

Отраслевой научно-технический журнал

Информатизация и системы управления в промышленности

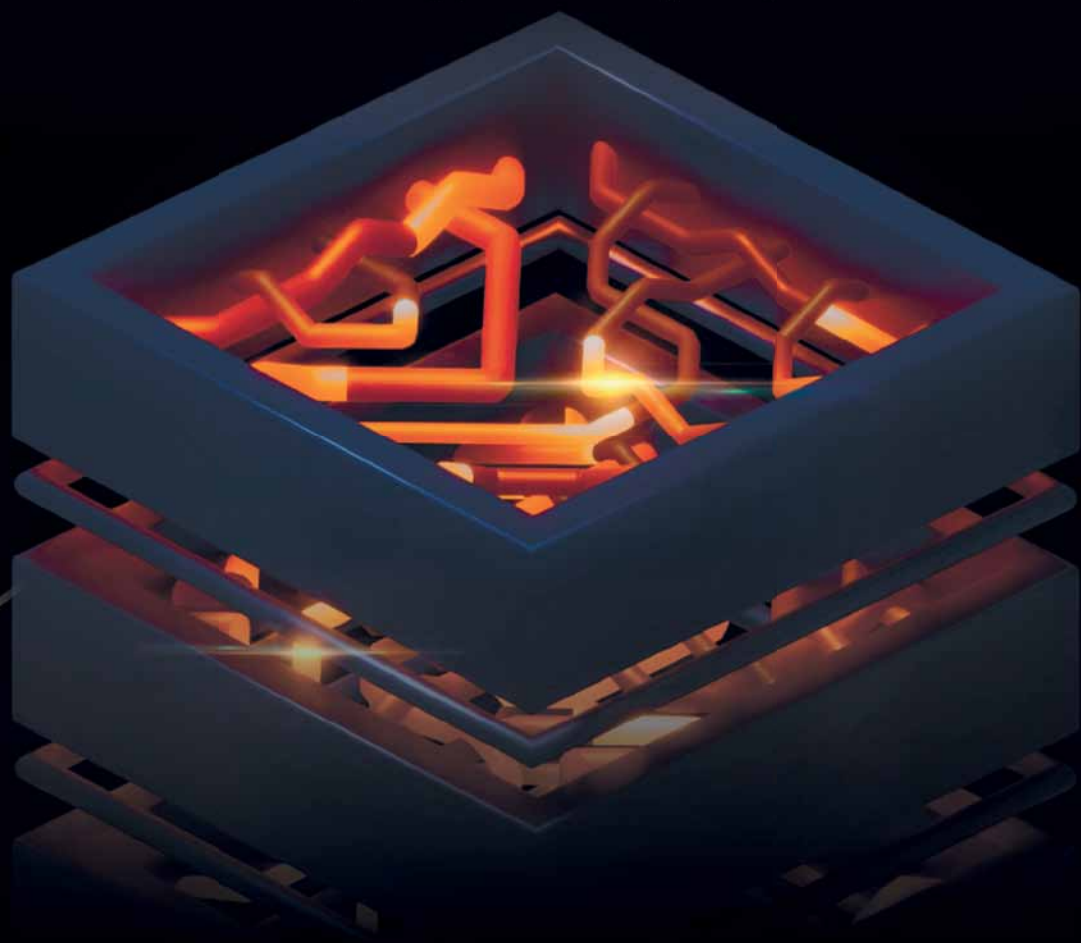


СЕРВЕР АРХИВИРОВАНИЯ



Мощный Historian для SCADA

компактность | надежность | скорость



Реклама



ИНСАТ
ГРУППА КОМПАНИЙ



АВАДС СОФТ

СЕРЕБРО и ЗОЛОТО
отечественной автоматизации

РЕГИСТРАТОРЫ ВИДЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНТЕГРАФ-1100



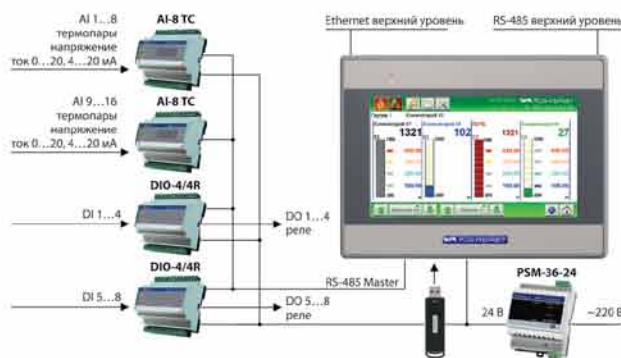
Распределённая модульная архитектура

RS-485 (Modbus RTU),
Ethernet (Modbus TCP)

4/8/16 каналов

Сенсорный экран 7" и 10"

Класс точности 0.1



НОРМИРУЮЩИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ НПСИ

Класс точности 0.1



БАРЬЕРЫ ИСКРОЗАЩИТЫ СЕРИИ КА5000Ex

Сертификаты SIL2, SIL3



- бесплатная опытная эксплуатация
- гарантия на продукцию – 3 года



www.contravt.ru
+7 (831) 260-13-08
sales@contravt.ru

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ИЗ
НИЖНЕГО НОВГОРОДА



ЦМО

сделано в России

ВСЕПОГОДНЫЕ УКОМПЛЕКТОВАННЫЕ ШКАФЫ ШТВ



проверенное
схемотехническое решение

заводской монтаж
оборудования

качественные
комплектующие

вводно-распределительное
устройство (ВРУ)

климатическое
оборудование REM

управление
микроклиматом в шкафу

подключение
внешних датчиков

**Система удалённого управления электропитанием
и микроклиматом позволяет:**

- ⦿ удалённо управлять питанием нагрузок
- ⦿ настраивать параметры кондиционирования
- ⦿ настраивать и отслеживать состояние датчиков и подключённых устройств
- ⦿ управлять охранной системой шкафа
- ⦿ загружать настройки
- ⦿ получать и сохранять логи
- ⦿ обновлять программное обеспечение контроллера

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА

	<p>Оборудование. Технологии. Компоненты</p> <p>8 Организация участка, защищенного от электростатического разряда. Рабочие места монтажников, регулировщиков, сборщиков РЭАиП</p> <p>В статье рассмотрены основные аспекты организации участка, защищенного от электростатического разряда. Анализируется, как организовать рабочее место монтажника, регулировщика, сборщика, как выбрать рабочий стол для специалиста и вспомогательное оснащение, а также чем оснастить.</p> <p>15 «КоммерЦЪ»: Токопроводящая смазка с позиции новейшей науки</p> <p>После недавнего собрания клуба «КоммерЦЪ» с рассказом о новой разработке ГК «Бипрон» – токопроводящей смазке «Контакт-Макс»™ – у профессионалов в данной области возникли более глубокие и специфические вопросы. В связи с этим подготовлена новая встреча, которая посвящена актуальнейшей проблеме создания токопроводящих смазок, в частности, медной токопроводящей смазки. В статье раскрыт состав этой смазки, области применения и ее свойства. Особое внимание уделяется новым добавкам к смазкам, например, на основе ионных жидкостей и углеродных нанотрубок.</p> <p>18 Технология, сохраняющая ресурсы планеты</p> <p>В статье рассказано о разработке и особенностях отечественной технологии цинкирования, которая позволяет создать долговременное защитное покрытие на металлических конструкциях простым и быстрым по сравнению с другими технологиями способом.</p>	<p>В качестве примеров представлено несколько проектов, реализованных с применением состава класса Zinker.</p> <p>24 Термобарокамера избыточного давления «ТЕХНОЛОГИЯ»</p> <p>Интервью с Г. В. Сигаловым, коммерческим директором ООО «ТЕХНОЛОГИЯ».</p> <p>Автоматизация</p> <p>26 Новые промышленные роутеры Microdrive TR-600 и TR-601: надежность, PoE и высокая скорость связи для современных задач</p> <p>В статье представлена новая разработка российской компании «Микродрайв» – промышленные коммутаторы TR-600 и TR-601 для систем связи, автоматизации, мониторинга и видеонаблюдения. Перечислены их функциональные возможности, такие как PoE out – функция, позволяющая роутеру питать подключенные устройства по кабелю Ethernet. Приведены примеры применения новых промышленных роутеров.</p> <p>28 Промышленные коммутаторы STEZ48xx как пример импортозамещения</p> <p>В статье рассмотрены отечественные промышленные коммутаторы серии STEZ48xx, которые были разработаны отечественным предприятием по техническим требованиям атомной и энергетической отраслей и сегодня замещают аналогичные изделия международных корпораций.</p> <p>32 Весоизмерительные системы «МЕТРА» для промышленных предприятий</p> <p>Интервью с А. В. Цепенко, коммерческим директором НПП «МЕТРА».</p>	
--	---	--	--

<p>36</p>	<p>«Виртуальный контроллер» Айсорс</p> <p>В статье рассмотрено программное решение компании Айсорс, позволяющее облегчить процесс импортозамещения. Вместо того чтобы менять аппаратные ПЛК зарубежного производства на российские аналоги вместе с модулями ввода/вывода и другим оснащением, можно использовать ПО «Виртуальный контроллер», работающее на промышленном сервере, компьютере и др. «Виртуальный контроллер» представляет собой универсальную платформу для промышленной автоматизации.</p>	<p>российский программный продукт для высокоскоростных и высоконадежных систем хранения данных реального времени.</p>	<p>49</p>
<p>41</p>	<p>Экосистема ГИГРОТЕРМОН: российское решение для комплексного мониторинга микроклимата</p> <p>В статье представлен программно-аппаратный комплекс ГИГРОТЕРМОН для построения систем контроля микроклимата и его элементы. Показано, что на базе данного решения можно построить систему контроля микроклимата для любого объекта, начиная от небольшой лаборатории и заканчивая заводом.</p>	<p>От АСКУЭ на Linux до токовых шунтов: «Арго» помогает госкорпорациям и госучреждениям обрести технологический суверенитет</p> <p>Программное обеспечение «Арго: Энергоресурсы» работает не только под ОС Windows, но и под операционными системами семейства Linux, что позволяет с его помощью осуществлять софтверное импортозамещение. В статье рассмотрены возможности данного ПО и примеры реализации проектов.</p>	<p>54</p>
<p>45</p>	<p>«АВАДС Сервер архивирования»: Historian для SCADA с высокими характеристиками по надежности, скорости и компактности</p> <p>В статье представлено ПО «АВАДС Сервер архивирования» – полностью</p>	<p>StreamDat® – отечественная платформа для разработки систем автоматизации</p> <p>В статье представлена программная платформа StreamDat® – полностью отечественное решение для построения систем автоматизации. Перечислены функциональные возможности платформы и предоставляемые инструменты.</p> <p>ПО «Архивист» и адаптер АПД-03 – инструменты для снятия данных со всех типов теплосчетчиков</p> <p>В статье представлена разработанная НПО «Тепловизор» система учета тепла. Рассмотрены основные решения, входящие в ее состав: программный комплекс «Архивист» и универсальный адаптер переноса данных АПД-03, обеспечивающий сбор, хранение и пе-</p>	<p>57</p>
<p>Программное обеспечение</p>			



Журнал "ИСУП"
2 534 subscribers

Все новости дублируются в Телеграм



редачу результатов измерений практически со всех типов отечественных теплосчетчиков. Приведены характеристики теплосчетчиков серии ВИСТ-ТС.

Контрольно-измерительные приборы и автоматика

61

SENDAST: ультразвуковые широкополосные преобразователи

В статье представлены ультразвуковые датчики SENDAST для систем неразрушающего контроля труб и других промышленных металлических изделий. Рассмотрены российские технологии, применяемые при изготовлении данных приборов, а также характеристики датчиков SENDAST: ультразвук сверхвысокого разрешения (High Resolution), большая наработка на отказ и др.

64

Кабели для вибродатчиков от ООО «ВиброТест»

В статье освещены тонкости выбора кабелей к вибродатчикам. Правильный выбор кабельной сборки для качественной передачи сигналов от вибродатчиков позволяет сделать работу вибродиагностической системы точной, надежной и экономичной.

67

Многофункциональный измерительный комплекс ZET 037 как универсальный инструмент решения производственных задач

В статье рассмотрены состав и характеристики многоканальной измери-

тельной системы ZET 037 разработки и производства компании ZETLAB. С помощью ZET 037, используя измерительные модули разной функциональности, можно решать индивидуальные измерительные задачи по определению механических и электрических величин, виброакустических, частотных и теплотехнических характеристик.

Принципы построения и особенности функционирования системы виброконтроля и диагностики на основе виброаппаратуры СИЭЛ–2200

В статье рассмотрены разработки ООО «СИЭЛ» для контроля вибрационного состояния вращающихся машин и механизмов. Представлены преобразователи измерительных каналов относительной вибрации, первичные преобразователи абсолютной вибрации, многоканальная контрольно-измерительная аппаратура.

Применение радиоволновых и магнитострикционных измерителей уровня АО «Альбатрос» для решения задач учета в парках резервуаров

В статье представлено оборудование АО «Альбатрос» для измерения уровня нефтепродуктов: измерители уровня радиоволновые РДУЗ и уровнемеры поплавковые ДУУ10/11. Рассказано о конструктивном исполнении приборов, особенностях монтажа и применения.

71

77



Сейчас в СМИ

Все дублируется в новостной ленте Дзена

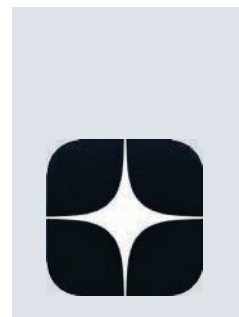


<p>82</p>	<p>Системы экологического мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от ФГУП «СПО «Аналитприбор»</p> <p>В статье раскрываются особенности и состав разработанных специалистами ФГУП «СПО «Аналитприбор» автоматизированных систем экологического контроля. Рассмотрены их основные элементы: газоанализаторы, устройства пробоподготовки, программное обеспечение.</p>	<p>пани ОВЕН – датчик перепада давления серии ПД100И-155-2.</p>	<p>92</p>
<p>87</p>	<p>Датчики тока и напряжения российского производства. Стопроцентное импортозамещение?</p> <p>Интервью с А.О. Озерянским, генеральным директором ООО «ЛДТН».</p>	<p>Защитные гильзы RTW</p> <p>В статье представлены защитные термогоильзы RTW производства компании «РИВАЛКОМ» для датчиков температуры, применяемых в нефтегазовой, энергетической, химической, пищевой и других отраслях промышленности. Рассказано об исполнениях защитных термогоильз для разных условий применения, а также об особенностях их изготовления (расчет с учетом параметров эксплуатации, выбор материала и т. д.).</p>	<p>95</p>
<p>90</p>	<p>ОВЕН ПД100И-155-2. Решение для измерения перепада давления</p> <p>Измерение перепада давления – одна из ключевых задач в автоматизированных системах управления технологическими процессами. Этот параметр позволяет контролировать расход среды, определять уровень в герметичных резервуарах, отслеживать степень засоренности фильтров и корректность работы оборудования для сохранения стабильного функционирования приборов. Особенно важен контроль перепада давления на стратегически важных объектах энергетической и нефтегазовой отраслей. В статье представлено новое решение от ком-</p>	<p>Портативные высокоточные расходомеры и регуляторы расхода газа</p> <p>В статье представлены приборы для систем измерения газа: портативные регуляторы расхода серии UT⁺ и расходомеры переменного перепада давления серии T.</p> <p>Преобразователь интерфейсов GW-VT/E-1 от НПК «Рэлсиб» для построения современных систем мониторинга параметров микроклимата</p> <p>Преобразователь интерфейсов (шлюз) GW-VT/E-1 разработан для построения систем мониторинга с беспроводными Bluetooth-датчиками. В статье рассмотрены характеристики устройства, а также особенности построения систем мониторинга с помощью мобильного приложения Relsib Configurator и облачного сервиса RelsibCloud.</p>	<p>96</p>



Журнал "ИСУП"
3153 подписчика

Все статьи дублируются в Дзен



98**Комплексный подход к внедрению узлов учета на ТЭС в сложных гидравлических условиях с использованием ультразвуковых расходомеров**

Статья посвящена решению критически важной проблемы – обеспечению высокой точности измерений расхода теплоносителя на действующих тепловых электростанциях (ТЭС) в условиях отсутствия стандартных прямых участков водовода для установки расходомеров. На основе комплексного CFD-моделирования (computational fluid dynamics) детально исследованы закономерности формирования поля осредненных скоростей турбулентного потока после колена 90°, а также разработаны практические методики оптимизации мест установки, количества и положения акустических лучей и алгоритмов обработки сигналов ультразвуковых расходомеров, позволяющие добиться минимальной погрешности в неидеальных условиях. Особое внимание уделено верификации моделей и перспективам создания цифровых двойников.

102**Датчики давления VMP для гидравлических и пневматических систем**

В статье рассмотрены специализированные датчики давления VMP, разработанные для гидравлических и пневматических систем российской компанией «ВакууммашЭлектро». Эти приборы замещают датчики давления зарубежных брендов, которые покинули российский рынок. Рассказано о том, как велась работа над различными моделями для автомобилестроения, нефтяной и газовой промышленности.

106**Новые модели мультиметров и токовых клещей APPA**

APPA – это бренд с богатой историей. Долгие годы скромный тайваньский завод снабжал весь мир портативными измерительными приборами как под

своей маркой, так и в качестве OEM- и ODM-производителя: его разработки выпускались под торговыми марками Bening, GreenLee, Megger, Flir, Keysight и многими другими. По количеству и качеству APPA по праву занимала второе место после компании Fluke. Компания «ПриСТ», как владелец торговой марки APPA на территории России, запустила программу по производству новых приборов. На первом этапе эта линейка включает в себя две серии портативных мультиметров, электроизмерительные клещи и преобразователи тока.

«ИВА-ОЗЗ» – контроль высокого напряжения и однофазного замыкания на землю

В статье представлен микропроцессорный индикатор высокого напряжения и однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) «ИВА-ОЗЗ», обеспечивающий контроль и защиту от однофазных замыканий на землю. Рассмотрена его функциональность, а также датчики контроля высокого напряжения, с которыми данный индикатор работает.

Вольтамперфазометр ВФМ-4: от фиксации событий к выявлению системных проблем в электрохозяйстве

В статье представлен вольтамперфазометр ВФМ-4, разработанный компанией «Челэнергоприбор». Переносной прибор обладает функциональными возможностями системы мониторинга. Рассмотрены его режимы работы, конфигурации и применяемые технологии.

Электротехника**Есть проблема – есть решение Автоматические выключатели бренда ЕКФ**

В статье рассмотрены автоматические выключатели бренда ЕКФ (представлен в России компанией «Электроре-

108**111****115**

шения») серий ВА-99М с номинальным током от 16 до 1250 А и AV Power с номинальным током от 16 до 1600 А. Подробно изложены характеристики, функциональные возможности и примеры применения данных автоматов.

118

Невидимая угроза, которую больше нельзя игнорировать

В статье рассказано о назначении и актуальности УЗДП – устройств защиты от дугового пробоя. Представлено УЗДП-63М от компании «МЕАНДР». Раскрыты его функциональные особенности и отличия от других решений.

Энергетика

121

Современные системы автоматического управления горением (САУГ) энергетических котлов тепловых электростанций от ЗАО «Волмаг»

В статье рассказано о работе по построению систем автоматического управления горением (САУГ), которую компания «Волмаг» осуществляет для объектов энергетического комплекса. В качестве примера рассмотрена работа над новой САУГ котла БКЗ-420 ст. № 7 ЭК НиГРЭС АО «Волга» г. Балахна. Подчеркивается, что свои системы компания строит только на базе рос-

сийского аппаратного и программного обеспечения.

Интеллектуальный автоматический выключатель ВА47 МСВ-Е-АКСОЛ: современное решение для систем электроснабжения

В статье затронуты вопросы современных средств защиты электросетей и электрооборудования от перепадов напряжения и других отклонений параметров электрической энергии. Разработки конкретных устройств, соответствующих требованиям времени, рассматриваются на примере серии автоматических выключателей ВА47 МСВ-Е-АКСОЛ от компании «АКЭЛ».

124

Сухие литые силовые трансформаторы 4-го габарита: оборудование ООО «Проектэлектротехника» для гражданской сферы

В статье рассмотрены сухие трансформаторы с литой изоляцией, изготовленные российской компанией и предназначенные для электроснабжения различных объектов, в том числе крупных жилых комплексов и производства.

126

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

Редакционная коллегия Ю.С. Бодрышева
В.В. Бодрышев
А.С. Соколов
В.Ю. Жарков
Л.В. Гостева
Л.И. Жаркова

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 07.11.2025.
Формат 60 x 88 1/8.
Бумага кн.-журн.
Печать офсетная.
Заказ № 2787713558

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.

Организация участка, защищенного от электростатического разряда.

Рабочие места монтажников, регулировщиков, сборщиков РЭАиП



В статье рассмотрены основные аспекты организации участка, защищенного от электростатического разряда. Анализируется, как организовать рабочее место монтажника, регулировщика, сборщика, как выбрать рабочий стол для специалиста и вспомогательное оснащение, а также чем оснастить.

000 НПП «Универсал Прибор», г. Санкт-Петербург

Российская радио- и микроэлектронная промышленность постоянно развивается, чему способствует совершенствование электронной компонентной базы (ЭКБ). Современные предприятия, занимающиеся производством электроники, при организации рабочих мест монтажников, регулировщиков и сборщиков учитывают требования по защите от воздействия и распространения электростатического разряда (ЭСР, ESD). Эти требования определяются рядом межгосударственных стандартов, среди которых основные:

- ГОСТ ИЕС 61340-5-1-2025 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Общие требования»;

- ГОСТ ИЕС TR 61340-5-2-2021 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Руководство по применению»;

- ГОСТ ИЕС 61340-5-3-2023 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Классификация свойств и требований к упаковке изделий, чувствительных к электростатическому разряду»;

- ГОСТ ИЕС TS 61340-5-4-2023 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Проверка соответствия»;

- ГОСТ ИЕС TR 61340-5-5-2022 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Требования к упаковке, применяемой в производстве электроники»;

- ГОСТ Р 53734.5.6-2021 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Микросхемы интегральные и приборы полупроводниковые».

Перечисленные стандарты определяют общие требования к защите электронных устройств от повреждений, вызванных электростатическим разрядом. Они устанавливают принципы и меры, направленные на предотвращение накопления и разряда статического электричества, способного повредить электронные компоненты. Кроме того, эти стандарты распространяются на все операции, связанные с обращением электронных изделий, чувствительных к воздействию ЭСР.

В этой статье мы рассмотрим основные аспекты организации участка, защищенного от электростатического разряда (УЗЭ): как организовать рабочее место монтажника, регулировщика, сборщика, как выбрать рабочий стол для специалиста и вспомогательное оснащение, а также чем оснастить.

Прежде чем подходить к вопросу организации УЗЭ и оснащения рабо-

чих мест, необходимо разобраться со спецификой работы монтажников, регулировщиков и сборщиков, а также с базовым оснащением УЗЭ.

Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов (РЭАиП) выполняет монтаж, установку и подключение электронных компонентов в различных устройствах. Он работает с печатными платами, микросхемами и элементной базой, создавая функциональные электронные системы. В его обязанности входит монтаж радиокомпонентов на печатные платы в соответствии с технологическими картами и схемами, пайка контактов, визуальный контроль качества соединений, выявление дефектов, установка проводов, разъемов и кабельных соединений, тестирование собранных узлов, а также проверка параметров напряжения, сопротивления и частотных характеристик.

Регулировщик РЭАиП занимается настройкой, калибровкой и проверкой работоспособности электронных устройств различного назначения. В его задачи входят настройка оборудования, регулировка параметров модулей, блоков и узлов на тестовых стендах в соответствии с технической документацией, проведение испытаний и проверок работы устройств, а также устранение выявленных не-

исправностей путем замены дефектных компонентов или восстановления поврежденных дорожек. Кроме того, специалист проводит анализ причин неисправностей, связанных с дефектами монтажа, элементной базы или электрических цепей, рассчитывает необходимые параметры регулируемых приборов, оформляет техническую документацию и отчеты, фиксирует результаты измерений и участвует в доработке инструкций по наладке и регулировке оборудования.

Сборщик РЭАиП принимает участие во всех этапах создания радиоэлектронных устройств – от сборки и монтажа до настройки, тестирования и отладки. Он осуществляет сборку изделий из отдельных компонентов, блоков и узлов, устанавливает платы, разъемы, элементы корпуса и органы управления. Кроме того, в его обязанности входят пайка проводов и контактных соединений, настройка и проверка отдельных элементов схемы и устройства в целом, контроль герметичности и соответствия продукции климатическим требованиям, а также ведение технической и сопроводительной документации.

Таким образом, несмотря на различие функциональных обязанностей, всех перечисленных специалистов объединяет работа с чувствительными электронными компонентами (ЧЭСР). Основная задача при организации их рабочих мест – создание условий для бережного обращения с такими компонентами и минимизация производственного брака. Важнейшими аспектами при этом являются организация участка, защищенного от электростатического разряда, и внедрение плана ЭСР-контроля на предприятии.

Степень оснащённости УЗЭ в первую очередь определяется чувствительностью компонентов, используемых в работе. В рекомендациях ГОСТ ИЕС 61340-5-1-2025 указаны минимальные требования к оснащению: заземленная горизонтальная рабочая поверхность и браслет заземления сотрудника. Однако этих мер на текущий момент недостаточно. Кроме того, каждое предприятие вправе самостоятельно выбирать уровень оснащения производственных цехов, отталкиваясь от специфики технологических процессов, а также финансирования на модернизацию и оснащение.



Рис. 1. Пример УЗЭ

В соответствии со стандартом ГОСТ ИЕС 61340-5-1-2025 в основе организации УЗЭ лежат шесть элементов (рис. 1):

- ▶ антистатические напольные покрытия;
- ▶ антистатические рабочие поверхности;
- ▶ антистатические стулья;
- ▶ антистатические системы хранения;
- ▶ индивидуальная ЭСР-защита;
- ▶ а также контроль и обслуживание УЗЭ.

В качестве напольного покрытия, как правило, используют антистатический линолеум или эпоксидный токопроводящий пол. В отдельных случаях, преимущественно в чистых помещениях, применяется многослойная антистатическая краска.

Основным элементом рабочего места в зоне, защищенной от электростатического разряда, является монтажный стол. Ключевое требование к нему: наличие антистатической рабочей поверхности, обеспечивающей безопасное стекание электростатических зарядов. На современном российском рынке наиболее распространены два типа антистатических столешниц:

- ▶ столешницы из ДСП или МДФ, ламинированные с обеих сторон токопроводящим антистатическим НРЛ-пластиком. Такой вариант отличается доступной стоимостью и простотой производства, что делает его наиболее популярным среди отечественных предприятий. Однако со временем НРЛ-покрытие может терять проводящие свойства из-за механического износа и воздействия химических ве-

ществ, применяемых при производстве и очистке;

▶ столешницы Thermopal, изготовленные из ДСП с добавлением графитовых вкраплений и токопроводящих компаундов, интегрированных непосредственно в структуру материала. Эти столешницы обладают стабильной проводимостью по всему объему, повышенной износостойкостью и долговечностью. Кроме того, благодаря равномерному распределению графитовых частиц они обеспечивают плавное и контролируемое стекание электростатического заряда, что особенно важно при работе с чувствительными электронными компонентами.

Хотя столешницы Thermopal значительно дороже, их эксплуатационные характеристики и устойчивость к старению обеспечивают высокий шанс успешного прохождения ESD-аудита даже спустя годы использования. В соответствии с требованиями ГОСТ ИЕС 61340-5-1-2025 все элементы ЭСР-защиты на предприятии, включая рабочие поверхности, подлежат регулярной проверке на соответствие нормативам.

Если бюджет на организацию УЗЭ ограничен или уровень требований к защите определяется невысокой чувствительностью компонентов, допустимо использование стандартных монтажных столов в общепромышленном исполнении. В этом случае на рабочие поверхности устанавливаются антистатические настольные коврики (рис. 2), подключаемые к общей контуре заземления. Такие коврики выполняют роль токопроводящего слоя и обеспечивают базовый уровень



Рис. 2. Антистатический настольный коврик на рабочем месте серии Standart

защиты от накопления и разряда статического электричества.

Антистатические стулья — еще один элемент организации УЗЭ, в данном случае стекание ЭСР происходит через токопроводящие колеса. Важным моментом является тот факт, что эта система работает только совместно с токопроводящими полами по системе «человек — стул — пол». Аналогично стульям работает и система «человек — обувь — пол», где в качестве индивидуальной ЭСР-защиты выступает антистатическая обувь.

Наряду с обувью существуют и другие элементы средств заземления персонала (рис. 3). Для реализации экранирующего эффекта используются антистатические халаты с карбоновыми нитями в структуре ткани или со специальным антистатическим наполнением, ESD-шапочки и перчатки. Для непосредственного заземления персонала предназначены тканевые и металлические антистатические браслеты.

Организация хранения ЭКБ и транспортировка электроники, подверженной ЭСР, является важным аспектом организации УЗЭ. Важно осознавать, что требования ЭСР-защиты к складскому участку такие же, как и к сборочно-монтажному. Необходимо четко понимать правила заземления всех элементов защиты в УЗЭ. На различных предприятиях встречаются распространенные ошибки в заземлении объектов ЭСР-защиты, что выражается в последовательном под-

ключении: например, подключении заземления полок к столешницам, браслетов к коврикам, последовательном подключении складских стеллажей. Все перечисленное категорически недопустимо, так как в соответствии с действующим стандартом все объекты ЭСР-защиты должны заземляться только параллельно, исключением является лишь последовательное заземление полок отдельной стеллажной секции. Для хранения и транспортировки используются различные



Рис. 3. Средства заземления персонала

виды упаковочных материалов: проводящие — в качестве контактирующей упаковки изделий внутри УЗЭ, рассеивающие — для первичной упаковки готовых изделий, а экранирующие — для транспортировки изделий. Также для ЭСР-защиты готовых изделий допускается использование антистатической тары разного типа (контейнеры, трей, лотки и пр.), а для удобства транспортировки — подставок и магазинов для печатных плат.

Заключительным элементом организации УЗЭ являются мероприятия по контролю за участком, где ответственными лицами выступают ЭСР-координаторы. Необходимо следить за влажностью в помещениях (45–55%), запыленностью, проводить регулярные проверки на стекание ЭСР с занесением данных в журнал, а также проводить периодические аудиты с использованием специализированных приборов измерения поверхностного сопротивления, измерения электромагнитных полей и термогигрометров. Важным этапом построения эффективной ЭСР-защиты на предприятии является повышение квалификации действующих сотрудников, прохождение семинаров, в том числе построение системы обучения для новых сотрудников.

Разобравшись с основными аспектами организации УЗЭ, можно переходить непосредственно к организации рабочих мест монтажников, регулировщиков и сборщиков РЭАиП. Рабочее место является полноценной частью технологического процесса на производстве. От его организации напрямую зависит эффективность и производительность выполняемых работ, что сказывается на качестве продукции в том числе.

На российском рынке представлено несколько компаний, занимающихся производством промышленной мебели. Производители по-разному подходят к вопросам эргономики и организации рабочих мест, предлагая собственные решения по функциональности, конструкции и уровню оснащения. Если рассмотреть в качестве примера отечественную компанию ООО НПП «Универсал Прибор», то ее продукция под маркой Universal ориентирована на создание модульных рабочих мест, которые можно адаптировать под конкретные производственные задачи. Мебель этой серии предусматривает возможность

изменения конфигурации, установки дополнительных элементов и модернизации по мере необходимости, обеспечивая удобство эксплуатации и рациональное использование рабочего пространства.

Рабочий стол монтажника, регулировщика и сборщика марки Universal представляет собой многофункциональное место для проведения не только монтажных и сборочных работ, сопряженных с ручной пайкой и прочими технологическими операциями, но и работ с применением микроскопов, контрольно-измерительных приборов и другой радиоаппаратуры. Такое место предусматривает размещение в свободном доступе для специалиста ручного инструмента, лотков и прочих систем хранения ЧЭСР-компонентов, применяемых в работе. Нередко на рабочем месте требуется разместить мониторы и системные блоки. Рабочие столы производства НПП «Универсал Прибор» позволяют подобрать индивидуальные решения и опции под любые производственные задачи. А производимая мебель имеет всю необходимую документацию: сертификаты и декларации соответствия, протоколы испытаний. Поставки партий мебели сопровождаются не только инструкциями по сборке, но и паспортами изделий, эксплуатационными картами, а также протоколами измерений статических свойств.

Прежде чем организовывать рабочее место, необходимо определиться с выбором антистатической столешницы. В производстве мебели марки Universal используются оба типа токо-

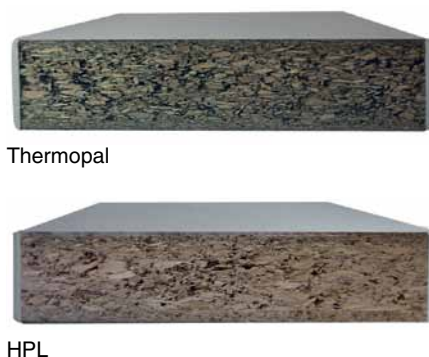


Рис. 4. Два типа токопроводящих столешниц

проводящих столешниц (рис. 4), представленных на рынке РФ: столешница Thermopal из графитонаполненного ДСП и столешница из МДФ, облицованная антистатическим HPL-пластиком. Каждый покупатель волен самостоятельно выбрать более подходящий для него вариант столешницы: «голосовать рублем» в пользу МДФ и HPL-пластика или, несмотря на стоимость, сделать выбор в пользу более стабильного и износостойкого Thermopal, зарекомендовавшего себя как эталон среди токопроводящих столешниц.

Столы для монтажников РЭАиП

Standart (рис. 5а) – это классическая серия столов для организации рабочих мест, включающая широкий диапазон стандартных типоразмеров. Опоры таких столов изготавливаются в виде четырех ножек из H-образного металлического вкладного профиля, окрашенного порошковой краской, который позволяет регулировать вы-

соту установки столешницы от уровня пола, чтобы подстроить изделие под рост сотрудника и исключить нагрузку на спину. Столы серии Ultra (рис. 5б) отличаются от предыдущей серии типом опор – имеют L-образные опоры, что позволяет достичь эргономичности. Столы серии Double (рис. 5в) имеют островной вид для эффективного использования промышленных помещений: две зеркально расположенные рабочие поверхности позволяют организовать два независимых рабочих места, а каркас столов сконструирован на базе серии Standart.

Продуктивное рабочее место – это не только про столешницу и ее размеры. Это целая выверенная система, которая помогает выполнять работу качественно и без лишнего времени на поиск нужного инструмента. Все указанные серии столов позволяют организовать вертикальное рабочее пространство над столешницей за счет установки задних стоек, на которые монтируются полки для размещения приборов, кронштейны со светодиодным освещением, электромонтажные панели с розетками, автоматами безопасности и УЗО, перфорированные экраны для крепления ручного инструмента и прочих держателей, рельсов для крепления ячеек и лотков хранения ЧЭСР и прочей ЭКБ. Для обеспечения комфортного хранения рабочего инструмента и документации предусмотрена установка подвесных тумб под столешницей, что позволяет обеспечить порядок на рабочем месте. А для удобства работы с мелкими



Рис. 5. Рабочие места Universal: а – серия Standart; б – серия Ultra; в – серия Double

детальями существует широкий выбор дополнительных изделий для освещения рабочих мест.

Столы для регулировщиков РЭАиП

Лучше всего для специалистов такого профиля подходит серия столов Ultra-AL (рис. 6а), которая имеет схожие черты с серией Ultra, но роль опор и задних стоек выполняет алюминиевый профиль. Такой тип рабочих мест идеально адаптирован для работы с приборами и прочим измерительным оборудованием, а конструкция позволяет, помимо прочего, разместить на столе компьютеры. Конечно же, имеются большие возможности для оснащения столов этой серии опциями и аксессуарами.

Столы для сборщиков РЭАиП

Зачастую в процессе сборки модулей и блоков требуется разместить на рабочем месте большое количество вспомогательного инструмента и оборудования, для чего требуется повышенное количество зон хранения. Для этой задачи предназначена серия рабочих мест Static (рис. 6б), у которых в качестве опор выступают тумбы-драйверы. Здесь, как и у столов рассмотренных серий, имеется возможность организовать вертикальное рабочее пространство. Столы каждой из указанных серий можно устанавливать без зазоров, что существенно экономит свободное пространство в помещениях.

В целях соблюдения ГОСТ ИЕС 61340-5-1-2025 рабочее место необходимо обеспечить точкой подключения антистатического браслета, для чего лучше всего подходит узел заземления, который устанавливается под столешницу в пределах рабочей зоны. А для подключения заземления столешниц, полок и других элементов ЭСР-защиты удобнее всего использовать колодку заземления, которая позволяет подключить до четырех объектов и вывести их на общий контур заземления отдельным проводом.

Одним из технологических процессов, выполняемых монтажниками, регулировщиками и сборщиками, является пайка. Несмотря на изначальный выбор ESD-столешницы, для ее защиты от продуктов пайки и паяльных материалов рекомендуется использовать термостойкий двухслойный антистатический коврик, кото-



Рис. 6. Рабочие места Universal: а – серия Ultra-AL; б – серия Static

рый по аналогии со столешницами заземляется на колодку. Процесс пайки зачастую сопровождается загрязнением воздушной среды вредными веществами, такими как пары флюса, свинца или олова, и другими токсичными газами. В целях профилактики отравлений работникам рекомендуется использовать дымоуловители для пайки, которые существуют как в одноканальном исполнении (для одного рабочего места), так и в двухканальном (для двух рабочих мест одновременно). Рабочие места должны быть оснащены ручным инструментом, который отвечает требованиям антистатической защиты. С этой ролью отлично справляются ESD-пинцеты, кусачки и бокорезы, а также другой специальный инструмент, предназначенный для работы с ЧЭСР-компонентами.

Конечно, ни одно рабочее место не сможет обойтись без стула. При выборе антистатических стульев нужно учитывать личный комфорт специалиста. Рекомендуем обращать внимание на наличие трехпозиционного механизма регулировки сиденья: должны регулироваться высота, качество сиденья (чтобы исключить ощущение дискомфорта в области подколенного сустава), наклон спинки (для минимизации нагрузки на спину). При правильном подобранном стуле сотрудник не будет чувствовать усталости и сможет выполнять поставленные задачи с высокой эффективностью и производительностью.

Дополнительное оснащение рабочих мест монтажников, регулировщиков и сборщиков РЭАиП

Процесс ручного монтажа и сборки, несомненно, включает решение вопросов, связанных с транспортировкой и хранением печатных плат и компонентов. Помимо необходимости наличия на рабочих местах антистатических подставок для плат и ящиков для хранения готовой продукции, обязательным требованием для оснащения будут антистатические транспортировочные тележки. НПП «Универсал Прибор» изготавливает такие изделия из металла, который окрашивается токопроводящей порошковой краской, а сами тележки в зависимости от типа имеют различное количество полок и плавную регулировку их установки.

Для хранения ЧЭСР-компонентов рекомендуем обратить внимание на шкафы для комплектующих, которые выпускаются в двух удобных модификациях: с 16 и 30 ящиками. Шкафы выполнены из стального сварного корпуса и имеют выдвижные ящики на телескопических направляющих полного выдвижения. А двери шкафов оснащены замками типа cam lock, что предотвращает несанкционированный доступ к содержимому. Все части корпуса, ящики и двери окрашиваются антистатической порошковой краской.

Антистатические кассетницы (рис. 7) являются удобным решением для хранения ЧЭСР-компонентов в непосредственной близости от

рабочего места. Они выпускаются в исполнениях на 8 и 16 ячеек и позволяют гибко формировать систему хранения. Кассетницы можно установить на платформу с ESD-колесами, превратив их в мобильную подкатную тумбу, либо разместить вертикально — до четырех единиц в высоту — для экономии пространства и поддержания порядка на рабочем участке.

Для оптимизации пространства и удобного размещения контрольно-измерительных приборов на рабочих местах в линейке мебели Universal предусмотрены различные виды подкатных стоек и стеллажей, а также мобильные стойки для организации компьютерных станций или размещения дополнительного оборудования. Такие конструкции могут быть оснащены регулируемыми полками, перфорированными экранами и электро-монтажными панелями, а также держателями для инструментов и кабелей. Благодаря модульности и прочному каркасу мебель легко адаптируется под индивидуальные требования конкретного производства.

Грамотно организованное рабочее место оказывает прямое влияние



Рис. 7. Антистатическая кассетница Universal

не только на производительность труда, но и на комфорт, уровень стресса сотрудников и скорость выполнения операций. Оптимальное расположение оборудования, правильный выбор мебели и инструментов способствуют снижению утомляемости, повышению концентрации и качества выполняемой работы.

Одной из особенностей компании «Универсал Прибор» является возможность комплексного оснащения рабочих мест на предприятиях различного профиля. В поставку могут входить не только антистатическая мебель и оборудование, но и контрольно-измерительные приборы, ручной инструмент, паяльное оборудование, расходные материалы и другие элементы, необходимые для организации полного технологического цикла.

Таким образом, правильный выбор оснащения рабочих мест является важным фактором в создании безопасной, эргономичной и технологичной производственной среды. Это, в свою очередь, способствует повышению эффективности работы, снижению производственного брака и укреплению общей культуры качества на предприятии.

И. С. Лучинин, руководитель отдела КИП, промышленной мебели и ESD-оснащения, ООО НПП «Универсал Прибор», г. Санкт-Петербург, тел.: +7 (812) 334-5566, e-mail: pribor@pribor.ru, сайт: pribor.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

РЕСТЭК

тел.: +7 (812) 3206363 доб. 743
e-mail: 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», «ЖКХ России» и «Защита от коррозии».

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

- ✓ Вход: 0-600 А
Выход: 4-20 мА
- ✓ Одно- и двухмодульное исполнение
- ✓ Крепление на DIN-рейку
- ✓ Порт RS-485 (протокол modbus RTU)

✓ На складах
Москвы



ООО «ЭКТ»

г. Москва, Высоковольтный проезд, дом 1, строение 24
тел.: 8 (800) 775-42-02
e-mail: ect@ect.ru

Acrel



на правах рекламы

«КоммерЦъ»: Токопроводящая смазка с позиции новейшей науки

Клуб противодействия
отраслевым аферистам



Бипрон
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

После недавнего собрания клуба «КоммерЦъ» с рассказом о новой разработке ГК «Бипрон» – токопроводящей смазке «Контакт-Макс»™ – у профессионалов в данной области возникли более глубокие и специфические вопросы. В связи с этим подготовлена новая встреча, которая посвящена актуальнейшей проблеме создания токопроводящих смазок, в частности, медной токопроводящей смазки. В статье раскрыт состав этой смазки, области применения и ее свойства. Особое внимание уделяется новым добавкам к смазкам, например, на основе ионных жидкостей и углеродных нанотрубок.

ГК «Бипрон», Московская область, г. о. Солнечногорск

В настоящее время для повышения токопроводящих свойств широко используются медные смазки, где в качестве одного из ключевых материалов присутствует, естественно, медь. В своих разработках технологи ГК «Бипрон» применяли международный и собственный многолетний опыт исследований, апробированный на медных электрических контактах со смазкой на основе комплексного лития. Данная смазка была выбрана как наиболее распространенная на мировом рынке. Именно этот состав показал лучшие низкотемпературные характеристики, длительный срок службы и устойчивость к окислению, низкое трение и лучшую реакцию к присадкам на основе комплексного лития.

Медная смазка, часто называемая противозадирным составом, представляет собой смесь, содержащую медные чешуйки или частицы. Она в основном используется для предотвращения истирания, коррозии и заедания металлических деталей, которые подвергаются воздействию высоких температур и эксплуатации в суровых условиях.

В состав медной смазки входит несколько ключевых компонентов:

- ▶ медные частицы. Они обеспечивают токопроводящие характеристики, которые делают смазку эффективной в предотвращении износа и окисления;

- ▶ загустители. Эти агенты помогают ей сохранять свою консистенцию и сцепление с металлическими поверхностями;

- ▶ базовое масло, обычно минеральное или синтетическое, действует как носитель для других компонентов;

- ▶ пластификаторы. Часто используются как вещества, которые вводят в состав полимерных материалов для придания/повышения эластичности или пластичности смеси при переработке и эксплуатации;

- ▶ добавки (различные) могут быть включены для улучшения производительности, повышения устойчивости к воде или улучшения температурной стабильности.

