированное станочное оборудование найти не удалось, оно отсутствовало. На производстве применялся традиционный плаз из фанеры с гвоздями, по которым раскладывались провода будущего жгута. Гвозди-штыри устанавливались по бумажной подложке, на которой жгут размечен в соответствии с КД. Существовали разработки, которые пытались оптимизировать эту операцию с помощью оцифровки подложек (когда подложки сохраняются в цифре и выводятся на монитор, а не на бумагу). Но на практике эта идея не сработала, потому что оказалось сложно совместить изображение на мониторе с материальными элементами на плазе.

Поэтому было решено разработать собственное станочное оборудование на числовом программном управлении (ЧПУ). Эту работу выполнила до-

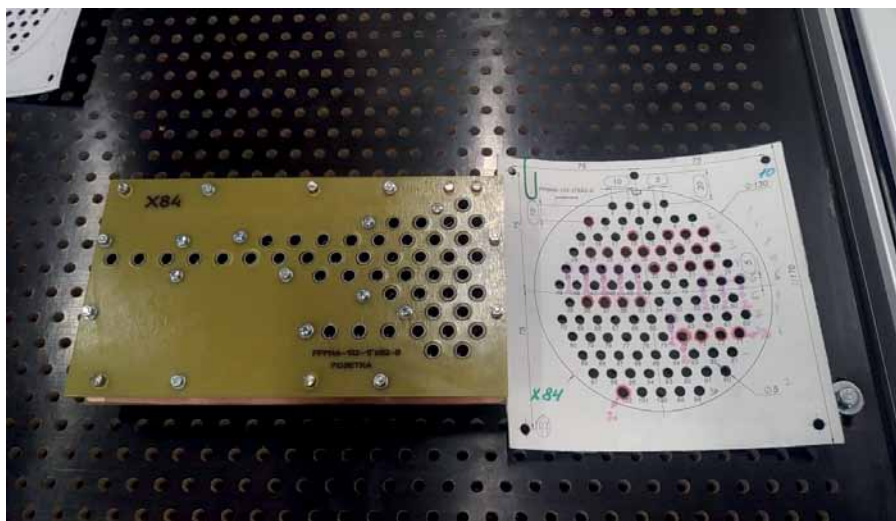


Рис. 2. Образец имитатора разъема из текстолита

черняя компания ООО «ПРОТЕХ» – НПП «ПРОТОН», которая создала комплекс из трех станков для выполнения трех последовательных операций: подготовки проводов, их раскладки на плазе, автоматической расстановки штырей в соответствии с конфигурацией жгута на наклонном плазе для последующего бандажирования.

#### Станок ЧПУ для раскладки проводов

Первым был разработан станок ЧПУ для раскладки проводов (рис. 1). Его центральная часть – перфорированный плаз из ламинированной фанеры площадью  $2 \times 4$  м. Перфорация шагом  $15 \times 15$  мм выполнена в шахматном порядке. Над плазом расположен управляющий модуль, который передвигается в трех плоскостях, охватывая всю площадь рабочей поверхности. Он расставляет металлические

штыри по программе, созданной в соответствии с КД, затем сам раскладывает провода между штырями – один за другим, пока не наберется весь жгут.

Раскладка осуществляется с учетом всех ответвлений («плеч») жгута. После полной настройки софта три метра провода будут раскладываться на плазе за одну минуту с учетом установки кончиков провода в оснастку. По окончании операции оператор снимает полученное тело жгута с плаза, и станок приступает к следующей раскладке. Когда работа над жгутами одного типа завершена, управляющий модуль по команде оператора собирает штыри и возвращает их в накопительную зону, чтобы позже приступить к раскладке жгутов другого типа.

Еще одной функцией, которую выполняет станок, является вставка конца каждого провода жгута в спе-



Рис. 3. Линия обработки провода и станок для раскладки жгутов на выставке ExproElectronica

циальную пластинку из текстолита (рис. 2), что в дальнейшем помогает электромонтажнику определить количество и расположение контактов в данном разьеме. Модуль, несущий провод, оснащен техническим машинным зрением, благодаря чему станок попадает четко в предназначенный для конкретного провода заранее промаркированный разъем.