Медная токопроводящая смазка благодаря своей уникальной формуле широко используется в различных отраслях промышленности, например,

в следующих (которыми, впрочем, совершенно не ограничивается):

- ▶ автомобильная промышленность. Данная смазка часто наносится на тормозные компоненты, выхлопные системы и резьбовые крепежные элементы. Она помогает предотвратить ржавчину и при необходимости обеспечивает легкую разборку деталей;

- ▶ аэрокосмическая промышленность. Медная смазка необходима, когда компоненты должны выдерживать экстремальные температуры и давления. Ее часто применяют в шасси, компонентах двигателя и других критических деталях;

- ▶ производство. Если есть оборудование, которое включает скользящие или вращающиеся металлические детали, то эта смазка нужна, ведь она снижает износ, увеличивая срок службы оборудования и обеспечивая стабильную работу.

Друзья, давайте выделим одно из главных преимуществ медной токопроводящей смазки – **электрическую проводимость**. Медь, как проводящий металл, является одним из лучших выборов благодаря ее атомной структуре,

обеспечивающей движение электронов. Так как эта смазка содержит медь в качестве проводящих частиц, то необходимо разобраться, как эти частицы взаимодействуют с базовой смазкой и как это влияет на общую проводимость.

Например, влияние температуры. Этот фактор играет важную роль при оценке эффективности любой смазки. При повышенных температурах смазки могут снижать свою эффективность и уменьшать показатели проводимости, что является характеристикой их качества. Как правило, при высоких температурах смазка может истончаться, что способно потенциально повлиять на выравнивание переносящих частиц и затруднить проводимость (медь в данном случае является оптимальным решением). А при низких температурах смазка загустевает, что приводит к захвату базовым составом частиц меди ближе друг к другу, потенциально улучшая проводимость.

Для электрических соединений выбор смазки имеет решающее значение. Кстати, в выхлопных системах, где детали становятся чрезвычайно горячими, тоже может быть электрический компонент. В этих случаях проводящие свойства меди являются очень актуальными.

Кроме описанного преимущества использования медной проводящей смазки, необходимо отметить **антикоррозионные свойства**. Неоспоримо доказано, что именно этот тип смазки помогает защищать металлические поверхности от коррозии, продлевая срок службы компонентов за счет снижения износа и защиты от влаги [1].

А теперь перейдем к области улучшений и перспективных разработок.

В последнее время в мировой научной литературе опубликовано много статей о создании смазок с улучшенными свойствами на основе новых добавок. Так что это направление является многообещающим в плане научно-практической перспективы создания новых смазок.

► Так, в статье *Thermal Conductivity Characterization of Thermal Grease Containing Copper Nanopowder* изучались смазки, использующиеся в электронных устройствах. В этом исследовании нанотермопаста была приготовлена путем смешивания медного нанопорошка (который применялся в качестве теплопередающей среды

в термопастах, являющихся своего рода теплопроводящим материалом) с силиконовым маслом. Для исследования медный порошок был смешан с графеном и оксидом алюминия, а затем сравнены характеристики теплопроводности. В результате теплопроводность улучшилась на 4,5 Вт/м·К по сравнению с кремниевой основой [2].

► Для приготовления комплексной литевой смазки могут использоваться *Ketjen black (KB)*¹, ацетиленовая сажа (АВ) или углеродная сажа (СВ). Токопроводящая смазка, приготовленная с использованием KB, имеет выраженную токопроводящую способность при комнатной температуре, при 100 и 150 °С. Кроме того, эта проводящая смазка также обладает лучшими свойствами взаимодействия с поверхностью, чем смазки с АВ и СВ. Когда массовая доля ω (KB) составляет 1,8%, коэффициент трения и ширина износа уменьшаются на 11 и 14% соответственно [3].

► Согласно публикации *Insights into the Tribological Properties and Electrical Conductivity of Cu—C Coating Under Grease Lubrication*, покрытие Cu—C было получено на медной подложке и с его помощью изучено влияние композитной смазки, содержащей WS_2 и MoS_2 (дисульфид вольфрама и дисульфид молибдена), на ее свойства и электропроводность. Экспериментальные результаты показали, что покрытие Cu—C продемонстрировало определенные эффекты снижения трения в условиях сухого скольжения с нагрузкой 5Н. При нанесении на поверхность смазки на основе полимочевины покрытие Cu—C показало более низкие коэффициенты трения и контактные сопротивления при нагрузках 2Н и 5Н, что сопровождалось снижением скорости износа и указывает на связь между покрытием и смазкой, повышающую эффективность для снижения трения. Кроме того, включение добавок, таких как WS_2 и MoS_2 , способно эффективно снизить как трение, так и контактное сопротивление [4].

► Нанопорошок диоксида свинца, модифицированного сурьмой.

Новая токопроводящая смазка была синтезирована с использованием нанометрового порошка, то есть SnO_2 , легированного сурьмой Sb (АТО) в качестве добавки. Типичные свойства этой новой проводящей смазки были подробно исследованы.

Результаты показывают: АТО может значительно улучшить температуру каплепадения и снизить контактное сопротивление. Вывод теста свидетельствует о том, что АТО способно существенно улучшить свойства смазки, когда его ω (АТО) составляет: 0,1% — смазка демонстрирует наилучшие свойства снижения трения; 0,5% — проявляются максимально эффективные противоизносные свойства [5].

► Углеродные нанотрубки.

Стабильная и однородная смазка на основе углеродных нанотрубок (УНТ), одностенных и многостенных, в полиальфаолефиновом масле была получена без использования химического поверхностно-активного вещества. Например, при загрузке ω 11% по весу (7% по объему) одностенных УНТ (диаметр 1–2 нм, длина 0,5–40 мкм) теплопроводность (ТС) смазки увеличивалась на 60–70% по сравнению с составом без таких нанотрубок. Кроме того, смазка является электропроводящей, имеет высокую температуру каплепадения, хорошую термостойкость и не реагирует с медью при температурах до 177 °С. Производительность смазки с углеродными нанотрубками может становиться лучше с повышением качества и чистоты нанотрубок [6].

► Ионные жидкости и их влияние на электропроводность смазок.

В статье *On Electric Conductivity of Greases* опубликовано исследование о влиянии введения ионных жидкостей в состав смазок и изменении их свойств. Оценена зависящая от температуры объемная проводимость литевой комплексной смазки, легированной различными ионными жидкостями и неионными твердыми веществами (медью и графитом), и объяснены довольно разные механизмы проводимости. Объемная ионная проводимость чистых ионных жидкостей также была измерена, что помогает в интерпретации смазок на основе ионной жидкости [7].

Ионные жидкости (ИЖ) стали жизнеспособным решением для раз-

¹ Ketjen black (KB) — это разновидность технического углерода, изготовленная с помощью очень оригинального специального производственного процесса. По сравнению с обычной токопроводящей технической сажой, KB требует совсем небольшого количества этой добавки для достижения высокой проводимости.



Рис. 1. Медная токопроводящая смазка «Контакт-Макс»™

работки смазочных материалов нового поколения как в качестве чистых смазочных материалов, так и в качестве присадок к ним. Благодаря наличию дискретных ионов ИЖ имеют возможность создавать электропроводящие смазочные материалы, совместимые с современными условиями электропривода, что является новой стратегией для разработки смазочных систем. Проблемным вопросом в этом является достижение требуемых характеристик электрических свойств смазочных материалов, учитывая их сложную архитектуру. Объемная проводимость литиевой комплексной смазки, легированной ИЖ, оценивается и сравнивается со смазками с обычными присадками.

Для легированных ИЖ смазок сравнение с электропроводностью чистых ИЖ показывает, что в дополнение к диссоциации ионов их взаимодействие с различными компонентами смазки (базовое масло, загуститель)

имеет решающее значение для определения проводимости смазки [8].

Вместо выводов сегодняшней встречи позволим себе отметить подтвержденное высокое качество и эффективность отечественной медной токопроводящей смазки «Контакт-Макс»™ (рис. 1) и предложить коллегам-специалистам провести ее тестовое использование в условиях промышленной эксплуатации оборудования. Также выражаем готовность к совместным перспективным разработкам смазочных систем и соответствующих продуктов.

Желаем всем благотворного сотрудничества на благо нашей Родины!

Литература

1. Paul Garcia. Is Copper Slip Grease Conductive? Understanding the Science Behind this Essential Lubricant. 2024, December 13.
2. Haneul Kang, Hyunji Kim, Jihye An, Siyeon Choi, Jinho Yang, Hyomin Jeong and

Sunchul Huh. Thermal Conductivity Characterization of Thermal Grease Containing Copper Nanopowder // MDPI: [сайт]. Materials 2020, 13(8), 1893. URL: <https://doi.org/10.3390/ma13081893> (дата обращения: 03.10.2025).

3. Cao Zhengfeng, Cao Zhengfeng, Cao Zhengfeng. Conductive capacity and tribological properties of several carbon materials in conductive greases // Industrial Lubrication and Tribology. 2016. № 68(5).

4. Kuo Yang, Yanqiu Xia, Yi Zhang, Wenhao Chen & Xin Feng. Insights into the Tribological Properties and Electrical Conductivity of Cu–C Coating Under Grease Lubrication // Springer Nature: [сайт]. Volume 72. 2024. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11249-024-01855-3> (дата обращения: 03.10.2025).

5. Wei Yu, Junchang Zhao, Mingzhu Wang, Yiheng Hu, Lifei Chen & Huaqing Xie. Thermal conductivity enhancement in thermal grease containing different CuO structures. // Nanoscale Research Letters. 2015.

6. Haiping Hong, Dustin Thomas, Andy Waynick, Wenhua Yu, Pauline Smith & Walter Roy. Carbon nanotube grease with enhanced thermal and electrical conductivity // Journal of Nanoparticle Research. 2009. № 12 (2).

7. Akepati Bhaskar Reddy, Faiz Ullah Shah, Johan Leckner, Mark Rutland, and 1 more. On Electric Conductivity of Greases // Research Square: [сайт]. February 2022. URL: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1296562/v1> (дата обращения: 03.10.2025).

8. Akepati Bhaskar Reddy^a, Faiz Ullah Shah^b, Johan Leckner^{c,a}, Mark W. Rutland^{d,e,f}, Sergei Glavatskih^{a,f,g}. Ionic liquids enhance electrical conductivity of greases: an impedance spectroscopy study // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. Volume 683, 20 February 2024, 132875.

Д. А. Белов, генеральный директор,
А. С. Грибанов, технический директор,
А. М. Конторов, главный химик-технолог,
ГК «Бипрон»,
Московская область, г. о. Солнечногорск,
тел.: +7 (800) 550-4944,
+7 (906) 722-2550,
e-mail: info@bipron.com,
сайты: www.npo-bipron.ru, www.bipron.com



vk.com/journal_isup
ВКонтакте



<https://t.me/isupmagaz>
Телеграм



<https://dzen.ru/isup>
Дзен

Все новости и статьи в свободном доступе

Технология, сохраняющая ресурсы планеты



В статье рассказано о разработке и особенностях отечественной технологии цинкирования, которая позволяет создать долговременное защитное покрытие на металлических конструкциях простым и быстрым по сравнению с другими технологиями способом. В качестве примеров представлено несколько проектов, реализованных с применением состава класса Zinker.

ООО «Цинкер», г. Москва

Цинкирование, то есть создание протекторной защиты металлических изделий с помощью состава класса Zinker, – относительно новая технология. Ее разработала группа химиков, которые, окончив в начале 2000-х годов РХТУ им. Д. И. Менделеева, основали компанию «НПЦ антикоррозионной защиты», создали рецептуру цинкового состава для защиты от коррозии и вывели его на рынок.

Прошло несколько лет, прежде чем они осознали, что создали по-настоящему новую технологию: цинковых составов с такими же характеристиками на рынке просто не было. Поэтому в 2017 году они придумали название состава и бренда – Zinker, название технологии – цинкирование, открыли компанию ООО «Цинкер» и стали последовательно заниматься получением документации. К настоящему времени технология цинкирования внесена в СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии», в СТО 001-2009 «Защита металлических конструкций мостов от коррозии методом окрашивания», получила сертификат Морского Регистра судоходства и много других сертификатов, которые можно посмотреть на сайте компании.

В чем же своеобразие технологии цинкирования? Самое главное: создается очень долговечное покрытие быстрым и простым способом.

Немного пояснений. Цинковая защита металла от коррозии бывает

протекторной или барьерной. При протекторной защите покрытие не изолирует железо, а вступает с ним в реакцию, образуя гальваническую пару Fe-Zn. А поскольку цинк более активный металл по сравнению с железом, то он первым вступает в реакцию с коррозионной средой и, окисляясь, отдает свои электроны железу, восстанавливая его. Однако известные технологии горячего и гальванического цинкования, создающие протекторную защиту, требуют сложной обработки изделий: она выполняется на заводе, имеет много ограничений (например, в промышленную ванну не помещаются крупногабаритные конструкции) и высокую стоимость. Так что протекторная защита применяется далеко не везде.

Барьерная защита дешевле и проще, но назвать ее эффективной нельзя. Краску наносят кистью, валиком и другими простыми средствами, отделяя металл от коррозионной среды. Такой барьер, даже многослойный, слишком легко повреждается. Достаточно мелкой трещины, чтобы начался процесс коррозии, поэтому закрашенные поверхности быстро разъедает ржавчина. Тем не менее барьерную защиту продолжают широко применять, потому что обработка проста и не затратна.

Цинкирование совмещает преимущества обоих методов. Состав класса Zinker создает протекторную защиту: железо и цинк взаимодейст-

вуют на электрохимическом уровне. При этом с помощью цинкирования можно обработать даже мост или трубопровод: состав класса Zinker наносится на месте с помощью валика, кисти, пульверизатора или баллончика, тем самым отнимая у покраски ее единственное преимущество – быстроту, легкость и дешевизну обработки.

Повредиться покрытие Zinker может, но этот состав настолько пластичен, что маленькие повреждения затягиваются сами. Более крупное повреждение само не затянется, но состав консервирует его, не пуская ржавчину дальше, поэтому дефект легко исправить.

Хотя технология цинкирования еще относительно новая, рынок постепенно узнает ее и начинает ценить. Сегодня уже немало компаний воспользовались цинкированием, причем география распространения охватывает всю территорию России: от Калининграда до Владивостока, от южных регионов до арктических зон. Составом класса Zinker покрывают сельскохозяйственные постройки, конструкции промышленных предприятий и элементы дорожной инфраструктуры, гидросооружения, объекты топливно-энергетического комплекса, машины спецтехники и полуприцепов, морские суда, лодки и т.д. Приведем несколько примеров применения состава класса Zinker.



Главный храм Вооруженных сил РФ в Кубинке. Показательным примером является Патриарший собор во имя Воскресения Христова, также известный как Главный храм Вооруженных сил РФ. Длина ферм его купола составляет 18 метров, поэтому обрабатывать их методом горячего или гальванического цинкования было сложно. Цинкование же как раз легко справляется с задачей обработки крупных поверхностей. Также составом класса Zinker были покрыты металлические напольные плиты с узорами, которые должны выдерживать шаги миллионов людей.



Выставка «Россия» на ВДНХ. Еще одним громким проектом стала работа над оформлением международной выставки-форума «Россия» на ВДНХ в Москве. Здесь с помощью цинкования защищали световой променад – длинную галерею из 48 арок, встречающую посетителей у главного павильона выставки. Арки, представляющие собой разборные конструкции, должны были выдерживать воздействие снега, дождя, ветра и грязи, перемешанной с противогололедными реагентами, которую приносили на обуви тысячи посетителей. Конструкции требовалась надежная защита, но горячее и гальваническое цинкование не подошло. И не только из-за сложности транспортировки. В конструкциях применялись тонкие металлические профили: в горячей ванне металлический лист расплавился бы, а кислота (электролит при гальванизации) его бы разъела. Тогда компания, возводящая световой променад, впервые узнала о цинковании. На то, чтобы обработать всю огромную конструкцию составом класса Zinker, бригаде из 4 человек потребовался месяц.



Арктика: термостабилизаторы «Ямал СПГ». Больше 10 лет назад составом класса Zincker были обработаны термостабилизаторы комплекса по добыче и производству сжиженного природного газа «Ямал СПГ». В условиях Арктики одну из главных угроз для надземных конструкций представляет обледенение. Ледяная корка увеличивает нагрузку на металл и приводит к развитию в нем внутренних деформаций и напряжений, которые снижают его предел выносливости и способствуют развитию коррозионных процессов. Термостабилизаторы, которые предохраняют от оттаивания вечную мерзлоту и обеспечивают стабильность всех построек и инженерных сооружений, сами нуждаются в защите. Цинкирование подошло для этой задачи, поскольку покрытие Zincker пластично и переносит низкие температуры без потери прочности.

Вышки сотовой связи. Сетевое оборудование ставят либо на опоры двойного назначения (со световыми элементами), либо на отдельно стоящие мачты. Длина радиолокационных антенн может составлять 27 метров.

Такие конструкции испытывают большие ветровые нагрузки и раскачиваются, из-за чего горячеоцинкованный защитный слой трескается. Но покрытие на основе состава класса Zincker очень пластично, оно выдерживает такие нагрузки без повреждений.



Мост через реку Толмачёвка и другие мосты. Составом класса Zincker покрыты отдельные элементы Крымского моста через Керченский пролив. А вот в Астраханской области мост через реку Толмачевка был обработан полностью: на картинках он показан в цехе во время обработки и уже собранным над рекой. Металлические конструкции мостов в принципе очень удобно обрабатывать составом класса Zincker: пульверизатор позволяет покрыть тонким слоем состава весь рельеф изделия.



Сельскохозяйственные постройки. На юге России цинкирование охотно применяют фирмы, занимающиеся возведением сельскохозяйственных построек. Это могут быть каркасы складов, ангаров, элементы животноводческих ферм. Так, на картинках изображены каркас животноводческого комплекса и козья ферма, для обработки которых применялся состав класса Zinker. Объекты сельского хозяйства часто расположены вдали от крупных городов, а значит, и от предприятий, которые занимаются горячим цинкованием. Им важно провести антикоррозионную обработку прямо на месте.



Дорожная инфраструктура. Любая металлическая конструкция, установленная рядом с автомобильным шоссе, будет быстро разрушена коррозией, если ее не защитить. Сплошной поток машин создает слишком много негативных факторов. Компания из Иркутска, изготавливающая дорожные столбики, пыталась защитить свои изделия специальной краской. Требовалась защита не только от химических веществ, но и от температурного воздействия, потому что Иркутск находится в условиях резко континентального климата, для которого характерны большие амплитуды колебания температур. Ни одна краска не выдерживала таких условий, и покрытие быстро портилось. А горячее цинкование не подошло, потому что в регионе не было своего предприятия, выполняющего эту работу, везти же в соседний регион было дорого. Состав класса Zinker позволил защитить элементы дорожной инфраструктуры.

Заклучение

По словам генерального директора компании «Цинкер» Василия Бочарова, своей главной целью компания считает широкое внедрение новой технологии, позволяющей экономить как средства компаний и эксплуатирующих организаций, так и природные ресурсы. А для этого необходи-

мо вести информационную работу, рассказывать о составе класса Zinker, о котором кто-то не слышал, а кто-то, возможно, слышал, но относится скептически, как к разработке, которую выдвигает частная, молодая и не очень крупная компания. Поэтому на сайте ООО «Цинкер» можно найти много материалов, рассказывающих

не только о проектах компании, но и о коррозии в целом. А коррозия — это большая и насущная для человечества проблема.

ООО «Цинкер», г. Москва,
тел.: +7 (800) 222-3763,
e-mail: Zinker@Zinker.ru,
сайт: www.Zinker.ru

Правильно – это Цинкировать!

Цинкирование – технология, позволяющая зарабатывать Больше!

Это реальная замена горячего цинкования!

Заключения

ISO-12944:2018 C4veryhigh 121-130 мкм (более 25 лет)

ISO-12944:2018 C5high 121-130 мкм (15-25 лет)

ГОСТ 9.401 УХЛ1-120 мкм (более 25 лет)

Одобрение Российского Морского Регистра Судоходства

Технология Цинкирования внесена в СП 28.13330.2017 «СНиП 2.03.11-85

Защита строительных конструкций от коррозии»

(Цинкирование (t = 80–120 мкм) в слабоагрессивных средах)



Отличительные особенности Цинкирующего состава

1. Образует стабильную субдисперсионную Zn-Fe зону на поверхности металла.
2. Обладает свойством межслойной диффузии.
3. Сохраняет функцию поверхностной самоконсервации и самовосстановления в течение всего срока службы.
4. Отличается достаточной стойкостью к абразивному воздействию.
5. Межатомное расстояние в цинкерном слое аналогично межатомному расстоянию в слое цинка, нанесённого с помощью процесса погружения в ванну.
6. Наносится даже зимой при температуре от -30°C .
7. UV-стабильно, имеет благородный серый цвет.

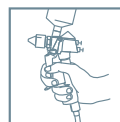
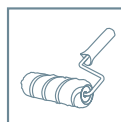
ВНЕСЕНО В СТО-01393674-007

**ЗАЩИТА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ МОСТОВ
ОТ КОРРОЗИИ МЕТОДОМ ОКРАШИВАНИЯ**

01. Подготовка



02. Нанесение



Высокоточные сушильные шкафы

- Стандартные типоразмеры: 64, 150, 300 л; изготовление по индивидуальным размерам.
- Диапазон температур: +50...+250°C.
- Точность поддержания t: $\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Неравномерность температуры по объему рабочей камеры: $\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Время выхода на максимальную температуру: не более 90 мин.



24 ГАРАНТИЯ
МЕСЯЦА

Испытательное климатическое оборудование

- Термовакuumные камеры
- Термобарокамеры
- Камеры тепла-холода
- Камеры тепла-холода-влаги
- Камеры солнечной радиации
- Термостаты охлаждающие

Термобарокамера избыточного давления «ТЕХНОЛОГИЯ»

Современные испытательные задачи все чаще требуют нестандартных решений, и особую ценность приобретает оборудование, разработанное по индивидуальному техническому заданию. Недавно специалисты компании «ТЕХНОЛОГИЯ» представили термобарокамеру избыточного давления, построенную на базе проверенной серии ТБК бренда «ТЕХНОЛОГИЯ», но существенно доработанную под специфические задачи. В этой испытательной установке сочетаются серийные элементы и уникальные инженерные решения, позволяющие работать при избыточном давлении и повышенных температурах. Мы решили обратиться к разработчикам термобарокамеры и затронуть темы, которые могут заинтересовать потенциальных пользователей такого оборудования: это особенности конструкции и автоматики, меры безопасности и др. На вопросы издания отвечает Григорий Сигалов, коммерческий директор ООО «ТЕХНОЛОГИЯ».

ЦИТАТА: Для нас задача по согласованию режимов не является сложной, поскольку мы имеем огромный опыт по производству термобарокамер.

Григорий Вячеславович! Давайте поговорим о рабочих параметрах термобарокамеры, таких как диапазон температур, максимальное избыточное давление, влажность, если она контролируется, размеры рабочей зоны (габариты, объем).

Термобарокамера «ТЕХНОЛОГИЯ» (рис. 1) воспроизводит как отрицательные температуры (от $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$), так и положительные (до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$) с точностью поддержания $\pm 0,5\text{ }^{\circ}$. Неоднородность в рабочем объеме – 2,0. Также камера обеспечивает изменение и поддержание заданного параметра давления при проведении технологических работ, тестировании и проверке ресурса приборов, аппаратуры, меха-



Рис. 1. Термобарокамера избыточного давления «ТЕХНОЛОГИЯ»: внешний вид

низмов, изделий, материалов. Диапазон воспроизводимых давлений – от 1 мм рт. ст. и до 3 атмосфер.

Что касается размеров термобарокамеры, то габариты изделия составляют 1600 мм в ширину, 2200 – в глубину и 2350 мм в высоту, размер рабочей камеры – $800 \times 800 \times 800$ мм, а объем – 500 л (рис. 2).

Сколько времени требуется для выхода термобарокамеры на заданный режим по давлению и температуре? Какова динамика запуска и насколько быстро система стабилизируется?

Скорость изменения температуры и давления в камере может регулироваться контроллером и зависит



Рис. 2. Рабочий объем термобарокамеры «ТЕХНОЛОГИЯ»

от технических требований заказчика в соответствии с ГОСТ или ТУ, по которым производятся испытания. Как правило, сначала происходит термостатирование, а затем камера выходит на заданную величину давления и подерживает установленный режим.

Какие материалы и конструкции использованы для устойчивости к избыточному давлению при высоких температурах?

Термобарокамера визуально схожа с типовым оборудованием серии ТБК, однако имеет усиленную конструкцию рабочего объема для работы с избыточным давлением. Герметичность при работе камеры на избыточное давление обеспечивается с помощью дополнительного болтового крепления двери к portalу по периметру, силиконового уплотнителя и фтор-каучуковых изделий (рис. 3). Такое решение позволяет сохранять уверенность в герметичности и безопасности конструкции.

Как реализована система автоматизации и управления камерой? Есть ли возможность подключения своего оборудования мониторинга и КИП?

Управление режимами работы оборудования осуществляется с помощью программируемого контроллера OMRON SCP-220, оснащенного встроенным ПИД-регулятором. Реа-

лизованы программируемые режимы работы: 32 программы в памяти контроллера, 100 шагов в каждой программе с возможностью повторения.

Программа принимает и накапливает текущие значения и установки, а также отображает текущие и сохраненные ранее результаты измерений параметров в цифровом и графическом виде, экспортирует и сохраняет данные в файл. Также отмечу, что программное обеспечение, установленное в контроллере, имеет закрытый исходный код, что защищает от стороннего вмешательства в работу системы.

Что касается подключения оборудования, то отвечаю так: на одном предприятии можно объединить различное испытательное оборудование производства ООО «ТЕХНОЛОГИЯ» в сеть управления и контроля. Также имеется возможность подключить контроллер к внешним устройствам мониторинга по RS-485, RS-232, Ethernet.

Как обеспечивается безопасность при эксплуатации камеры под давлением?

Во-первых, как я уже упоминал, в камере применяется несколько специфических конструктивных решений для безопасной эксплуатации под давлением. Во-вторых, предусмотрена защита от превышения критических значений. Она осуществляется с помощью предохранительного клапана, программного ограничения диапазона давления и дублирующих датчиков.

Как обеспечивается стабильность параметров (температуры, влажности и давления) при работе камеры? Бывают ли сложности в согласовании этих режимов между собой?

Стабильность параметров обеспечивается с помощью управляющего контроллера путем точной настройки ПИД-регулятора. Для нас задача по согласованию режимов не является сложной, поскольку мы имеем огромный опыт по производству термобарокамер.

Как в камере решена защита от сжопывания при высоких температу-



Рис. 3. Дополнительное болтовое крепление двери к portalу по периметру увеличивает герметичность конструкции

рах и малом избыточном давлении при остывании?

Все технологические решения предусмотрены на этапе проектирования установки с помощью точных расчетов. Испытательная установка успешно прошла первичную метрологическую аттестацию на предприятии заказчика и уже выполняет назначенные функции.

Мы производим термобарокамеры не первый десяток лет, поэтому можем изготовить по техническому заданию установки нестандартного размера или с дополнительными функциями, такие как термобаровлагодкамера, камера с поворотным рабочим объемом. В этом нам помогает накопленный опыт, используемые в работе технологии и технологическая оснастка.

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



Г. В. Сигалов, коммерческий директор,
ООО «ТЕХНОЛОГИЯ»,
г. Санкт-Петербург,
тел.: +7 (812) 981-2080,
e-mail: info@clim-tech.ru,
сайт: clim-tech.ru

Новые промышленные роутеры Microdrive

TR-600 и TR-601: надежность, PoE и высокая скорость связи для современных задач



В статье представлена новая разработка российской компании «Микродрайв» – промышленные коммутаторы TR-600 и TR-601 для систем связи, автоматизации, мониторинга и видеонаблюдения. Перечислены их функциональные возможности, такие как PoE out – функция, позволяющая роутеру питать подключенные устройства по кабелю Ethernet. Приведены примеры применения новых промышленных роутеров.

ООО «Микродрайв», г. Пермь

В условиях цифровизации промышленности и внедрения систем удаленного мониторинга возрастает потребность в надежных коммуникационных решениях. Промышленные роутеры играют ключевую роль в инфраструктуре таких систем – от АСУ ТП и IoT-платформ до систем видеонаблюдения, транспорта и энергетики. К промышленным маршрутизаторам предъявляются повышенные требования: они должны иметь широкий диапазон рабочих температур, устойчивость к вибрациям и электромагнитным помехам, поддерживать резервирование каналов и возможность дистанционного администрирования.

Пермский разработчик и производитель ООО «Микродрайв» выпустил две новые модели промышленных роутеров – TR-600 и TR-601 для систем связи, автоматизации, мониторинга и видеонаблюдения. Эти устройства разработаны с учетом перечисленных выше требований и предназначены для работы в условиях, где стабильность и предсказуемость сети имеют решающее значение. Роутеры сочетают высокую производительность с устойчивостью к сложным условиям эксплуатации и, что немаловажно, имеют бюджетную цену, пред-

лагая отечественную альтернативу зарубежным решениям.

Ключевые особенности моделей

Новые промышленные роутеры Microdrive TR-600 и TR-601 (рис. 1) построены на современной аппаратной платформе, обеспечивающей высокую производительность и надежность при работе в сложных условиях. Обе модели оснащены пятью Ethernet-портами и поддерживают LTE категории 6 с агрегацией частот, что обеспечивает стабильное высокоскоростное мобильное соединение и устойчивость к сетевым нагрузкам. Для резервирования каналов связи предусмотрены две сим-карты, переключение между которыми происходит за 4 секунды, а производительный процессор позволяет без потерь скорости использо-

вать VPN-туннели, маршрутизацию и шифрование трафика.

Главное различие между моделями – наличие функции PoE out у TR-600 (рис. 2), благодаря чему роутер может питать внешние устройства (IP-камеры, точки доступа, датчики) по Ethernet-кабелю с мощностью до 30 Вт на порт (всего – четыре порта). Модель TR-601 сохраняет все сетевые и функциональные возможности серии, но без PoE out, это делает ее более экономичным решением для систем, где нужно промышленное качество, но не требуется питание подключенных устройств по Ethernet.

Обе модели основаны на современной аппаратной платформе и используют собственную операционную систему Microdrive NetOS. Поддерживаются ключевые сетевые функции:



Рис. 1. Промышленные роутеры Microdrive TR-600 и TR-601



Рис. 2. Через четыре порта Ethernet роутер TR-600 может питать внешние устройства

VPN (OpenVPN, L2TP, GRE, EoIP), маршрутизация, VLAN, фильтрация и защита трафика.

Реализовано автоматическое резервирование мобильных каналов и быстрое переключение между сим-картами, что обеспечивает бесперебойное функционирование даже при временных сбоях в работе операторов связи. Встроенные средства мониторинга по SNMP, управление по веб-, SSH- и СМС-командам упрощают администрирование и диагностику сети. Для быстрой проверки связи доступны утилиты ping, traceroute, iperf3.

Отдельного внимания заслуживает роутер TR-600, так как наличие PoE out делает его удобным для построения компактных систем, где питание и передача данных объединены в одном кабеле. Такой роутер заменяет небольшой управляемый коммутатор для видеонаблюдения с быстрым LTE-модемом на борту. И все это — в одном компактном корпусе.

Интерфейс и возможности эксплуатации

В традициях компании «Микродрайв» уделять внимание удобству и простоте настройки. В обеих моделях реализован интуитивно понятный русскоязычный веб-интерфейс, где основные функции сгруппированы логично и доступны без дополнительных утилит.

Поддерживается экспорт и импорт конфигураций, централизованное администрирование и обновление прошивок онлайн. Параметры VPN, VLAN, Firewall можно настраивать прямо из графического интерфейса, что важно для инженеров и системных интеграторов, которым нужно быстро вводить оборудование в эксплуатацию на множестве объектов.

Роутеры TR-600 и TR-601 сертифицированы для эксплуатации в промышленных условиях и соответствуют требованиям по надежности и безо-

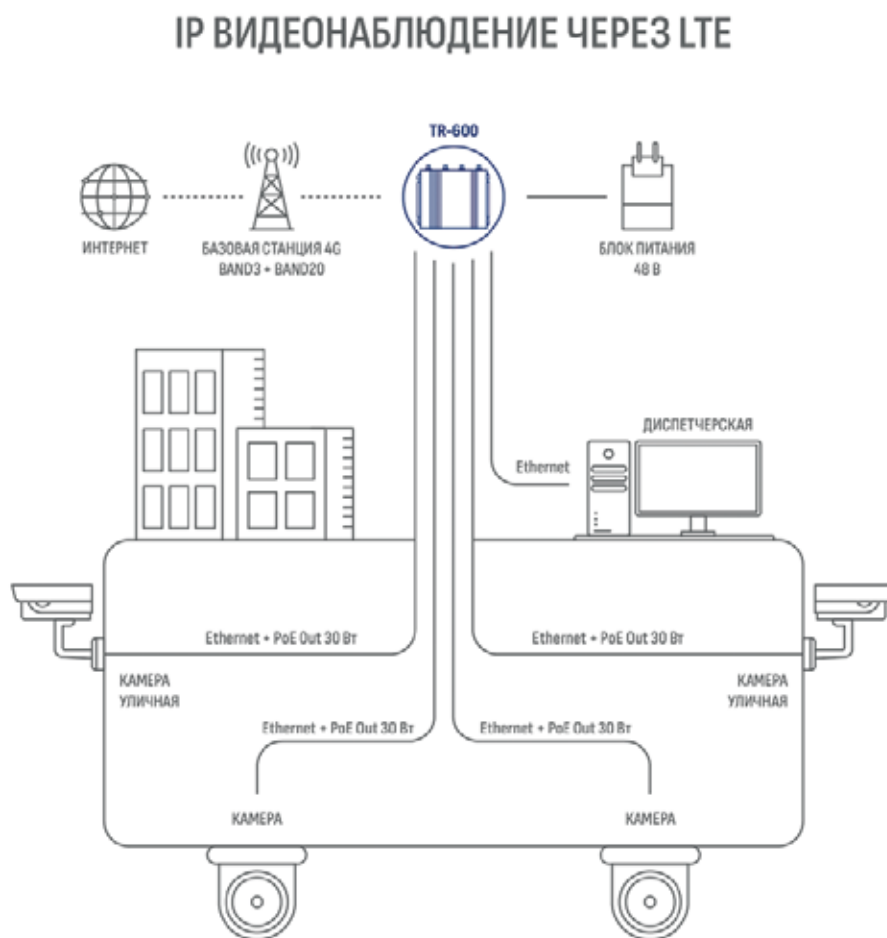


Рис. 3. Схема построения системы видеонаблюдения через LTE

пасности. В устройствах предусмотрены механизмы автоматического восстановления соединения, защита от зависаний и перепадов питания. Широкий температурный диапазон (-40...+60 °C) позволяет применять их в самых разных климатических условиях — от серверных помещений до уличных шкафов связи.

Приведем несколько примеров использования промышленных роутеров TR-600 и TR-601. Так, в системах видеонаблюдения и безопасности роутер TR-600 с PoE out может питать камеры и передавать потоковое видео по LTE (рис. 3). На АЗС, транспортных комплексах, терминалах самообслуживания роутеры TR-600 и TR-601 обеспечивают стабильный канал связи с резервированием. В промышленных IoT-решениях — служат для подключения датчиков и контроллеров с постоянным онлайн-доступом. Востребованы они и в системах мониторинга и управления удаленными объектами (трубопроводы, насосные станции и др.).

Сочетание бюджетности и функциональных возможностей промыш-

ленного оборудования класса Enterprise позволяет использовать роутеры TR-600 и TR-601 в проектах с большим количеством узлов связи — от сетей мониторинга до распределенных IoT-платформ. А применение единой программной платформы Microdrive дополнительно сокращает затраты на внедрение и техническое обслуживание.

Заключение

Новые промышленные роутеры TR-600 и TR-601 — пример того, как отечественный производитель предлагает конкурентоспособное промышленное оборудование. При этом «Микродрайв», как российская компания, всегда рядом. Она способна быстро отреагировать, вовремя оказать техническую поддержку и предоставить всю документацию на русском языке.

ООО «Микродрайв», г. Пермь,
тел.: +7 (342) 211-15-06,
e-mail: info@micro-drive.ru,
сайт: www.micro-drive.ru

Промышленные коммутаторы STEZ48xx

как пример импортозамещения



В статье рассмотрены отечественные промышленные коммутаторы серии STEZ48xx, которые были разработаны отечественным предприятием по техническим требованиям атомной и энергетической отраслей и сегодня замещают аналогичные изделия международных корпораций.

ООО «НПО «АвалонЭлектроТех», г. Москва

Промышленный коммутатор — это сложное изделие, которое востребовано на разных высокотехнологичных производствах: в атомной отрасли, в энергетике, на транспорте и т. д. До 2022 года на крупных российских предприятиях были распространены промышленные коммутаторы иностранных производителей, в частности, Phoenix Contact, которые сегодня можно получить по ненадежным схемам серого импорта. Однако не прошло и двух лет, как на замену появились не уступающие им по качеству промышленные коммутаторы STEZ48xx. Что это за коммутаторы и как их разрабатывали, расскажем в одной истории импортозамещения.

Ступинский электротехнический завод

Промышленные коммутаторы серии STEZ48xx Ступинского электротехнического завода (ООО «СТЭЗ») были выпущены в 2024 году, получили аттестацию Россетей, их ПО внесено в реестр российского программного обеспечения Минцифры, а само оборудование — в реестр российской продукции Минпромторга РФ. Последнее особенно важно, потому что теперь эти коммутаторы могут участвовать в тендерах по 44-ФЗ и 223-ФЗ, а российские компании, в том числе с госу-

дарственным участием, могут приобрести их, не опасаясь, что купленная продукция не соответствует постановлениям Правительства № 878 и № 719.

СТЭЗ разработал свои промышленные коммутаторы по внутренним стандартам компаний атомной и энергетической отраслей — под их требования. Это была работа, четко направленная на импортозамещение. До 2022 года на рынке уже хорошо знали продукцию завода, только тогда он был одним из предприятий компании Phoenix Contact, которое она построила на территории особой экономической зоны «Ступино Квадрат» для изготовления электромеханических и электронных компонентов. В 2022 году немецкий производитель продал Ступинский завод инвестиционному холдингу «Группа компаний «Авалон»» и ушел с российского рынка, оставив свои производственные линии, инженерную документацию и лабораторию. Однако новой группе компаний, в которую теперь входили ООО «НПО «АвалонЭлектроТех» и ООО «СТЭЗ», этого было недостаточно.

Во-первых, не было ни сырья, ни компонентов для производства. Во-вторых, раньше Ступинский завод выполнял ограниченный круг работ

для бренда, чье производство осуществлялось в разных странах мира. Он выпускал порядка 400 изделий и отвечал за техническое обслуживание продукции. Теперь пришлось пересмотреть подход к работе: надо было производить собственные изделия с нуля. Пришлось заново искать поставщиков компонентов и сырья, выстраивая новые логистические цепочки. С этой работой удалось справиться за полгода, пройдя через этап полной остановки производства.

Составляя ассортимент выпускаемых изделий, предприятие собрало технические задания от ведущих компаний различных отраслей и выбрало самые востребованные продукты, сосредоточившись на их локализации. Среди таких изделий были промышленные коммутаторы, необходимые для предприятий атомной и энергетической отраслей.

Локализацию производства промышленных коммутаторов удалось полностью завершить за три года. Сегодня все ключевые операции — от сборки до тестирования — выполняются в России на российском или полностью адаптированном для России оборудовании. Это означает, что отечественные потребители получают необходимую продукцию в короткие

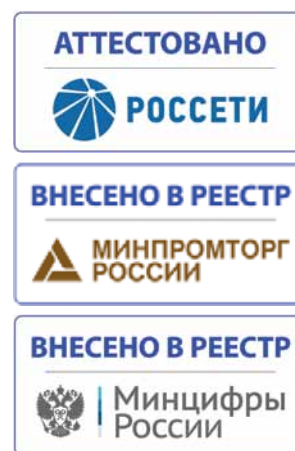


Рис. 1. Промышленные коммутаторы STEZ48xx разных исполнений

сроки, а срыв поставок крайне маловероятен. Но главное – были созданы действительно передовые решения. Рассмотрим их подробнее.

О коммутаторах серии STEZ48xx

STEZ48xx (рис. 1) – это промышленные магистральные коммутаторы уровня L2/L3 для критически важной инфраструктуры предприятий. Эти устройства поддерживают IP-маршрутизацию, протоколы VRRP, OSPF, RIP, IGMP, PIM и могут иметь до 28 портов Gigabit Ethernet. В серии восемь моделей, которые различаются количеством и характеристиками портов для подключения.

Коммутаторы STEZ48xx применяются в автоматизированных системах управления производством, работают с виртуальными компьютерными локальными сетями (VLAN), управляют сетевым трафиком (QoS – оптимизация трафика с помощью назначения

приоритетов) и поддерживают большой набор функций для обеспечения безопасности. Кроме того, коммутаторы серии STEZ48xx поддерживают управление по протоколу передачи данных MMS IEC 61850. На аппаратном уровне реализована поддержка синхронизации времени по стандарту PTPv2.

Промышленные коммутаторы STEZ48xx отличаются высокой помехоустойчивостью, отвечающей требованиям основных государственных стандартов. Оснащены корпусом с пассивным охлаждением и степенью защиты IP40, предназначены для установки в стойки и шкафы 19-дюймового стандарта. Основные характеристики коммутаторов указаны в табл. 1.

На новой производственной линии, которая была запущена в течение года (что можно считать выдающимся результатом), осуществляется SMT-монтаж и корпусирование печатных

плат, устанавливается прошивка на чипсет, проводится тестирование готовой продукции.

Отечественный продукт

Промышленные коммутаторы серии STEZ48xx – это полностью отечественный продукт (рис. 2). В декабре 2024 года они успешно прошли аттестацию на соответствие требованиям СТО 34.01-6-005-2019 ПАО «Россети» «Коммутаторы Энергообъектов» и получили надлежащие заключения аттестационной комиссии (ЗАК). В июне 2025 года серия, пройдя все процедуры соответствия, была включена в реестр промышленной продукции Минпромторга РФ и получила официальное подтверждение статуса локализованного оборудования согласно постановлением Правительства РФ № 719 и № 878. А встроенное программное обеспечение (firmware) прошло все необходимые проверки и было включено в реестр российского программного обеспечения (реестр РПО, реестр Минцифры).

Приведем один пример, доказывающий, что разработка получилась по-настоящему удачной. 22–26 сентября в Екатеринбурге состоялись Межрегиональные соревнования профессиональных мастеров персонала по обслуживанию устройств РЗА и АСУ ТП группы «Россети». Конкурсанты, которые съехались со всей страны, выполняли сложные задания по проектированию, наладке, комплексным и послеаварийным проверкам элементов высокоавтоматизированных подстанций (ВАПС), по устранению неисправностей.

Этому масштабному событию требовалось техническое сопровождение.

Таблица 1. Основные характеристики промышленных коммутаторов серии STEZ48xx

Характеристика	Значение
Элементная база	Китайского производства
Исполнение	FCBGA
Техпроцесс	SMIC
Производительность	152 Gbps
Максимальная конфигурация	48 × 1GE + 8 × 10GE, 32 × 1GE + 12 × 10GE
Поддержка промышленных протоколов, небольшие и контролируемые задержки доставки сообщений, аппаратная поддержка протокола точного времени	1588v2 (PTP)
Протоколы резервирования	ST-Ring, ST-Ring+, ST-VLAN, STRP/DHP, RTSP/MSTP, STP, MRP
Протоколы маршрутизации	Статической, динамической RIPv1/v2, OSPFv2, VRRP, NAT
Управление, обслуживание	CLI, Telnet, Web
Рабочая температура, °C	-40...+85



Рис. 2. Производство промышленных коммутаторов серии STEZ48xx на Ступинском электротехническом заводе

Сетевая инфраструктура выставочной экспозиции и полигона ВЭПС была построена в учебном центре «Россети Урал» на базе промышленных коммутаторов STEZ48xx. В ходе конкурсных испытаний оборудование Ступинского электротехнического завода обеспечило бесперебойную и надеж-

ную работу систем в соответствии со строгими требованиями современной энергетики.

«Для нас большая честь, что оборудование нашего завода играет такую важную роль в столь значимом для отрасли событии, — отметил Денис Эйнович Тойвонен, коммерческий

директор ООО «НПО «АвалонЭлектроТех». — Это доказывает, что российские разработки, такие как наша серия коммутаторов STEZ48xx, легко замещают по качеству и надежности зарубежные аналоги и готовы к работе в ответственных инфраструктурных проектах».

ООО «НПО «АвалонЭлектроТех», г. Москва,
тел.: +7 (495) 933-8548,
e-mail: info@avalonelectrotech.ru,
сайт: www.avalonelectrotech.ru

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

ВЫБОР ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА



2025

2-4 декабря

ВК ТИМИРЯЗЕВ ЦЕНТР, Москва,
Верхняя аллея, 6с1

МФЭС

28-й Международный форум «Электрические сети» – важное отраслевое мероприятие, направленное на продвижение энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий, модернизацию электросетевого комплекса, совершенствование систем управления электрическими сетями



Сканируйте QR-код и переходите на сайт МФЭС <https://expoelectroseti.ru/>

Организатор:
ЗАО «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»
Тел. 8 (495) 245 07 27
e-mail: exhibit@expoelectroseti.ru

Обеспечение надежного электрического соединения, быстрое размыкание контактов для безопасности и точности измерений



СТЭЗ

СТУПИНСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД

142821, МО, городской округ Ступино,
д. Шматово, ул. Индустриальная вл. 6

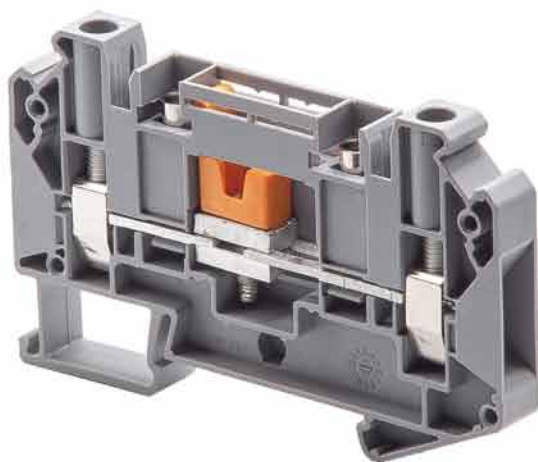
info@avalonelectrotech.ru

www.avalonelectrotech.ru

+7 (495) 933-85-48

Измерительные клеммы

КНИВ 6-2 (-Т) КНИВП 6-2 (-Т)



Преимущества использования:

1. диапазон сечений проводников от 0,5 до 10 мм²;
2. категория стойкости к горению ПВ-0 (ГОСТ 28157);
3. широкий диапазон рабочих температур: -60 °С ... + 130 °С (с учетом нагрева при номинальных параметрах);
4. два ряда шунтирования с обеих сторон для реализации любых схем;
5. инновационная конструкция ползункового размыкателя;
6. клемма полностью разработана и произведена в России;
7. совместимы со стандартными перемычками ПС *-8 (FBS или аналогами).

Целевые отрасли:



ООО «Ступинский Электротехнический Завод» - крупное предприятие с полным циклом производства электротехнической продукции, расположенное в г.о. Ступино.

Собственная электротехническая лаборатория позволяет осуществлять непрерывный контроль качества выпускаемых изделий, а производственно-сервисный центр - реализовывать кастомизированные заказы любой сложности.

Весоизмерительные системы «МЕТРА» для промышленных предприятий

Научно-производственное предприятие «МЕТРА» – одна из первых российских компаний, которая стала разрабатывать современные автоматизированные весоизмерительные системы с удаленной передачей данных. В 1991 году новое предприятие в Обнинске, состоящее из трех человек, начало свою деятельность с разработки аналого-цифрового весового индикатора «Микросим». Спустя три года – в 1994-м – были разработаны первые платформенные весы. За 34 года компания «МЕТРА» разработала и выпустила широкую линейку весов (автомобильных, вагонных, бункерных, конвейерных, большегрузных, для взвешивания животных), а также промышленных дозаторов и комплектующих для весоизмерительных систем. Весовое оборудование выпускается как серийно, так и по индивидуальным проектам. Кроме того, предприятие известно как интегратор, не только разрабатывающий системы взвешивания на основе собственного ПО и оборудования, но и внедряющий их на предприятиях, для чего иногда требуется применять достаточно сложные инженерные решения. Мы обратились к коммерческому директору НПП «МЕТРА» [Алине Цепенко](#) и попросили рассказать о весовой технике «МЕТРА», которая нашла применение на производственных площадках. ■■■■■

ЦИТАТА: Фальсификация данных весового учета невозможна. Погрешность при преобразовании сигнала данных от тензодатчиков тоже исключена.

Алина Викторовна! Первым изданием, которое разработала ваша компания, стал весоизмерительный прибор «Микросим». Расскажите о нем подробнее.

Весоизмерительный прибор «Микросим», который подключается к любой нашей весовой системе, изначально представляет собой аналого-цифровой преобразователь для преобразования сигналов с тензодатчиков

в цифровой формат. Но по функциональности он сравним с контроллером или даже компьютером: «Микросим» опрашивает тензодатчики, собирает их показания, отображает измеренное значение массы на дисплее. Также прибор выполняет анализ данных, записывает результаты измерений в базу данных и управляет процессом взвешивания, например, корректирует «уход нуля». К нему можно

подключить клавиатуру и мышь. Для передачи данных в учетную систему верхнего уровня прибор может поддерживать RS-232, RS-485, USB, Ethernet или Wi-Fi. При этом «Микросим» позволяет обойтись и без передатчика данных на персональный компьютер диспетчера. Почему это важно? Потому что в случае, если сеть предприятия откажет, весоизмерительная система продолжит работать автономно-



Рис. 1. Весоизмерительный прибор «Микросим М10-02»

но, выполняя полный круг задач. Для каждого типа промышленных весов (автомобильные, вагонные, конвейерные, платформенные) и дозирующего оборудования разработана своя модель весоизмерительного прибора и соответствующее программное обеспечение. Отдельно хотела бы отметить новую разработку – модернизированный цифровой прибор «Микросим М10-02» (рис. 1).

Это весоизмерительное устройство может обрабатывать сигналы, одновременно поступающие от 32 цифровых тензодатчиков. Распределение сигналов на три порта позволяет сохранить высокую частоту опроса в многоканальных весовых системах, что особенно важно в процессе дозирования (загрузки на весах). Корпус прибора из нержавеющей стали получил новый дизайн и стал более компактным. Полноцветный сенсорный дисплей позволяет легко управлять процессом взвешивания, а модернизированное ПО – работать с весами без подключения к компьютеру или локальной сети.

Прибор «Микросим М10-02» имеет встроенную защиту от несанкционированного доступа и изменения настроек, то есть фальсификация данных весового учета невозможна. Погрешность при преобразовании сигнала данных от тензодатчиков тоже исключена.

Какие еще особенности характеризуют все весы линейки «МЕТРА»?

Важно отметить конструкционные особенности. Поскольку многие из наших моделей предназначены для взвешивания крупногабаритных и тяжелых грузов, в них используются специально разработанные усиленные конструкции для амортизации возникающих ударных нагрузок.

Еще одна особенность – возможность объединения отдельных весов в весоизмерительную сеть, для того чтобы контролировать процесс не только на отдельном участке производственного цикла, но и на предприятии в целом.

И наконец, я бы выделила большой диапазон рабочих температур весов «МЕТРА»: некоторые модели могут эксплуатироваться при температурах от -30 до $+40$ °С и влажности до 90%. Мы также производим весовое и дозирующее оборудование во взрывозащищенном исполнении.

Давайте поговорим об отдельных сериях. Для каких продуктов предназначены бункерные электронные весы ВДЭ и в чем состоит специфика их конструкции?

Бункерные электронные весы серии ВДЭ (рис. 2) предназначены для автоматического порционного взвешивания и суммарного учета массы сыпучих, мелкозернистых и гранулированных материалов, например, зерна, крупы, сахарного песка, семян, сухого жома, цемента, гранулированных порошков. Такие весы используются на химических предприятиях, при производстве стройматериалов, на предприятиях добывающей, металлургической и пищевой промышленности, в сельском хозяйстве и на строительных объектах.

Конструктивно бункерные весы включают в свой состав грузоприемное устройство (сам весовой бункер из конструкционной стали) и весовое устройство – раму, опирающуюся на четыре тензодатчика. Также в состав системы включены весоизмерительный

преобразователь «Микросим» и система управления весами: ПО и оборудование, размещенное в шкафу. Коммуникация с внешними устройствами осуществляется по Ethernet (Modbus TCP/IP) и RS-485 (Modbus RTU).

Какие объемы продукта могут проходить через бункерные весы?

Производительность в значительной степени зависит от объема весового бункера. У стандартных исполнений объем грузоприемного устройства может составлять от 100 до 1000 л. Но есть еще высокопроизводительные модели с объемом от 1500 до 5000 л. У стандартных моделей производительность соответственно от 20 до 200 т/ч, а у высокопроизводительных – от 200 до 400 т/ч.

Бункерные весы работают автоматически в циклическом режиме. Продукт взвешивается дискретными порциями, а его общая масса определяется накопленным итогом. Весы могут поэтапно взвесить весь продукт с максимальной производительностью, величина одной дозы при этом будет равна максимальной грузоподъемности весового бункера. И могут выполнить порционное взвешивание всего продукта, когда величина дозы больше максимальной грузоподъемности весового бункера. В этом случае требуемая доза набирается отдельными порциями. Третья операция – поддержание заданной производительности подачи продукта.

У вас есть бункерные весы для сахарной свеклы М8500-1000. Расскажите, пожалуйста, о них подробнее. Как они работают?



Рис. 2. Бункерные автоматические электронные весы ВДЭ



Рис. 3. Бункерные весы для взвешивания корнеплодов М8500-1000

Бункерные весы М8500-1000 (рис. 3) предназначены не только для свеклы. Они позволяют взвешивать любые корнеплоды с насыпной плотностью не более 750 кг/м³. Но да, главным образом они применяются для автоматического взвешивания и суммарного учета сахарной свеклы на сахарных заводах.

Такие весы укомплектованы бункером с пневмоприводом заслонок и взвешивают сырье дискретными порциями. Когда весовой бункер (объем которого составляет 2000 л) заполняется сырьем, система прекращает подачу сырья. Всё вместе взвешивается, потом выгружается порция, и грузоприемное устройство взвешивается опять. Масса выгруженной порции определяется как разность значений массы загруженного и разгруженного грузоприемного устройства.

Бункерные весы М8500-1000 — достаточно простое и надежное устройство. Весы разрабатывались с учетом специфических требований сахарных заводов и уже прошли апробацию на нескольких предприятиях в РФ. Загрузочная воронка широкая, корнеплоды не застревают, обслуживать систему просто. При этом обеспечивается высокая производительность — 250 тонн в час.

А дозаторы сыпучих материалов тоже относятся к бункерным весам?

Отчасти: работа дозатора сопряжена со взвешиванием, и он тоже оснащен тензометрической системой (рис. 4). Но задача у дозатора несколько другая. Эта система предназначена для точного отмеривания и подачи сыпучей продукции — муки, сахара, соли, круп, гранул, порошков, которые фасуются в открытые мешки по 25 или 50 кг. Производительность такой системы — не менее четырехсот 50-килограммовых мешков в час. Дозатор имеет блок управления с панелью и специальное ПО. Дозирование осуществляется автоматически по заданным параметрам, человеческий фактор исключен.

Какие интерфейсы используются для связи с автоматизированной системой и какая информация отображается на панели?

Блок управления оснащен интерфейсами RS-485 (протоколы Modbus RTU, Modbus ASCII) и Ethernet (Mod-



Рис. 4. Бункерный электронный дозатор

bus TCP). На экране отображается информация о количестве отгруженных мешков и общем весе отгруженных материалов в пяти независимых счетчиках, данные о производительности, анализ пяти последних порций (время дозирования грубо и точно, вес грубо и точно, время закрытия задвижки, поток), анализ промахов пяти последних часов работы. В архиве хранятся данные о последних 60 отгрузках (отображаются на панели оператора), а также о 30 тысячах последних отгрузок (эти данные можно перенести на компьютер или скопировать на USB).

Что такое дозирование грубо и точно?

Конструкция бункерного дозатора представляет собой загрузочную воронку 2-ступенчатого действия: на первом этапе подача продукта осуществляется быстро, но приблизительно (ГРУБО), на втором — медленнее, но все досыпается до конца (ТОЧНО). Положения ГРУБО и ТОЧНО выполняются по времени: на тензодатчике подвешен зажим (задвижка), который через заданный временной промежуток перекрывает подачу продукта.

В принципе две ступени повышают точность работы системы, но одного этого решения недостаточно. Еще предусмотрены механизмы коррекции. Так, в дозаторе используются два режима дозирования: на точность и на скорость. Когда дозирование рассчитано на точность, анализируется каждая порция (мешок) и корректируется время работы задвижки в положени-

ях ГРУБО и ТОЧНО. А когда работа идет на скорость, дозатор производит контрольное взвешивание только через определенное количество мешков. И, если значение погрешности остается в допустимых пределах, продолжает работу. В противном случае система автоматически перенастраивает параметры работы задвижки.

А предусмотрено ли устройство для зашивания и транспортировки мешка?

Сам бункерный дозатор таким устройством не оборудован. Но на базе дозатора мы производим конвейерную систему — автоматизированную линию фасовки (рис. 5). Вот в ее состав, помимо дозатора, входят ленточный конвейер-транспортер и станция зашивки мешков.

Особенность линии фасовки — применение дозатора модели М8500-60-0,5-П (НК-1 Н-1) для фасовки хорошо сыпучих продуктов. Модернизированный дозатор оснащен двухступенчатой системой гашения вибрации и имеет эргономичную конструкцию прижимов мешка. Конструкция и программное обеспечение оптимизированы таким образом, чтобы обеспечивать высокую производительность без потери точности дозирования.

Линии фасовки — это универсальное, комплексное решение для различных отраслей промышленности. Для предприятий, производящих продукты питания, дозатор изготавливается из нержавеющей стали или пищевой нержавеющей стали. Для остальных — из конструкционной стали, покрытой слоем эмали. От дозатора ведет ленточный конвейер-транспортер длиной 3 или 5 м, оснащенный ограничителями. Заполненный дозатором мешок падает на ленту, и эти ограничители заставляют его стоять прямо. Когда мешок подъезжает к мешкозашивочной станции, оператор управляет его горловиной в мешкозашивочную головку. Конвейер-транспортер и мешкозашивочная станция регулируются по высоте относительно друг друга, для того чтобы это просто было сделать. Зашивка мешка выполняется прямо в процессе движения ленты.

Какое программное обеспечение применяется в весовых системах «МЕТРА»?

НПП «МЕТРА» разрабатывает программное обеспечение для работы в составе любых весоизмерительных



Рис. 5. Автоматизированная линия фасовки

систем. Важно отметить, что все весовое ПО интегрировано с учетными системами предприятия, то есть программа сама выполняет экспорт

данных о результатах взвешивания в выбранный документ 1С. В качестве примера можно привести ПО ASNet для взвешивания автотранспорта.

Оно устанавливается на персональный компьютер диспетчера, а также в шкаф управления системы и обеспечивает взвешивание автотранспорта в автоматическом режиме. Программа также управляет шлагбаумами и светофорами, выполняет видеонаблюдение и видеофиксацию, распознает номера транспортных средств. Данные передаются в ERP-систему заказчика.

Наши специалисты ведут постоянную работу по модернизации весового ПО, чтобы сделать процесс взвешивания максимально простым и точным. Так, в ПО ASNet для взвешивания автотранспорта добавили функцию контроля достоверности результатов взвешивания. Процедура «Контрольное взвешивание» предназначена для межповерочного контроля достоверности показаний весов. Она может запускаться в ручном режиме или автоматически по заданному расписанию и позволяет выявить нарушения в работе весовой системы. Другая полезная функция предназначена для автоматического контроля и корректировки изменения «нуля» весовой платформы в промежутках между взвешиваниями. Другими словами, программа контролирует точность весовой системы, позволяет выявлять нарушения в ее работе и, в конечном итоге, снижает риски финансовых потерь.

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



А. В. Цепенко, коммерческий директор,
НПП «МЕТРА»,
г. Обнинск, Калужская область,
тел.: +7 (800) 707-4893,
e-mail: info@metra.ru,
сайт: www.metra.ru



Журнал "ИСУП"
2 534 subscribers

Все новости дублируются в Телеграм



«Виртуальный контроллер» Айсорс



В статье рассмотрено программное решение компании Айсорс, позволяющее облегчить процесс импортозамещения. Вместо того чтобы менять аппаратные ПЛК зарубежного производства на российские аналоги вместе с модулями ввода/вывода и другим оснащением, можно использовать ПО «Виртуальный контроллер», работающее на промышленном сервере, компьютере и др. «Виртуальный контроллер» представляет собой универсальную платформу для промышленной автоматизации.

АО «Айсорс», г. Москва

Импортозамещение АСУ ТП: новый вызов для индустрии

В 2023 году государство поставило перед промышленностью масштабную задачу: к 2030 году полностью перейти на отечественные системы автоматизации технологических процессов (АСУ ТП) на критически важных объектах. Постановление Правительства РФ № 1912 требует, чтобы с 1 сентября 2024 года по 1 января 2030 года все субъекты критической информационной инфраструктуры (КИИ) использовали только доверенные программно-аппаратные комплексы (ДПАК) на своих объектах. Иными словами, в ближайшие годы предприятиям необходимо заменить иностранные контроллеры и программное обеспечение АСУ ТП на отечественные аналоги. По оценке UltimaТес, на текущий момент доля иностранных систем управления составляет почти 70%. Кроме того, это не только технический, но и финансовый вызов.

По оценкам экспертов, доля расходов на АСУ ТП составляет 3–7% в бюджете крупных проектов капитального строительства.

Классический подход: прямая замена контроллеров

Классический подход к импортозамещению АСУ ТП — это прямая замена всех физических программируемых логических контроллеров (ПЛК) зарубежного производства на россий-

ские. На первый взгляд, решение очевидно: демонтировать иностранные шкафы управления, установить вместо них отечественные контроллеры, модули ввода/вывода и периферийное оборудование, перепрограммировать логику и интегрировать их с существующими системами. Однако такой прямой подход сопряжен со значительными затратами и сложностями. Необходимо закупить десятки (а на больших объектах — сотни) новых приборов, проложить кабели, заново провести пусконаладочные работы. По оценкам экспертов Айсорс, совокупные затраты на перевооружение промышленной автоматике объектов критической информационной инфраструктуры российских предприятий превысят 900 миллиардов рублей. Отечественные ПЛК уже появились на рынке, но их функциональные возможности и производительность не всегда соответствуют привычным импортным аналогам, а сроки поставки в условиях повышенного спроса могут увеличиваться. В итоге традиционный путь модернизации способен привести к существенному росту капитальных затрат и потребовать длительных остановок производства на время переоснащения, что для большинства предприятий недопустимо.

Цифровая альтернатива: виртуализация контроллеров

Столкнувшись с ограничениями классического подхода, промышленные компании и системные интег-

раторы обратили внимание на альтернативное решение — виртуальные контроллеры. Это новый подход к автоматизации, при котором роль аппаратных ПЛК выполняет специализированное программное обеспечение, работающее на различном вычислительном оборудовании (промышленных компьютерах, серверах). В России одним из пионеров данного направления стала компания Айсорс — отечественный разработчик комплексных решений промышленной автоматизации. В 2025 году Айсорс представила собственную разработку — технологию «Виртуальный контроллер», не имеющую полных аналогов на российском рынке. 28 июля 2025 года



▲ Герман Величко, руководитель по работе с ключевыми клиентами АО «Айсорс»



Рис. 1. Промышленный ПК с предустановленным ПО «Виртуальный контроллер»

этот продукт успешно прошел необходимые испытания и был включен Министерством цифрового развития в единый реестр российского программного обеспечения под № 28867, что подтверждает его статус отечественного решения и открывает возможность применения в соответствии с требованиями Постановления № 1912.

Что представляет собой «Виртуальный контроллер»?

Фактически это программный ПЛК – программная платформа, выполняющая все функции традиционного контроллера, но без привязки к конкретному оборудованию. «Виртуальный контроллер» Айсорс устанавливается на промышленный компьютер (рис. 1) или сервер и берет на себя управление технологическими процессами. Система изначально спроектирована аппаратно независимой: она поддерживает различные процессорные архитектуры (x86, ARM, MIPS и др.) и не требует специальных аппаратных модулей. Таким образом, задача перехода на ДПАК может быть решена путем развертывания ПО

«Виртуальный контроллер» на ПК. Исполнительная среда функционирует на базе Astra Linux с внедренными патчами реального времени и оптимизированным планировщиком, что обеспечивает детерминированное выполнение алгоритмов и надежность, необходимую для промышленного применения. «Виртуальный контроллер» может работать как на реальном оборудовании, так и в виртуальной инфраструктуре, включая KVM, VMware, Hyper-V и Kubernetes. Такая гибкость позволяет задействовать один сервер или кластер для управления одновременно множеством объектов практически любого масштаба. Иными словами, «Виртуальный контроллер» может быть установлен локально на объекте или работать в частном либо публичном облаке – в зависимости от конкретных задач и ИТ-стратегии предприятия.

Важной частью решения является современная среда разработки (рис. 2). В состав «Виртуального контроллера» Айсорс включен собственный программный пакет для конфигурирования, программирования и отладки проектов автоматизации. Среда поддерживает популярные среди инженеров языки графического программирования, такие как функциональные блокные диаграммы (FBD) и язык структурированного текста (ST). Специалисты получают привычные инструменты: визуальное проектирование алгоритмов, онлайн-мониторинг значений переменных, управление задачами в реальном времени. Предусмотрен набор полезных функций: шаблоны проектов, автоматиче-

ское сохранение, локальная история изменений, резервное копирование. Эти возможности снижают риск ошибок и ускоряют ввод системы в эксплуатацию. При этом разработчик работает не с закрытым проприетарным устройством, а с универсальной платформой, открытой для интеграции с другими системами и прикладными приложениями.

Преимущества «Виртуального контроллера» перед аппаратным ПЛК

Виртуализация контроллеров дает ряд практических преимуществ, особенно актуальных в условиях ограниченных бюджетов.

Снижение капитальных затрат.

Переход от множества аппаратных блоков к программному решению означает меньше приобретаемого оборудования: контроллеров, шкафов и кабельных линий, а также неизменное количество модулей ввода/вывода независимо от конфигурации.

По данным Айсорс, внедрение АСУ ТП на базе «Виртуального контроллера» может способствовать снижению капитальных затрат на автоматизацию до 30%. Даже на менее масштабных объектах сокращение числа устройств дает двузначный процент экономии. В пилотных проектах технология позволила сократить затраты на контроллерное оборудование и кабели примерно на 15% без ущерба для функциональности системы.

Снижение операционных затрат.

Чем меньше физических устройств в системе, тем меньше затрат на их обслуживание. Отпадает необходимость содержать обширный склад дорогостоящих ЗИП (запасных частей) для разных моделей ПЛК, сокращается число выездов сервисных инженеров. В итоге эксплуатационные расходы на поддержку АСУ ТП снижаются примерно на 20%. Дополнительный плюс – программный контроллер проще обновлять: все обновления программного обеспечения доступны напрямую от разработчика и могут устанавливаться централизованно. Это гарантирует актуальность системы и своевременное закрытие уязвимостей.

Аппаратная независимость и масштабируемость. «Виртуальный контрол-

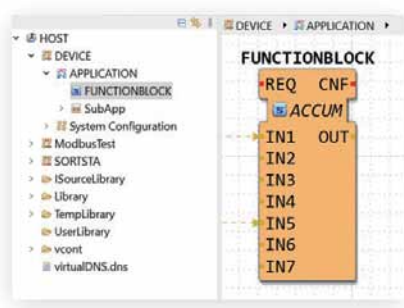


Рис. 2. Виртуальная среда разработки

лер» не привязан к конкретной модели оборудования или экосистеме производителя. Он может работать на любой подходящей аппаратной платформе — от встроенного одноплатного компьютера или промышленного ПК до мощного серверного кластера. Иными словами, под задачи разного масштаба не нужна линейка разных контроллеров: достаточно увеличить вычислительные ресурсы существующего сервера или перенести систему на более производительное оборудование. При росте производства или расширении объекта нет необходимости закупать множество новых ПЛК — можно нарастить ресурсы текущего вычислительного узла либо развернуть дополнительные экземпляры «Виртуального контроллера» в нужном количестве. Пиковые нагрузки покрываются добавлением ресурсов (процессорных ядер, памяти) вместо перестройки всей архитектуры. Подобная гибкость особенно важна, когда требования к системе управления со временем меняются.

Пиковые нагрузки покрываются добавлением ресурсов (процессорных ядер, памяти) вместо перестройки всей архитектуры. Подобная гибкость особенно важна, когда требования к системе управления со временем меняются.

Интеграция в существующие системы без замены оборудования. Один из ключевых вопросов при модернизации АСУ ТП — нужно ли менять полевой уровень (датчики, исполнительные механизмы, удаленные модули ввода/вывода). «Виртуальный контроллер» позволяет обойтись без этого. Поддержка открытых промышленных протоколов (например, Modbus TCP/RTU, EtherNet/IP, MQTT и др.) встроена непосредственно в исполни-

тельную среду. Решение обменивается данными с любым оборудованием, работающим по стандартным протоколам, независимо от производителя. Проще говоря, можно сохранить существующие периферийные станции ввода/вывода, сети полевых устройств и даже сторонние контроллеры — программный ПЛК интегрируется с ними по стандартным интерфейсам. Например, если на объекте уже установлены шкафы удаленного ввода/вывода с интерфейсом Modbus, новый программный контроллер подключается к ним по Ethernet без перепрокладки существующих кабельных линий (рис. 3). Благодаря этому модернизация системы проходит мягко: предприятие сохраняет значительную часть ранее сделанных инвестиций в оборудование, а переход на отечественное ПО теоретически может осуществляться почти без остановки производства («Виртуальный контроллер» можно предварительно настроить, отладить параллельно с действующей системой и затем в нужный момент переключить управление на него).

Повышение надежности и безопасности. Несмотря на отсутствие специализированного аппаратного «железа», «Виртуальный контроллер» спроектирован с учетом жестких требований промышленной надежности. Система поддерживает механизмы резервирования и горячего резервного копирования: можно настроить резервный экземпляр контроллера на другом узле, способный мгновенно принять на себя управление в случае сбоя основного. Применение современного программного стека позволяет реализовать актуальные меры кибербезопасности: шифрование соединений (протокол TLS 1.3), разграничение прав доступа пользователей (RBAC) с интеграцией с LDAP/Active Directory, электронную подпись конфигураций, журналирование событий. Полностью отечественная разработка ПО означает отсутствие скрытых закладок и гарантированную доступность технической поддержки внутри страны — немаловажный фактор для критически важных объектов. По мнению специалистов, переход на виртуальные контроллеры снижает риск киберинцидентов и утечек данных, так как устраняется зависимость от закрытых зарубежных прошивок и удаленных обновлений.



Рис. 3. Шкаф управления с ПО «Виртуальный контроллер»

Универсальность и перспективность. «Виртуальный контроллер» Айсорс задуман не просто как замена отдельной модели ПЛК, а как универсальная платформа для промышленной автоматизации. Он с равной эффективностью может применяться на объектах топливно-энергетического комплекса (нефть, газ, энергетика), для автоматизации инженерных систем зданий (отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, освещение и др.), в смежных отраслях вроде металлургии и добычи ТПИ, а также нефтехимии. Благодаря поддержке открытых стандартов и совместимости с международными инициативами (например, Open Process Automation Standard, O-PAS) решение соответствует тренду на открытые архитектуры АСУ ТП. Как отмечают эксперты, интеграция промышленных и информационных технологий на основе открытых систем будет определять развитие рынка автоматизации в ближайшие годы. В этом контексте виртуальные контроллеры в полной мере соответствуют современной концепции Индустрия 4.0, делая управление более программно-центричным, гибким и тесно интегрированным с ИТ-инфраструктурой предприятия.

Практика внедрения: от нефтяных скважин до вентиляционных установок

Идея виртуализации контроллеров уже подтверждена на реальных объектах. Первый пилотный проект с «Виртуальным контроллером» Айсорс был реализован в 2025 году на нефтедобывающем месторождении в Западной Сибири. На группе скважин, где традиционно каждый куст оборудован несколькими ПЛК для управления фонтанной арматурой, насосами и системами поддержания давления, решили испытать программный подход. «Виртуальный контроллер» взял на себя управление сразу несколькими узлами: он совместил в единой виртуальной среде контроль над всеми скважинами и связанным технологическим оборудованием. При этом существующие датчики, приводы и коммуникационные сети не изменялись — программный комплекс интегрировался с ними через стандартные интерфейсы. Результаты пилотного проекта оказались успешными. Система отработала стабильно в реальных полевых условиях, подтвердив способ-

ность выдерживать промышленные нагрузки.

Экономический эффект тоже был заметным: капитальные затраты на систему автоматизации снизились примерно на 15% по сравнению с классическим решением на этом объекте.

Другим примером служит проект автоматизации зданий. В инженеринговом центре в Санкт-Петербурге решение Айсорс было внедрено для централизованного управления семью разными системами здания — от отопления и вентиляции до электрообеспечения и пожарного мониторинга. Это позволило объединить около 2500 сигналов в единый центр управления. В результате появилась система управления зданием (АСУЗ), которая повысила безопасность объекта за счет ранней диагностики неисправностей (риск аварий снизился примерно на 20% благодаря превентивному контролю) и позволила реализовать энергоэффективные сценарии управления климатом и освещением. При расширении комплекса не потребовалось заново разрабатывать архитектуру: благодаря аппаратной независимости платформы решение легко масштабировалось на новые корпуса, интегрируясь в общую систему автоматизации. Этот пример демонстрирует, что виртуальные контроллеры успешно работают не только на нефтегазовых установках, но и в гражданской инфраструктуре, что значительно расширяет область их применения.

Вывод: виртуализация — стратегический инструмент оптимизации

Практический опыт показывает, что импортозамещение АСУ ТП может быть не просто затратной необходимостью, но и источником новых возможностей. Виртуализация контроллеров — это не способ формально выполнить требования Постановления № 1912, заменив иностранное оборудование на отечественное, а качественно иной подход к автоматизации, приносящий существенные выгоды в экономике и управлении. Сокращение капитальных и операционных затрат, ускорение внедрения решений, упрощение масштабирования и обслуживания — всё это по-

вышает эффективность предприятий в долгосрочной перспективе.

Важно и то, что подобные решения укрепляют технологический суверенитет российской промышленности. Предприятия перестают зависеть от ограниченного круга зарубежных поставщиков и их ценовой политики, вместо этого они получают универсальную платформу, полностью находящуюся под их контролем. «Виртуальный контроллер» можно настроить под собственные нужды, интегрировать с корпоративными системами, оперативно обновлять и расширять его функциональность. Фактически отечественный программный ПЛК преобразует традиционную АСУ ТП из набора разрозненных закрытых систем в интегрированную цифровую платформу нового поколения, прозрачную и управляемую.

Для страны в целом переход на такие технологии означает, что задача импортозамещения перерастает в рынок к технологическому лидерству. Как отмечают в Минпромторге РФ, объединение промышленных и информационных технологий на основе открытой архитектуры — это тренд, который будет определять развитие рынка автоматизации в ближайшие годы. Виртуальные контроллеры полностью соответствуют этому тренду. Они позволяют предприятиям не только выполнять требования регуляторов, но и стратегически оптимизировать свою автоматизацию: сделать ее более гибкой, экономичной и защищенной. Таким образом, виртуализация контроллеров — это шаг вперед от простого импортозамещения к новой эпохе промышленной автоматизации, в которой инновации служат повышению эффективности и конкурентоспособности бизнеса.



Г. В. Величко, руководитель по работе с ключевыми клиентами, АО «Айсорс», г. Москва, тел.: +7 (495) 161-7666, e-mail: support@isource.ru, сайт: isource.com



ГИГРОТЕРМОН

Российская система мониторинга микроклимата

- Температура, влажность, перепад давления и др.
- Бесплатное локальное валидируемое ПО
- Система №1 в России для чистых помещений

Полное соответствие международным стандартам

GMP, GAMP 5, FDA 21 CFR Part 11, ГОСТ ISO 14644-2-2020 и требованиям Росздравнадзора

Надежная российская альтернатива импорту

Компании выбирают нас для замены Testo, Siemens, Vaisala и др.

Нам доверяют лидеры разных отраслей

Продукция сертифицирована в 4 странах ЕАЭС и Узбекистане и используется в крупнейших компаниях



AIRLOCK CAN-IT

Система блокировки дверей



БЕРЕГ-ОНЛАЙН

Регистраторы температуры, влажности и перепада давления



HEATMAP BUILDER

Программное обеспечение для термокартирования

AstraZeneca 



 РАФАРМА

Центр Внедрения  ПРОТЕК

 биосинтез

 NCL LOGISTIC

 г. Челябинск,
Комсомольский проспект, 2

 +7 (351) 242-07-45

 info@gigrotermon.ru

 gigrotermon.ru



Сайт
gigrotermon.ru



Каталог
PharmaClimate



Плейлист видео
Rutube



Отзывы

Экосистема ГИГРОТЕРМОН: российское решение для комплексного мониторинга микроклимата



В статье представлен программно-аппаратный комплекс ГИГРОТЕРМОН для построения систем контроля микроклимата и его элементы. Показано, что на базе данного решения можно построить систему контроля микроклимата для любого объекта, начиная от небольшой лаборатории и заканчивая заводом.

000 «Инженерные Технологии», г. Челябинск

В условиях глобальной трансформации рынков и санкционного давления вопрос технологического суверенитета и импортозамещения в критически важных отраслях вышел на первый план. Особенно остро эта проблема стоит там, где непрерывный контроль параметров среды — обязательное условие качества и безопасности продукции (фармацевтика, микроэлектроника, пищевая промышленность, логистика и хранение). Именно здесь автоматизированная система мониторинга микроклимата становится неотъемлемой частью технологической инфраструктуры. На смену ушедшим с российского рынка западным брендам (Siemens, Vaisala, Testo, Ellab и др.) приходят отечественные разработки, не уступающие, а по ряду параметров и превосходящие иностранные аналоги. Одной из таких историй импортозамещения стала российская система мониторинга микроклимата для чистых помещений и других объектов с особыми требованиями — программно-аппаратный комплекс ГИГРОТЕРМОН компании «Инженерные Технологии» (г. Челябинск).

От продукта к экосистеме: модульная платформа, как конструктор

Сегодня к ПАК ГИГРОТЕРМОН можно применить модное слово «экосистема», потому что это точное описание сути продукта. За 16 лет развития, начав с узкой задачи автоматизи-

рованного мониторинга микроклимата в АПК, комплекс превратился в полноценную экосистему автоматизации, отвечающую строгим требованиям надлежащих производственной (GMP) и лабораторной (GLP) практик с полной адаптацией к требованиям ГОСТ ISO 14644-2-2020 для применения в чистых помещениях (рис. 1).

Ключевой принцип, лежащий в основе экосистемы, — модульность и гибкость, сравнимая с конструктором. Заказчик получает не жестко заданную конфигурацию, а масштабируемую модульную платформу, из которой можно собрать оптимальное

решение под свои задачи. Допускается комбинировать проводные технологии (интерфейсы 1-Wire, CAN) и беспроводные (радиосвязь LoRa 433 МГц), выбирать необходимое количество датчиков, типы контроллеров и узлов связи. Такой подход позволяет создавать системы любого масштаба: как для компактной лаборатории с десятком точек контроля, так и для распределенного объекта с сотнями датчиков (например, метрополитена или крупного фармзавода). При этом для внедрения решения не требуется глубокая инженерная подготовка, как в случае со сборкой системы на базе



Рис. 1. Чистое производство с установленной системой ГИГРОТЕРМОН

классических SCADA. ГИГРОТЕРМОН предоставляет готовые функциональные модули, которые можно развернуть и настроить без привлечения узкопрофильных программистов.

Архитектурно ГИГРОТЕРМОН реализован как многоуровневая система: верхний уровень – серверное программное обеспечение «Гигротермон-АРМ» с базой данных; средний уровень – сеть контроллеров сбора данных разных типов; нижний уровень – цифровые датчики и измерительные узлы (проводные ПИРС-CAN и беспроводные ПИРС-1). Все элементы изначально спроектированы для бесшовной совместной работы, благодаря чему установка и масштабирование системы не требуют значительных трудозатрат. Ниже подробно рассмотрены компоненты экосистемы ГИГРОТЕРМОН.

Архитектура и компоненты системы

Контроллеры ГИГРОТЕРМОН.

Контроллер – центральное звено, к которому подключаются периферийные устройства. Линейка включает три основные модели.

► *Гигротермон-М4* – многоканальный проводной контроллер для прямого подключения цифровых датчиков по интерфейсу 1-Wire (поддерживает до 99 датчиков). Оснащен собственным дисплеем и встроенной энергонезависимой памятью; для передачи данных на верхний уровень имеет интерфейсы Ethernet, RS-485 и Bluetooth. Этот контроллер удобен для локальных бюджетных систем с небольшим числом датчиков.

► *Гигротермон-CAN* (рис. 2а) – контроллер для объединения измерительных узлов по промышленной

шине CAN. Выступает центральным узлом сети, к которому подключаются узлы ПИРС-CAN, опрашивающие датчики в точках измерения. Один такой контроллер собирает данные с десятков узлов одновременно, охватывая 100 и более контрольных точек. Каждый узел при этом хранит измерения во внутренней памяти, поэтому при сбое связи данные не теряются. Поддерживается «горячее» подключение новых модулей, что упрощает наращивание системы без остановки работы. Эта модель эффективна для крупно-разветвленных проводных сетей (например, чистые помещения фармпроизводства, колбасные производства или фабрики микроэлектроники).

► *Гигротермон-RF* – контроллер для построения беспроводной сети по технологии LoRa (диапазон ~433 МГц). Он взаимодействует с радиоузлами ПИРС-1 (модели I-Sens/E-Sens), которые опрашивают подключенные датчики и передают данные по радиоканалу. К одному контроллеру RF можно подключить до 50 беспроводных узлов одновременно. На эти узлы могут быть заведены все типы датчиков экосистемы ГИГРОТЕРМОН, а также любые аналоговые или дискретные датчики сторонних производителей – через специальные модули расширения сигналов. Таким образом, RF-контроллер позволяет развернуть распределенный мониторинг без прокладки кабелей. Достаточно установить один центральный блок с антенной, чтобы охватить весь объект: склад, птичники, уличные холодильные контейнеры, теплицы, музеи и т. п.

Измерительные узлы ПИРС. Узлы серии ПИРС служат промежуточным звеном между датчиками и контрол-

лером, расширяя возможности по подключению и отображению данных на местах. Существуют проводные и беспроводные модификации.

► *ПИРС-CAN* (рис. 2б) – проводной узел, подключаемый к контроллеру по CAN-шине (длина линии до 1000 м, число узлов на линии не ограничено). Каждый такой модуль представляет собой электронное устройство со встроенным дисплеем и трехцветным LED-индикатором статуса: зеленый – норма, желтый – предупреждение, красный – авария. Узел позволяет подключить индивидуальную внешнюю сигнализацию или трехцветную световую колонну. К одному узлу можно подключить несколько датчиков одновременно. Узел накапливает измеренные значения во внутренней памяти и отображает их на дисплее. Корпус выполнен из гладких, устойчивых к дезинфекции материалов, что делает ПИРС-CAN пригодным для использования в чистых помещениях. Обычно такие узлы монтируются у входа в контролируемое помещение (для локальной индикации показаний датчиков внутри) либо непосредственно в самом помещении. В каждый узел встроен резервный аккумулятор, поэтому при отключении внешнего питания или связи он продолжает автономно работать. Наличие локальной памяти и питания обеспечивает сохранность данных и непрерывный мониторинг даже при сбоях в сети.

► *ПИРС-1* – беспроводной узел (также известен под марками I-Sens или E-Sens), компактное автономное устройство со встроенным радиопередатчиком LoRa. Узел питается от батареи, опрашивает подключенный к нему датчик (с одним или двумя каналами) и передает показания по радиоканалу на контроллер Гигротермон-RF. Узлы исполнения ПИРС-1Ч обеспечивают класс защиты IP65, такие модули можно размещать в сырых и запыленных зонах – под потолком склада, в инкубаторах птицефабрик, внутри холодильных камер и т. д. Для улучшения связи узел исполнений ПИРС-1А или ПИРС-1Ч может оснащаться выносной антенной, например, выводимой наружу холодильной камеры или на крышу здания. Каждый беспроводной узел образует отдельную точку контроля (1–2 канала датчиков). Количество узлов легко мас-



Рис. 2. Элементы для объединения измерительных узлов по CAN-шине: а – контроллер Гигротермон-CAN; б – проводной узел ПИРС-CAN со световой колонной



Рис. 3. Оборудование для сети 1-Wire: а – контроллер Гигротермон-М4; б – датчик дифференциального давления ИПМ-41-03-1

штабируется до нескольких десятков устройств – практически ограничением служит только требуемая дальность связи. Таким образом, система на базе контроллера RF гибко охватывает большие и сложные объекты без монтажа кабельной инфраструктуры.

Датчики и регистраторы. Компания «Инженерные Технологии» выпускает широкий спектр цифровых датчиков семейства ИПМ и ТГМ для контроля различных параметров микроклимата. В их числе датчики температуры (включая криогенные до $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$), влажности, атмосферного давления, а также дифференциального давления до 50 Па (рис. 3б). Последние применяются, например, для отслеживания закрытия дверей в чистых помещениях или состояния HEPA-фильтров. Датчики являются поверяемыми приборами и внесены в Государственный реестр средств измерений РФ и ряда стран СНГ.

Кроме того, система поддерживает подключение сторонних аналоговых датчиков (CO_2 , концентрации газов, температурные датчики для труб, 4–20 мА и др.), что добавляет универсальности решению. В комплект могут быть включены автономные регистраторы температуры и влажности (серия TR) – компактные приборы с собственной памятью и батарейным питанием. Они могут работать офлайн, периодически выгружая накопленные данные в систему, что полезно для резервирования данных или мониторинга труднодоступных зон.

Периодичность поверки датчиков, как правило, составляет 2 года. При этом важно отметить, что весь комплекс ГИГРОТЕРМОН также внесен в Госреестр СИ России и Узбекистана

как единое средство измерения. Это позволяет проводить калибровку всей системы на месте эксплуатации (с использованием эталонных имитаторов, датчики поверяются отдельно), что значительно упрощает поддержание метрологической точности.

Программное обеспечение «Гигротермон-АРМ»

Программное обеспечение «Гигротермон-АРМ» выполняет функции сбора, хранения, визуализации и анализа данных со всех контроллеров и датчиков комплекса. Архитектурно система построена по клиент-серверному принципу: выделенный сервер (или промышленный компьютер) собирает данные в централизованную базу, а пользователи подключаются через клиентские рабочие места. Важно, что ПО поставляется бесплатно на весь срок эксплуатации – нет лицензий на количество датчиков или операторских мест. Несмотря на открытость распространения, «Гигротермон-АРМ» обладает функциональностью уровня GMP, полностью соответствия требованиям отрасли. Все показания стекаются в единую базу данных (MS SQL или MySQL) с сохранением непрерывной истории измерений. При временном обрыве связи данные не теряются: после восстановления соединения сервер автоматически догружает их из памяти контроллеров и узлов, обеспечивая целостность ряда наблюдений. Сама база данных защищена от несанкционированного доступа, записи в ней неизменяемы (это требование регулятора FDA 21 CFR Part 11), а система ведет подробный аудит-трейл всех действий пользователей и событий. Реализо-

ван механизм разграничения доступа: предусмотрены учетные записи разных ролей (администратор, менеджер по валидации, оператор и т. д.) с индивидуальными правами на просмотр данных и изменение настроек. Эти меры соответствуют как международному регламенту FDA 21 CFR Part 11 и европейскому Annex 11, так и российским отраслевым стандартам, например, ГОСТ Р 52249-2009 для фармпроизводства.