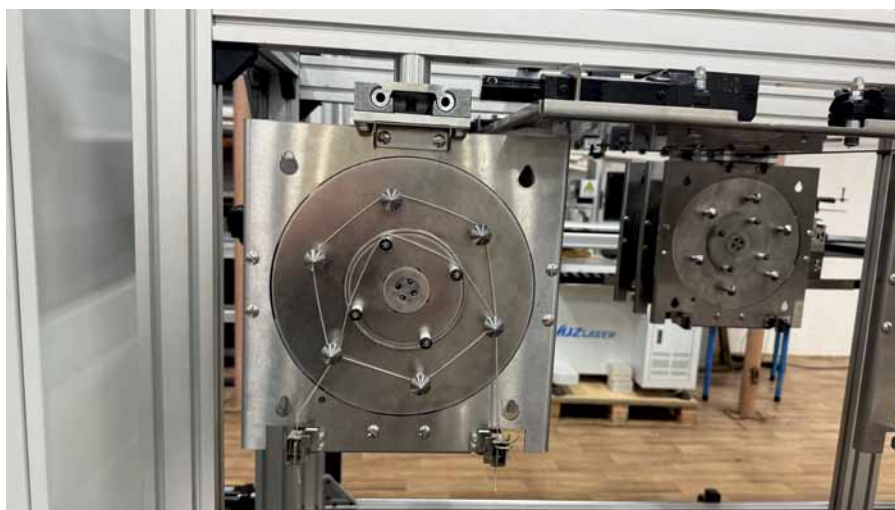
#### Линия комплексной обработки проводов

Рассмотренный станок, получивший название «ПроводОк», — один из комплекса. Вместе с ним работает линия комплексной обработки проводов, на которой выполняется ряд операций, предворяющих раскладку проводов в жгут, — от размотки провода из катушки до флюсования. Плаз со станком ЧПУ и линия устанавливаются рядом и работают в паре (рис. 3).

В состав линии комплексной обработки провода входит исполнительное оборудование, размещенное внутри направляющих из алюминиевого профиля, и шкаф управления. На линии выполняется 6 операций (рис. 4): размотка провода из бухты или катушки (до 8 шт.); мерная резка и лазерная зачистка провода от изоляции (обрабатываться может как один, так и оба конца провода, причем каждый на свою заданную длину); подкручивание жил проводника после зачистки; флюсование и лужение зачищенных участков; передача подготовленного провода на станок ЧПУ для раскладки. При необходимости любая из операций может быть пропущена.

Обработка проводов выполняется под управлением единой программы для всего комплекса, написанной в соответствии с КД, так что подготовленный провод передается с линии комплексной обработки на плаз автоматически, без участия оператора. Оператор, обслуживающий станки, должен выбрать необходимый жгут из номенклатуры согласно КД, установить на линию соответствующие катушки или бухты, затем разложить на рабочей поверхности плаза текстолитовые пластины — имитаторы разъемов, а когда провода будут разлужены, перенести их на плаз для бандажирования. Все остальные процессы выполняются автоматически.

Программное обеспечение для управления станками разработано



а



б

Рис. 4. Модули в составе линии обработки провода: а — технологическая кассета в процессе намотки провода с катушки; б — модуль для намотки и обрезки провода

производителем, но пользователь может дополнить и подкорректировать базу данных. То есть изменить или задать новые параметры эталонных изделий: наименование жгутов, сечение и длину проводов, количество и длину ответвлений, соединения. К этим данным из КД обращаются и линия комплексной обработки провода, и станок ЧПУ по раскладке провода. При изменении КД станки не нуждаются в перепрограммировании. Достаточно внести корректировки в базу данных, которая экспортируется с сервера в форме таблицы наподобие Excel, а затем загружается обратно.

#### Плаз для наложения бандажа

Третий элемент станочного комплекса разработан для работы вместе с упомянутыми станками, но полно-

стью автоматизированным он не является. Разложенный жгут с текстолитовыми пластинами отправляется на плаз для бандажирования — крепления проводов в жгут с помощью бандажа, а затем — на распайку.