Для контроля отклонений параметров ПО поддерживает многоуровневую систему сигнализации. Для каждого датчика настраиваются два пороговых значения: уровень «предупреждение» и уровень «действие», что соответствует требованиям стандарта ISO 14644-2-2020 для чистых помещений. При выходе параметра за границы нормы система сразу формирует оповещения. Уведомления могут отображаться как всплывающие сообщения на экране и звуковые сигналы, а также рассылаться ответственным лицам по электронной почте, через СМС и мессенджеры, например, посредством Telegram-бота. Реализована гибкая фильтрация уведомлений: можно задать, какие типы тревог и от каких датчиков получает каждый пользователь, а также настроить задержку перед отправкой сообщения, например, 1–2 мин. Небольшая задержка позволяет отсеять ложные либо кратковременные колебания параметров, избегая избыточных тревог. Помимо программных оповещений предусмотрен аппаратный канал аварийного оповещения: специальный модем GSM IT LTE, подключенный к системе, дублирует отправку тревожных СМС напрямую через сотовую сеть. Даже если сервер или ПК с основным ПО выйдет из строя, критически важные сообщения все равно достигнут адресатов.

Программный комплекс включает все необходимые инструменты для документирования и анализа. Формируются суточные, недельные и месячные отчеты, журналы событий и операций. Предусмотрен отдельный журнал для регистрации калибровок (поверок) датчиков, что актуально для соблюдения требований GMP/GLP. К серверу «Гигротермон-АРМ» одновременно может подключаться неограниченное число клиентских рабочих мест (через локальную сеть или интернет). Тех-

нолог, инженер службы эксплуатации и руководитель подразделения смогут параллельно работать с системой со своих компьютеров, каждый в рамках своей зоны ответственности. Благодаря встроенному модулю DB-Viewer доступ к данным и графикам возможен через обычный веб-браузер, что удобно для удаленного мониторинга.

Интеграция в инфраструктуру

Экосистема ГИГРОТЕРМОН изначально спроектирована как открытая система, способная работать не только автономно, но и совместно с уже существующими системами диспетчеризации (SCADA/BMS) на предприятии. Каждый ее контроллер поддерживает стандартный интерфейс RS-485 с протоколом Modbus RTU, через который внешняя SCADA-система или контроллер верхнего уровня могут опрашивать текущие значения датчиков. Фактически все контроллеры «Гигротермон» могут выступать в роли ведомых устройств для стороннего Master-контроллера по Modbus. Кроме того, в состав ПО «Гигротермон-АРМ» входит встроенный OPC UA-сервер (Гигротермон-OPC). При его активации все данные микроклимата становятся доступны для чтения любыми OPC-UA-клиентами, то есть практически любой SCADA- или MES-системой. Поскольку OPC-сервер уже «знает» структуру данных ГИГРОТЕРМОН, теги переменных формируются автоматически и интеграция требует минимальных трудозатрат на настройку. Если на объекте используется сторонний OPC-сервер, оборудование ГИГРОТЕРМОН может быть подключено через него. Благодаря поддержке открытых промышленных протоколов подключение ГИГРОТЕРМОН к существующей АСУ ТП не требует разработки дополнительных шлюзов или дублирования рабочих станций, и система органично вписывается в единое информационное пространство предприятия.

Важно подчеркнуть, что внедрение ГИГРОТЕРМОН не требует глубокой кастомизации и участия крупной инженерной команды, чего зачастую требуют классические SCADA-решения. Поставляемые контроллеры и узлы уже предварительно настроены для работы друг с другом, датчики аттестованы, а программное обеспечение сразу готово к использованию.

Благодаря модульному принципу расширения системы или изменение конфигурации сводится к добавлению необходимых устройств и минимальной настройке, без написания сложного кода. Это значительно сокращает сроки развертывания системы мониторинга микроклимата на новом объекте и снижает зависимость от квалификации интегратора.

Степень надежности, резервирование данных и автономность

Для критических применений (фармпроизводство, чистые помещения микроэлектроники и др.) крайне важна гарантированная непрерывность мониторинга. Этим требованиям экосистема ГИГРОТЕРМОН соответствует благодаря средствам резервирования на всех уровнях. Каждый контроллер и узел обладают независимой памятью для локальной регистрации измерений: даже если связь с центральным сервером временно пропадает, данные продолжают сохраняться на местах. Затем, при восстановлении соединения, информация автоматически догружается в общую базу, так что провалов в хронологии не возникает. Встроенные аккумуляторы в узлах ПИРС-CAN позволяют оборудованию продолжать работу при перебоях электропитания, а автономные беспроводные узлы ПИРС-1 и регистраторы TR способны длительное время измерять параметры без внешнего питания, с последующей выгрузкой накопленных данных. Сама программа «Гигротермон-АРМ» спроектирована с учетом принципов надежности: она обеспечивает сохранность накопленных данных даже в критических ситуациях (например, сбой ПК или сети). Дополнительный GSM-модем, как отмечалось выше, гарантирует доставку аварийных уведомлений при любых обстоятельствах. Таким образом, даже в случае частичного отказа компонентов система сохраняет работоспособность и полностью соблюдает непрерывность мониторинга.

Отказоустойчивость решения подтверждена реальными эксплуатационными проверками на промышленных объектах. В отзывах пользователей отмечается высокая надежность комплекса — за счет сочетания локального дублирования данных, резервного питания и продуманного софта ГИГРОТЕРМОН способен функционировать

круглосуточно без сбоев, обеспечивая технологическую непрерывность процессов.

Импортозамещение

Комплекс ГИГРОТЕРМОН полностью локализован и сертифицирован в России. Решение включено в Государственный реестр средств измерений РФ (а также в Госреестр СИ Республики Узбекистан). На продукцию получены все необходимые заключения и сертификаты, включая свидетельства «Сделано в России», СТ-1 и заключение Минпромторга, подтверждающее, что система произведена на территории РФ. Система внесена в реестр российской промышленной продукции. Имеется полный комплект эксплуатационной и валидационной документации для подтверждения соответствия требованиям GMP/GLP на предприятиях заказчика. Таким образом, с точки зрения регуляторного соответствия и качества изготовления отечественная система полностью готова к аудиту.

За последние годы системы ГИГРОТЕРМОН были установлены на ряде крупных объектов таких компаний, как АО «Р-Фарм», АО «Рафарма», ПАО «Биосинтез», ООО «Завод Медсинтез», АО «ЦВ Протек» и др. В официальных отзывах подчеркивается, что ГИГРОТЕРМОН по совокупности характеристик не уступает лучшим западным аналогам и даже превосходит их в отдельных аспектах, включая удобство адаптации системы под особенности конкретного объекта. Показательно, что на одном из новых фармацевтических заводов (проект ОЭЗ «Технополис Москва» в Зеленограде) государственные органы специально отметили использование отечественного комплекса мониторинга климатических параметров вместо импортных решений. Экосистема ГИГРОТЕРМОН демонстрирует, что отечественная система мониторинга микроклимата способна полностью заменить зарубежные аналоги на самых ответственных участках.

ООО «Инженерные Технологии»,
г. Челябинск,
тел.: +7 (351) 242-0745,
e-mail: info@gigrotermon.ru,
сайт: www.gigrotermon.ru

«АВАДС Сервер архивирования»: Historian для SCADA с высокими характеристиками по надежности, скорости и компактности



В статье представлено ПО «АВАДС Сервер архивирования» – полностью российский программный продукт для высокоскоростных и высоконадежных систем хранения данных реального времени.

ГК «ИНСАТ», г. Москва

Представьте ситуацию: ваша компания – системный интегратор – создала, отладила и внедрила проект SCADA, но через полгода-год к вам возвращается заказчик с претензией, что система стала работать крайне медленно, практически парализуя производственный процесс. Особенно если он связан с управлением, учетом, аналитикой или прогнозированием. Оператор успевает выпить пару чашек кофе, прежде чем обновится отрисовка экрана с историческими данными технологических процессов (трендов). Или хранилище данных переполняется так быстро, что инженеры по обслуживанию только тем и заняты, что приобретают и заполняют новые внешние носители для копирования архивных данных. Плюс ко всему такого рода «танцы с бубном» не добавляют надежности работы системе в целом, не только ее «архивной»

части. Все в совокупности делает этот сегмент производственного процесса слабым звеном в цепочке получения данных для оперативной аналитики и принятия управленческих решений на основе этих данных. Решением этой задачи стал российский программный продукт «АВАДС Сервер архивирования» – софт для высокоскоростных и высоконадежных систем хранения данных реального времени.

Технология для СУБД временных рядов (TSDB)

Разработчиками компании «АВАДС СОФТ» (входит в группу компаний «ИНСАТ») был проведен глубокий анализ требований к сбору, хранению и использованию технологических данных в оперативном контуре управления производственными процессами современных АСУ. Ключевыми критериями для оценки эффективно-

сти разрабатываемого решения стали высокие показатели по надежности, скорости записи и доступа к данным, а также большая глубина их хранения.

Основой решения стала технология SSDS (Solid Segment Data Storage), разработанная и запатентованная компанией «АВАДС СОФТ» (патент РФ № 2793082 «Способ хранения и извлечения данных»). Технология SSDS включает в себя три основные составляющие:

- ▶ оригинальная организация данных;
- ▶ уникальная и очень компактная система индексации;
- ▶ мощная система кеширования.

SSDS обеспечивает высочайшую скорость записи и извлечения данных (несколько миллионов записей в секунду). Кроме того, технология SSDS позволяет очень быстро восстановить целостность базы при частичном повреждении носителя или индекса.

«АВАДС Historian»: архитектура, классы данных и интерфейсы

«АВАДС Historian» (сервер архивирования) – это клиент-серверное кросс-платформенное приложение, которое включает в себя сервер баз данных и клиент администрирования. Сервер обслуживает запросы клиентов, сохраняет полученные данные, предоставляет их по запросу, выполняет бекапирование и математическую об-

База данных временных рядов – это специализированная программная среда, оптимизированная для хранения и обработки данных с помощью связанных пар «время – значение». В некоторых областях временные ряды могут называться профилями, кривыми, трассами или трендами. Они активно используются в промышленности для хранения измеренных с помощью различных датчиков значений.

Для эффективного управления во многих случаях хранилища данных временных рядов используют алгоритмы сжатия. Хотя данные временных рядов можно хранить в базах различного типа, структура этих систем, в которых время является ключевым индексом, существенно отличается от реляционных баз данных, где дискретные взаимосвязи упрощаются с помощью ссылочных моделей.



Рис. 1. Интерфейс «АВАДС Historian» (сервер архивирования): отображение групповых трендов

работку. Клиент администрирования предназначен для настройки сервера, контроля за его работой и для просмотра сохраненных данных в табличном виде и в виде трендов трендов (рис. 1). АВАДС Historian не имеет ограничений по числу баз и клиентов, кроме лицензионных, а также накладываемых возможностями вычислительных средств, на которых он установлен.

Сервер архивирования может сохранять следующие классы данных:

- ▶ **атомарные данные** — данные любых типов, размер которых не превышает 8 байт. К таким относятся, например, bool, int, long, dlong, float, dfloat и т. д.;

- ▶ **данные типа blob** — данные произвольного размера. Это могут быть, например, структуры, массивы, тексты, изображения и пр. Назначение и структуру записанного в blob массива байтов определяет приложение, которое его записывает.

Механизмы хранения и доступа к данным обоих типов одинаковы. Отличие состоит в логике их обработки. Такой унифицированный подход позволяет обеспечить одинаково высокую скорость сохранения и доступа к данным независимо от их типа.

Сервер архивирования имеет три механизма взаимодействия с клиентами:

- ▶ **API.** Протокол AVADS TCP, который обеспечивает высокоскоростные методы передачи и доступа к данным, а также методы управления сервером, реализованные в рамках TCP/IP-стека;

- ▶ **JSON.** Протокол AVADS WEB — это WEB-API, реализованный через веб-сокеты. Он проще в реализации, но

медленнее в работе. Его не следует использовать, если требуется максимальное быстродействие;

- ▶ **OPC UA.** Для взаимодействия по протоколу OPC UA разработана специальная программа OPC-DВ-шлюз. Шлюз транслирует запросы протокола OPC UA в AVADS TCP.

Сервер архивирования может взаимодействовать с клиентами как в рамках одного компьютера, так и по сети. Число подключенных клиентов ограничено лицензией.

Защипливание и глубина хранения

Сервер архивирования обеспечивает непрерывное сохранение данных даже при исчерпании свободного пространства на диске. Это достигается за счет функции защипливания.

Защипливание баз данных может выполняться в двух режимах:

- ▶ по заданной глубине хранения данных;

- ▶ по заданному размеру базы или исчерпанию свободного места на диске.

Глубина хранения может устанавливаться для базы целиком, для группы тегов или индивидуально для каждого тега. Для эффективного использования емкости хранилища рекомендуется применять индивидуальную настройку наиболее значимых тегов или группы тегов. Для них можно будет установить более высокое значение по ограничению объема хранимых данных. При достижении заданного ограничения все новые записи будут записываться поверх самых старых.

Сервер архивирования спроектирован так, что защипливание архива слабо

влияет на скорость записи и выборки данных.

Производительность: тестирование и выводы

Скорость записи

Тестирование проводилось на разном оборудовании: одноплатном микрокомпьютере, ноутбуке, стационарном компьютере средней производительности, современном стационарном компьютере повышенной производительности. На нем запускался «АВАДС Сервер архивирования», а на другом, удаленном компьютере включался имитатор значений тегов, который 10 раз в секунду по TCP/IP передавал серверу различные значения тегов (от 30000 до 100000). База, в которую записывались данные, работала в режиме защипливания (после заполнения всего объема носителя новые данные записывались поверх старых). Результаты тестов приведены в табл. 1.

Выводы из результатов очевидны: «АВАДС Сервер архивирования» может быть запущен даже на самом скромном по характеристикам «железе» и показывать хорошую производительность. Следует также отметить небольшое потребление оперативной памяти и низкие значения загрузки процессора. На современном оборудовании скорость записи возрастает до 2,5 миллионов в секунду, что с большим запасом обеспечит практически любую потребность АСУ ТП.

Скорость выборки

При испытаниях на производительность чтения серверу архивирования посылались запросы на выборку для 100 случайно выбранных тегов по 10000 записей. На диаграмме (рис. 2) — результаты теста скорости выборки.

Бекапирование

Сервер архивирования позволяет сохранять в файл бекапа значения произвольного набора параметров за заданный интервал времени. Затем данные из бекапа можно восстановить в ту же или другую базу данных. В частном случае можно все теги сохранять раз в месяц на сменный носитель. Это обеспечит защиту от потери данных.

Возможность сохранить бекап позволяет вести аналитику на отдельном

Таблица 1. Результаты тестирования «АВАДС Сервер архивирования» на разном оборудовании

Исходные данные	Конфигурация	Потребление оперативной памяти, Гб	Загрузка процессора max, %	Записей в секунду
<ul style="list-style-type: none"> Встраиваемый безвентиляторный одноплатный микрокомпьютер на базе Raspberry PI 4. 30 000 тегов. База в режиме зацикливания 	Материнская плата: Raspberry PI 4. Процессор: 4 ядра Cortex A-72 с частотой 1,5 ГГц. Память: 4 Гб LPDDR4-3200. Диск для хранения базы: SSD, подключенный через USB 2.0. Операционная система: Linux Ubuntu	0,395	25	300 000
<ul style="list-style-type: none"> Ноутбук с AMD Ryzen 5 Mobile 4,6 ГГц. 100 000 тегов. База в режиме зацикливания 	Модель: ASUS. Материнская плата: HUAWEI HLYL-WXX9-PCB. Процессор: AMD Ryzen 5 Mobile с частотой 4,60 ГГц. Память: 16 Гб DDR4-3200. Диск для хранения базы: внешний HDD, подключенный через USB3. Операционная система: Windows 11	1,3	11	1 000 000
<ul style="list-style-type: none"> Компьютер с Core i7-4790 3,60 ГГц с запущенным СА и имитатором значений тегов + второй имитатор на удаленном компьютере. 80 000 тегов с каждого имитатора. Обе базы в режиме зацикливания 	Материнская плата: ASUSTeK H97-PLUS. Процессор: Core i7-4790 с частотой 3,60 ГГц. Память: 16 Гб DDR3-1600. Диск: HDD WDC WD1003FZEX-00MK2A0. Операционная система: Linux Mint 20.2	1,6	14	1 600 000
<ul style="list-style-type: none"> Компьютер с Core i9-10900К с частотой 3,70 ГГц с запущенным СА и имитатором значений. 250 000 тегов. База функционирует в режиме зацикливания 	Материнская плата: ASUSTeK PRIME B460M-K. Процессор: Core i9-10900К с частотой 3,70 ГГц. Память: 64 Гб DDR4-3200. Диск: HDD 1 Тб WDC WD10SPSX-00A6WTO. Операционная система: Linux Mint 20.2	3,2	4	2 500 000

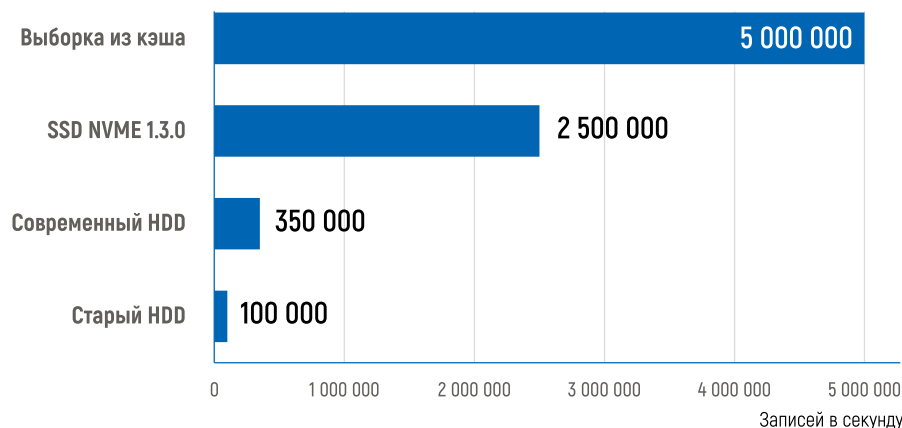


Рис. 2. Скорость считывания данных из сервера архивирования ограничена преимущественно типом носителя. Скорость доступа старого HDD (~12 мс) оказывает существенное влияние на скорость выборки. С уменьшением этого значения скорость значительно возрастает, а для кэша практически отсутствует

компьютере, не нагружая дополнительными запросами сервер, обеспечивающий сохранение данных. Сервер архивирования может восстанавливать бэкап одновременно с записью новых данных в базу. Причем процесс восстановления почти не влияет на производительность сервера.

Интеграция с MasterSCADA 4D

Самая популярная российская SCADA-система MasterSCADA 4D позволяет провести настройку и архивацию в «АВАДС Сервер архивирова-

ния». Такое решение очень привлекательно особенно для крупных проектов, где генерируется большое число тегов. Отсутствие деградации производительности сервера архивирования при работе с большими базами данных позволяет эффективно работать без тормозов и зависаний, характерных для других типов баз (SQLite или PostgreSQL) при достижении ими критических размеров. Почти мгновенная отрисовка трендов — групповых, индивидуальных или в виде таблиц — за продолжительный период времени

выгодно отличает «АВАДС Historian» («АВАДС Сервер архивирования»).

Реестр российского ПО

С первого и до последнего байта программа является российским программным продуктом, что подтверждено ее внесением в реестр Минкомсвязи (класс «Средства управления базами данных»).

Подробнее познакомиться с программным продуктом «АВАДС Сервер архивирования», а также загрузить его демоверсию можно на сайте avads.ru.



ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ПО «АВАДС Сервер архивирования» внесено в реестр российского программного обеспечения Минкомсвязи России под номером 17156. Отнесено в реестре к классу 02.07 (средства управления базами данных).

В. В. Решетников, руководитель
 отдела маркетинга,
 ГК «ИнСАТ», г. Москва,
 тел.: +7 (495) 989-2249,
 e-mail: scada@insat.ru,
 сайт: insat.ru



NB-IoT — беспроводное решение для учёта энергоресурсов в ЖКХ и мониторинга оборудования в промышленности

Преимущества	Недостатки
Энергосберегающая технология при высокой помехоустойчивости	Требования к покрытию GSM
Удешевление и уменьшение габаритов устройств	Зависимость от тарифов оператора GSM
Расширение возможностей системы за счет нового высокоэффективного протокола NIDD	



Внедрение новых технологий позволит: снизить затраты на трафик и повысить защищенность канала.

Алгоритм внедрения:



Варианты архитектуры решений

<p>SaaS-решение на базе WEB-портала Арго</p> <p>Облачное решение онлайн по подписке без установки специальных программ. Не требуется настраивать систему и обучать специалистов. Доступ к данным с любого рабочего места</p>	<p>ПТК «АРГО: Энергоресурсы» на базе компьютерной сети Заказчика</p> <p>Специализированное ПО, устанавливаемое на компьютер. Требуется настройки и обновлений. Необходимость в квалифицированном персонале</p>	<p>Система АСКУЭ на сервере Заказчика</p> <p>Интеграция решений «Арго» с системами АСКУЭ других производителей</p>
---	---	---

От АСКУЭ на Linux до токовых шунтов: «Арго» помогает госкорпорациям и госучреждениям обрести технологический суверенитет



Программное обеспечение «Арго: Энергоресурсы» работает не только под ОС Windows, но и под операционными системами семейства Linux, что позволяет с его помощью осуществлять software импортозамещение. В статье рассмотрены возможности данного ПО и примеры реализации проектов.

ГК «Арго», г. Иваново

В связи с событиями последних лет обострилась необходимость освободить объекты жизнеобеспечения государства от ПО из недружественных стран, и прежде всего — от операционных систем семейства Windows. Методические рекомендации Минцифры от 12 января 2024 года по цифровой трансформации госкорпораций и компаний с государственным участием подтолкнули рынок к переходу на российское ПО. С 1 сентября 2025 года, согласно закону от 07.04.2025 № 58-ФЗ «О внесении изменений в ФЗ “О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации”», эти организации обязаны прекратить использование иностранного программного обеспечения, в том числе операционных систем.

В настоящее время в Российской Федерации практически невозможно приобрести ОС Windows, особенно серверные версии этой операционной системы. Перед теми организациями, которые ими уже пользуются, встает вопрос о дальнейших обновлениях и поддержке, ведь Microsoft ушел из России. А именно серверные версии ОС являются ядром объектов критической инфраструктуры.

Однако на российский рынок есть решения, которыми можно заменить

Windows. Программное обеспечение «Арго: Энергоресурсы» (рис. 1) разработки ООО НТЦ «Арго» более 34 лет используется в проектах автоматизированного учета энергоресурсов (АСКУЭ) предприятий ЖКХ, ТЭК и промышленности, в системах управления наружным освещением (АСУНО) городов и дорог, в системах диспетчеризации энергетических объектов (котельные, насосные станции, объекты добычи полезных ископаемых), в задачах класса «Умный город», в здравоохранении и сельском хозяйстве.

Данное ПО уже с 2021 года работает не только под ОС Windows, но и под операционными системами семейства Linux. Причем список отечественных сборок достаточно богат: РЕД ОС, Astra Linux (версии «Смоленск», «Орёл»), ALT, Calculate, Tenix — и этот перечень расширяется. Также поддерживаются отечественные СУБД, включая Postgres Pro, TOPAZ MariaDB и РЕД База Данных 5.

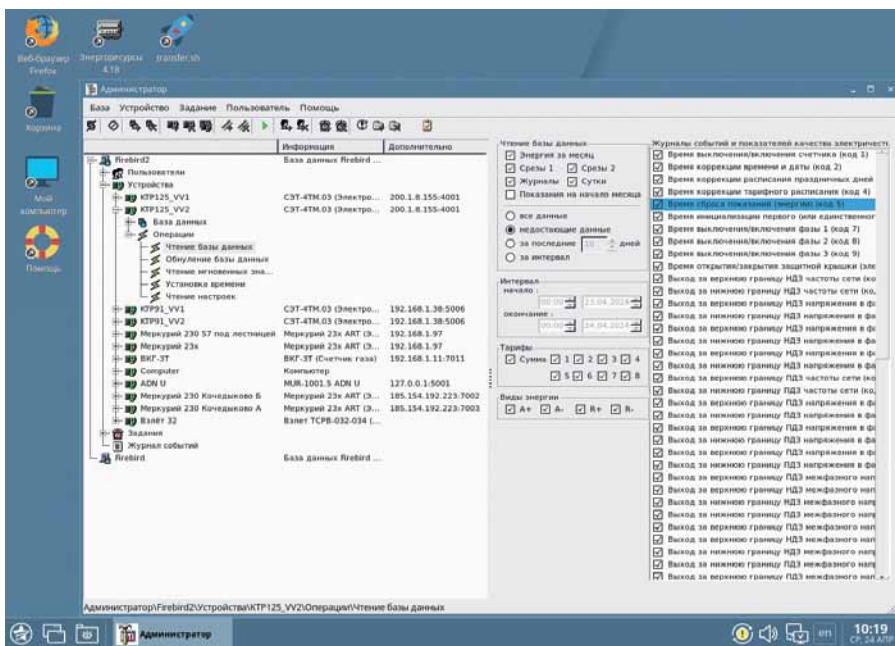
Само ПО «Арго: Энергоресурсы» тоже включено в реестр отечественных программ для ЭВМ Минцифры (№ 4656).

Стоит отметить, что надежность и прогнозируемость в системах от «Арго» обеспечивается с помощью вариативности и комбинирования

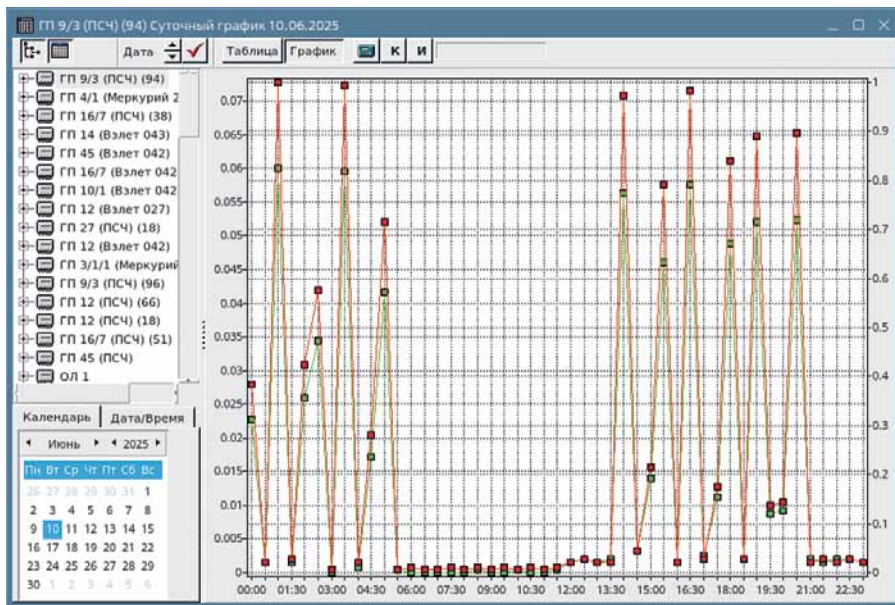
применяемых каналов связи. Компания выпускает оборудование на основе технологий LoRaWAN, NB-IoT, GSM (GPRS и 4G), RF433/868, PLC, RS-485, RS-232, Bluetooth, Wi-Fi и др. В зависимости от конфигурации объекта и внешних условий выбираются технологии и их комбинации, а самое интересное — автоматическое переключение канала связи для передачи данных.

На базе ПТК «Арго: Энергоресурсы», частью которого является одноименное ПО, внедрено более 3800 автоматизированных систем в России и СНГ. Комплекс поддерживает более 360 типов приборов учета и контроллеров (список постоянно пополняется). Налажена межсистемная интеграция с системами биллинга (1С, «Стек-Энерго», «БАРС.ЖКХ» и др.), платформами (например, от «Искра Технологии»), SCADA-системами (Master-SCADA, «Альфа платформа», TRACE MODE и др.). Многие из указанных проектов входят в объекты критической инфраструктуры, притом что классы этих объектов постоянно расширяются на законодательном уровне.

Один из крупных проектов software импортозамещения, участием в котором коллектив компании гордится, это «Обеспечение технологической независимости объектов



а



б

ООО Газпром добыча Ноябрьск ДКС на УКПЗ-ЭС Заполярного П						
Акт первичного учета тепло энергии						
Отчет за (сутки) 20 года						
	№ п/п	Наименование точек поставки	Номер прибора учета	Показания теплосчетчиков, ГКал/ч начальные	Показания теплосчетчиков, ГКал/ч конечные	Разность показаний и счетчиков в %
6	1				0%	данных*
7	2				0%	данных*
8	3				0%	данных*
9	4				0%	данных*
10	5				0%	данных*
11	6				0%	данных*
12	7				0%	данных*
13				SUM(D6:E12)	SUM(E6:E12)	0%
14	Представители эксплуатационной организации:					
15						
16						
17						
18						
19						

в

Рис. 1. ПО «Арго: Энергоресурсы»: а – модуль «Администратор Linux»; б – модуль «Инспектор Linux»; в – модуль «Редактор отчетов Linux»

АСУ ТП» ПАО «Газпром», реализуемый партнером компании «Арго» ПАО «Газпром автоматизация». В рамках проекта выполняется перевод АСУЭ (автоматизированной системы учета энергоресурсов) объектов газовой добычи на работу под ОС семейства Linux с использованием ПО «Арго: Энергоресурсы». В рамках проекта этот софт поставлен уже для пяти ДЗО «Газпрома»: ООО «Газпром добыча Уренгой», ООО «Газпром добыча Оренбург», ООО «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск», ООО «Газпром добыча Иркутск», ООО «Газпром добыча Ноябрьск». Работа продолжается.

Подобные проекты НТЦ «Арго» реализует и в сфере здравоохранения. К примеру, на базе ОБУЗ «Ивановский областной госпиталь для ветеранов войн» внедрена беспроводная (LoRaWAN) система вызова медперсонала, работающая под управлением сервера с ОС семейства Linux и ПО «Арго: Энергоресурсы». В качестве LoRa-сервера используется продукт open-source – ПО с открытым исходным кодом. И это еще одна важная тема для обсуждения.

Отношение правительства к программному обеспечению и оборудованию с открытым исходным кодом периодически меняется, однако open-source-продукты развиваются независимо в силу своей природы (by design). С этим нужно считаться и учиться работать. ООО НТЦ «Арго» активно интегрируется с open-source-проектами. Расскажем более подробно о двух из них.

Современные системы мониторинга IT-инфраструктуры, такие как Zabbix, традиционно используются для наблюдения за состоянием серверов, сетевого оборудования и приложений. Однако, поскольку сегодня растут требования к энергоэффективности и оптимизации операционных расходов, возникает необходимость интегрировать в единую платформу мониторинга еще и АСКУЭ. ПТК «Арго: Энергоресурсы» представляет собой комплексное решение для автоматизации учета электроэнергии, тепла, воды и других ресурсов (рис. 2). Интеграция с Zabbix, выполненная через REST API-сервер ПТК «Арго: Энергоресурсы», открывает новые возможности для кросс-доменного анализа и управления.



Рис. 2. Виджеты Zabbix с данными из ПО «Арго: Энергоресурсы»

Другой случай связан с MajorDoMo – открытой платформой для создания системы «Умный дом», этот проект поддерживают около 1500 разработчиков. Интеграция ПТК «Арго: Энергоресурсы» с платформой MajorDoMo значительно расширяет спектр применения энергомониторинга, делая его доступным для массового сегмента малых архитектур – так называемого сегмента SOHO (Small Office / Home Office). Интеграция была выполнена тоже через REST API-сервер ПТК «Арго: Энергоресурсы» (рис. 3). Совместное решение дало следующие результаты:

- ▶ единый интерфейс управления – показатели энергопотребления отображаются наряду с устройствами умного дома в MajorDoMo;
- ▶ визуализация – встроенный модуль Charts позволяет строить графики энергопотребления за любой период;
- ▶ автоматизация – пользователь может задавать сценарии реакции на превышение лимитов, отключение нагрузки и другие события;
- ▶ гибкая система уведомлений – поддерживаются Telegram, электронная почта и СМС.

Рассматривая системы аналитики, нельзя игнорировать тему мониторинга технологического оборудования: всевозможных станков, линий резки и гибки металла, окрашивания

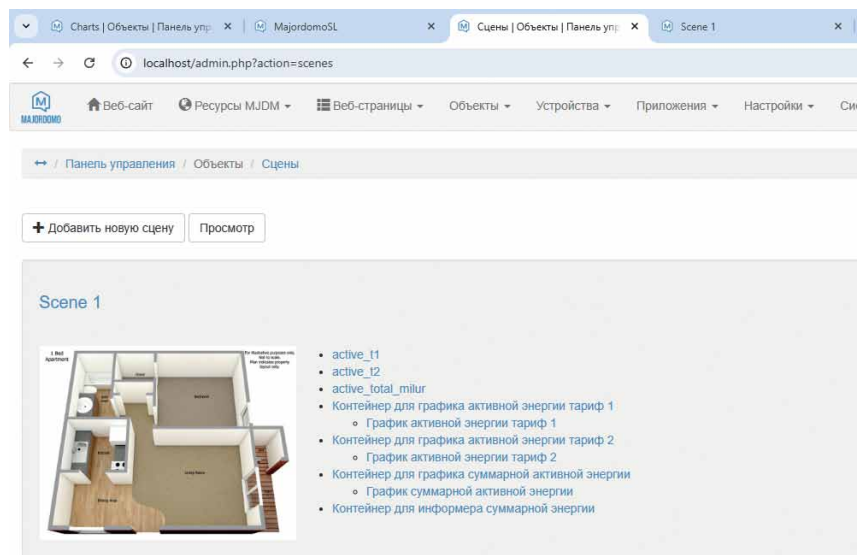


Рис. 3. Виджет квартиры с точками учета из ПО «Арго: Энергоресурсы»

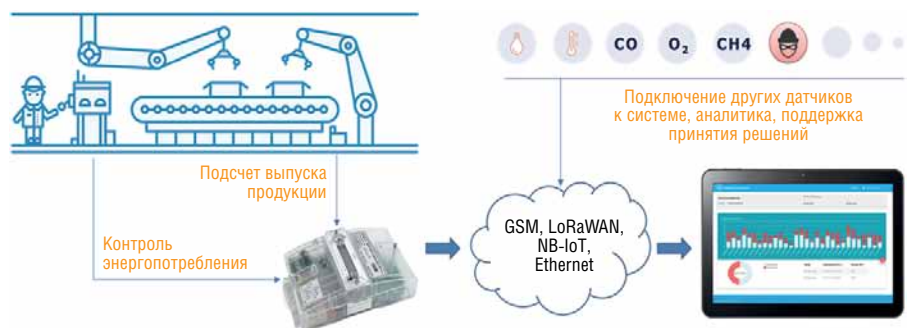


Рис. 4. Общая схема промышленного мониторинга от ГК «Арго»



Рис. 5. Трехканальный счетчик постоянного тока для ЭЭС от ГК «Арго»

тканей и др. По каждому такому узлу с помощью ПТК «Арго: Энергоресурсы» можно оценить время работы под нагрузкой, в холостом режиме или срок пребывания в режиме простоя (рис. 4). Дополнительно возможно определить количество выпущенной продукции, а также энергозатраты на каждую единицу, выявить нецелевое использование оборудования (работа налево), опасный износ станка (необходимость сервиса). Учитывая острую проблему импортозамещения в производственной сфере, отметим, что и здесь ПО может работать под ОС семейства Linux, а также предоставляться как облачный сервис (SaaS).

В сфере импортозамещения и технологического суверенитета группа

компаний «Арго» проводит работу не только над ПО, но и над оборудованием. Производственная база постоянно расширяется: на территории Ивановской области функционирует новая SMD-линия с 3D-визуальным контролем пайки и нанесением защитного покрытия, участок лазерной резки и сварки (в том числе ультразвуковой), аккредитованная лаборатория поверки электросчетчиков. Ряд изделий внесен в Реестр российской промышленной продукции Минпромторга РФ, в частности:

- ▶ устройство диагностики тепло-трасс ППУ МУР 1001.5 TDT;
- ▶ измерительный токовый шунт 1.01 для счетчиков электрической энергии. Шунт уже используется про-

изводителями при изготовлении электросчетчиков и добавляет 5 баллов при подтверждении российского происхождения продукта;

- ▶ контроллер управления наружным освещением МУР 1001.8 CML TLT.

Ожидается, что в ближайшее время в реестре Минпромторга появятся:

- ▶ первый трехканальный счетчик электрической энергии постоянного тока МУР 1001.5 SmartOn СКВТ (рис. 5) – сейчас с этим прибором в реестре Минпромторга уже зарегистрированы отечественные зарядные станции электромобилей АО «РКБ «Глобус»;

- ▶ интеллектуальные счетчики электрической энергии переменного тока МУР 1001.5 SmartOn;

- ▶ блок цифрового программного управления «Арго: Энергоресурсы»: многоцелевое оборудование для автоматизированного учета энергоресурсов (АСКУЭ), управления наружным освещением (АСУНО), проектов класса «Умный город» и других систем автоматизации.

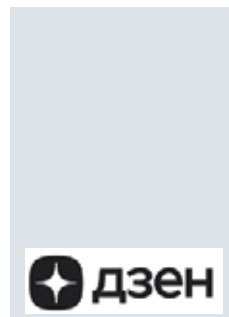
Как показал опыт последних лет, международное сотрудничество в области технологий необходимо, но технологический суверенитет – то, к чему Россия, несомненно, должна стремиться. Группа компаний «Арго» уже предлагает заказчикам решения как по программному обеспечению, так и по электронному оборудованию.

Удачи Вам в добром деле вместе с ГК «Арго»!

И. А. Кашманов, генеральный директор,
С. В. Швецов, коммерческий директор,
А. Г. Байборodin, ведущий разработчик,
ГК «Арго», г. Иваново,
тел.: +7 (4932) 34-5677,
e-mail: post@argoivanovo.ru,
сайт: www.argoivanovo.ru



Все дублируется в новостной ленте Дзена





- ✓ Автоматизированные системы управления технологическим процессом
- ✓ Информационно-измерительные системы
- ✓ Системы коммерческого и технического учета
- ✓ Системы технико-экономического анализа реального времени

ПЛАТФОРМА ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ



ЭНЕРГЕТИКА



НЕФТЕГАЗ



ТЕПЛОСЕТИ



ВОДОКАНАЛЫ

- ✓ Работает под российскими ОС
- ✓ Микросервисная архитектура
- ✓ Поток данных в режиме реального времени
- ✓ Промышленные протоколы обмена
- ✓ Масштабируемость и отказоустойчивость
- ✓ Гибкая разработка и мощность



8 (8412) 499-775
krug@krug2000.ru



streamdat.ru

Реклама

StreamDat® – отечественная платформа для разработки систем автоматизации



В статье представлена программная платформа StreamDat® – полностью отечественное решение для построения систем автоматизации. Перечислены функциональные возможности платформы и предоставляемые инструменты.

НПФ «КРУГ», г. Пенза

В современном мире данные стали ключевым ресурсом, определяющим эффективность и конкурентоспособность бизнеса. Платформа StreamDat® предлагает решение для сбора, обработки, анализа и трансляции данных, которое поможет оптимизировать операционные и управленческие процессы на всех уровнях предприятия.

Обзор платформы StreamDat®

StreamDat® – полностью российская разработка, включенная в реестр Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ. Платформа нативно поддерживает российские операционные системы семей-

ства Linux, включая Astra Linux SE, РЕД ОС и «Альт», благодаря чему достигается стабильная работа в отечественных ИТ-инфраструктурах. StreamDat® предназначена для построения комплексных цифровых систем контроля и управления, охватывающих:

- ▶ интеграцию уровней управления для повышения эффективности принятия решений;
- ▶ автоматизированные системы диспетчеризации и управления технологическими процессами (АСУ ТП), мониторинг и управление технологическими процессами в режиме реального времени, что позволяет предотвратить аварийные ситуации

и минимизировать простои оборудования;

- ▶ автоматизацию коммерческого и технического учета ресурсов;
- ▶ интеграцию устройств промышленного интернета вещей (IIoT) для расширенного мониторинга;
- ▶ реализацию систем технико-экономического анализа в реальном времени;
- ▶ оперативную диагностику оборудования для снижения простоев и другие специализированные решения, адаптируемые под задачи предприятия.

Платформа поддерживает различные протоколы передачи данных:



Рис. 1. Примеры интерфейсов, реализованных в среде исполнения платформы StreamDat®

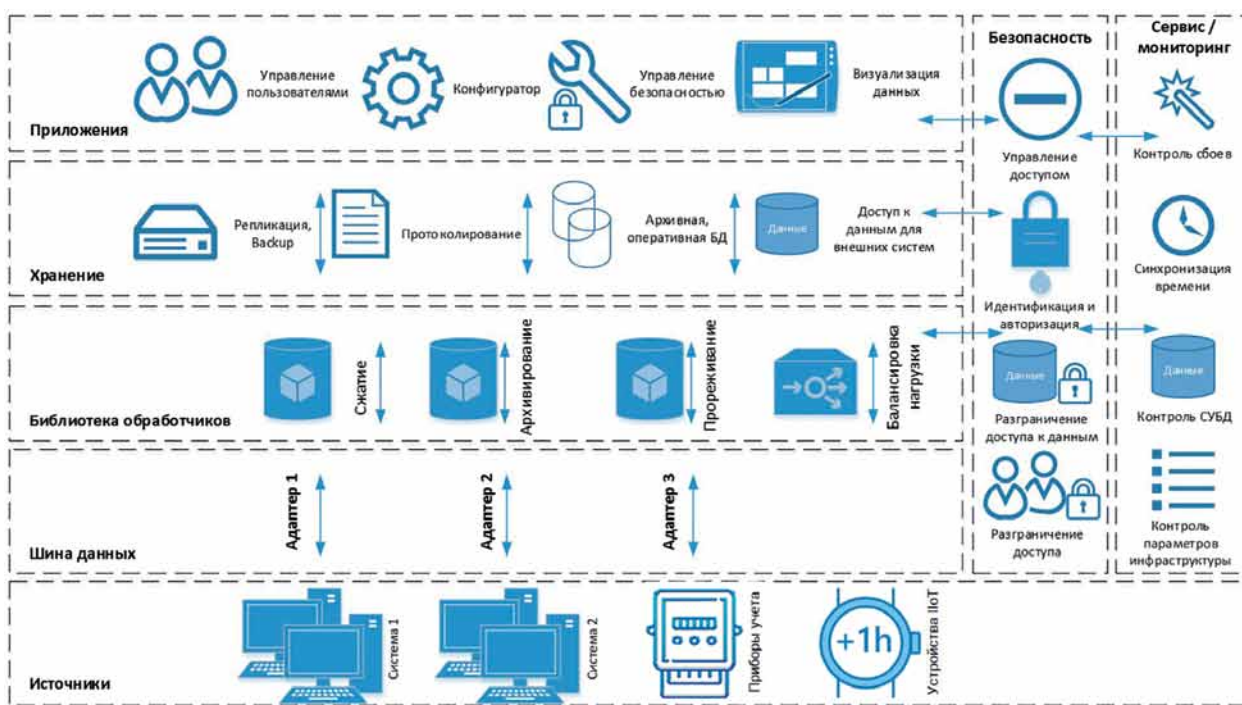


Рис. 2. Архитектура платформы StreamDat®

как открытые (OPC, МЭК и др.), так и проприетарные (протокол обмена со SCADA КРУГ-2000, СРВК и др.). Это позволяет осуществлять интеграцию с корпоративными системами при надежной защите данных. Еще одна особенность решения – масштабируемость, которая позволяет поэтапно внедрять новую систему и расширять ее, в то же время отказоустойчивость дает возможность выполнять модернизацию «на ходу», без остановки работы.

Благодаря мультисерверной архитектуре можно развертывать системы на одиночных и резервированных серверных инфраструктурах. А обработка данных в реальном времени обеспечивает оперативный анализ событий и своевременное реагирование на них.

Возможности программной платформы

Благодаря поддержке множества протоколов связи реализуется сбор и консолидация данных с любых цифровых устройств и систем управления (включая ПЛК, датчики, счетчики). Обмен данными через различные протоколы (OPC, проприетарные протоколы SCADA КРУГ-2000, МЭК и др.) обеспечивается с помощью специальных адаптеров.

В системе выполняется мгновенная обработка данных с возможностями сжатия, прореживания и предиктивной аналитики на базе встроенных и пользовательских алгоритмов.

Обеспечивается интеграция систем с корпоративными базами данных для сквозного управления и анализа.

Визуализация реализуется не только для ПК, но и для мобильных устройств, а также для веб-интерфейсов, что позволяет реализовать удаленное управление. Формируются настраиваемые графики и отчеты. Примеры интерфейсов, реализованных в среде исполнения, приведены на рис. 1.

Платформа дает возможность осуществлять двусторонний обмен командами управления и выполнять диагностику, управлять оборудованием нижнего уровня и взаимодействовать с корпоративными системами. Обеспечены конфигурирование с помощью веб-конфигуратора и расширяемость систем, поддержка пользовательских микросервисов.

Платформа StreamDat® имеет развитую технологическую базу. Микросервисная архитектура повышает гибкость и надежность разработанных систем (рис. 2). Этой же цели служат поддержка мобильной визуализации и мультиязычность платформы. Набор программных инструментов (SDK) позволяет разрабатывать собственные сервисы и расширенные аналитические модули. А синхронизация единого времени и ролевая модель безопасности дают возможность осуществлять контроль доступа и сохранять целостность данных.

StreamDat® подходит как для малых предприятий с минимальной установкой на одной рабочей станции, так и для крупных корпоративных систем с резервированием. В перспективе планируется реализовать поддержку облачных решений и кластеризации, что обеспечит еще большую масштабируемость и гибкость.

Заключение

StreamDat® – это инструмент для цифровой трансформации предприятий, обеспечивающий высокоточное управление данными, оперативный анализ и интеграцию с корпоративными системами.

Источники

1. StreamDat//НПФ «КРУГ»: [сайт]. URL: <https://www.streamdat.ru/> (дата обращения: 30.09.2025).



Д. С. Ревунов, заместитель технического директора – начальник Департамента программного обеспечения, НПФ «КРУГ», г. Пенза, тел.: +7 (8412) 948-988, e-mail: krug@krug2000.ru, сайт: streamdat.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 потребители, 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

ПО «Архивист» и адаптер АД-03 – инструменты для снятия данных со всех типов теплосчетчиков



В статье представлена разработанная НПО «Тепловизор» система учета тепла. Рассмотрены основные решения, входящие в ее состав: программный комплекс «Архивист» и универсальный адаптер переноса данных АД-03, обеспечивающий сбор, хранение и передачу результатов измерений практически со всех типов отечественных теплосчетчиков. Приведены характеристики теплосчетчиков серии ВИСТ-ТС.

НПО «Тепловизор», г. Москва

В одном из последних выпусков журнала «ИСУП» был опубликован материал¹ о разработанной специалистами московской компании «Тепловизор» автоматизированной информационно-измерительной системе (САИИ) «Тепловизор», которая обеспечивает как коммерческий, так и технологический дистанционный учет тепловой энергии (количества теплоносителя). Сегодня мы более подробно остановимся на особенностях «мозга» этого проекта – программного обеспечения верхнего уровня (ПО) «Архивист», которое отвечает за сбор и обработку всего информационного массива данных, поступающих по различным каналам связи с измерительных устройств учета теплоносителей.

Все используемые в САИИ «Тепловизор» программные продукты интегрированы в единый программный комплекс «Система диспетчерского учета «Архивист»» (ДС «Архивист», рис. 1). Это решение представляет собой полностью российскую разработку, совместимую с отечественными операционными системами (ОС), а также системами управления базами

данных (СУБД), которые предоставляют отечественные компании РЕД СОФТ и Postgres Professional (г. Москва). Кроме того, система поддерживает практически всю номенклатуру

представленных сегодня на рынке российских приборов учета теплоносителей.

В число решаемых программным комплексом задач входят автоматизи-



Рис. 1. Рабочее окно программного комплекса «Система диспетчерского учета «Архивист»»

¹ Автоматизированная система «Тепловизор» для учета теплоносителя // ИСУП. 2025. № 5.

ческий сбор информации с расположенных на объектах теплосчетчиков, контроль потребления тепла, а также формирование типовой отчетной документации. При этом важной особенностью системы диспетчерского учета «Архивист» является ее многофункциональность, которая обеспечивает:

- ▶ дистанционное управление с функцией синхронизации времени;
- ▶ формирование единой базы данных об используемых приборах учета воды, тепла и их характеристиках;
- ▶ онлайн-мониторинг текущего состояния приборов, значений измеряемых параметров и их соответствия заданным значениям (уставкам);
- ▶ создание библиотек многоуровневых схем и структурных карт, показывающих состояние используемых приборов и результаты измерений регистрируемых параметров;
- ▶ формирование баз данных в реляционной СУБД MS SQL Server с последующей обработкой данных, позволяющей отображать информацию в виде карт, графиков и таблиц, а также выводить их на внешние устройства;
- ▶ ведение рабочего журнала и истории изменения информации с целью последующего анализа основных тенденций (трендов);

▶ формирование светового или звукового сигнала при возникновении нестандартных ситуаций;

▶ параллельное получение информации с измерительных устройств (при этом используются различные каналы связи и протоколы обмена);

▶ доступ к общей базе данных с нескольких компьютеров (многоклиентский режим) и др.

Для передачи необходимой информации пользователи диспетчерской системы с ПО «Архивист» могут выбрать любые из популярных технологий: радио- и GSM-модемы; TCP/IP-соединение (включая поддержку подключения к устройствам с динамическими IP-адресами, анонсируемыми через FTP-сервер), интерфейсы для передачи цифровой информации (RS-232 / RS-422 / RS-485) и др.

Отдельно отметим, что для этой цели может использоваться адаптер переноса данных АПД-03 (рис. 2) – разработанное специалистами НПО «Тепловизор» микропроцессорное мобильное устройство, позволяющее скачивать из памяти теплосчетчиков архивированную информацию о результатах измерений. Адаптер с дисплеем для отображения данных оборудован USB-разъемом для флеш-накопителя и слотом для SD-карты большой емко-

сти для хранения данных. На дисплей выводится информация о состоянии измерительных устройств, текущих измеренных значениях, а также о нестандартных ситуациях, поэтому с помощью этого адаптера можно выполнять и оперативный контроль. Интуитивно понятное меню АПД-03 дает возможность формировать различные типовые отчеты с результатами измерений, передавая их в диспетчерскую систему и (или) на принтер.

Адаптер 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»).

Источником питания для АПД-03 служат стандартные пальчиковые батарейки. В комплект поставки устройства входит набор шнуров-адаптеров с разными разъемами, обеспечивающими подключение к компьютеру, принтеру и приборам учета.

В качестве исполнительных устройств в ДС «Архивист» используются теплосчетчики серии ВИС.Т-ТС, предназначенные для измерения характеристик потока теплоносителя и количества тепловой энергии в системах теплоснабжения. Приборы производятся в стандартном и погружном исполнении. Отличаются высокой стабильностью метрологических характеристик, межповерочный интервал теплосчетчиков составляет 6 лет. Теплосчетчики серии ВИС.Т-ТС устойчивы к помехам, которые могут оказывать влияние на результаты измерений. Конструкция измерительных устройств предусматривает: металлический антивандалный корпус, обеспечивающий работу прибора в сложных условиях эксплуатации, первичные преобразователи со степенью защиты IP68 и электронный блок со степенью защиты IP65. Четырехстрочный ЖК-дисплей используется для вывода информации и настройки прибора. На верхний уровень информация об измерениях передается по интерфейсам RS-232 (компьютер, модем, принтер), Ethernet, RS-485



Рис. 2. Комплект поставки адаптера переноса данных АПД-03: 1 – адаптер переноса данных; 2 – кабель для подключения адаптера к прибору (порт «Модем») или компьютеру; 3 – многофункциональный переходник для подключения к прибору (порт «Принтер») или принтеру Epson LX-300; 4 – SD-карта с резервной копией установленной рабочей программы



Рис. 3. Многоканальный электромагнитный теплосчетчик ВИС.Т3-ТС в погружном исполнении с исполнительными устройствами



Рис. 4. Внешняя панель с ЖКИ теплосчетчика ВИС.Т-ТС

Таблица 1. Характеристики теплосчетчиков ВИС.Т-ТС

Наименование параметра	Значение
Диапазон верхних пределов измерения расхода теплоносителя, м ³ /ч	1...250 (в зависимости от Ду)
Диаметр условного прохода (Ду) первичных преобразователей расхода (ППР), мм	15, 25, 32, 40, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 400
Температура измеряемой среды (теплоносителя), °С	0...150
Диапазон измеряемой разности температур (ТД = Т _{под} - Т _{обр}), °С	1...150
Рабочее давление среды (Рраб), МПа, не более	2,5 (номинально - 1,6)
Требуемые прямолинейные участки трубопровода	3 Ду до и 1 Ду после места установки ППР
Погрешность измерения объема (массы) в диапазоне расходов: • 0,4...10 (по заказу - 0,2...10, 0,1...10) % от верхнего предела измерения расхода, %, не более • 10...100 % от верхнего предела измерения расхода, %, не более	2 0,6 (по спецзаказу - 0,2)
Погрешность измерения тепловой энергии (количества тепла), %, не более	4,0
Динамический диапазон измерений расхода	1:250 (по спецзаказу - 1:500, 1:1000)
Абсолютная погрешность при измерении температуры, °С, не более	0,1
Приведенная погрешность при измерении давления, %, не более	0,5
Относительная погрешность при измерении времени, %, не более	0,01
Потребление от сети переменного тока	160...270 В, 50 Гц, от 30 до 70 ВА
Временные архивы хранения среднесуточных значений измеряемых параметров, суток, не более	99

и (или) проводному модему и GSM-модему (по желанию заказчика).

На рис. 3 показан внешний вид многоканального электромагнитного теплосчетчика ВИС.Т3-ТС в погруж-

ном исполнении, предназначенном для труб большого диаметра, и используемые вместе с ним исполнительные устройства. На рис. 4 – внешняя панель теплосчетчика с ЖКИ.

Метрологические и технические характеристики теплосчетчиков серии ВИС.Т-ТС представлены в табл. 1.

Технические решения, разработанные НПО «Тепловизор», применяются как для коммерческого, так и для технологического учета и управления ресурсами. Тепло- и водосчетчики ВИС.Т, система диспетчерского учета «Архивист» широко используются в различных отраслях промышленности, на объектах жилищно-коммунального и сельского хозяйства, в зданиях и сооружениях разного назначения, в том числе тех, которые занимают органы государственной власти. Так, например, теплосчетчики типа ВИС.Т установлены в резиденции президента Российской Федерации в Московском Кремле, на территориях всех посольств, в зданиях министерств и ведомств РФ. А диспетчерская система «Архивист» служит первичным звеном единой городской системы диспетчерского учета ПАО «Московская объединенная энергетическая компания» (МОЭК).

В заключение отметим, что целенаправленная работа специалистов НПО «Тепловизор» по созданию системообразующей продукции служит примером реализации технологической независимости не только предприятий, но и отдельных секторов отечественной промышленности.

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

Сделано в России



SENDAST

Высокоточные ультразвуковые преобразователи с разрешением High Resolution



ООО «ЗТ»

российский разработчик и производитель ультразвуковых преобразователей, антенных решеток и многоканальных ультразвуковых блоков робототехнических комплексов для промышленного неразрушающего контроля.

в 2,5 раза

снижают стоимость ультразвукового контроля.

20 лет опыта

в ультразвуковом приборостроении.

Независимость от импорта

ультразвук мирового уровня High Resolution на российской пьезокерамике.

Контакты

+7 (495) 972-33-03,
+7 (901) 546-33-03,
+7 (916) 115-63-98

info@3tsensor.com

3tsensor.com

142204, Московская обл., г. Серпухов,
Московское шоссе, 96



SENDAST: ультразвуковые широкополосные преобразователи



В статье представлены ультразвуковые датчики SENDAST для систем неразрушающего контроля труб и других промышленных металлических изделий. Рассмотрены российские технологии, применяемые при изготовлении данных приборов, а также характеристики датчиков SENDAST: ультразвук сверхвысокого разрешения (High Resolution), большая наработка на отказ и др.

ООО «ЗТ», г. Серпухов, Московская обл.

По утверждению генерального директора российской компании «ЗТ» Андрея Владимировича Жукова, «Достоверность контроля очень сильно определяется качеством датчиков». Ультразвуковые преобразователи (ультразвуковые датчики) — необходимый компонент систем ультразвукового неразрушающего контроля и технической диагностики. Через специализированный УЗ-датчик отправляются и принимаются ультразвуковые импульсы, по анализу отклика на которые можно судить о состоянии материала или наличии дефекта. Датчики работают сов-

местно с дефектоскопами, толщиномерами, томографами и прочим оборудованием, которое выполняет электронно-вычислительную обработку информации. Однако именно от возможностей преобразователя (датчика) зависит, какая ультразвуковая информативная достоверность будет получаться.

При этом академическое стандартное строение датчиков, которое всем известно, создает ультразвук низкого разрешения. Такие УЗ-датчики отличаются простотой, недороги в производстве и поэтому широко

применяются: степень их распространения на предприятиях России составляет около 95 %. Но эти приборы неспособны создать ультразвуковую картину с самым лучшим разрешением, которое может обеспечить природа ультразвука.

В статье мы расскажем о разработке компании «ЗТ» — ультразвуковых широкополосных преобразователях SENDAST (рис. 1), которые способны в два раза повысить достоверность ультразвуковых результатов.

Название торговой марки SENDAST родом из Советского Союза. В 1980-х годах у нас были очень популярны сендастовые головки — элемент кассетного магнитофона, обеспечивающий запись звука. Магнитные головки из сендаста славились долговечностью и надежностью, а компания «ЗТ» стремится реализовать такие же показатели в собственной продукции, хотя и изготовленной совсем из других материалов.

Так какие же материалы применяются в преобразователях SENDAST и какие характеристики это дает?

Отечественная монолитная пьезокерамика

ООО «ЗТ» выпускает широкополосные пьезоэлектрические преобразователи с сигналами предельно малой длительности, а широкополосный сигнал и сверхнизкий шум — атрибуты



Рис. 1. Датчики линейки SENDAST

высокого (сто процентного) ультразвукового зрения. На международном рынке такое разрешение ультразвуковых датчиков называют High Resolution, а изготавливают их на базе композитной керамики. Дело в том, что на обычной монолитной пьезокерамике получить сверхкороткие сигналы очень тяжело, с точки зрения академических знаний даже невозможно. Поэтому за рубежом специально для получения сигналов сверхвысокого разрешения разработали композитную пьезокерамику. Сегодня ее производят в США, Европе и Азии, и российские производители, как правило, используют для High Resolution китайскую пьезокерамику. Практически все, кроме компании «ЗТ».

На самом деле, получить ультразвуковые сигналы сверхмалой длительности на базе отечественной монолитной пьезокерамики оказалось возможным, и генеральный директор компании «ЗТ» Андрей Жуков всегда с удовольствием об этом говорит. У разработчиков ООО «ЗТ» это получилось!

Создание таких приборов приобрело особую важность в последние годы, когда зарубежные бренды ушли из страны и встал вопрос, чем проверять дальше. Датчики SENDAST обеспечивают именно ультразвук сверхвысокого разрешения – максимальный из того, что может дать природа ультразвука. Также, благодаря применению технологий Ultra SAS и СКИН (разработка ООО «ЗТ»), они практически не имеют «мертвой зоны» и защищены от помех (низкий шум). Вот почему преобразователи SENDAST применяют для неразрушающего контроля на предприятиях атомной энергетики, военно-промышленного комплекса и многих других, где необходимо находить мельчайшие дефекты – гораздо более мелкие, чем способен найти обычный ультразвуковой датчик.

Но, наряду с импортозамещением, у отечественной монолитной пьезокерамики есть еще два преимущества. Во-первых, она выдерживает температуру до +300 °С (тогда как композитная пьезокерамика разрушается уже при +100 °С), а во-вторых, отличается износостойкостью. По такому показателю, как наработка на отказ, монолитная пьезокерамика в несколько раз превосходит композитную, она способна служить по 20 лет, не сни-



Рис. 2. Ультразвуковые наклонные датчики П121 SENDAST

жая точности измерений. А значит, и датчики из такого материала тоже отличаются большой наработкой на отказ.

Показательным примером являются ультразвуковые преобразователи SENDAST серии П121.

УЗ-датчики П121 SENDAST

Ультразвуковые наклонные датчики П121 SENDAST (рис. 2) – это компактные приборы, предназначенные для дефектоскопии сварных швов. Как и все преобразователи SENDAST, они отличаются 100-процентным ультразвуковым зрением (High Resolution), которое позволяет им видеть самые мелкие дефекты, и повышенной термостойкостью, что дает возможность выполнять диагностику нагретых объектов. У таких датчиков имеется защита от помех и наводок, высокая повторяемость результатов измерений. Также их отличает гладкое скольжение по стали и удобная эргономика,

благодаря чему пальцы дефектоскописта меньше устают (рис. 3).

Но особенно мы хотим заострить внимание на очень высокой износостойкости этих приборов. Как правило, датчики такого типа быстро изнашиваются, это их основной недостаток. Обычный наклонный датчик может сноситься буквально за неделю, поэтому их требуется очень большое количество. Разработчики «ЗТ» выбрали другой путь: они сделали долговечный датчик. По сравнению со стандартным изделием стойкость к износу П121 выше в 8 раз. То есть вместо восьми обычных приборов можно приобрести один датчик П121. Конечно, он дороже обычного прибора, но в масштабе проведения ультразвукового контроля затраты на датчики снижаются в 2,5 раза.

Для датчиков П121 SENDAST применяется специальный полимер, изготовленный по заказу российским химическим предприятием и обла-



Рис. 3. Проведение дефектоскопии сварных швов

дающий сверхвысокой износостойкостью, тогда как классическое решение — оргстекло или эпоксидные заливки.

Технологии

Разрабатывая технологии для изготовления ультразвуковых преобразователей, инженеры «ЗТ» использовали процессы и материалы из сферы микроэлектронных технологий толстопленочных интегральных микросхем, что обычно в ультразвуковом датчикостроении не делается. Некоторые из этих технологий получили собственное название, кратко расскажем о них.

DeepDamp — технология получения широкополосных сигналов на российской монокристаллической пьезокерамике, которая обеспечивает относительную полосу пропускания до 120% в частотном диапазоне от 0,5 до 10 МГц, а также предельно малую длительность ультразвукового сигнала.

Ultra SAS — компаунд для подавления ультразвуковых шумов, возникающих в призме датчика в результате переотражений. Компаунд поглощает переотражения и уменьшает мертвые зоны преобразователя практически до нуля.

СКИН — технология электромагнитной защиты от помех с помощью специального покрытия, которое наносится на внутренние части датчика

в процессе сборки. Это покрытие выполняет функцию электромагнитного экрана и в то же время совершенно прозрачно для ультразвуковых колебаний.

Сферы применения

Датчики SENDAST обеспечивают высокую проникаемость ультразвука — в несколько раз выше, чем у стандартных исполнений. Это важное свойство для металлургии (диагностика изделий из крупнозернистой стали), прокатной металлургии (диагностика инновационных антикоррозионных плакирующих слоев), авиапрома (диагностика композитных крыльев и фюзеляжа).

Кроме того, ультразвук высокого разрешения High Resolution способен «видеть» в природных условиях, с которыми не справится стандартный ультразвук. Эта способность востребована при диагностике бурения газовых и нефтяных скважин, а также остаточного ресурса службы подземных трубопроводных сетей городского ЖКХ. Поэтому к компании «ЗТ» обращаются многие производители и потребители диагностических систем, в частности, роботизированных комплексов внутритрубной диагностики. Среди таких предприятий можно назвать ООО «Интрон ВТД», изготавливающее средства и технологии внутритрубной диагностики, ООО «Юникон

ЗСК», выполняющее внутритрубное диагностирование, ООО «Атомнефтегаздеталь», изготавливающее трубы большого диаметра. Также ультразвуковые преобразователи SENDAST могут применяться в промышленных ультразвуковых счетчиках учета газа, в медицинском оборудовании переливания жидкостей и растворов, в академических институтах РАН для проведения научных исследований, в диагностике железнодорожных рельсов в составе автоматизированных комплексов контроля. Поэтому среди заказчиков компании «ЗТ» — Российский ядерный центр ВНИИ экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ), г. Саров, Всероссийский НИИ оптико-физических измерений (ВНИИОФИ), г. Москва, Институт проблем машиностроения РАН, Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Институт физической диагностики и моделирования, г. Троицк, и другие организации.

Каждый изготовленный датчик проходит выходной контроль и получает индивидуальный паспорт.

ООО «ЗТ», г. Серпухов, Московская обл.,
тел.: +7 (495) 972-3303,
e-mail: info@3tsensor.com,
сайт: 3tsensor.com

межрегиональная специализированная выставка

САХАПРОМЭКСПО

4 – 5 ДЕКАБРЯ 2025 г. ЯКУТСК

НЕДРА ЯКУТИИ. СПЕЦТЕХНИКА.
ЭКОЛОГИЯ. ЭНЕРГО.
СВЯЗЬ. БЕЗОПАСНОСТЬ

Организаторы:

 **Выставочная компания**
Сибэкспосервис
г. Новосибирск

 **Выставочная компания**
Саха ЭкспоСервис
г. Якутск

Тел: (383) 3356350, e-mail: vkses@yandex.ru, www.ses.net.ru

Кабели для вибродатчиков

от ООО «ВиброТест»



В статье освещены тонкости выбора кабелей к вибродатчикам. Правильный выбор кабельной сборки для качественной передачи сигналов от вибродатчиков позволяет сделать работу вибродиагностической системы точной, надежной и экономичной.

ООО «ВиброТест», г. Москва

В вибродиагностических системах, помимо основных компонентов, немалую роль играют соединительные кабели, которые соединяют вибродатчики с контроллерами или вторичными преобразователями вибрации (рис. 1). При проектировании или монтаже систем вибродиагностики и вибромониторинга необходимо учитывать, что от качественных соединительных кабелей зависит точность передачи показаний и стабильность работы таких систем. Из практики видно, что порой проблемы неточных показаний или нестабильной ра-

боты вибродиагностических систем связаны не с вибродатчиками или их несовместимостью с контроллерами, а с применением неправильно выбранных или некачественных соединительных кабелей.

Как выбрать правильный соединительный кабель к вибродатчику

Чтобы полезный сигнал от вибродатчиков точно попадал в контроллер, где выполняется его обработка и анализ состояния контролируемых параметров вибрации (температуры, давления) промышленного оборудования,

при выборе соединительного кабеля необходимо обратить внимание на следующие параметры:

- ▶ сечение кабеля;
- ▶ экранирование и помехозащитность;
- ▶ рабочая температура и внешняя оболочка;
- ▶ физическая защита.

Сечение кабеля

Существует мнение, что чем больше сечение кабеля, тем с большей вероятностью полезный сигнал от вибродатчика дойдет до приемно-

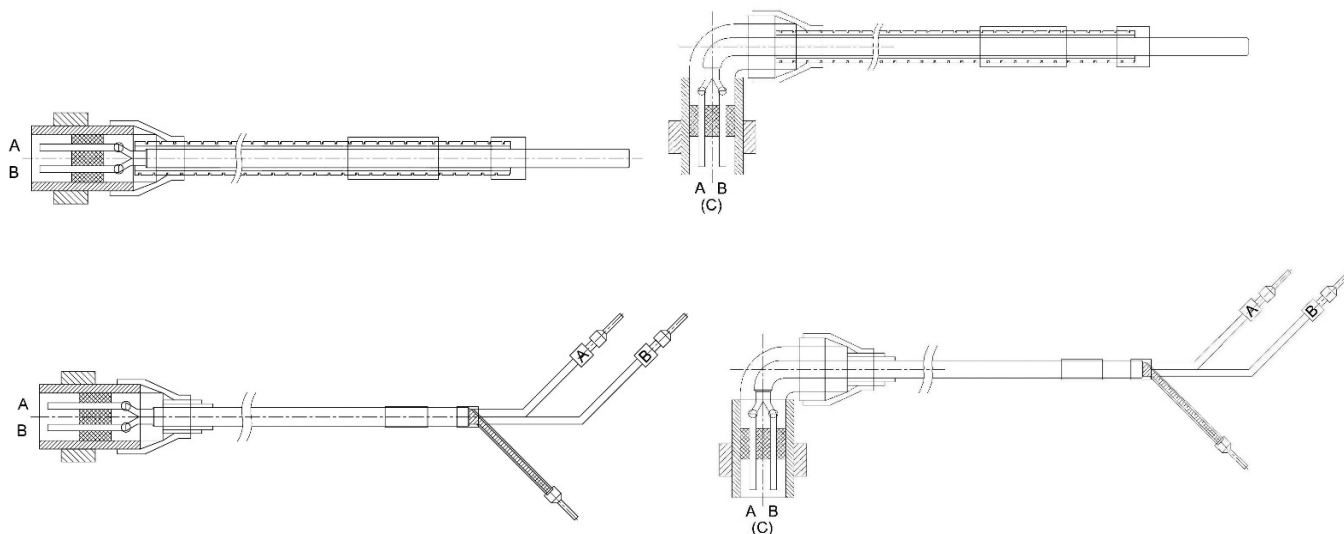


Рис. 1. Пример устройства соединительного кабеля для систем вибродиагностики

го устройства и тем длиннее можно сделать кабель. Это не совсем верно и порой нецелесообразно и дорого. При выборе сечения соединительного кабеля необходимо учитывать много факторов и искать компромисс между надежностью и стоимостью.

Аналоговый или цифровой сигнал передается

При передаче аналогового сигнала лучше выбирать сечение кабеля больше, поскольку при регистрации уровня вибрации учитывается уровень аналогового сигнала, а значит, потеря уровня на тонком сечении кабеля или длинном расстоянии ведет к потере сигнала и, как следствие, к его неправильному значению. Обычно сечения $2 \times 0,35 \text{ мм}^2$ хватает для точной передачи полезного сигнала. При передаче цифрового сигнала таких проблем меньше, поскольку его наличие (независимо от уровня) соответствует единице, а отсутствие — нулю. В таком случае можно использовать кабель для Ethernet.

Вольтовый или токовый параметр фиксируется

Считается, что передача вольтового сигнала на большие расстояния несет больше потерь, чем передача

токового сигнала, поэтому на расстоянии 200–300 м предпочтительнее использовать датчики с токовым выходом, а не датчики с вольтовым сигналом (ICP/IEPE). Хотя предполагается, что сигнал с датчиков стандарта ICP (IEPE) можно передавать на 150 и даже на 300 м с правильным соединительным кабелем сечением не менее $2 \times 0,5 \text{ мм}^2$.

Коаксиальный кабель или «витая пара»

Кабель «витая пара» в общем экроне и нужного сечения лучше подходит для передачи сигналов от вибродатчиков, чем коаксиальный кабель. Как и его монтаж к разъемам с точки зрения помехозащищенности.

В каких случаях применять антивибрационный кабель для вибродатчиков

Вибродатчики устанавливаются в точки контроля вибрации на агрегат, и к ним подходит кабель передачи сигнала, который частично проложен по частям агрегата до шкафа управления и тоже подвергается вибрации от работающего оборудования. При вибрации в кабеле возникают паразитные помехи от трения внутренних проводников, изоляции и наложения внешних электромагнитных наводок,

а поскольку зарядовый сигнал с «кристалла» датчика слабый, еще не усилен и не отфильтрован электроникой, до преобразователя он может сильно исказиться, а то и вовсе потеряться в паразитных шумах. Антивибрационные кабели серии ВКТ имеют графитовое электропроводящее напыление на внутренней изоляции проводника и в значительной степени убирают паразитные помехи.

По конструкции можно выделить три вида вибродатчиков на пьезоэлементе. Датчики первого вида имеют в своем корпусе только чувствительный элемент (зарядовые датчики), а выходной сигнал, который нужно передавать по кабелю, измеряется в пикокулонах (пКл). Остальные два вида вибродатчиков уже содержат в себе электрическую схему, преобразующую (усиливающую) полезный сигнал: на выходе такие датчики имеют полезный вольтовый или токовый сигнал. Для зарядовых датчиков и нужно применять антивибрационный кабель, который позволит передать сигнал до усиливающей электрической схемы (выносной преобразователь). В остальных случаях целесообразно применять кабель «витая пара» или коаксиальный кабель. Вопрос, где применять зарядовые датчики, а где с вольтовым выхо-

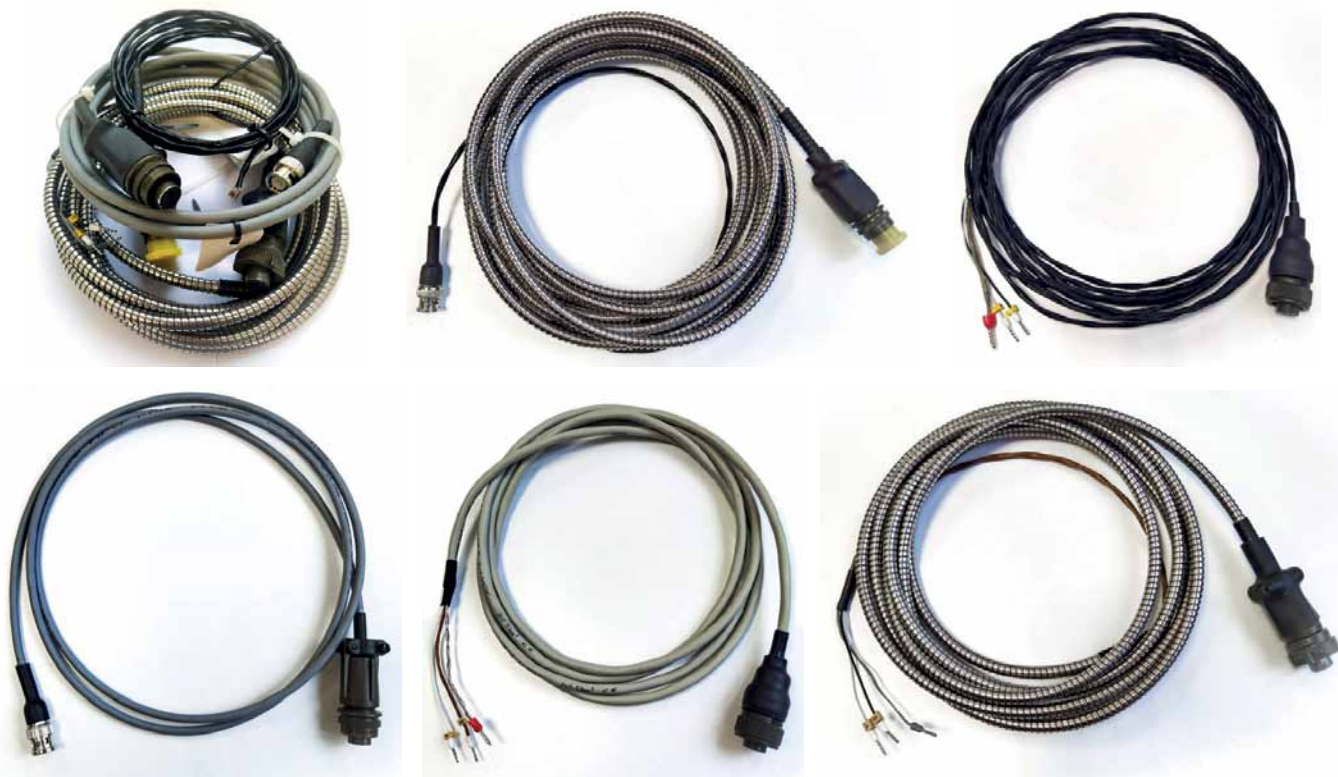


Рис. 2. Примеры кабельных сборок к вибродатчикам

дом или токовые, рассмотрим в другой раз.

Экранирование кабеля

Экранирование кабеля передачи данных от вибродатчика к регистрирующей аппаратуре просто необходимо, поскольку вибродатчики устанавливаются, как правило, вблизи или в районе подшипниковых узлов электроагрегатов, где бывают сильные электромагнитные помехи. В качестве первичного экранирования применяются кабели с внутренним экраном из медной (луженой) проволоки (сетки). Не рекомендуется использовать кабели, экранированные фольгой. В некоторых случаях используется двойное экранирование — кабели с двойным сетчатым экраном. В качестве дополнительного экранирования иногда применяют антивандалный металлорукав, поместив в него кабель передачи данных. Важное значение имеет соединение внутреннего экрана кабеля с его разъемами, их заземлением. Иногда помогает установка в разъем или в разрыв разъема и датчика устройства для уменьшения электромагнитных помех ФЭМИ от ООО «ВиброТест».

Рабочая температура и внешняя оболочка кабеля

При подборе соединительного кабеля необходимо учитывать среду, в которой он будет находиться, и рабочий температурный диапазон. Поэтому, где необходимо, применяют химически маслостойкие кабели и термостойкие кабели.

Внешние оболочки кабелей, производимые компанией «ВиброТест» для изготовления типовых кабельных сборок к вибродатчикам, могут быть из

ПВХ, полиуретановых материалов (до +85 °С), тефлона (до +155 °С), силикона (до +200 °С). Под заказ их делают и с другими характеристиками. Следует обратить внимание на соединительный разъем к датчику: он должен соответствовать таким же климатическим и температурным характеристикам, что и кабель.

Физическая защита

При выборе кабельной сборки для вибродатчика необходимо учитывать его условия эксплуатации: где и как он будет проложен от вибродатчика к шкафу с контроллерами. В жестких условиях эксплуатации, где проложенный кабель может подвергаться физическим воздействиям, его рекомендуется поместить в антивандалный бронерукав или проложить в защитных кабель-каналах.

Разъемы на кабельных сборках

Как правило, на кабельной сборке есть разъем к вибродатчику с одной стороны и монтажное соединение ко вторичному блоку. Для промышленных датчиков широко распространен разъем типа MIL-C-5015, который может быть двух- или трехконтактным, прямым или угловым. Если точная длина кабельной сборки неизвестна, оставляют обрубленный конец кабеля, затем его отрезают и монтируют по месту. Если длина точная, устанавливают или разъем типа BNC, или концевые наконечники — в зависимости от того, какая коммутация у вторичной аппаратуры.

Кабели для стационарных систем и переносных приборов

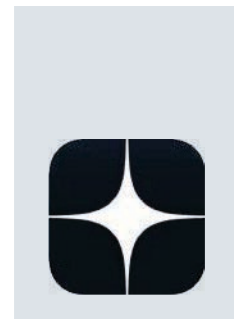
Для стационарных систем вибромониторинга целесообразно приме-

нять экранированные кабели в ПВХ, полиуретановой или тефлоновой оболочке (в зависимости от условий эксплуатации). Для переносных приборов или мобильных систем рекомендуем кабели в силиконовой оболочке, они более гибкие и удобные, или спиральные кабели. Примеры кабельных сборок к вибродатчикам показаны на рис. 2.

Фирма ООО «ВиброТест» изготавливает кабельные сборки к большинству промышленных вибродатчиков различной конфигурации и длины, поставляет промышленные вибродатчики вместе с кабельными сборками и адаптерами крепления к ним. Как производитель вибродатчиков, фирма делает вибродатчики со встроенным кабелем, с нужными характеристиками или устанавливает кабель в имеющийся вибродатчик, подбирает разъемы и изготавливает кабельные сборки к переносным приборам и согласующим устройствам.



Н. В. Рязковский,
генеральный директор,
ООО «ВиброТест», г. Москва,
тел.: +7 (495) 768-9803,
e-mail: info@vibrotest.net,
сайт: vibrosensors.ru



Многофункциональный измерительный комплекс ZET 037 как универсальный инструмент решения производственных задач

Z E T L A B

В статье рассмотрены состав и характеристики многоканальной измерительной системы ZET 037 разработки и производства компании ZETLAB. С помощью ZET 037, используя измерительные модули разной функциональности, можно решать индивидуальные измерительные задачи по определению механических и электрических величин, виброакустических, частотных и теплотехнических характеристик.

ООО «ЭТМС», г. Зеленоград

Группа компаний ZETLAB – полностью российское предприятие. Бренд ZETLAB, который был создан в девяностые годы и название которого (в соответствии с тенденциями того времени) напоминает зарубежное слово, является аббревиатурой от словосочетания «Зеленоградская электротехническая лаборатория». В административном округе Москвы Зеленограде, который еще в советские времена называли наукоградом, ZETLAB работает с 1992 года, поддерживая его славные традиции: сначала компания оснащала высокоточным оборудованием метрологические лаборатории, а позже перешла к разработке и производству собственных контрольно-измерительных приборов для предприятий нефтеперерабатывающей, авиационной, автомобильной, легкой и пищевой промышленности, металлургии и машиностроения. Сегодня в ГК ZETLAB входят две компании, и обе занимаются разработками: ООО «ЭТМС» создает средства измерения, тестирования и навигации, а ООО «ZETLAB» – программное обеспечение для изготавливаемых приборов.

Отдельным направлением деятельности предприятия является выпуск многоканальных измерительных комплексов на базе оборудования

и ПО ZETLAB. Такие комплексы служат как для измерения различных параметров, так и для анализа данных, обеспечивая решение самых разных задач.

В статье мы подробно рассмотрим многоканальную измерительную систему ZET 037, представляющую собой универсальный модульный многофункциональный инструмент. В состав ZET 037 входят модули с разной

функциональностью, комбинируя которые, можно выполнять измерения:

- ▶ механических величин (деформация, сила, крутящий момент), для чего используются тензометрические датчики;
- ▶ электрических параметров – напряжения постоянного (DC) и переменного (AC) тока;
- ▶ виброакустических характеристик (звуковое давление, акустический



Рис. 1. Базовая комплектация многоканальной измерительной системы ZET 037: платформа ZET 037 с измерительными модулями, кабель Ethernet, блок питания

шум, вибрация) с помощью вибропреобразователей;

- ▶ частотных характеристик;
- ▶ теплотехнических характеристик (температура, давление), измеряемых с использованием датчиков температуры и давления.

Конструктивно многофункциональная система ZET 037 состоит из двух основных элементов: корпуса и измерительных модулей (рис. 1). Корпус, габариты которого не превышают $450 \times 256 \times 133$ мм, устанавливается в стандартную 19-дюймовую монтажную стойку, а модули монтируются внутри корпуса. Основная функция модулей – подключение и измерение параметров входящего сигнала, поступающего от первичных преобразователей различного типа. Модификация используемых модулей определяется заказчиком в зависимости от его конкретных потребностей.

Один модуль обеспечивает измерения по четырем входным каналам, одна система ZET 037 – по 56 каналам, причем количество каналов может быть увеличено до 1000 с помощью добавления блоков регистрации. Если количество измерительных каналов необходимо увеличить еще больше, допускается возможность объединения и синхронизации нескольких систем ZET 037 между собой.

Функционально измерительный комплекс может контролировать целостность канала от обрыва или короткого замыкания: это осуществляется при подключенном ИСР-датчике для измерения силы, деформации, динамического давления и ускорения. Кроме того, система поддерживает датчики TEDS (transducer electronic data sheet) для хранения основной информации о преобразователях, исполнительных устройствах и т. д.

Параметризация режимов работы, регистрация параметров и обработка результатов измерений выполняются с помощью специализированного ПО ZETLAB, обладающего удобным и понятным интерфейсом. ПО устанавливается на внешнем компьютере и обеспечивает трансляцию результатов измерений на внешние устройства в удобной для пользователя форме – числовой или графической. В качестве примера отображения данных на рис. 2 показан анализ нелинейных искажений и узкополосный спектр конкретного измерительного комп-

лекса ZET 037, а на рис. 3 – его собственные шумы на частоте 1,6 Гц.

Погрешность синхронизации блоков регистрации (протокол Multi-Channel Time Sync, MCTS) составляет менее 10 нс. Используемый в системе

интерфейс Ethernet обеспечивает высокую скорость передачи информации на рабочее место оператора – не менее 1 Гбит/с. При этом разрешение аналого-цифрового преобразователя «сигма – дельта» составляет не ме-

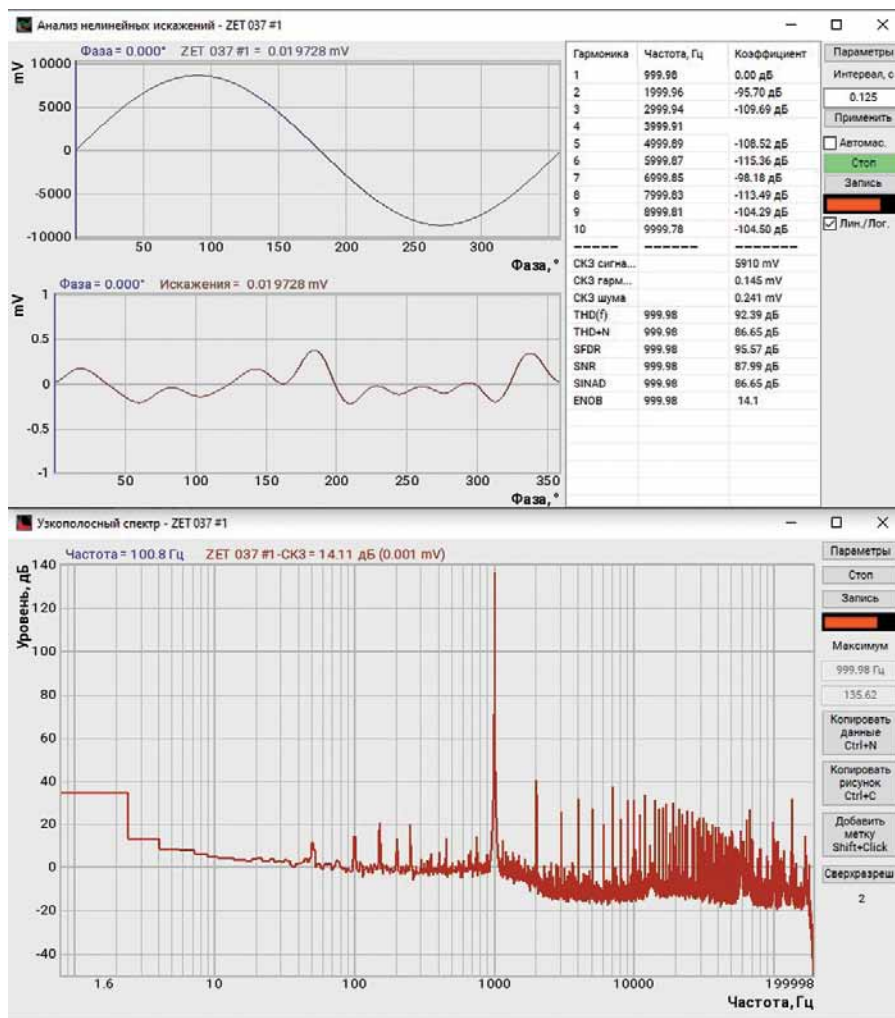


Рис. 2. Анализ нелинейных искажений и узкополосный спектр измерительного комплекса ZET 037

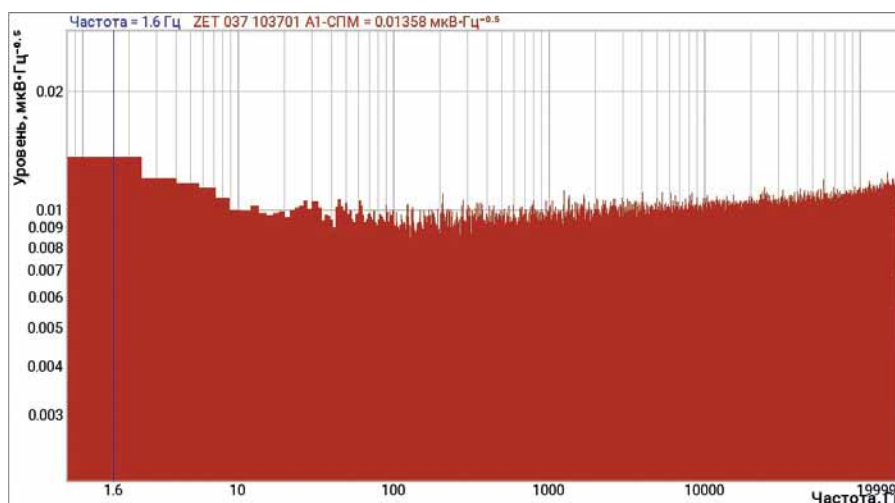


Рис. 3. Собственные шумы измерительного комплекса ZET 037

Таблица 1. Основные характеристики аналогового измерительного модуля ZET 037A

Параметр	Значение
Количество измерительных каналов, шт.	4
Максимальная частота дискретизации на 1 канал, кГц, не менее	400
Количество разрядов АЦП, шт.	24
Типы поддерживаемых датчиков	Напряжения, ICP (IEPE), тензодатчик 1/4 моста
Динамический диапазон в режиме спектрального анализа, дБ	150
Входное сопротивление, МОм	1
Диапазон рабочих частот, Гц	0...160 000
Диапазон частот анализируемых сигналов, Гц: • режим «октавный анализ» • режим «1/3-октавный анализ»	1...64 000 1...125 000
Диапазон измеряемого постоянного напряжения, В	±10
Максимальная амплитуда измеряемого переменного напряжения, В	10
Неравномерность АЧХ в поддиапазонах частот, дБ: • 0,1...90 кГц • 90...120 кГц • 120...160 кГц	0,05 0,1 0,3
Коэффициенты усиления (программируемые)	1, 30
Уровень собственных шумов при частотах дискретизации, мкВ: • 400 кГц и КУ30 • 400 кГц и КУ1	4,5 35
Основная приведенная погрешность измерений, %, не более: • напряжения постоянного тока • напряжения переменного тока	±0,06 ±0,10
Возможность самотестирования	Есть

нее 24 бит. Рассинхронизация между входными каналами по фазе (частота до 2 кГц) для системы ZET 037 – не более 0,5%. Напряжение питания устройства – от +10 до 26 В, потребляемая мощность – 60 Вт. Комплекс может работать в диапазоне эксплуатационных температур от +5 до +45 °С.