Для выполнения операции бандажирования разработчики НПП «ПРОТОН» совместно с китайскими специалистами изготовили вертикальный двусторонний 8-метровый плаз (рис. 5). Его перфорированные плоскости, каждая длиной 4 м, расположены под небольшим наклоном друг к другу, что позволяет бандажировать жгуты длиной до 4 м с обеих сторон плаза, собирая разную номенклатуру жгутов. На плазе по заданной схеме автоматически расставляются штырьки (также с помощью ЧПУ), а далее по ним вручную раскладыва-



Рис. 5. Восьмиметровый плаз для бандажирования

расставить штыри по утвержденному шаблону и запустить процесс сканирования. Этот файл сохраняется в памяти станка, и при его выборе станок будет расставлять штыри уже самостоятельно.

Рассмотренный вариант автоматизации возможен только в том случае, если для бандажирования жгута используется электроизоляционная термостойкая лента ЛЭТСАР марки «К» тип «Г». Обмотанный лентой жгут не протягивается сквозь готовую плетенку из проволоки, а на специальном станке создается оплетка по телу жгута проволокой или моноволоконными нитями. Такой станок специалисты компании «ПРОТЕХ» выбрали для рассматриваемого проекта и доработали так, чтобы можно было оплести любой жгут вне зависимости от его длины (рис. 6). Применение ленты и оплетки необходимо потому, что для протягивания жгута сквозь трубку или сквозь готовую плетенку придется убирать пластины, в которые разложены концы провода. После этого необходимо будет заново прозванивать концы, а это требует времени и повышает вероятность ошибки.

В заключение скажем, что автоматизация позволила выполнять раскладку проводов круглосуточно (поскольку для обслуживания двух станков достаточно одного оператора), обеспечить повторяемость процесса и дала возможность избежать ошибок в работе.

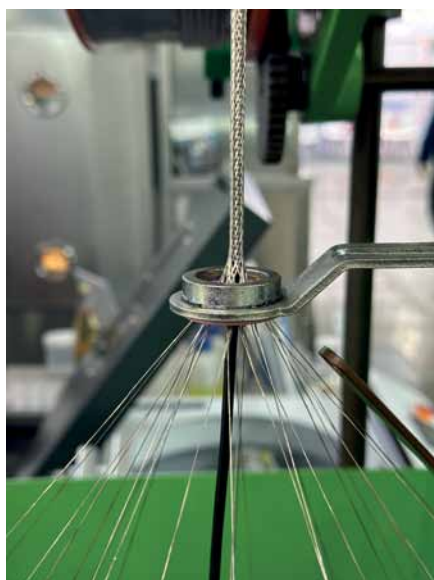


Рис. 6. Станок для оплетения жгутов на выставке ExpoElectronica 2024

ются разложенные для жгута провода. Особенность этих штырьков состоит в том, что они могут приподниматься над поверхностью плаза на 150–200 мм, это позволяет выполнять лен-

тообмотку прямо на плазе с помощью специальной машинки.

Для того чтобы запрограммировать станок на сбор жгута определенного типа, надо один раз вручную

ООО «Профессиональное оборудование и технологии», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 662-9625,  
эл. почта: [info@protehnology.ru](mailto:info@protehnology.ru),  
сайт: [www.protehnology.ru](http://www.protehnology.ru)



Преобразователи частоты **СИРИУС**.  
Высокоэффективное управление электроприводом

# СИРИУС



**от 0.75 до 800 кВт**  
**220 В, 380 В или 660/690 В**

ООО «ТЭС»  
394026, РОССИЯ, г. Воронеж, ул. Солнечная, д. 31А  
тел.: +7 (473) 258-50-92  
e-mail: info@rus-privod.ru  
<https://vrn-privod.ru>, <https://rus-privod.ru>



Реклама

Мы производим полный спектр локализованных устройств в области промышленной электротехники.

Собственное производство на базе Ступинского Электротехнического Завода (СТЭЗ), полный цикл создания решений для промышленной автоматизации.

## ООО «НПО АвалонЭлектроТех» — надежный партнер в области промышленной электротехники

Промышленные коммутаторы



Электропитание и резервирование



Интерфейсные и промежуточные реле



Электротехнические клеммы



УЗИП



Нормирующие преобразователи и реле безопасности



ООО «НПО «АвалонЭлектроТех»  
+7 (495) 933 85 48  
<https://www.avalonelectrotech.ru/>  
[info@avalonelectrotech.ru](mailto:info@avalonelectrotech.ru)  
121205, г. Москва, ул. Алессандро  
Вольта, д. 1, стр. 1,  
территория Инновационного Центра  
«Сколково»