Основные характеристики аналогового измерительного модуля (контроллера сбора информации) ZET 037A представлены в табл. 1.

В заключение отметим, что компания ZETLAB, производящая собственное оборудование, активно принимает участие в программе импортоза-

мещения, а все выпускаемые изделия проходят сертификацию с целью внесения в Госреестр средств измерений и утверждения типа. Наряду с измерительными комплексами компания производит:

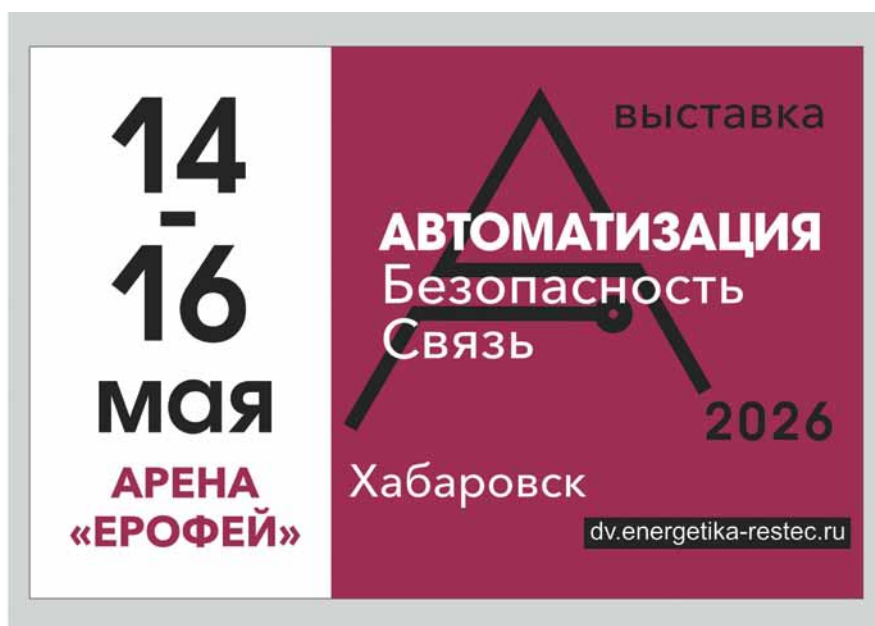
- ▶ широкий спектр измерительного оборудования высокой точности – цифровые и аналоговые датчики, интеллектуальные цифровые устройства, многоканальные анализаторы спектра, усилители сигналов, устройства контроля электрических цепей, тензометрическое и сейсмическое оборудование, различные модули АЦП-ЦАП с множеством программ для выполнения измерений и анализа результатов и др.;

- ▶ различные системы мониторинга (контроль технического состояния инженерно-технических конструкций зданий и сооружений, определение сейсмических воздействий, система обнаружения утечек и т. п.);

- ▶ автоматизированные стенды, рабочие места и системы измерения различных параметров, а также автоматизированные стенды, обеспечивающие проведение проверок/калибровок изделий, приемо-сдаточных испытаний и аттестацию оборудования;

- ▶ системы управления виброакустическими испытаниями и другие решения.

ООО «ЭТМС», г. Зеленоград, Москва,
тел.: +7 (495) 739-3919,
e-mail: zetlab@zetlab.com,
сайт: zetlab.com





ООО "СИЭЛ"

разработка и производство систем
виброконтроля и промышленной электроники

Измерение абсолютной вибрации



Тип **Усилители согласующие СИЭЛ-165Х** зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 77711-20 и допущен к применению в РФ.

Измерение относительной вибрации

Тип **Преобразователи линейных перемещений СИЭЛ-166Х** зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 77744-20 и допущен к применению в РФ.



Реклама

Виброаппаратура предназначена для непрерывного измерения напряжений постоянного и переменного тока, пропорциональных параметрам абсолютной и относительной вибрации: виброускорению, виброскорости, виброперемещению, частоте вращения. Дополнительные модули обеспечивают измерение температуры при помощи термометров сопротивления, а также измеряют силу тока и напряжения в нормированных шкалах.



Тип **Аппаратура измерения и контроля вибрации многоканальная СИЭЛ-2200** зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 89450-23 и допущен к применению в РФ.

Принципы построения и особенности функционирования системы виброконтроля и диагностики на основе виброаппаратуры СИЭЛ–2200



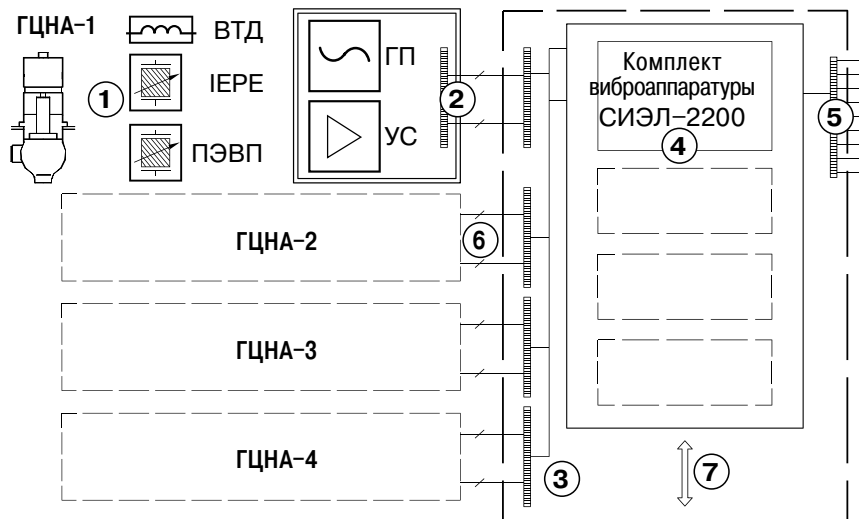
В статье рассмотрены разработки ООО «СИЭЛ» для контроля вибрационного состояния вращающихся машин и механизмов. Представлены преобразователи измерительных каналов относительной вибрации, первичные преобразователи абсолютной вибрации, многоканальная контрольно-измерительная аппаратура.

ООО «СИЭЛ», г. Санкт-Петербург

В современном мире ни одна из сфер человеческой деятельности не обходится без применения различных вращающихся машин и механизмов, при этом многие классы механизмов нуждаются в постоянном контроле вибрационного состояния, что регламентируется отраслевыми стандартами. Объектами вибрационного контроля являются прежде всего корпуса подшипников, а также валы.

ООО «СИЭЛ» начиная с 1998 года успешно работает на объектах энергетической, газоперекачивающей, атомной и нефтеперерабатывающей промышленности в области оснащения системами вибрационного и технологического контроля различных механизмов промышленного назначения, таких как газоперекачивающие агрегаты компрессорных станций и компрессоры станций охлаждения газа, насосное оборудование, паровые турбогенераторы различных типов и мощностей, вспомогательное оборудование турбин и котлоагрегатов, перекачивающее и компрессорное оборудование.

Контролируемые параметры вибрации можно разделить на основные и дополнительные: к основным относятся среднеквадратическое значение



Обозначения

- ① Преобразователи вибропараметров с кабелями:
ВДТ – вихретоковые датчики СИЭЛ–166 Д,
ИЕРЕ – акселерометры со встроенным усилителем,
ПЭВП – пьезоэлектрические вибропреобразователи
- ② Усилители согласующие (УС: СИЭЛ–1651N) и генераторы-преобразователи (ГП: СИЭЛ–1661N) в коробке соединительной
- ③ Устройство информационно-измерительное (УИИ)
- ④ Комплект видеоаппаратуры СИЭЛ–2200: конструктив шинный с установленными модулями
- ⑤ Линии связи для передачи дискретных сигналов предупредительной и аварийной сигнализации
- ⑥ Блочные линии связи от соединительных коробок до УИИ
- ⑦ Линии связи для организации обмена данными

Рис. 1. Функциональная схема СВК ГЦНА

(СКЗ) виброскорости и размах относительного виброперемещения. Дополнительные параметры, такие как гармонический состав и форма сигналов виброскорости и виброперемещения, а также ряд других, служат для целей вибродиагностики.

Характер и масштабы изменения вибрации во времени для каждого случая индивидуальны, конкретный вибрационный процесс содержит большой объем важнейшей информации, использование которой позволяет диагностировать техническое состояние механизмов и машин и рационально устранять многие дефекты.

В качестве примера реализованного ООО «СИЭЛ» проекта оснащения механизма на рис. 1 показана функциональная схема системы контроля вибрации (СКВ) четырех главных циркуляционных насосов (ГЦНА) энергоблока атомной электростанции.

Перечень контролируемых параметров рассматриваемой СКВ: виброскорость в зоне верхней крестовины двигателя, радиальное направление; виброскорость в зоне верхней крестовины двигателя, осевое направление; виброскорость в зоне нижней крестовины двигателя; виброскорость в зоне радиально-осевого подшипника, радиальное направление; виброскорость в зоне радиально-осевого подшипника, осевое направление; виброскорость в зоне нижнего радиального подшипника насоса, осевое направление (высокотемпературные условия); виброперемещение ротора насоса в зоне радиально-осевого подшипника; виброперемещение ротора насоса в зоне радиально-осевого подшипника; виброперемещение ротора насоса в зоне блока уплотнения; виброперемещение ротора насоса в зоне блока уплотнения; частота вращения ротора насоса (фазовая метка).

Преобразователи измерительных каналов относительной вибрации

Основными частями измерительных каналов, осуществляющими преобразование физической величины в электрический сигнал, являются датчик СИЭЛ–166Д с кабелем и генератор-преобразователь. Устройства используют вихревоковый принцип преобразования мгновенного значения расстояния между контролируемым объектом и торцом измери-

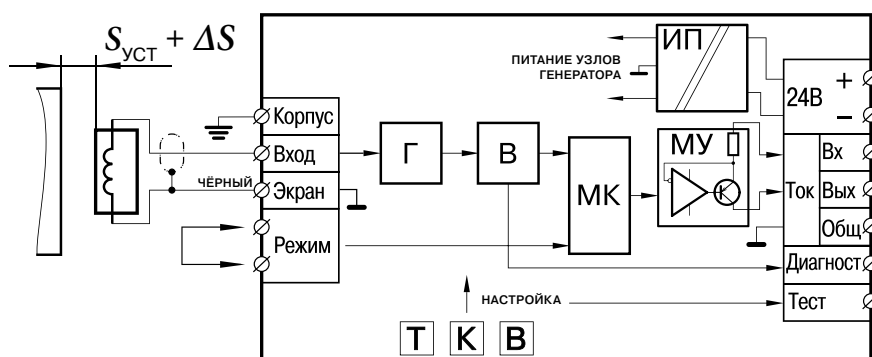


Рис. 2. Функциональная схема измерительного канала относительного виброперемещения с использованием генератора-преобразователя СИЭЛ–1663

тельной головки датчика в ток или напряжение на выходе генератора-преобразователя, пропорциональные зазору (СИЭЛ–1662, СИЭЛ–1661 или СИЭЛ–1661N) или размаху относительного виброперемещения (модель СИЭЛ–1663).

В составе измерительного канала частоты вращения используется генератор-преобразователь СИЭЛ–1664 с импульсными выходами.

Тип **Преобразователи линейных перемещений СИЭЛ–166Х** зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 77744-20 и допущен к применению в РФ.

Отличительные особенности преобразователей линейных перемещений СИЭЛ–166Х:

- ▶ возможность применения в системах вибродиагностики за счет дополнительного широкополосного выхода для некоторых модификаций генератора-преобразователя;
- ▶ гальваническая изоляция питающих и измерительных цепей генератора-преобразователя;
- ▶ сравнительно малое значение тока потребления, позволяющее подключать приборы через барьеры искробезопасности;
- ▶ взаимозаменяемость согласованных по исполнению датчиков и генераторов-преобразователей;
- ▶ большая номенклатура размеров корпуса датчика, а также варианты кабельной сборки и длины кабеля, позволяющие подобрать модификацию, подходящую к месту установки практически для любых механизмов;
- ▶ изготовление измерительной головки датчика из материалов, стойких к воздействию агрессивных сред.

На рис. 2 приводится функциональная схема измерительного канала относительного виброперемещения

с использованием генератора-преобразователя СИЭЛ–1663, предоставляющего возможности вибродиагностики.

Для подключения к модулям 2252К и 2253К из состава виброаппаратуры СИЭЛ–2200 в СКВ применяется генератор-преобразователь СИЭЛ–1661N, являющийся аналогом подобных устройств иностранного производства.

Первичные преобразователи абсолютной вибрации

Используемые в составе измерительных каналов абсолютной вибрации акселерометры со встроенным электронным усилителем (ПЕРЕ-преобразователи, другое название – ИСР-датчики) подключаются напрямую к модулю 2251К из состава виброаппаратуры СИЭЛ–2200.

Другая модификация измерительного канала включает в себя комплект: пьезоэлектрический вибропреобразователь (ПЭВП) и усилитель согласующий (УС) СИЭЛ–165Х. Применение такой конфигурации позволяет, кроме прочего, использовать ПЭВП для высокотемпературных условий применения.

Тип **Усилители согласующие СИЭЛ–165Х** зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 77711-20 и допущен к применению в РФ.

Отличительные особенности усилителей согласующих СИЭЛ–165Х:

- ▶ возможность применения в системах вибродиагностики за счет двух дополнительных широкополосных выходов для модификации СИЭЛ–1657;
- ▶ гальваническая изоляция питающих и измерительных и выходных цепей УС;
- ▶ сравнительно малое значение тока потребления, позволяющее подклю-

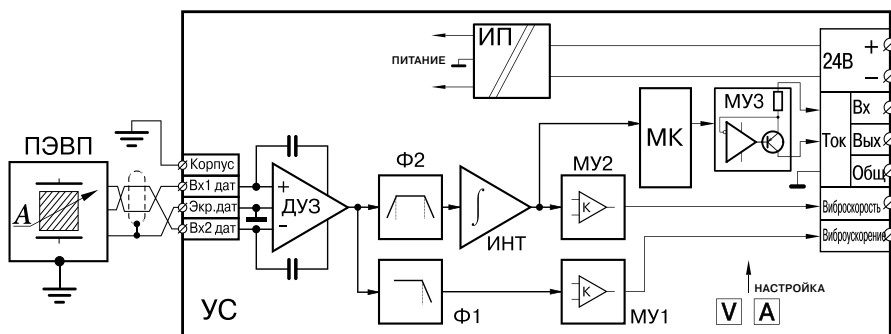


Рис. 3. Функциональная схема УС СИЭЛ–1657

чать приборы через барьеры искробезопасности;

► возможность подключения любого ПЭВП с дифференциальным выходом.

Выходные сигналы УС СИЭЛ–1657 из состава измерительного канала абсолютной вибрации: переменное напряжение, пропорциональное виброускорению, переменное напряжение, пропорциональное виброскорости, постоянный ток, пропорциональный СКЗ виброскорости (рис. 3).

Для подключения к модулю 2251К из состава виброаппаратуры СИЭЛ–2200 в СКВ применяется усилитель согласующий СИЭЛ–1651N, являющийся аналогом подобных устройств иностранного производства.

Контрольно-измерительная аппаратура: виброаппаратура СИЭЛ–2200

Виброаппаратура предназначена для непрерывного измерения напряжений постоянного и переменного тока, пропорциональных параметрам абсолютной и относительной вибрации, и для вычисления значений виброускорения, виброскорости, виброперемещения и частоты вращения. Дополнительно обеспечивается измерение температуры с помощью термометров сопротивления, а также силы тока и напряжения в нормированных шкалах.

Тип Аппаратура измерения и контроля вибрации многоканальная СИЭЛ–2200 зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 89450-23 и допущен к применению в РФ.

Виброаппаратура состоит из измерительных модулей, используемых для обработки определенного типа сигналов. Кроме измерительных модулей, в состав комплекта виброаппаратуры (рис. 4) обязательно входят модуль питания 2241К для обеспечения

устройств и подключаемых преобразователей необходимыми напряжениями питания и модуль доступа 2211К, предназначенный для доступа к измеренным величинам и параметрам модулей, а также для разделения информационной шины модулей и сети при передаче данных в автоматику верхнего уровня. Для формирования четырех программируемых выходных релейных сигналов, например, сигнализации и защиты, в состав комплекта может включаться модуль вывода дискретных сигналов 2223К.

Принцип работы виброаппаратуры основан на осуществлении непрерывного приема и измерения аналоговых сигналов, поступающих от установленных на контролируемом объекте преобразователей, и последующей математической обработке сигналов.

Виброаппаратура осуществляет передачу полученных данных по цифровым последовательным интерфейсам во внешнюю информационную

систему, а также формирование релейных сигналов превышения измеренными величинами заданных пороговых значений.

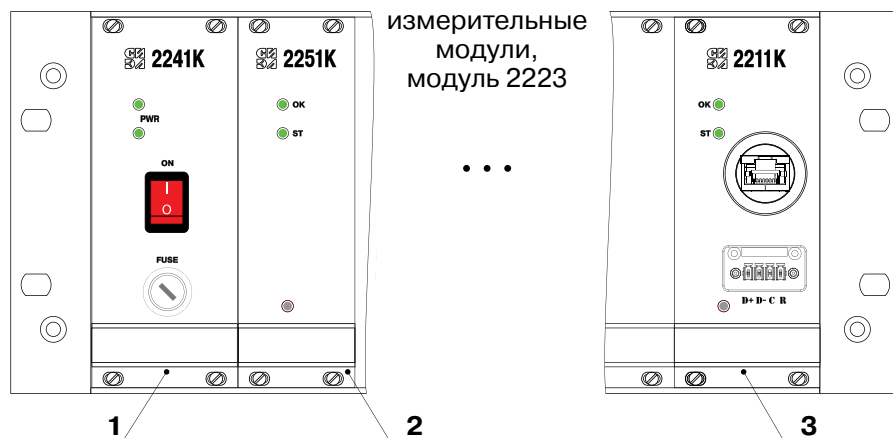
Измерительные модули включают по четыре измерительных канала следующих величин:

► измерительный канал абсолютной вибрации для измерения и контроля виброускорения и соответствующих виброскорости и виброперемещения. Модификация 2251К используется для подключения как усилителей заряда от ПЭВП СИЭЛ–1651N, так и акселерометров со встроенным электронным усилителем (IEPE). Тип подключения программируется;

► измерительный канал зазора, виброперемещения и частоты вращения – модули измерения относительной вибрации 2252К и модули ввода сигналов фазовых отметчиков 2253К с подключенными преобразователями линейных перемещений СИЭЛ–1661N;

► измерительный канал тока и напряжения – модули ввода аналоговых сигналов 2261К для подключения источников тока (от 4 до 20 мА) и 2262К для подключения источников напряжения (от 0 до 10 В);

► измерительный канал температуры – модули ввода сигналов термосопротивлений 2231К для подключения термометров сопротивления по трех- или четырехпроводной схеме с номинальными значениями сопротивления при температуре 0 °С от 1 до 1000 Ом.



Обозначения

- 1 – модуль питания 2241К: первая позиция
- 2 – измерительные модули, модуль 2223: количество до восьми, порядок установки определяется проектом оснащения механизма
- 3 – модуль доступа 2211К: последняя позиция

Рис. 4. Общий вид комплекта виброаппаратуры СИЭЛ–2200

Функциональные возможности системы вибромониторинга и диагностики

Система вибромониторинга и диагностики на основе виброаппаратуры СИЭЛ–2200 является проектно-комплектным изделием и поставляется по согласованной проектной схеме и спецификации.

По каждому измерительному каналу модули измерения абсолютной и относительной вибрации формируют следующие значения сигналов: среднее квадратическое значение (СКЗ), среднее, максимальное, минимальное, размах и спектр сигнала.

При использовании совместно с модулем 2253К виброаппаратура дополнительно осуществляет расчет по измерительным каналам абсолютной и относительной вибрации СКЗ и фазы первых четырех гармоник, а также субгармоники сигнала. Каждый измерительный канал соответствующего параметра имеет возможность установки коэффициентов преобразования сигнала.

Используется принцип открытого кода: пользователь получает доступ ко всем программным регистрам всех модулей для получения требуемой информации. С комплектом модулей поставляется только сервисное ПО, используемое для проверки и настройки. Для обеспечения обмена виброаппаратуры и автоматики верхнего уровня пользователю требуется использование собственного программного обеспечения.

Модуль измерения абсолютной вибрации 2251К

Модуль обрабатывает сигналы абсолютной вибрации контролируемого механизма по четырем измерительным каналам с последующей математической обработкой этих сигналов и формирует набор скалярных и векторных данных. При совместной работе с модулем ввода сигналов фазовых отметчиков 2253К модуль 2251К также выполняет расчет параметров гармоник оборотной частоты агрегата.

Доступ к скалярным данным возможен через интерфейс RS-485 по протоколу Modbus RTU: напрямую, или через модуль доступа 2211К, или через интерфейс Ethernet (только через модуль доступа) по протоколу Modbus TCP. Доступ к векторным данным возможен только по интерфейсу

Ethernet по протоколу Modbus Object Messaging через модуль доступа.

Дополнительно модуль 2251К реализует функции автономной защиты путем регистрации событий по порогам скалярных параметров с последующей передачей сообщений по шине CAN другим модулям. При совместной работе с модулем дискретных выходов 2223К эти события могут быть использованы для коммутации реле; параметры регистрации событий настраиваемые.

В энергонезависимой памяти хранится конфигурация модуля и журнал событий. Смена конфигурации и сброс на заводские настройки, а также калибровка аналоговых входов модуля выполняются по протоколу Modbus. Функциональная схема модуля 2251К приводится на рис. 5.

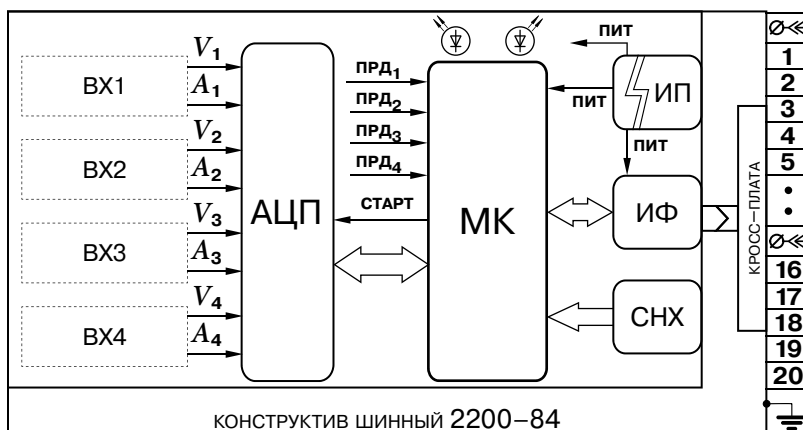
Пользователю доступны следующие скалярные данные:

- ▶ данные канала (всего 8 каналов):

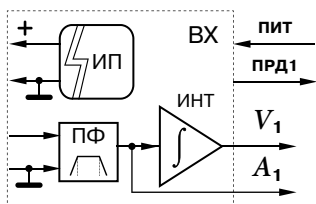
- широкополосный сигнал вибрации – СКЗ, среднее значение, максимальное значение, минимальное значение, размах;
- параметры гармоник 1/2, 1, 2, 3 и 4 (всего 5 гармоник на канал) – СКЗ, фаза;
- ▶ оборотная частота агрегата (1 значение);
- ▶ дата и время.

Пользователю доступны следующие векторные данные:

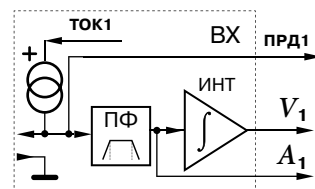
- ▶ осциллограммы текущие (8 экземпляров) – выборка сигнала одного канала за период наблюдения;
- ▶ осциллограммы по событиям (8 экземпляров) – выборка сигнала одного канала за период наблюдения, записанная при наступлении заданных событий канала;
- ▶ амплитудные спектры (8 экземпляров) – выборка сигнала во временной области с заданного канала (8192 отсчета); спектр сигнала (СКЗ, 4096 линий);



Схемы входных цепей (VX1...VX4)



подключение УС



подключение IEPЕ

Обозначения

- VX1...4 – входные цепи измерительных каналов
- ПРД1...4 – сигналы достоверности входных сигналов
- СТАРТ – сигнал запуска процесса измерений
- ПФ – полосовой фильтр
- ИНТ – аналоговый интегратор
- АЦП – восьмиканальный АЦП
- МК – управляющий микроконтроллер
- СНХ – приемник и переключатели синхросигналов
- ИП – источники питания цепей
- ИФ – внешние цифровые интерфейсы

Рис. 5. Модуль измерения абсолютной вибрации 2251К: функциональная схема

- ▶ спектры огибающей (8 экземпляров) – выборка сигнала во временной области с заданного канала (8192 отсчета), фильтрованный сигнал во временной области (8192 отсчета), огибающая сигнала (8192 отсчета), спектр исходного сигнала (СКЗ, 4096 линий), спектр фильтрованного сигнала (СКЗ, 4096 линий), спектр огибающей (СКЗ, 4096 линий);
- ▶ октавные спектры (8 экземпляров) – спектр по $1/12$ -октавным полосам (СКЗ, 110 полос).

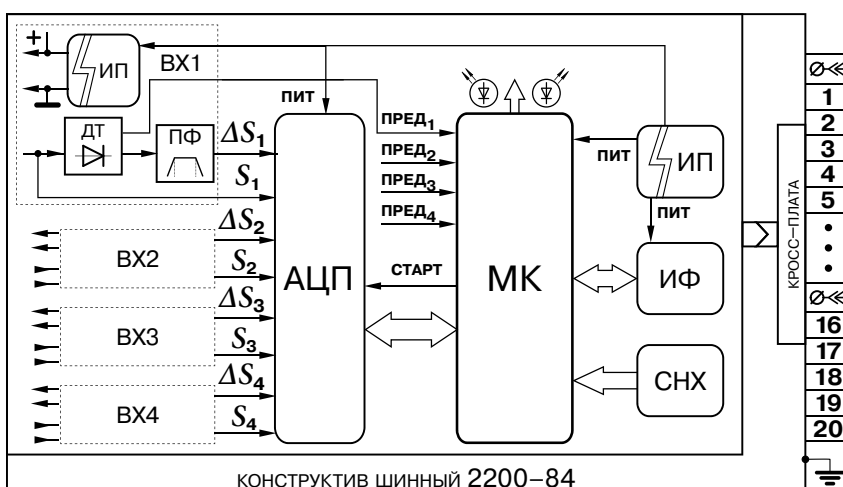
Модуль измерения относительной вибрации 2252К

Принципы обработки сигналов и обмена в составе комплекта виброаппаратуры СИЭЛ–2200 аналогичны модулю 2251К. Функциональная схема модуля 2252К приводится на рис. 6. Пользователю доступны следующие скалярные данные:

- ▶ данные канала (всего 8 каналов):
 - широкополосный сигнал вибрации – СКЗ, среднее значение, максимальное значение, минимальное значение, размах;
 - параметры гармоник $1/2$, 1, 2, 3 и 4 (всего 5 гармоник на канал) – СКЗ, фаза;
- ▶ осевой сдвиг датчика 1, 2, 3, 4 (всего 4 параметра);
 - ▶ S_{MAX} пары 1, 2 датчиков (всего 2 параметра);
 - ▶ оборотная частота агрегата (1 значение);
 - ▶ дата и время.

Пользователю доступны следующие векторные данные:

- ▶ осциллограммы текущие (8 экземпляров) – выборка сигнала одного канала за период наблюдения;
- ▶ осциллограммы по событиям (8 экземпляров) – выборка сигнала одного канала за период наблюдения, записанная при наступлении заданных событий канала;
- ▶ амплитудные спектры (8 экземпляров) – выборка сигнала во вре-



Обозначения

- VX1...4 – входные цепи измерительных каналов
- ДТ – детектор размаха
- ПФ – полосовой фильтр
- АЦП – восьмиканальный АЦП
- МК – управляющий микроконтроллер
- СНХ – приемник и переключатели синхросигналов
- ИП – источники питания цепей модуля
- ИФ – внешние цифровые интерфейсы

Рис. 6. Модуль измерения относительной вибрации 2252К: функциональная схема

менной области с заданного канала (8192 отсчета); спектр сигнала (СКЗ, 4096 линий);

- ▶ спектры огибающей (8 экземпляров) – выборка сигнала во временной области с заданного канала (8192 отсчета), фильтрованный сигнал во временной области (8192 отсчета), огибающая сигнала (8192 отсчета), спектр исходного сигнала (СКЗ, 4096 линий), спектр фильтрованного сигнала (СКЗ, 4096 линий), спектр огибающей (СКЗ, 4096 линий);
- ▶ октавные спектры (8 экземпляров) – спектр по $1/12$ -октавным полосам (СКЗ, 110 полос).

Более подробную информацию о характеристиках описанных устройств можно найти в следующих документах:

1. Аппаратура измерения и контроля вибрации многоканальная СИЭЛ–2200. Руководство по эксплуатации. ТПКЦ.421451.221 РЭ.

2. Преобразователи линейных перемещений СИЭЛ–166Х (преобразующие устройства измерительных каналов осевого сдвига и относительного виброперемещения). Руководство по эксплуатации. ТПКЦ.427671.106 РЭ.

3. Усилители согласующие СИЭЛ–165Х. Руководство по эксплуатации. ТПКЦ.427710.111 РЭ.

Для реализации конкретного проекта СКВ заказчик имеет возможность на основании требований к контролируемому механизму и согласованного перечня измеряемых величин составить с помощью специалистов предприятия-разработчика заказную спецификацию необходимого измерительного оборудования.

А. О. Зубин, генеральный директор,
 ООО «СИЭЛ», г. Санкт-Петербург,
 тел.: +7 (812) 648-0928,
 e-mail: mail@syel.ru,
 сайт: www.syel.ru



vk.com/journal_isup
ВКонтакте



<https://t.me/isupmagaz>
Телеграм



<https://dzen.ru/isup>
Дзен

Все новости и статьи в свободном доступе

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 А17, А18 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 А17, А18 и Post4 и входит в состав программно-технических средств системы АТМ-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

www.albatros.ru, albatros.ppf

Применение радиоволновых и магнитострикционных измерителей уровня АО «Альбатрос» для решения задач учета в парках резервуаров



В статье представлено оборудование АО «Альбатрос» для измерения уровня нефтепродуктов: измерители уровня радиоволновые РДУЗ и уровнемеры поплавковые ДУУ10/11. Рассказано о конструктивном исполнении приборов, особенностях монтажа и применения.

АО «Альбатрос», г. Москва

Учет товарных потоков на предприятиях подготовки, транспортировки и хранения нефтепродуктов является необходимой и одной из основных операций контроля технологических

процессов. Внедрение автоматизированных систем контроля учетных операций, уход от «ручных» измерений – актуальные задачи для предприятий топливно-энергетического комплекса.

Технологические переделы на этих предприятиях, их коммерческая эффективность требуют оптимизации контроля и рациональности управления процессами, в том числе с точки

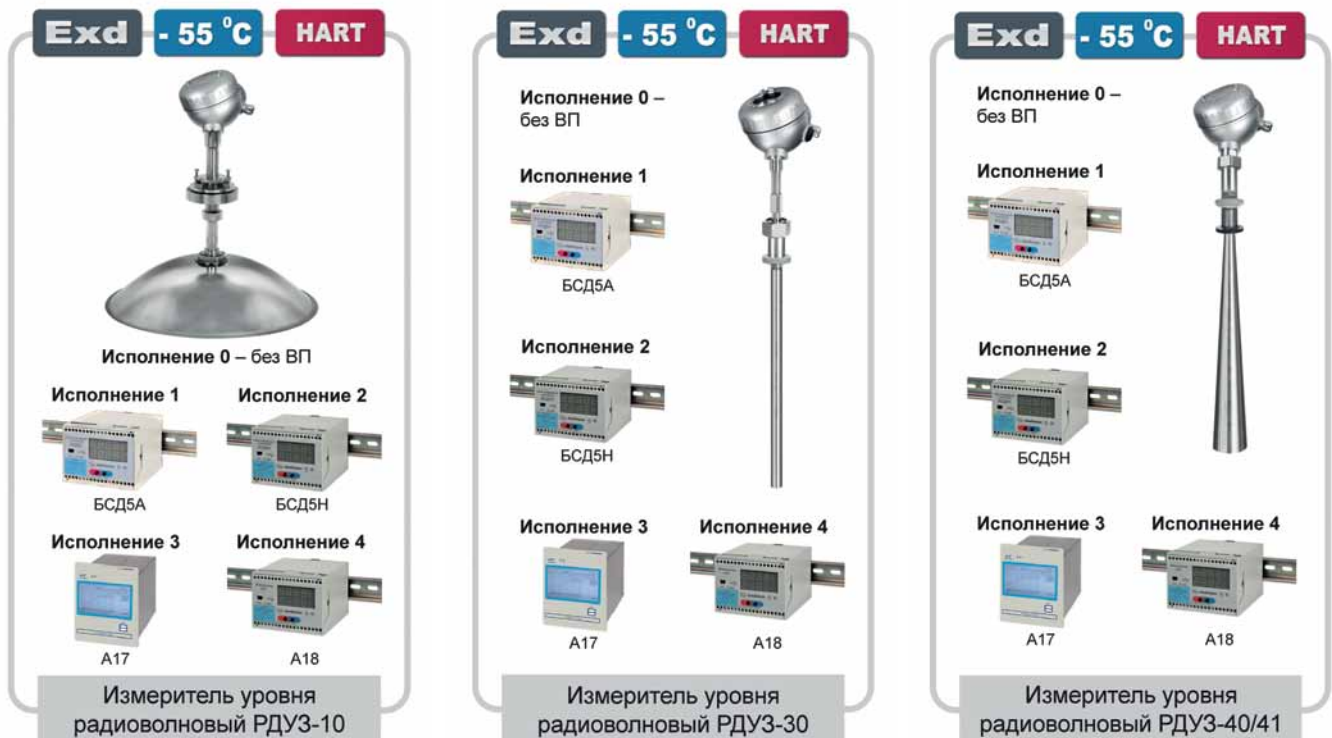


Рис. 1. Исполнения радиоволновых измерителей уровня РДУЗ

Таблица 1. Технические данные радиоволновых уровнемеров РДУЗМ

Наименование параметра	Значение
Применение с контроллерами (вторичными приборами)	HART без вторичного прибора; A17, A18, БСД5А, БСД5Н (с видом взрывозащиты [Ex ia Ga] ПВ)
Тип антенн / диаметр антенн	<ul style="list-style-type: none"> • параболическая / 400 мм (РДУЗМ-10); • рупорная / 130/73 мм (РДУЗМ-00/01); • диэлектрическая / 56 мм (РДУЗМ-20); • волновод / 35 мм (РДУЗМ-30); • конусная / 96 мм (146, 196) (РДУЗМ-40/41); • трос гибкий / 4 мм (РДУЗМ-50); • трос гибкий / 6 мм (РДУЗМ-51); • стержень жесткий составной / 16 мм (РДУЗМ-52)
Рабочее давление среды, МПа, не более	0,2; 1,0; 2,5; 3,0; 4,0; 10,0; 12,0 (в зависимости от исполнения)
Рабочий диапазон измерений воздушно-газового пространства, мм	700...15 000 (в зависимости от исполнения)*
Температура контролируемой среды, °С	Не ограничивается, кроме: -45...+300 (для РДУЗМ-30)**; -45...+150 (для РДУЗМ-50/51/52)**
Погрешность измерения уровня, мм	±1; ±2; ±3; ±4; ±5; ±6; ±10 (в зависимости от исполнения)
Вязкость контролируемой среды	Не ограничивается, кроме РДУЗМ-30/40/41 (1,6)
Диэлектрическая проницаемость продукта, не менее	1,7 (РДУЗМ-30/40/41)***; 1,9 (РДУЗМ-00/01/10/20/50/51/52)***
Минимальный измеряемый уровень продукта, мм	100 (РДУЗМ-30/40/41); 120 с РДУЗМ-52 с мишенью УНКР.305446.097-02; 200 (РДУЗМ-00/01/10/20); 240 с РДУЗМ-50 с мишенью УНКР.305446.099; 270 с РДУЗМ-50 (51) с мишенью УНКР.305446.097(-01); 350 с РДУЗМ-50 (51/52) без мишени
Скорость изменения уровня продукта, см/с, не более	4
Температура внешней среды, °С	-40...+75 – с ЖКИ, без обогрева**** -55...+75 – с ЖКИ, с обогревом**** -45...+85 – без ЖКИ, без обогрева -55...+85 – с ЖКИ, с обогревом****
Маркировка взрывозащиты	0Ex ia ПВ Т5...Т3 Ga X; Ex ia ПВ Т120 °С Da X; 1Ex db ПВ Т5...Т4 Gb X
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150	0М 1,5
Пределы изменения атмосферного давления, кПа	84...106,7
Тип атмосферы	III, IV (морская и приморско-промышленная)
Выходной сигнал уровнемера РДУЗМ	HART, протокол А0 «Альбатрос», Modbus RTU

* ВГП для РДУЗМ-30 (40, 41) отсчитывается от нижней плоскости штанги корпуса ПП. По специальному заказу возможна поставка РДУЗМ-00 (01/10/20/40/41) с измерениями ВГП до 25 000 мм.

** Максимальная температура контролируемой среды РДУЗМ-50 с мишенью УНКР.305446.009 – не более 120 °С.

*** Для РДУЗМ-30-Н с поплавком диэлектрическая проницаемость продукта не ограничивается. Объемная плотность поплавка УНКР.305446.059 – (450 ± 20) кг/м³, объемная плотность поплавка УНКР.305446.090 – (500 ± 20) кг/м³, объемная плотность поплавка УНКР.305446.090 01 – (800 ± 20) кг/м³. Минимальный измеряемый уровень продукта зависит от его диэлектрической проницаемости: вода – 100 мм, спирты – 200 мм, нефтепродукты – 300 мм. При наличии раздела сред или осадка измеряемый уровень отсчитывается от них.

**** Считывание данных с ЖКИ гарантируется при температуре окружающей среды более –30 °С.

зрения минимизации потерь при подготовке и хранении нефтепродуктов.

Одной из основных задач мониторинга емкостного оборудования (РГС/РВС) является измерение текущего уровня и объема нефтепродукта с высокой степенью точности. И не случайно, так как цена ошибки в про-

цессе измерения данного параметра слишком высока. К примеру, при эксплуатации РВС объемом 3000 м³ с базовой высотой 12 м измерение уровня продукта с погрешностью ±3 мм приводит к неучтенным остаткам до 0,9 м³, то есть приблизительно к пяти «бесхозным» бочкам нефтепродук-

та. Несложно пересчитать стоимость ошибки измерения в денежном эквиваленте.

Для измерения уровня продуктов в РГС/РВС компания «Альбатрос» предлагает два типа высокоточных измерителей уровня с основной погрешностью измерений ±1 мм: радиоволновый и поплавковый магнитострикционный.

Измерители уровня радиоволновые РДУЗ

В состав измерителей РДУЗ в зависимости от исполнения входят:

- ▶ уровнемер радиоволновый РДУЗМ (ПП);
- ▶ блок сопряжения с датчиком БСД5А (далее – БСД5А (ВП));
- ▶ блок сопряжения с датчиком БСД5Н (далее – БСД5Н (ВП));
- ▶ контроллер А17 (ВП);
- ▶ контроллер А18 (ВП).

Уровнемеры радиоволновые выпускаются с антеннами/волноводами для контактного контроля уровня или с антеннами рупорного/параболического типа с технологией бесконтактной локации продукта. Они предлагаются к применению на аппаратах с темными и светлыми нефтепродуктами. Конструктивные исполнения приборов представлены на рис. 1, технические данные – в табл. 1.

На РВС без понтонов и плавающих крыш целесообразно устанавливать приборы с рупорными/параболическими антеннами типа РДУЗМ-10. Монтаж этих приборов выполняется в сжатые сроки без проведения строительных и огневых работ на месте эксплуатации. Для установки на резервуарах с понтонами и (или) плавающими крышами (РВСРВСп/РВСпк), а также на емкости, работающие под давлением, компания выпускает уровнемеры радиоволновые с волноводами 32 мм типа РДУЗМ-30 и измерительными трубами 100/200 мм – РДУЗМ-40/41.

Уровнемер РДУЗМ-30 – радиоволновый прибор с волноводом диаметром 32 мм и заказной длиной под высоту конкретного РВС/РВСп. Волновод представляется секционным – со сборной при монтаже измерителя на аппарате. Уровнемер устанавливается на крыше РВС (направляющей понтона РВСп) с диаметром присоединительного патрубка не менее 50 мм на посадочную втулку, входящую в состав прибора. Сварочных работ и сли-

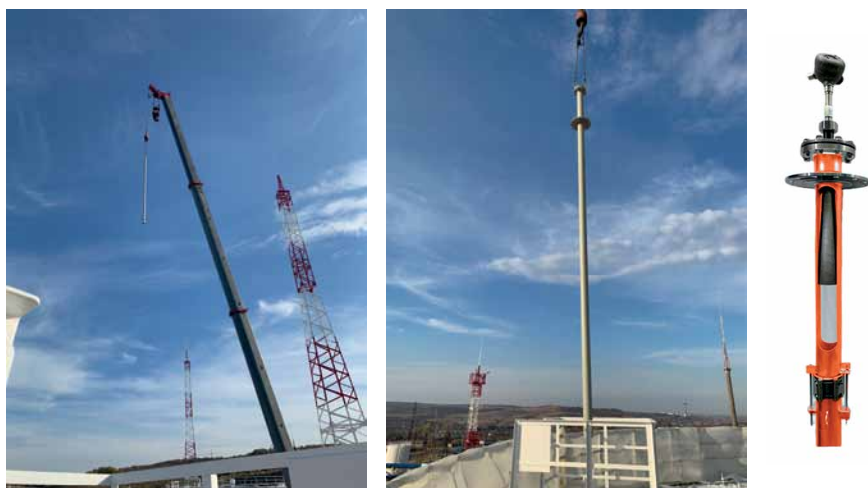


Рис. 2. Установка измерительной трубы радиоволнового измерителя уровня РДУЗ-40 на резервуар с помощью крана-манипулятора

ва жидкости из аппарата при монтаже не требуется. РДУЗМ-30 хорошо зарекомендовал себя при контроле светлых нефтепродуктов.

Уровнемер типа РДУЗМ-40 поставляется в двух комплектациях:

- уровнемер РДУЗМ-40 с измерительной трубой/волноводом диаметром 100/200 мм;
- уровнемер РДУЗМ-40 для установки в существующую на резервуаре измерительную трубу Ду200.

Таблица 2. Технические характеристики поплавковых уровнемеров ДУУ10/11

Наименование параметра	Значение
Применение с контроллерами (вторичными приборами)	<ul style="list-style-type: none"> • Без вторичных приборов; • A17, A18, Hub2, Post4
Длина чувствительного элемента, м: <ul style="list-style-type: none"> • жесткий ЧЭ • гибкий ЧЭ 	1,0...4,0 (M11-02/-04/-06)* 1,0...25,0 (M11-10/-12/-18)*
Температура контролируемой среды, °С	-45...+120*
Давление контролируемой среды, МПа, не более	2,0* – жесткий ЧЭ, 0,15* – гибкий ЧЭ, 0,02 для моделей M11-06, M11-18
Погрешность измерения температуры, °С	±0,2
Погрешность измерения уровня (в зависимости от исполнения), мм	±1; ±3
Погрешность измерения уровня раздела сред, мм	±1; ±3
Плотность контролируемой среды, кг/м ³	420...1070
Маркировка взрывозащиты	0Ex ia IIB T4 Ga X и Ex ia IIB T200120 °C Da X для приборов с температурой контролируемой среды -45...+120 °C, 0Ex ia IIB T5 Ga X и Ex ia IIB T200100 °C Da X для приборов с температурой контролируемой среды -45...+100 °C, 0Ex ia IIB T6 Ga X и Ex ia IIB T20085 °C Da X для приборов с температурой контролируемой среды -45...+85 °C
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP68
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150	OM1,5
Температура внешней среды, °С	-40...+75
Пределы изменения атмосферного давления, кПа	84,0...106,7
Выходной сигнал	HART-протокол
Тип атмосферы	III, IV (морская и приморско-промышленная)

* По специальному заказу возможно изготовление приборов с расширенным диапазоном параметров.

Наиболее целесообразное и перспективное применение указанного типа уровнемера – контроль уровня средневязких нефтепродуктов, в том числе нефти.

Уровнемер устанавливается на крыше РВСп/РВСпк в направляющую понтона. Конструктивно измерительная труба состоит из нескольких трубных секций круглого сечения из стали 12Х18Н10Т с перфорацией. Максимальная длина трубы в сборе может достигать 18 м. Соединение трубных секций между собой осуществляется с помощью гидравлических обжимных муфт, которые выполнены из нержавеющей стали и имеют маслобензостойкое резиновое уплотнение. Конструкция муфт обеспечивает соосное соединение, а также препятствует продольному осевому смещению соединяемых элементов. Это решение позволяет обеспечить практически идеальную соосность секций по всей длине трубы. А для прочного и безопасного межсекционного соединения применены шпильки с гайками, которые устанавливаются в специаль-



Рис. 3. Конструктивные исполнения поплавковых уровнемеров ДУУ10/11

ные уголки на наружной поверхности труб. Специальные засовы, применяемые при монтаже трубы, удерживают секцию и одновременно предохраняют всю конструкцию трубы от падения внутрь на всех этапах сборки (рис. 2).

Уровнемеры РДУЗМ обладают важной особенностью: незначительной зависимостью результатов измерений от изменений параметров контролируемого продукта и окружающей среды. Особенно большое значение это имеет при эксплуатации в зонах крайних знакопеременных температур (север/юг) с диапазоном $-55...+60$ °С.

Уровнемеры поплавковые ДУУ10/11

Магнитострикционные поплавковые многоканальные уровнемеры ДУУ10/11 позволяют:

- ▶ измерять несколько уровней в РВС при хранении многофазных продуктов;

- ▶ контролировать малые уровни налива и «тонкие пленки» полезного продукта,

- ▶ формировать температурный профиль продукта по высоте РВС при измерениях в 16 точках.

Особенностями измерителей уровня ДУУ10/11, которые отличают данные устройства от зарубежных и российских аналогов, являются:

- ▶ оперативная подстройка прибора для контроля уровня конкретного плотностного слоя многофазного продукта;

- ▶ возможность производить автоматически корректировку текущего уровня продукта с учетом изменения геометрии резервуара при сливе/наливе продукта.

Все уровнемеры позволяют проводить калибровку и поверку на объекте эксплуатации. Конструктивные исполнения поплавковых уровнемеров ДУУ10/11 представлены на рис. 3, технические данные – в табл. 2.

В качестве примера рассмотрим конфигурацию схемы контроля РВСп. Для резервуаров данного типа КИП устанавливается в направляющую понтона диаметром 500 мм. На фланец направляющей понтона устанавливаются три патрубка: для уровнемера, многозонного преобразователя температуры с датчиком уровня/сигнализации подтоварной воды и лючка замерного.

Для резервуаров типа РВСп компания «Альбатрос» предлагает следующий комплект приборов:

- ▶ высокоточный радиоволновый уровнемер РДУЗМ-30/40;

- ▶ уровнемер поплавковый магнитострикционный ДУУ11.

Эта комбинация приборов позволяет проводить измерение общего уровня продукта и уровня подтоварной воды с основной погрешностью ± 1 (± 3) мм и температуры в 16 точках с погрешностью $\pm 0,2$ °С.

Кратко подводя итог, отметим, что АО «Альбатрос» выпускает универсальный комплект средств уровнеметрии, позволяющий оптимизировать схему технологического контроля емкостного оборудования различной технологической функциональности и конструктивного исполнения для широкого спектра хранимого нефтепродукта.

А. В. Ван, к. т. н., заместитель коммерческого директора, АО «Альбатрос», г. Москва, тел.: +7 (499) 682-9991, e-mail: market@albatros.ru, сайт: www.albatros.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

Российский
производитель
газоаналитической
техники

Соответствует
ФЗ №219
«Об охране
окружающей
среды»

Автоматизированная система экологического контроля

Непрерывный мониторинг за выбросами
загрязняющих веществ



- Расширенная функция самодиагностики комплекса
- Одновременный контроль до 6 газов
- Автоматическое вычисление валовых выбросов, коэффициента избытка воздуха, объемного расхода газа
- Гибкая конфигурация, встраиваемая в АСУ ТП предприятия

8 800 100 19 50

ФГУП «СПО «АНАЛИТПРИБОР»
Россия, 214031, г. Смоленск, ул. Бабушкина, 3



market@analitpribor-smolensk.ru
www.analitpribor-smolensk.ru

Системы экологического мониторинга выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от ФГУП «СПО «Аналитприбор»



В статье раскрываются особенности и состав разработанных специалистами ФГУП «СПО «Аналитприбор» автоматизированных систем экологического контроля. Рассмотрены их основные элементы: газоанализаторы, устройства пробоподготовки, программное обеспечение.

ФГУП «СПО «Аналитприбор», г. Смоленск

На рынке газоаналитического оборудования ФГУП «Смоленское производственное объединение «Аналитприбор» (ФГУП «СПО «Аналитприбор») приобрело известность благодаря своим датчикам-сигнализаторам, переносным и стационарным газоанали-

заторам, пылемерам, хроматографам, газоаналитическим системам и другому оборудованию, позволяющему решить практически любую задачу в сфере газового анализа.

Сегодня одним из приоритетных направлений деятельности предприя-

тия является разработка полнофункциональных газоаналитических комплексов и систем для контроля технологических параметров, мониторинга промышленных выбросов и состояния воздуха рабочей зоны на предприятиях и других объектах практически всех

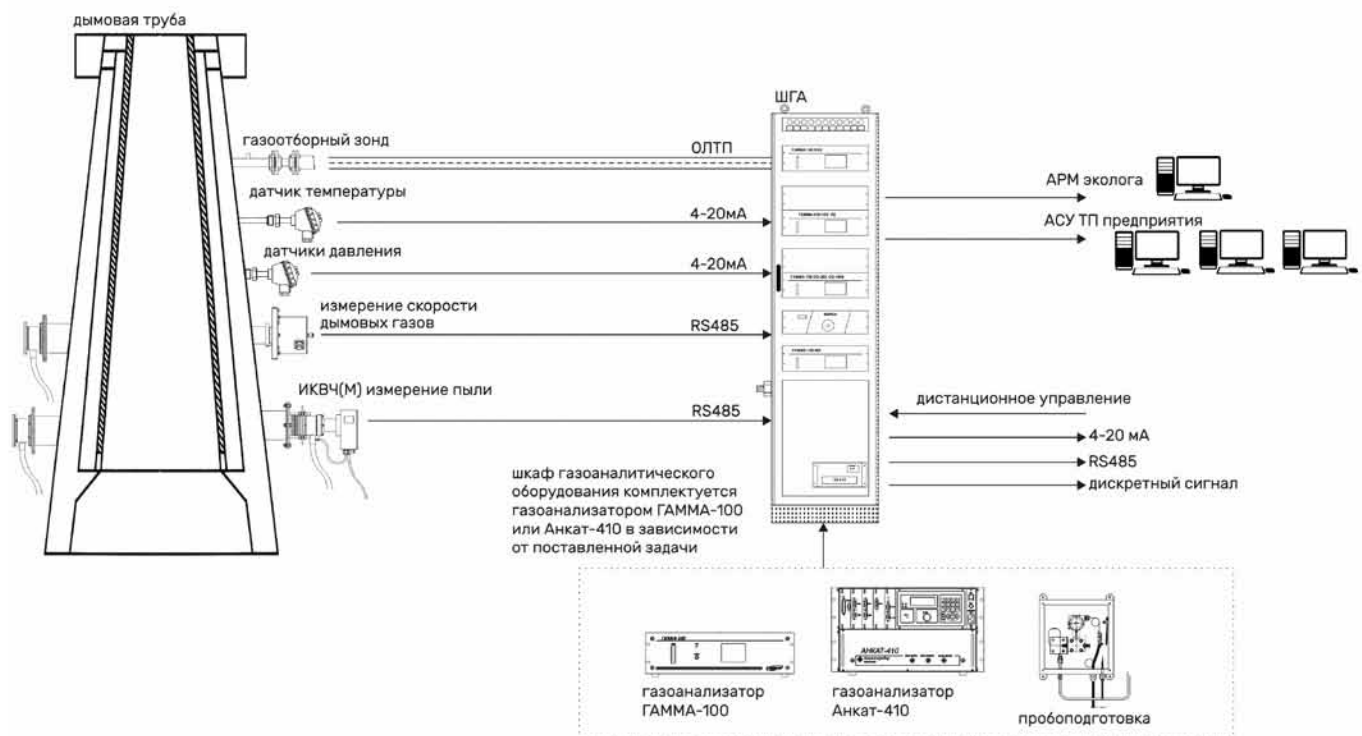


Рис. 1. Схема автоматизированной системы экологического контроля (АСЭК), разработанной ФГУП «СПО «Аналитприбор»



Рис. 2. Пробоотборное устройство

отраслей промышленности по техническим требованиям конкретного потребителя.

Разработанные специалистами ФГУП «СПО «Аналитприбор» автоматизированные системы экологического контроля (АСЭК) предназначены для непрерывного мониторинга промышленных выбросов в соответствии с требованиями Федерального закона № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об

охране окружающей среды» и полностью соответствуют нормативной базе Российской Федерации (ГОСТ Р 113.38.03-2021 «Наилучшие доступные технологии. Системы автоматического контроля и учета валовых выбросов загрязняющих веществ тепловых электростанций в атмосферный воздух. Основные требования.», ИТС 22.1-2021 «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспе-

чения.» и др.). Использование АСЭК позволяет не только в полном объеме контролировать сложившуюся экологическую обстановку, но и предупреждать о нештатных и предаварийных ситуациях, а также других неблагоприятных факторах работы промышленных установок.

В АСЭК используется модульно-блочный принцип построения (рис. 1), что позволяет, при необходимости расширения функциональных возможностей системы, доукомплектовывать эксплуатируемые АСЭК дополнительными измерительными и вспомогательными устройствами. В состав систем, как правило, входят:

- ▶ пробоотборное устройство (рис. 2);
- ▶ датчики температуры и давления в точке отбора пробы;
- ▶ пылемер;
- ▶ измеритель скорости потока;
- ▶ обогреваемая линия транспортирования пробы (ОЛТП);
- ▶ устройство пробоподготовки (рис. 3);
- ▶ газоаналитический шкаф (ШГА) с установленной стойкой аналитической (рис. 4) и элементами жизнеобеспечения;



Рис. 3. Устройство пробоподготовки



Рис. 4. Аналитическая стойка в газоаналитическом шкафу

▶ автоматизированное рабочее место (АРМ) эколога, оборудованное программно-аппаратным комплексом.

Пробоотборное устройство обеспечивает обогрев встроенного металлокерамического фильтра до температуры выше температуры точки росы пробы. Длина погружной части составляет от 200 до 3500 мм (в зависимости от диаметра дымовой трубы), допустимая температура газовой пробы – до 1500 °С, допустимый уровень запыленности – до 150 г/м³. С выхода пробоотборника анализируемая проба подается на вход ОЛТП, представляющей собой термоусадочную трубку из политетрафторэтилена (PTFE), к которой крепится нагревательный кабель. Для исключения выпадения конденсата в ОЛТП температура внутреннего обогрева поддерживается выше температуры точки росы пробы. Внутренний диаметр трубки PTFE составляет 8 мм, максимальная длина линии транспортировки – до 150 м.

С выхода ОЛТП анализируемая проба направляется в размещенное в газоаналитическом шкафу (рис. 5) устройство пробоподготовки, в котором выполняются следующие операции: предварительное отделение конденсата с помощью воздушного холодильника, предварительная фильтрация, завершающее отделение конденсата с помощью термоэлектрического холодильника и окончательная фильтрация, обеспечение расхода пробы с помощью побудителя расхода, регулировка и стабилизация расхода через газоанализаторы. В аналитической стойке размещается набор газоанализаторов на измеряемые газы, а также элементы системы передачи информации об измеренных концентрациях и пыли, которая передает значения измеренных величин на АРМ эколога.

К особенностям АСЭК разработки ФГУП «СПО «Аналитприбор» следует отнести:

▶ работу в широком диапазоне температур (от -60 до +60 °С), в жестких условиях запыленности, при повышенной влажности, наличии агрессивных веществ (степень защиты ШГА IP65);

▶ непрерывную и полную самодиагностику всех элементов системы (контроль загрязнения фильтров, наличие расхода в установленных пределах, герметичность газового тракта, исправность газоанализаторов и т. д.);



Рис. 5. Газоаналитический шкаф

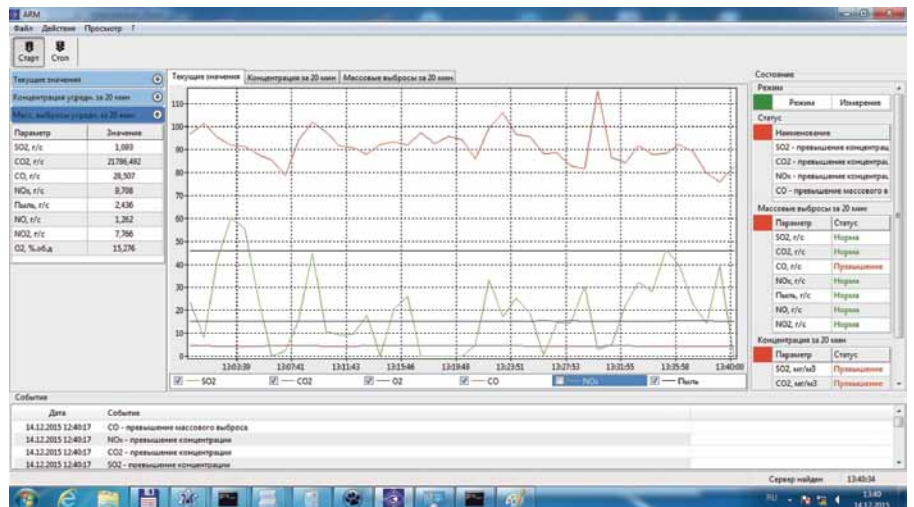
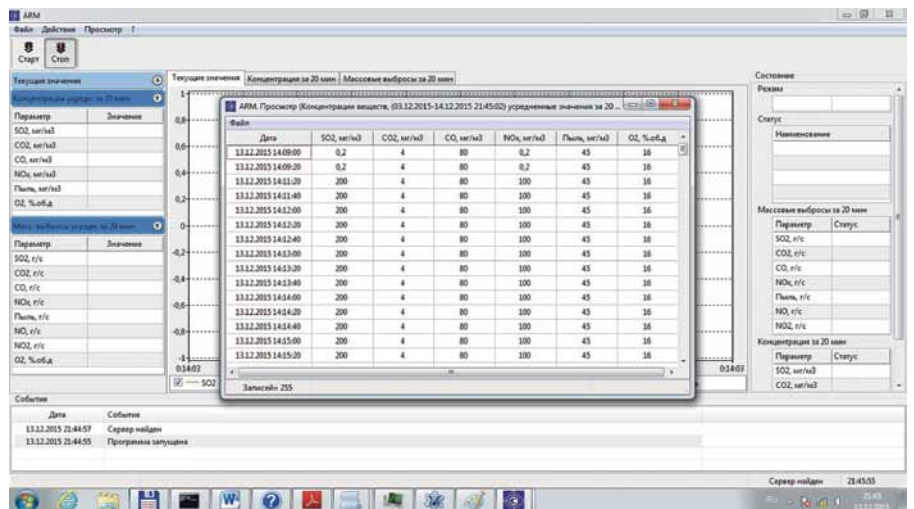


Рис. 6. Отчеты об объемах выбросов вредных (загрязняющих) веществ и их концентрации

► наличие функции автоматической калибровки без участия оператора и продувки газового тракта;

► возможность автономной работы системы до 12 месяцев без вмешательства оператора;

► возможность одновременного выполнения измерений выбросов от нескольких источников и передачи информации с АРМ эколога в автоматизированные системы предприятия и на удаленные рабочие места посредством канала 3G и проводных каналов связи;

► проведение шеф-монтажных и пусконаладочных работ, осуществление послегарантийного обслуживания в течение всего срока службы.

Точность измерения заданных параметров с помощью АСЭК обеспечивается благодаря высоким метрологическим характеристикам используемых в составе этих систем измерительных устройств. В их числе:

► стационарные многокомпонентные газоанализаторы промышленных выбросов АНКТА-410 (контролируе-

мые вещества: O₂, CO₂, CO, NO, NO₂, SO₂, H₂S, HCl, NH₃, Cl₂, Σ CH; до шести одновременно);

► многофункциональные газоанализаторы многокомпонентных смесей ГАММА-100 (контролируемые вещества: O₂, CO₂, CO, CH₄, NO, SO₂, H₂, N₂, He; до трех одновременно);

► датчики-газоанализаторы ДАХ-М (контролируемые вещества: O₂, CO, NO, NO₂, SO₂, HCl, Cl, H₂S);

► оптический измеритель концентрации пыли, использующий в своей работе метод измерения оптической плотности (в моделях ИКВЧ-МД и ИКВЧ-М-ДЗ) или коэффициента светорассеяния (ИКВЧ-М-Н).

Для оперативного и непрерывного онлайн-мониторинга экологической ситуации и работы всех модулей АСЭК специалисты предприятия разработали программно-аппаратный комплекс «Автоматизированное рабочее место эколога», с помощью которого осуществляется сбор результатов измерений, их обработка, приведение в удобный для представления и прове-

дения анализа вид, а также архивация полученной информации. В программное обеспечение, поддерживающее работу АРМ, входят «ПО наладочное» и «ПО АРМ». Обобщенная информация об объемах выбросов вредных (загрязняющих) веществ и их концентрации в форме типовых отчетов (рис. 6) передается в Государственный фонд данных государственного экологического мониторинга.

В настоящий момент изготовленные компанией АСЭК эксплуатируются на Жодинской ТЭЦ, РУП «Минскэнерго», АО «Архангельский ЦБК», ПАО «Северсталь», Красноярская ТЭЦ-3, Владимирская ТЭЦ-2, ТЭЦ-22 ПАО «Мосэнерго», осуществляется изготовление АСЭК для Якутской ГРЭС-2.

А. П. Ситников, руководитель маркетингового направления деятельности предприятия, ФГУП «СПО «Аналитприбор», г. Смоленск, тел.: 8 (800) 100-1950, e-mail: market@analitpribor-smolensk.ru, сайт: www.analitpribor-smolensk.ru



ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

- САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНГРЕСС
- БИРЖА ПОСТАВЩИКОВ

16+

14-16 АПРЕЛЯ
2026

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»
Петербургское шоссе, 64

РЕКЛАМА



Специализированные конференции

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ 2026



21-я специализированная конференция

11.02 ПТА – ЕКАТЕРИНБУРГ

7-я специализированная конференция

24.03 ПТА – КАЗАНЬ

17-я специализированная конференция

26-27.05 ПТА – САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

5-я специализированная конференция

22.09 ПТА – УФА

16-я специализированная конференция

27.10 ПТА – НОВОСИБИРСК

Промышленная автоматизация

Цифровизация производства

Интернет вещей и большие данные

Искусственный интеллект

Информационная безопасность

Автоматизация зданий и инженерных систем

+7 (495) 234-22-10

www.pta-expo.ru

12+

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

ВЫБОР ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА



2025

2-4 декабря

ВК ТИМИРЯЗЕВ ЦЕНТР, Москва,
Верхняя аллея, 6с1

МФЭС

28-й Международный форум «Электрические сети» – важное отраслевое мероприятие, направленное на продвижение энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий, модернизацию электросетевого комплекса, совершенствование систем управления электрическими сетями



Сканируйте QR-код
и переходите на сайт МФЭС
<https://expoelectroseti.ru/>

Организатор:
ЗАО «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»
Тел. 8 (495) 245 07 27
e-mail: exhibit@expoelectroseti.ru

Датчики тока и напряжения российского производства. Стопроцентное импортозамещение?

Импортозамещение в последнее время – часто встречающийся термин, и мы не собираемся преуменьшать его значение. Замена импорта российской продукцией – стратегически важная задача, однако в этой большой работе, которую выполняет наша промышленность, есть свои нюансы. И основной из таких нюансов – неискренность маркетологов, которые или по незнанию процесса, или умышленно заявляют о своей продукции как о стопроцентно российской: не только разработка и сборка, но и материалы, и комплектующие – всё из России. На корпусе прибора будет написано «Сделано в России», а главное, компания будет повсюду распространять информацию о своем продукте как полностью российском, а между тем этот продукт будет состоять чуть менее, чем полностью, из деталей, появившихся на свет в Поднебесной. Компания «Лаборатория датчиков тока и напряжения» (ООО «ЛДТН») заявляет о разработке и производстве датчиков тока и другой электроники в России. Мы решили провести небольшую «инженерную ревизию», является ли это импортозамещение стопроцентным, и попросили генерального директора ООО «ЛДТН» [Анатолия Озерянского](#) побеседовать с нами. Разговор получился с огоньком – по делу и без лишнего пиара. ■■■■■

ЦИТАТА: Таких решений, когда маркетинг побеждает инженерный подход, сейчас много.

Анатолий Олегович! Можете ли вы назвать свою компанию отечественным производителем?

Вполне! У нас есть парк собственного оборудования, на котором мы работаем, есть технологическая документация, которую мы используем. Существуют технические условия, которым соответствует наша продукция. Наши приборы выпускаются и в версии «датчики для автоматизации», и как средства измерения – с занесением во ФГИС «Аршин». Мы находимся в процессе получения сертификата СТ-1, подтверждающего страну происхождения товаров. Получив этот документ, я смогу с полной уверенностью ответить на ваш вопрос утвердительно.

По вашему мнению, много ли сейчас на российском рынке компаний, которые называют импортозамещением крупную узловую сборку из китайских компонентов с собственной маркировкой?

Я бы не стал называть конкретные компании. Мало-мальски интересующемуся реалиями специалисту все это известно. Часть производителей вступают в коллаборацию с китайскими компаниями, и иногда получают очень неплохие совместные решения. Но тут, как говорится, вся соль в деталях. Про нашу компанию скажу так: мы очень плотно сотрудничаем с китайским разработчиком и производителем – компанией 3E Sensor. Наше сотрудничество начиналось с глубокого тестирования и отбора их продук-

ции. Используя переработанные до необходимого уровня (сообразно ситуации и условиям применения) методики и знания, полученные мною при работе в ООО «ТВЕЛЕМ» (которое в те годы сначала было совместным предприятием, а потом на 100 % принадлежало компании LEM), мы вывели на рынок весьма широкий ряд датчиков тока. Часть из них была полным аналогом уже известных в России моделей, а часть – в абсолютно непривычном для российского рынка форм-факторе, с параметрами, не уступающими лидерам рынка того времени. В 2020-м, когда пришло понимание того, что с ростом объемов продаж необходимо иметь производство под своим контролем, мы начали сборку датчиков тока



Рис. 1. Датчики тока 000 «ЛДТН»

и напряжения на собственной базе. Одной из целей этого процесса было производство высококачественной продукции, другой – возможность модернизировать существующие проекты и, что называется, доводить их до ума. В настоящее время мы продолжаем развитие производственного процесса, непрерывно совершенствуя технологию производства и расширяя спектр изделий. Мы разрабатываем свои ТЗ и основную часть доводки конечного продукта делаем здесь, в России. Я считаю этот путь единственно верным для производства в нашей стране изделий хорошего качества за цену, приемлемую для рынка.

Спасибо за честный ответ. Тогда вопрос такой: заказываете ли вы разработку схемотехники в Китае или у вас собственные инженеры-разработчики? Покажите, в чем именно состоит российская разработка.

С нуля собственных разработок мы не делаем. У нас нет возможности содержать штат собственных конструкторов, приобрести и установить всю необходимую технику для испытаний прототипов во всех необходимых условиях. Это очень серьезные затраты, которые в масштабах российского рынка в обозримой перспективе не окупятся, а лепить абы что, просто копируя известные изделия и полагаясь на традиционный в таких случаях авось (ведь исходник же работает!), мы не хотим и не будем. Когда мне нужен прототип датчика с определенными параметрами, я обращаюсь к нашим партнерам, и профессионалы, которые понимают современные тренды, знают современную схемотехнику, а главное, имеют все необходимое оснащение, помогают нам в этом. А уже здесь мы при необходимости «пришьем пуговицы» и доработаем проект так, как нам надо,

под существующие у нас технологии и нужды рынка.

Какую часть себестоимости изделия составляют затраты на зарубежные компоненты? Логистику и сборку не учитываем.

Это не так просто определить, особенно если ты покупаешь печатную плату, собранную здесь. Как узнать, какую долю стоимости этой печатной платы составляют зарубежные компоненты? Материалы? Ведь в документах написано: «Печатная плата в сборе, страна происхождения РФ».

Ну а если рассуждать с точки зрения здравого смысла, то давайте исходить из того, что отечественных компонентов с необходимыми параметрами на рынке минимум. Если они есть, то они недоступны: и слишком дороги, и на открытый рынок практически не поступают. А рынок не готов покупать, например, датчики тока, пусть самые распрекрасные, с идеальными параметрами, но по цене яйца Фаберже. Рынок хочет, чтобы было дешево, но при этом сердито, под чем подразумевается пресловутое качество. Так что я полагаю, что практически все компоненты азиатского производства, даже если они завезены к нам из Европы или США.

Как вы оцениваете дизайн и качество своих датчиков в сравнении с продукцией LEM?

LEM, безусловно, лидер в отрасли и путеводная звезда, которая всем нам светит. Именно они запустили индустриальное производство датчиков тока на эффекте Холла в 1972 году, когда единственным датчиком тока был резистор или его разновидность – токовый шунт, и глупо было бы этого не признавать и не помнить.

Те датчики, которые LEM делал 15–20 или 30 лет назад, они продол-

жают делать и сейчас, и в них используются технологии соответствующего дня. И таки да, они работают, не всегда надо стремиться к модернизации ради модернизации, на эту тему существует не один анекдот. И мы тоже применяем эти технологии, но мы стремимся к максимально возможным результатам при их применении. Считаю, что мы выпускаем датчики наравне с LEM по ряду позиций, в некоторых случаях даже превосходим, чему есть документальное подтверждение.

Датчики тока LEM известны высокоточной калибровкой и минимальными погрешностями измерения. Сравните, пожалуйста, точность и стабильность своих датчиков с эталонными решениями LEM?

С учетом своего многолетнего опыта работы, в том числе в LEM, могу с уверенностью сказать, что не все решения LEM являются эталонными. Опять же, утверждая это, надо договариваться о значении терминов. Сегодня существует много решений, рассчитанных на удешевление продукции. Сравним датчики: «старичка» LEM LT1000-SI и современный LF1010-S. Если у LT1000-SI дикая перегрузочная способность и соответствующая надежность при сложной конструкции, изначально не рассчитанной на автоматизацию сборки, то LF1010-S спроектирован так, чтобы работать при номинальном токе, и не более того, – как говорится, сделан тюльетка в тюльетку, но собирается с применением автоматических линий. Он красиво выглядит, когда стоит на полке, но в промышленных условиях, где на электротехническое изделие оседают пыль и грязь, красота и дизайн корпуса отходят на второй план, а на первый выходят такие факторы, как перегрузочная способность и работа в условиях предельных значений нескольких параметров.

Дешевый и современный – не означает плохой. Он иной. Но можно ли его считать эталоном?

Сейчас модно отказываться от алюминиевых теплоотводов в конструкции, снимая тепло через причудливые фигуры медного проводника на печатной плате. Чем это чревато? Датчик хорошо работает на номинальном токе при номинальной температуре. Но если какой-то параметр надолго «уходит», датчики горят, они просто не выдерживают – именно потому, что очень точно рассчитаны. Плохо ли это? С одной стороны, нет. Изделие же работает при номинальных параметрах, а точный расчет позволяет уменьшить себестоимость и, как результат, цену для потребителя. С другой стороны, реальные условия применения бывают разными, и отсутствие запаса прочности может закончиться соответствующей ситуацией.

Известен производитель со штаб-квартирой в Германии, который указывает в описаниях на свои изделия, что они рассчитаны на максимальную рабочую температуру 85 °С и максимальный же ток, к примеру, 700 А. Но в реальности приходится выбирать: либо 700 А и 25 °С, либо 85 °С и 200 А, так как в режиме 700 А и 85 °С датчик, безусловно, работоспособен, отрабатывает минуту или даже десять, а вот 10 часов уже нет. И таких решений, когда маркетинг побеждает инженерный подход, сейчас много.

Мы понимаем особенности применения большинства наших изделий и стараемся закладывать в свои решения дополнительную надежность для условий более тяжелых, чем декларируем. Где-то стоит лишнее количество транзисторов, где-то заложены необязательные вроде бы теплоотводы, где-то утолщен провод. Да, это утяжеляет конструкцию и наносит ущерб себестоимости, но только так можно получить долгосрочную надежность и то, что принято называть качеством.

Все это приобретает особую важность, когда наши изделия применяют российские конструкторы, многие из которых сформировались как специалисты старой школы.

Почему вы не публикуете полные технические схемы подключения и внутреннюю архитектуру датчиков? Это коммерческая тайна или страх перед копированием?

Внутренняя архитектура наших датчиков известна, она открыта. На эту тему можно найти тысячи публикаций, и ничего необычного мы не делаем. Обычные схемы прямого усиления или полной обратной связи. Но дьявол – в деталях, которые мы раскрывать не будем, это относится к ноу-хау. Схемы подключения есть в каждом описании. При необходимости я всегда даю консультации о применении изделий, довольно часто советую заказчикам изменить свой выбор в пользу другой модели, которая лучше соответствует их задачам.

Планируете ли вы дополнять линейку многофазными решениями, приборами для интеграции с умными системами мониторинга или переходить на цифровые интерфейсы (Modbus, CAN и т.п.)?

У нас уже есть датчики и с поддержкой протокола Modbus и под CAN-шину. Например, все наши цифровые датчики тока утечки – с Modbus. Что касается датчиков CAN-шины, то их прототипы готовы, но мы их пока не запускали в производство. Актуальными для нас являются датчики высоких напряжений и токов. Это специфическое оборудование, требующее сложного контроля. Запросов на CAN-шину у нас пока нет, поэтому мы, безусловно, о них думаем, но пока производство отложили.

Про высоковольтные датчики могли бы сказать пару слов?

Сейчас у нас готовы высоковольтные датчики номиналом от 100 В и до 5 кВ. В планах – замена датчиков серии DV/DVL/DVM, включая устройства с напряжением изоляции до 18 кВ. Прототипы разрабатываются, и если все будет в соответствии с нашими планами, то мы все это воплотим в жизнь. Почему мы вынуждены разрабатывать аналоги? Есть потребность в замене как уже установленных датчиков, так и приобретаемых для применения в произведенном по существующей документации оборудовании. Приобретение импорта пока возможно, но очень дорого и долго. Полагаю, не за горами тот момент, когда в целях установления и поддержания технологического суверенитета и безопасности применение импортных изделий будет запрещено там, где будут достойные отечественные. Для упрощения перехода мы и разраба-

тываем конструкции с возможностью замены pin to pin или, скорее, учитывая габариты нашей продукции, «дырка в дырку».

Какие из российских компаний вы считаете своими ближайшими конкурентами с точки зрения технологичности и широты номенклатуры?

Есть несколько широко известных в наших узких кругах производителей, их имена подскажет Яндекс. Тут я вполне согласен с классиком: пусть расцветают сто цветов. Заказчик выберет то, что ему по вкусу и по бюджету. Вот он и ответит на вопрос, кто из нас хуже, кто лучше, на своем опыте, и проголосует платежным поручением.

Датчики тока при всей кажущейся простоте – весьма сложные изделия с большим числом параметров, которые не отражены в описании, с характеристиками и нюансами, которые не определишь на обычном стенде во время приемо-сдаточных испытаний. Многие из параметров может оценить только профессионал в процессе эксплуатации с применением специального оборудования, поэтому сравнивать характеристики, упоминаемые в паспортах, не очень серьезно. Только опыт применения – критерий истины, ничто его не заменит.

Можно ли рассуждать о доле рынка, которую занимает ваша компания среди отечественных производителей?

Можно сделать просто: взять открытую информацию за 2024 год и посмотреть по оборотам, кто и какую долю рынка занимает. Вот это, пожалуй, будет наиболее объективный параметр.

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



А. О. Озерянский,
генеральный директор,
ООО «ЛДТН», г. Тверь,
тел.: 8 (903) 801-1410,
e-mail: info@ldtn.ru,
сайт: ldtn.ru

ОВЕН ПД100И-155-2. Решение для измерения перепада давления



Измерение перепада давления – одна из ключевых задач в автоматизированных системах управления технологическими процессами. Этот параметр позволяет контролировать расход среды, определять уровень в герметичных резервуарах, отслеживать степень засоренности фильтров и корректность работы оборудования для сохранения стабильного функционирования приборов. Особенно важен контроль перепада давления на стратегически важных объектах энергетической и нефтегазовой отраслей. В статье представлено новое решение от компании ОВЕН – датчик перепада давления серии ПД100И-155-2.

Компания ОВЕН, г. Москва

Преобразователи давления играют важную роль в современных системах энергетики и нефтегазовой отрасли: точность измерений и стабильность работы систем напрямую влияют на безопасность объекта, энергоэффективность оборудования и срок его службы. Неправильный выбор или выход из строя преобразователя давления могут привести к сбою в управлении, перерасходу ресурсов или даже к аварийной ситуации.

В июле 2025 года ассортимент датчиков давления ОВЕН пополнился серией ПД100И-155-2 – датчиками перепада давления (рис. 1), предназначенными для эксплуатации в энергетической отрасли, нефтегазовой сфере и котельных. Они позволяют решать задачи, требующие надежного измерения перепада давления с возможностью адаптации под различные условия эксплуатации за счет настраиваемого диапазона и широкого выбора пределов измерений.

Особенности ОВЕН ПД100И-155-2

Новый датчик имеет ряд особенностей:

- ▶ диапазон измерений от 4,0 кПа до 6,3 МПа;
- ▶ возможность перенастройки диапазона 1:5;
- ▶ фланцевое присоединение под вентильные блоки ОВЕН;

- ▶ русскоязычное меню;
- ▶ общепромышленное исполнение и взрывозащищенное Ex d;
- ▶ бесплатная первичная поверка;
- ▶ межповерочный интервал до 5 лет.

Широкий измерительный диапазон (от 4,0 кПа до 6,3 МПа) позволяет использовать оборудование как для низконапорных, так и для высоконапорных систем. Возможность перенастройки диапазона измерения в пределах 1:5 обеспечивает гибкость при вводе в эксплуатацию.



Рис. 1. Датчик перепада давления ОВЕН ПД100И-155-2

Присоединение к измерительной линии осуществляется через фланец под вентильный блок, что гарантирует совместимость с большинством существующих решений на объектах и упрощает монтаж.

Прочный алюминиевый корпус с высоким уровнем пыле- и влагозащиты IP65 позволяет устанавливать прибор на открытых площадках в запыленных и агрессивных условиях, а также дает возможность использовать датчик в полевых условиях на открытом воздухе. Для объектов с повышенными требованиями по промышленной безопасности предусмотрено исполнение во взрывозащищенной оболочке (Ex d).

ЖК-дисплей с яркой подсветкой и русскоязычным меню обеспечивает удобное считывание значений и перенастройку параметров датчика. Такой пользовательский интерфейс упрощает ввод датчика давления в эксплуатацию и делает его удобным для линейного персонала.

Благодаря перечисленному набору характеристик новые датчики можно применять в проектах, где предъявляются повышенные требования к удобству настройки, надежности и устойчивости к внешним воздействиям.

Преобразователь перепада давления ПД100И-155-2 построен на основе тензорезистивного сенсора типа

«кремний на кремнии» с мембраной из нержавеющей стали. Такая конструкция обеспечивает стабильные метрологические характеристики, устойчивость к механическим воздействиям и долговечность при работе в промышленных условиях. Заявленная погрешность составляет 0,25 % от верхнего предела измерений, что соответствует требованиям большинства технологических процессов в энергетике, коммунальной инфраструктуре, нефтяной и газовой промышленности.

Типовые применения датчиков перепада давления ПД100И-155-2

Датчики перепада давления ПД100И-155-2 имеют широкий спектр использования. Устройства можно применять в теплоэнергетике, в системах водоочистки и водоподготовки, на объектах нефтегазового комплекса, в системах вентиляции и узлах учета газа на промышленных и коммунальных объектах.

Узлы учета газа. При использовании диафрагм или сужающих устройств для измерения расхода природного газа важна стабильность и точность измерения перепада давления. ПД100И-155-2 обеспечивает передачу сигнала 4...20 мА, имеет фланцевое присоединение под стандартные вентиляционные блоки и допускает установку в открытом исполнении. Благодаря этому он подходит для узлов учета газа как в промышленности, так и в системах тепло- и энергоснабжения.

Системы водоочистки. Перепад давления между входом и выходом песчаного фильтра – основной кри-

терий его загрязнения. Повышение перепада указывает на необходимость обслуживания или замены фильтра. Установка датчика ПД100И-155-2 позволяет реализовать автоматический контроль состояния фильтрующих элементов и своевременно реагировать на отклонения.

Котельные установки и тепловые электростанции. В паровых котельных перепад давления используется, в частности, для косвенного измерения уровня воды в деаэраторах. Также он необходим при контроле теплообменников, конденсатоотводчиков и насосных станций. Датчик давления ПД100И-155-2, который выдерживает длительную эксплуатацию при температурных колебаниях и отличается устойчивостью к внешним воздействиям, подойдет для применения на таких объектах.

Промышленные системы вентиляции. Измерение перепада давления на вентиляторе позволяет отслеживать его рабочий режим и корректность функционирования. В условиях засорения воздухопроводов или изменения сопротивления сети такие измерения позволяют избежать неэффективной работы или перегрузки оборудования. Наличие ЖК-индикатора с подсветкой обеспечивает удобство считывания данных на объектах с ограниченным освещением.

Малые и средние НПЗ, установки подготовки нефти. В нефтеперерабатывающих процессах перепад давления – важный диагностический параметр. Он позволяет контролировать корректность работы насосов транспор-

тировки, узлов очистки нефти, крекинг-колонн и т. п. ПД100И-155-2 может применяться как в составе щитовых шкафов, так и для полевой установки в исполнении Ex d.

Сравнительные характеристики датчиков давления ПД100И-155-2 и ПД200

В ассортименте датчиков ОВЕН представлены две серии преобразователей давления, применяемых в сфере энергетики и нефтегазовой отрасли: ПД100И-155-2 и ПД200 (рис. 2). Для ряда задач датчики давления этих серий являются взаимозаменяемыми. Выбор зависит от требований проекта и условий эксплуатации.

В случаях, когда в технологическом процессе необходимо обеспечить высокую точность измерения 0,1 % или, помимо передачи аналогового сигнала 4...20 мА, важно реализовать передачу цифрового сигнала и возможность удаленной настройки датчика, оптимальным решением станут датчики ПД200.

Датчик давления ПД100И-155-2 является более бюджетным устройством: его цена в два раза ниже, чем у датчиков серии ПД200. По соотношению цены и качества это отличное решение для проектов с ограниченным бюджетом, где от датчика требуется точное и надежное измерение давления, передача аналогового сигнала 4...20 мА и высокая защита как от механических воздействий, так и от пыли и влаги (полевые условия).

Преобразователь перепада давления ПД100И-155-2 предназначен для решения различных задач автоматизации в энергетике, котельных, водоочистке и нефтегазовой промышленности. Надежность, настраиваемый диапазон измерения, наличие визуальной индикации и исполнений для взрывоопасных и невзрывоопасных зон позволяют применять его во многих отраслях. Благодаря комбинации точности, удобства настройки и устойчивости к внешним воздействиям серию ПД100И-155-2 можно применять как в новых проектах, так и в рамках модернизации существующих объектов, что особенно актуально в условиях импортозамещения.



Рис. 2. Датчики давления ПД200 и ПД100И-155-2

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



Защитные гильзы RTW



В статье представлены защитные термогильзы RTW производства компании «РИВАЛКОМ» для датчиков температуры, применяемых в нефтегазовой, энергетической, химической, пищевой и других отраслях промышленности. Рассказано об исполнениях защитных термогильз для разных условий применения, а также об особенностях их изготовления (расчет с учетом параметров эксплуатации, выбор материала и т. д.).

ООО «РИВАЛКОМ», г. Набережные Челны

«РИВАЛКОМ» – организация, представленная на рынке промышленного оборудования с 2006 года. За

это время компания накопила большой опыт в области разработки и производства промышленной трубопро-

водной арматуры и средств измерения параметров среды, а также расширила свою номенклатуру и начала поставку защитных термогильз RTW (рис. 1) и комплексных технических решений, направленных на удовлетворение специфических потребностей нефтегазового, энергетического, химического, пищевого и других индустриальных секторов экономики Российской Федерации и стран СНГ.

Вся производимая продукция проходит многоуровневую систему контроля качества, такой подход позволяет обеспечить высокую степень надежности и безопасности производимых



Рис. 1. Термогильзы RTW: внешний вид



Рис. 2. Цельноточеные термогильзы RTW различных исполнений: а – фланцевая; б – резьбовая; в – под свободный фланец; з – под приварку



Рис. 3. Конфигурации цельноточеных гильз RTW в зависимости от формы хвостовика: а – коническая; б – ступенчатая; в – прямая; г – с геликоидными спиралями

изделий, что подтверждается регулярными аудитами и сертификацией в соответствии с международными стандартами качества.

Термогильзы производства «РИВАЛКОМ» защищают первичные преобразователи (датчики температуры) от механических, термических и химических воздействий в агрессивных средах. Применение гильз позволяет производить техническое обслуживание и замену приборов без остановки рабочего процесса. Гильзы предназначены для установки первичных преобразователей на трубопроводы, сосуды, работающие под давлением, и другие объекты, где требуется контроль температуры в агрессивных или экстремальных условиях.

Цельноточеные термогильзы RTW (рис. 2) выпускаются в различных исполнениях по способу монтажа: фланцевая, резьбовая, под свободный фланец (Van Stone), под приварку (Weld-in / Socket Weld).

Для каждого исполнения цельноточеных гильз доступны конфигурации, различные по формам хвостовика.

Конические защитные гильзы (рис. 3а) имеют внешний диаметр, который равномерно уменьшается от основания к концу. Коническая защитная гильза представляет собой идеальное сочетание прочности и виброустойчивости, что делает ее популярным выбором для большинства областей применения.

Ступенчатые термогильзы (рис. 3б) состоят из двух прямых секций с меньшим диаметром на конце. Ступенчатая термогильза более чувствительна к изменению температуры, так как диаметр на конце уменьшен для улучшения теплопередачи к датчику. Од-

нако это также снижает общую прочность и долговечность.

Прямые термогильзы (рис. 3в) имеют одинаковый диаметр по всей длине погружения. Прямая защитная гильза достаточно прочна и хорошо подходит для работы при низкой скорости потока.

Термогильзы с опцией геликоидных спиралей (рис. 3г) для условий высокоскоростных сред. Гладкие цельноточеные гильзы зачастую не могут быть

использованы при экстремальных условиях эксплуатации. Если частота срыва вихрей приближается к собственной частоте термогильзы, возникает резонанс, приводящий к критическому росту динамических изгибных напряжений и возможному разрушению термогильзы. При обтекании цилиндрического тела потоком образуется чередующаяся система вихрей – так называемая дорожка Кармана. Частота отрыва вихрей определяется числом Струхала и скоростью потока. Если частота отрыва вихрей совпадает с собственной частотой термогильзы, возникает резонанс. Для борьбы с этим явлением в классической практике применяют:

- ▶ уменьшение глубины погружения;
- ▶ увеличение диаметра основания или наконечника;
- ▶ использование поддерживающих муфт.

Однако эти методы имеют ограничения и не всегда удобны в эксплуатации. Исследования показывают, что у термогильз с геликоидными спи-

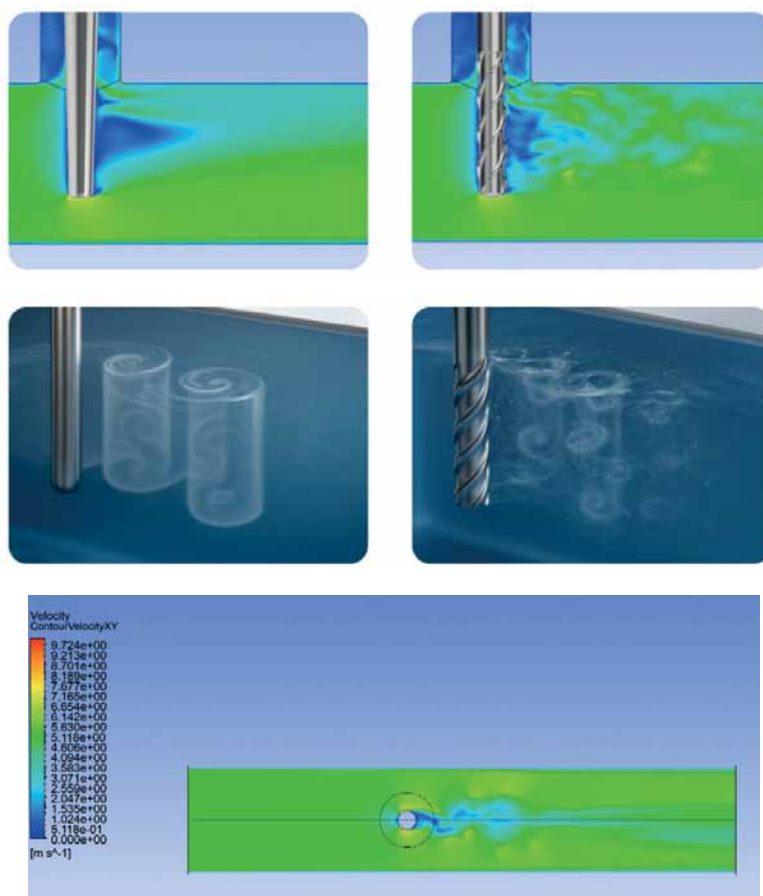


Рис. 4. Исследования показывают, что у термогильз с геликоидными спиралями турбулентность в зоне следа уменьшается в несколько раз, а амплитуда колебаний падает более чем на 90%

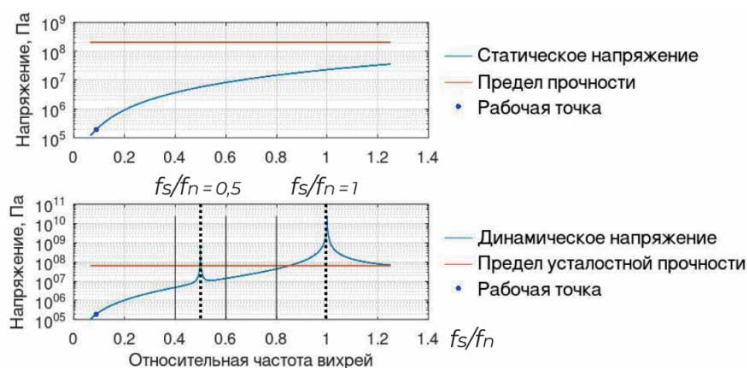
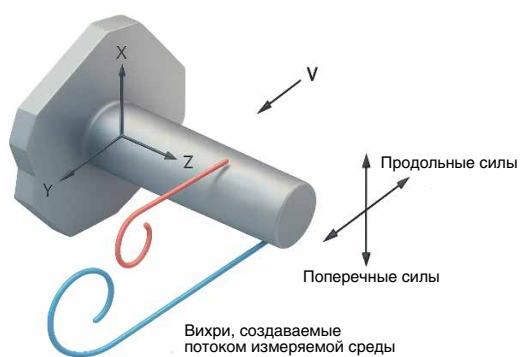


Рис. 5. Анализ нагрузок, вызванных потоком среды: $f_s/f_n = 0,5$ – продольный резонанс (колебание, вызванное силой сопротивления); $f_s/f_n = 1$ – поперечный резонанс (колебание, вызванное подъемной силой)

ралями турбулентность в зоне следа уменьшается в несколько раз, а амплитуда колебаний падает более чем на 90%. Это связано с тем, что вихри разрушаются на более мелкие, снижается турбулентная кинетическая энергия потока, колебания рассогласовываются. Острые кромки трех спиральных ребер разделяют поток, а винтовая форма перераспределяет вихри. В результате подъемная сила и сила сопротивления существенно уменьшаются (рис. 4).

По запросу выполняется детальный расчет гильз с учетом всех параметров эксплуатации: типа среды, давления, температуры, плотности, вязкости и скорости потока. Расчет включает анализ нагрузок от давления, вибраций и динамических воздействий вихревых потоков. Результаты расчета оформляются отдельным документом.

Для газов с низкой плотностью критическое значение относительной частоты составляет $f_s/f_n = 0,8$. В случае

других газовых сред стабильная работа в диапазоне $f_s/f_n = 0,4...0,6$ в области продольных колебаний невозможна. В настоящее время для анализа продольных колебаний в жидких средах часто используется установленное предельное значение f_s/f_n (отношение частоты турбулентности f_s к частоте собственных колебаний f_n), равное 0,4 (рис. 5).

При выборе материала термогильзы следует принимать во внимание целый ряд факторов, из которых можно выделить несколько ключевых: технологическую среду, плотность, давление, температуру, скорость потока, динамическую вязкость, свариваемость. Выбор материала должен определяться требованиями к прочности и возможным коррозионным воздействиям на термогильзу. Защитные гильзы подвергаются значительным нагрузкам, которые меняются со временем и повторяются множество циклов. Поэтому материалы для их изготовления должны быть устойчивы к коррозии и коррозионной усталости. Особое внимание следует уделить материалам, которые могут подвергаться коррозионному растрескиванию под напряжением или охрупчиванию в рабочих условиях. Проектирование термогильзы заключается в достижении точного и надежного измерения температуры без ущерба механической целостности или герметичности системы. Во всех случаях требования к механической прочности являются определяющими.

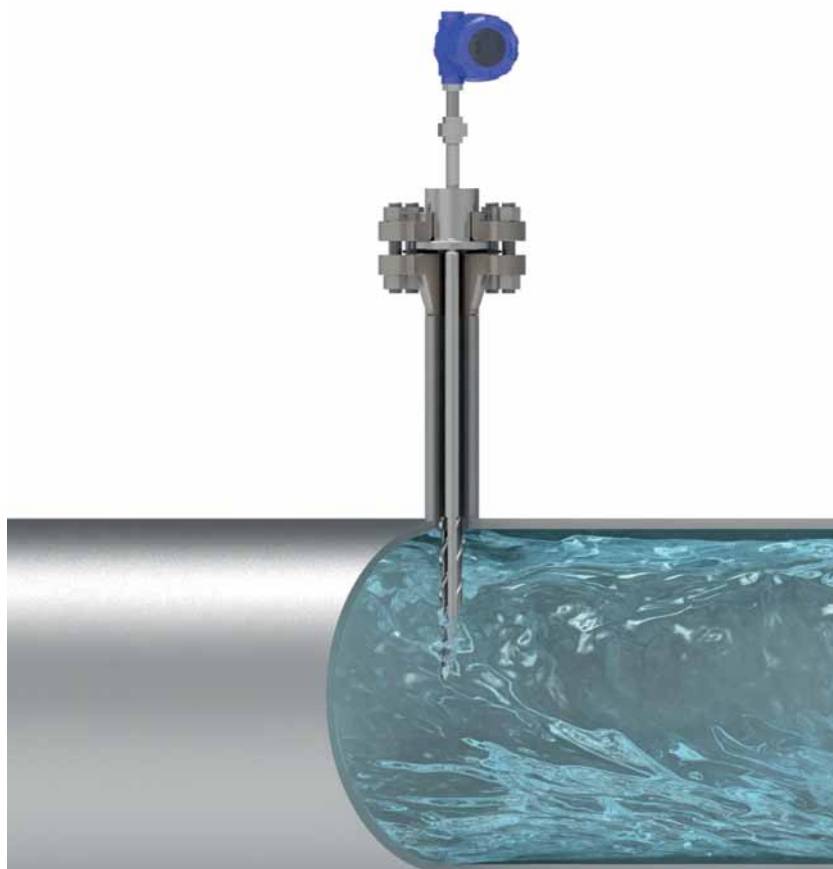


Рис. 6. Размещение защитной гильзы с датчиком температуры во фланцевом соединении трубопровода

И. Р. Салединов, инженер-конструктор,
ООО «РИВАЛКОМ», г. Набережные Челны,
тел.: +7 (8552) 910-911,
e-mail: mail@rivalcom.ru,
сайт: rivalcom.ru

Портативные высокоточные расходомеры и регуляторы расхода газа



В статье представлены приборы для систем измерения газа: портативные регуляторы расхода серии UT⁺ и расходомеры переменного перепада давления серии T.

ООО «Сигм плюс инжиниринг», г. Москва

В линейке расходомеров, предлагаемых компанией «Сигм плюс инжиниринг», представлены как универсальные расходомеры для широкого круга применений, так и нишевые продукты для решения отдельных классов задач. В перечень специализированных расходомеров входят приборы для работы при высоких давлениях (до 400 бар), малых допустимых перепадах давления (до 8 мбар), высоких температурах рабочей среды (до +350 °С) или низких (до -50 °С), приборы для работы с особо чистыми газами (герметичность не хуже $1 \cdot 10^{-11}$ мбар-л/с), обладающие высоким быстродействием (до 20 мс) или имеющие компактные габариты.

Приборы последней группы активно применяются для управления потоками газов внутри технологического или аналитического оборудования, используются в составе компактных блоков подачи и (или) смешения газов. Последние несколько лет в качестве портативных регуляторов расхода газа специалисты «Сигм плюс инжиниринг» предлагают приборы серии UT⁺ с высотой корпуса всего 8 см. Это тепловые массовые приборы с датчиком расхода, построенным на основе микроэлектромеханических систем (МЭМС). Вся серия UT⁺ перекрывает диапазон расходов от 0,1 н. мл/мин до 20 н. л/мин, динамический диапазон каждого отдельного прибора составляет 100:1 (1–100% от верхнего предела измерения, ВПИ). Точность измерения расхода составляет 1% от измеренного значения или 0,8% от ВПИ (большее из значений).

Особенность этих приборов состоит в том, что их показания не требуют корректировки во всем диапазоне условий эксплуатации (темпера-

тура рабочего газа 0...50 °С, давление $P_{изб}$ – 0...10 бар). В качестве рабочего газа могут выступать основные технические газы, в том числе воздух, азот, кислород, двуокись углерода, гелий, водород, аргон. Регуляторы расхода UT⁺ могут работать с одним газом, заводская калибровка осуществляется именно на этом газе.

Регулирование расхода происходит за счет интегрированного электромагнитного клапана, управляемого с помощью ПИД-контроллера электронной платы самого прибора. Высокое быстродействие МЭМС-сенсора, оптимизированный дизайн управляющей платы, высокоскоростной микропроцессор – все это обеспечивает быстрое и стабильное регулирование расхода. Дистанционное управление регулятором расхода UT⁺ можно осуществлять с помощью аналогового (0...5 В) или цифрового (RS-485) интерфейсов.

Ламинарные расходомеры переменного перепада давления серии T – новые портативные приборы. Результаты тестирования функциональности и технических характеристик этих расходомеров, полученные специалистами «Сигм плюс инжиниринг», позво-

ляют утверждать, что они станут очень популярны – не меньше, чем регуляторы расхода UT⁺. Расходомеры T имеют те же габариты и работают в диапазоне расходов от 0,0025 н. мл/мин до 20 н. л/мин. Приборы поставляются в нескольких модификациях, различающихся динамическим диапазоном и точностью измерения. Динамический диапазон может варьироваться от 50:1 до 200:1, а точность – от $\pm 0,5\%$ от измеренного значения до 1% от ВПИ.

Расходомеры T тоже не требуют коррекции показаний во всем диапазоне рабочих условий (температура рабочего газа -20...50 °С, давление $P_{абс}$ – 0,1...9 бар). При этом приборы измеряют не только массовый, но и объемный расход, температуру и давление рабочего газа. Один расходомер может работать более чем с 70 газами, соответствующие калибровки записываются в процессе производства. Более того, приборы имеют функцию составления смесей из записанных газов с настраиваемым соотношением компонентов.

Расходомеры серии T выпускаются в модификациях измерителей и регуляторов расхода. Во втором случае регулирующий клапан встраивается в корпус прибора. Управление приборами можно осуществлять как локально с помощью встроенного многофункционального сенсорного дисплея, так и дистанционно через аналоговый (0...5 В, 4...20 мА) или цифровой (RS-485 с протоколом Modbus) интерфейсы. Внешний вид приборов серий UT⁺ и T представлен на рис. 1.



Рис. 1. Регулятор расхода газа UT⁺ и расходомер переменного перепада давления серии T

ООО «Сигм плюс инжиниринг», г. Москва,
тел.: +7 (495) 789-3664,
e-mail: sales2@splus.ru,
сайт: www.massflow.ru

Преобразователь интерфейсов GW-BT/E-1 от НПК «Рэлсиб» для построения современных систем мониторинга параметров микроклимата



Преобразователь интерфейсов (шлюз) GW-BT/E-1 разработан для построения систем мониторинга с беспроводными Bluetooth-датчиками. В статье рассмотрены характеристики устройства, а также особенности построения систем мониторинга с помощью мобильного приложения Relsib Configurator и облачного сервиса RelsibCloud.

ООО НПК «Рэлсиб», г. Новосибирск

Современные системы передачи данных строятся на основе разных интерфейсов и протоколов, единого стандарта для всех систем не существует. Поэтому важнейшая задача при построении любой автоматизированной системы – обеспечить совместимость устройств, входящих в ее состав. Распространенным техническим решением, позволяющим справиться с проблемой совместимости, являются преобразователи интерфейсов и протоколов, они же – конвертеры. Сегодня на рынке представлено множество этих устройств на разные интерфейсы и протоколы. Одни из них (преобразователи интерфейсов) работают только на физическом уровне, преобразуя интерфейс и не меняя данные, другие (преобразователи протоколов, или шлюзы) осуществляют преобразование на программном уровне. В статье мы расскажем о преобразователе интерфейсов, который является одновременно шлюзом, то есть может осуществлять преобразование как на аппаратном, так и на программном уровне, благодаря чему с его помощью можно строить двухуровневые системы мониторинга: с нижним уровнем датчиков и верхним аналитическим уровнем, реализованным в облаке и в личном гаджете.

Преобразователь интерфейсов (шлюз) GW-BT/E-1 (рис. 1) является российским оборудованием. Его разработала научно-производственная компания (НПК) «Рэлсиб» из г. Но-

сибирска. С самого начала костяк коллектива этого предприятия составляла группа инженеров, которые занимались разработками, причем их изделия заслужили признание не только в России, но и поставлялись за рубеж в разные страны мира. Компания специализируется главным образом на создании беспроводных измерительных приборов для климат-контроля. Большая часть этих приборов снабжена встроенным модулем Bluetooth, что позволяет строить локальные беспроводные системы мониторинга. Например, разработчики «Рэлсиб» создали миниатюрный датчик темпе-

ратуры RELSIB WT52, который может измерять температуру тела ребенка на улице, температуру воздуха в детской комнате или воды в ванной, передавая результаты измерений по Bluetooth в мобильное приложение на родительском телефоне.

Именно для построения систем мониторинга с Bluetooth-датчиками был разработан преобразователь интерфейсов (шлюз) GW-BT/E-1, на базе которого можно создавать системы на фармацевтических и продовольственных складах, в больницах и поликлиниках, в школах, на предприятиях микроэлектроники, точного машиностроения, легкой промышленности, в теплицах, оранжереях и, конечно же, в домашнем хозяйстве.

Устройство имеет современный пластиковый корпус для настенного или потолочного монтажа, куда оно устанавливается и принимает данные по Bluetooth 5.0 от приборов НПК «Рэлсиб», оснащенных Bluetooth-модулем. Один преобразователь интерфейсов GW-BT/E-1 может опрашивать до 30 приборов.

Кроме радиомодуля Bluetooth, преобразователь GW-BT/E-1 имеет два выходных интерфейса: RS-485 Modbus для подключения к локальной системе автоматизации и проводной Ethernet для отправки данных в облачный сервис RelsibCloud. Для конфигурирования преобразователя используется универсальное мобильное приложение Relsib Configurator.



Рис. 1. Преобразователь интерфейсов (шлюз) GW-BT/E-1: а – внешний вид; б – панель подключения



Рис. 2. Датчики разработки и производства НПК «Рэлсиб»

Облачный сервис RelsibCloud является собственной разработкой компании и пока поддерживает подключение только приборов НПК «Рэлсиб». Однако таких приборов уже много: компания изготавливает широкую номенклатуру беспроводных датчиков с поддержкой Bluetooth 5.0 (рис. 2). В настоящее время это датчики для контроля температуры, относительной влажности, освещенности, уровня / протечки / состояния контактов, содержания CO₂ в воздухе, положения двери, уровня содержания пыли в воздухе (в разработке), а также тревожная кнопка. Кроме того, выпускаются датчики с одновременным измерением нескольких параметров (до четырех).

Приборы изготавливаются в трех конструктивных исполнениях, в том числе миниатюрном (М), офисном (В) и герметичном (I), оснащены Bluetooth-модулями различной мощности с передачей данных на расстояния до 50 и 200 м, причем данные передаются каждые 3 секунды. Датчики работают в широкопередаточном режиме (режиме метки), без соединения. Это позволяет значительно увеличить надежность передачи информации.

Данные могут приниматься неограниченным количеством приемников (преобразователями интерфейсов, мобильными приложениями). С помощью нужного набора датчиков и мобильного приложения EClerk-WM

можно легко создать автономную (без использования облачного сервиса) систему мониторинга с возможностью удаленного оповещения через телеграм-канал.

Шлюз GW-BT/E-1 позволяет создать надежную многофункциональную систему мониторинга с нижним и верхним уровнем контроля. В приведенной схеме (рис. 3) данные с беспроводных датчиков EClerk-WS и термогигрометров Ivit-s-b, снабженных Bluetooth-модулем, принимаются шлюзом GW-BT/E-1 и далее отправляются по шине RS-485 в локальную систему автоматизации, а по линии Ethernet – в облачный сервис Relsib-Cloud. В облаке данные архивируются, а также визуализируются с помощью встроенного веб-приложения. Эту информацию можно просмотреть на экране телефона или другого устройства. Веб-приложение позволяет не только отображать данные в виде таблиц и графиков, но и создавать нужные мнемосхемы, проводить анализ данных, формировать отчеты.

Отметим несколько важных особенностей системы мониторинга НПК «Рэлсиб»:

- ▶ датчики работают в широкопередаточном режиме, без соединения;
- ▶ данные в мобильном приложении и в облаке привязаны не к прибору, а объекту измерения, что позволяет легко заменять приборы без перенастройки системы;

- ▶ система мониторинга очень проста в настройке и обслуживании, датчики включаются простым нажатием на кнопку, привязка датчиков к шлюзу и приложению проводится через QR-код;

- ▶ при периоде передачи данных каждые 3 секунды батарея в Bluetooth-датчиках НПК «Рэлсиб» служит до 3 лет;

- ▶ облачный сервис RelsibCloud – бесплатный.

В заключение отметим, что НПК «Рэлсиб» с каждым годом расширяет номенклатуру датчиков и шлюзов, а также совершенствует программное обеспечение.



Рис. 3. Преобразователь интерфейсов GW-BT/E-1 в системе мониторинга и автоматизации

ООО НПК «Рэлсиб», г. Новосибирск,
тел.: +7 (383) 383-0294,
e-mail: tech@relsib.com,
сайт: www.relsib.com

Комплексный подход к внедрению узлов учета на ТЭС в сложных гидравлических условиях с использованием ультразвуковых расходомеров



Статья посвящена решению критически важной проблемы – обеспечению высокой точности измерений расхода теплоносителя на действующих тепловых электростанциях (ТЭС) в условиях отсутствия стандартных прямых участков водовода для установки расходомеров. На основе комплексного CFD-моделирования (computational fluid dynamics) детально исследованы закономерности формирования поля осредненных скоростей турбулентного потока после колена 90°, а также разработаны практические методики оптимизации мест установки, количества и положения акустических лучей и алгоритмов обработки сигналов ультразвуковых расходомеров, позволяющие добиться минимальной погрешности в неидеальных условиях. Особое внимание уделено верификации моделей и перспективам создания цифровых двойников.

000 НКФ «Волга», г. Москва

Энергетическая и экономическая эффективность современной тепловой электростанции напрямую зависят от точности контроля технологических параметров. Измерение расхода теплоносителя – питательной, сетевой и циркуляционной воды – является основой для решения ряда ключевых задач: коммерческого учета, расчета фактического КПД турбоустановок и теплообменных аппаратов (конденсаторов, подогревателей), оптимизации режимных карт и оперативного выявления утечек.

Однако существующая инфраструктура многих ТЭС, особенно прошедших модернизацию, характеризуется высокой стесненностью монтажного пространства. Это делает физически невозможным обеспечение достаточно длинных прямых участков до и после измерительного створа, регламентированных стандартами (например, не менее 10–20 диаметров трубопровода до створа и 5 – после). Установка расходомеров вблизи препятствий (колен, тройников, задвижек и пр.) приводит к искажению сформированного профиля скорости, что становится причиной появления до-

полнительной систематической относительной погрешности, в некоторых случаях достигающей 10% и более.

Целью исследования является не только оценка принципиальной возможности применения ультразвуковых расходомеров в нестандартных гидравлических условиях, но и разработка комплексного инженерного подхода, включающего предиктивное моделирование, оптимизацию уста-

новки и интеллектуальную настройку для гарантированного обеспечения высокой точности измерений.

Теоретические основы и вызовы эксплуатации на ТЭС

Принцип времяимпульсного метода и его уязвимости

подавляющее большинство современных ультразвуковых расходо-

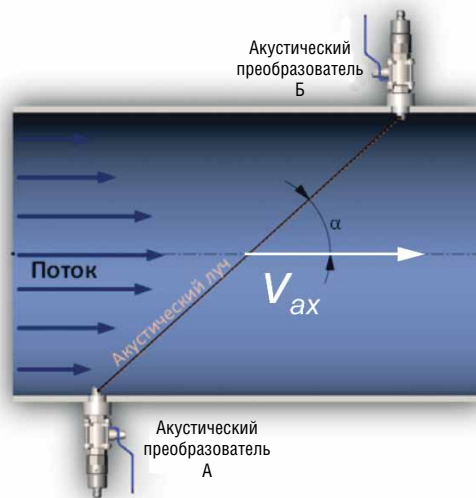


Рис. 1. Метод измерения



Рис. 2. Построение 3D-модели участка трубопровода с коленом 90°: а – исходные данные; б – расчетная сетка

меров жидкостей используют время-импульсный (времяпролетный, разностно-временной) метод. Его суть заключается в измерении разности времени (Δt) прохождения ультразвукового импульса по так называемому акустическому лучу (линии между двумя пьезоэлектрическими преобразователями) по направлению течения потока (t_1) и против (t_2).

Величина средней скорости потока в проекции на ось водовода вдоль акустического луча (V_{ax}) вычисляется по формуле:

$$V_{ax} = (L / (2 \cdot \cos\theta)) \cdot (1/t_1 - 1/t_2),$$

где: L – расстояние между преобразователями, θ – угол установки преобразователей относительно оси трубопровода (рис. 1).

Ключевое допущение метода: предполагается, что проекция скорости вдоль акустического луча (V_{ax}) на ось водовода однозначно связана со средней скоростью в поперечном сечении трубы (V_{cp}) через некоторую функциональную зависимость. Эта функциональная зависимость однозначно определена только при равномерном течении жидкости.

В искаженном же потоке (например, после колена) эта функциональная зависимость нарушается. Появление поперечных составляющих осредненной скорости, связанных

с переформированием поля скоростей, а также асимметрии эпюры делает невозможным применение стандартных методов интегрирования. Данные измерений от одного или двух лучей не могут корректно описать реальный профиль, что и приводит к появлению значительной погрешности.

Особенности условий на ТЭС

Требования к точности. Погрешность в 1% при измерении расхода питательной воды на мощном энергоблоке может привести к существенным финансовым потерям из-за некорректного расчета КПД и перерасхода топлива.

Эксплуатационные нагрузки. Приборы работают при температурах до 200–300 °С и давлениях до 20–30 МПа, в условиях вибрации, что предъявляет высокие требования к конструкции преобразователей и надежности электроники.

Цена ошибки. Выход расходомера из строя или его некорректные показания могут привести к нарушению режима работы всего энергоблока, дорогостоящим простоям и даже аварийным ситуациям.

Методология исследования: от виртуальной модели к достоверному результату

Для построения профиля потока в зонах со сложными гидродина-

мическими условиями (рис. 2) использовалось CFD-моделирование.

Построение и настройка модели

Геометрия и сетка. На первом этапе была создана точная 3D-модель участка трубопровода с коленом 90° в горизонтальной плоскости. Особое внимание было уделено построению расчетной сетки. В пристенной области формировались слои призматических элементов для максимально точного разрешения в пограничном слое, что критически важно при моделировании турбулентного течения. В зоне ядра потока были использованы гексаэдральные ячейки, которые хорошо адаптируются к сложной геометрии. Проводился тест на независимость от сетки для исключения влияния ее размера на результат.

Модель турбулентности. Как показал предварительный анализ, наиболее адекватные результаты для течений с отрывом и в криволинейных каналах демонстрирует двухпараметрическая модель Menter's SST $k-\omega$ (shear stress transport). Она сочетает точность стандартной $k-\omega$ -модели вблизи стенок с устойчивостью $k-\epsilon$ -модели в ядре потока, что особенно важно для прогнозирования зон рециркуляции после поворота.

Граничные условия. Задавались параметры, максимально соответствующие

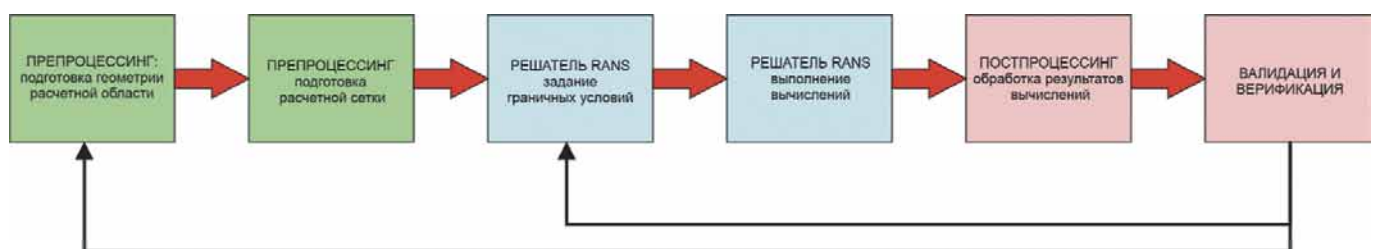


Рис. 3. Методология

щие реальным условиям на ТЭС, такие как скорость потока на входе (соответствовала числу Рейнольдса турбулентного потока $Re > 10^4$), давление на выходе, параметры жидкости (вода при рабочей температуре).

Валидация – краеугольный камень достоверности

Даже самая сложная CFD-модель может не вполне соответствовать реальному физическому процессу. Для определения величины отклонений и их влияния на процесс измерений ультразвуковым времяимпульсным расходомером необходимо подтверждение этого соответствия. Данное подтверждение и доведение модели до необходимого качества (валидация) выполнялись как аналитическими методами инженерной гидравлики, так и экспериментально (рис. 3). Валидация проводилась в два этапа:

- ▶ сравнение результатов моделирования эталонного случая (стабилизированного потока в длинной прямой трубе) с классическими теоретическими зависимостями Прандтля;
- ▶ сопоставление данных моделирования искаженного потока с результатами натурных испытаний, проведенных на аттестованном расходомерном стенде, оснащенный эталонными приборами (расходомерами высшего класса точности).

Такая процедура позволила скорректировать параметры модели (такие как условия на стенке, шаг по времени) и убедиться в ее адекватности для прогнозирования реальных гидродинамических процессов.

Результаты исследования: детальная картина искажений после колена 90°

CFD-моделирование предоставило наглядную качественную и количественную картину деформации эпюры скорости потока.

Анализ поля скоростей

Формирование вихрей. Непосредственно после выхода из колена наблюдается отрыв потока от внутреннего радиуса поворота и формирование зоны рециркуляции. Одновременно с этим под действием центробежных сил поток прижимается к внешнему радиусу. В результате эпюра скорости становится резко асимметричной.

Закрутка потока. Помимо осевой составляющей, возникает значитель-

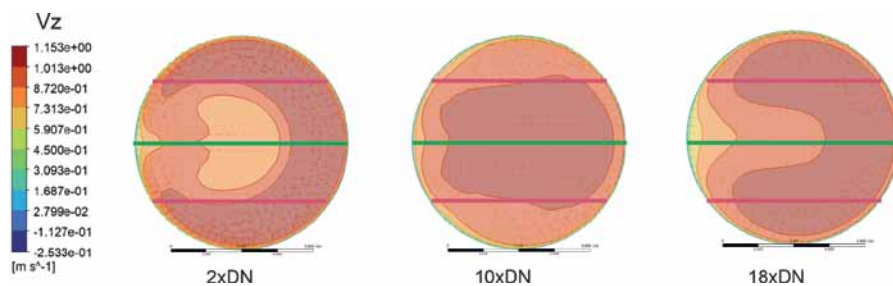


Рис. 4. Эпюры

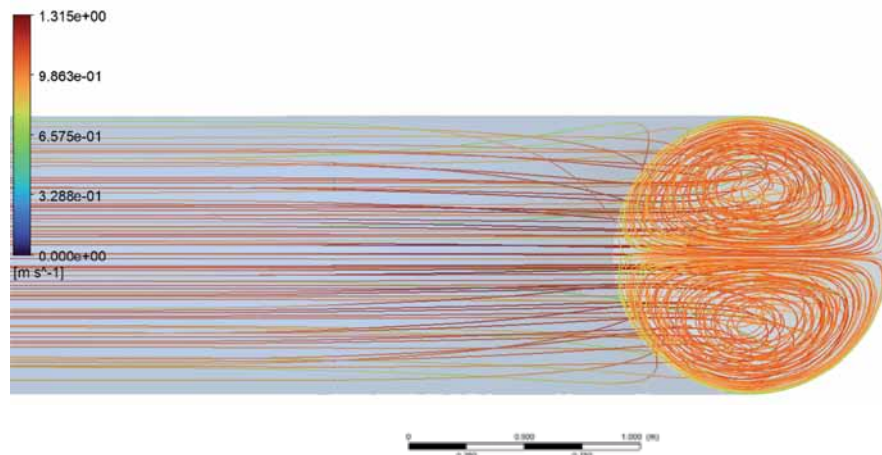
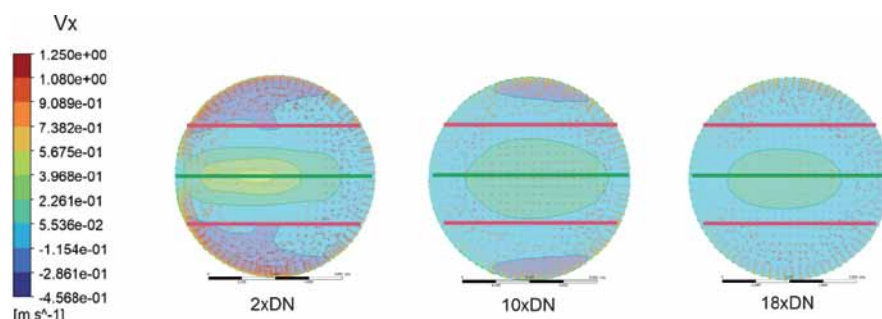


Рис. 5. Линии тока

ная тангенциальная (вихревая) компонента скорости. Этот закрученный поток может сохраняться на очень больших расстояниях.

Процесс стабилизации. Восстановление стабильного профиля равномерного течения по длине водовода от источника возмущения – крайне медленный процесс. Моделирование подтвердило, что для полной стабилизации после колена 90° требуется расстояние более 50–70 диаметров трубы (D), что на практике почти нереализуемо. На расстояниях 10 D, где часто вынужденно устанавливаются приборы, профиль все еще сильно деформирован (рис. 4, 5).

Оценка погрешности ультразвукового метода

Было проведено виртуальное тестирование работы однолучевого и двухлучевого расходомеров в смоделиро-

ванном искаженном потоке. Результаты показали:

- ▶ **при однолучевой схеме** погрешность сильно зависит от положения луча. При установке в зоне максимальной скорости (внешний радиус) показания завышены, в зоне отрыва (внутренний радиус) – занижены. Погрешность может достигать ± 5 –8%;
- ▶ **при двухлучевой схеме** погрешность снижается, но не устраняется полностью, так как схема не полностью нивелирует асимметрию профиля, особенно в условиях сильной деформации. Типичная погрешность составляет ± 2 –4%.

Практические рекомендации: инженерные решения для сложных условий

На основе анализа результатов моделирования сформулированы конкретные рекомендации.

Оптимизация установки и конфигурации

Приоритет многолучевых схем. Для установки в зонах с искаженным профилем настоятельно рекомендуется использовать многолучевые расходомеры (4, 8 или более лучей). Чем больше лучей, тем точнее результаты интегрирования скорости по сечению. Четырехлучевая схема позволяет снизить погрешность до $\pm 1\%$, а восьмилучевая – до $\pm 0,5\%$ даже на расстоянии 5–10 D после колена.

Выбор плоскости установки. Моделирование позволяет определить оптимальную плоскость установки преобразователей. В некоторых случаях установка в плоскости колена (горизонтальной) может быть менее предпочтительна, чем в перпендикулярной (вертикальной), из-за разного характера асимметрии.

Индивидуальные поправочные коэффициенты (коэффициенты калибровки). Стандартный калибровочный коэффициент, определенный при заводской калибровке и первичной поверке расходомера, в случае деформированного профиля скорости в измерительном створе неприменим. Для каждого конкретного места установки (уникальная геометрия, расстояние до возмущения) на основе CFD-моделирования должен быть рассчитан и внесен в программное обеспечение расходомера индивидуальный поправочный коэффициент (рис. 6). По сути, создается «цифровой паспорт» точки измерения.

Перспективные технологии
и цифровой двойник

Адаптивные алгоритмы. Перспективным направлением является разработка интеллектуальных расходомеров, алгоритмы которых способны адаптироваться к медленным изменениям режимных параметров (расхода, температуры) на основе встроенных моделей, использующих аналитические зависимости и эмпирические данные или обратную связь с другими приборами.

Гибридное моделирование (CFD + машинное обучение). Для оперативного пересчета поправочных коэффициентов при изменении режима

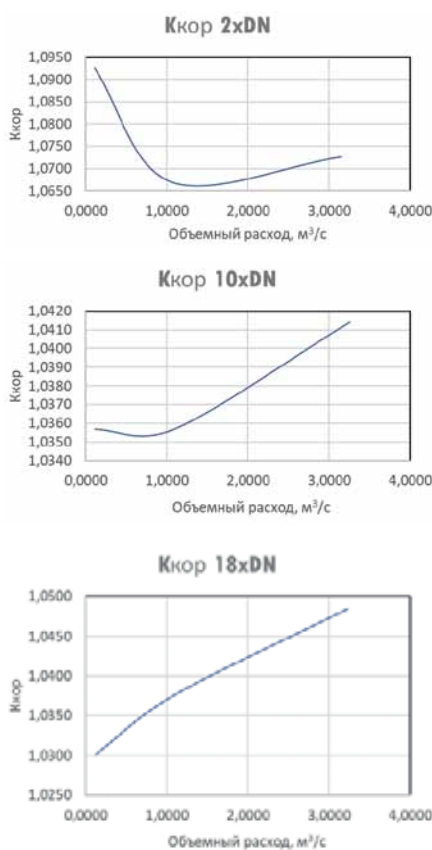


Рис. 6. Графики коэффициентов

можно использовать не трудоемкие CFD-расчеты в реальном времени, а предварительно обученные нейросетевые модели, аппроксимирующие зависимости, полученные в результате серий CFD-симуляций.

Цифровой двойник трубопроводной системы – это высшая форма реализации подхода. Создается динамическая виртуальная копия всей трубопроводной системы ТЭС, которая в режиме, близком к реальному времени, получает данные от действующих датчиков (давления, температуры) и постоянно прогнозирует гидродинамическую обстановку во всех ключевых точках, включая поля скоростей. Это позволяет не только осуществлять предиктивную калибровку расходомеров, но и оптимизировать гидравлические режимы всей системы в целом.

Заключение

Проведенное исследование доказывает, что современные инструменты компьютерного моделирования открывают новые возможности для

применения высокоточных ультразвуковых расходомеров в ранее считавшихся непригодными условиях.

Основные выводы:

► **индивидуальный подход обязателен.** Недопустимо тиражирование настроек с одного объекта на другой без детального анализа гидравлики конкретного створа измерений;

► **CFD-моделирование – не роскошь, а необходимый инструмент.** Оно позволяет заменить дорогостоящие и длительные натурные эксперименты на виртуальные, с высокой точностью прогнозируя поле скоростей и оптимизируя место и способ установки;

► **многолучевые схемы и калибровка – ключ к точности.** Комбинация многолучевых схем с индивидуальными поправочными коэффициентами, рассчитанными по данным валидированной CFD-модели, является наиболее эффективным методом компенсации «гидродинамических помех».

Рекомендации для внедрения:

► на этапе проектирования – заложить проведение CFD-анализа для всех нестандартных створов измерений в состав проектных работ;

► на этапе монтажа – строго следовать рекомендациям, полученным по результатам моделирования (плоскость, угол, тип прибора);

► в процессе эксплуатации – внедрить систему регулярного мониторинга показаний и, при наличии цифрового двойника, осуществлять его постоянную актуализацию и предиктивную калибровку.

Таким образом, переход от унифицированных решений к персонализированному инженерному подходу, основанному на данных цифрового моделирования, позволяет не только решить проблему измерений в стесненных условиях, но и вывести на новый уровень точность управления технологическими процессами на тепловых электростанциях.

В. В. Бирюков, технический директор,
ООО НКФ «Волга», г. Москва,
тел.: +7 (499) 976-4949,
e-mail: volga@volgald.ru,
сайт: volgald.ru

Датчики давления VMP

для гидравлических и пневматических систем



В статье рассмотрены специализированные датчики давления VMP, разработанные для гидравлических и пневматических систем российской компанией «ВакууммашЭлектро». Эти приборы замещают датчики давления зарубежных брендов, которые покинули российский рынок. Рассказано о том, как велась работа над различными моделями для автомобилестроения, нефтяной и газовой промышленности.

ООО «ВакууммашЭлектро», г. Саратул

Российский производитель датчиков давления

«ВакууммашЭлектро» — российская компания, специализирующаяся на разработке и производстве датчиков давления и температуры, клапанных блоков и измерительных преобразователей. Ее решения позволяют предприятиям различных отраслей промышленности эффективно автоматизировать и контролировать производственные процессы благодаря доступным первичным приборам.

Проблемами замещения импортного оборудования в этой компании начали интересоваться задолго до 2022 года. Отечественным разработчикам было ясно, что, принося с собой передовые технологии, ведущие зарубежные производители «подсаживают» российских потребителей на свою технику, заставляя их приобретать, может быть, и качественное, но зачастую избыточно функциональное оборудование, которому сложно найти замену. «ВакууммашЭлектро» уже много лет противостоит такому положению дел, активно занимаясь НИОКР, разрабатывая собственные термопреобразователи ТПМ/ТПС и датчики давления VMP с такими же метрологическими

характеристиками, как у зарубежных приборов, но дешевле, а также создавая датчики по индивидуальным заказам для замены зарубежных изделий.

Поэтому, когда в 2022 году ситуация резко обострилась, с российского рынка ушли западные бренды и возникла острая нехватка импортного измерительного оборудования, у компании уже были разработки, которые можно использовать для форсированной работы над импортозамещением.

Датчики давления для гидравлики и пневматики

Особенно тяжелое положение на рынке сложилось с приборами специализированного исполнения, в частности, с датчиками давления на гидравлические и пневматические системы. Ушли такие крупнейшие поставщики, как немецкая компания WIKA, которая производила преобразователи давления для мобильной гидравлики и компрессорной техники, датская Danfoss, изготавливающая датчики для карьерной и шахтной техники, немецкая Bosch, выпускающая датчики для автомобильных гидросистем и пневмооборудования. Ушла компания KELLER, делающая датчики давления

для двигателей, систем охлаждения, гидравлики и пневматики.

Заменить эту продукцию было не так легко: от российских разработчиков требовалось изучать западные стандарты и воспроизводить конструкцию импортных аналогов. Но отступить было некуда: датчики давления для гидравлических и пневматических систем очень нужны. Они применяются в различных узлах спецтехники: в приводах тракторов, подъемных механизмах экскаваторов и крановой техники, в карьерных и горных машинах, в оборудовании нефтедобычи (гидроключи, пневмоподвески, АКПП, вариаторы) и т. п.

Например, в гидравлических насосах и насосных станциях специализированные датчики осуществляют контроль давления на выходе и входе насоса для оптимизации работы и предотвращения перегрузок. В гидравлических цилиндрах мониторинг давления позволяет контролировать силу, скорость и положение поршня. В гидравлических распределителях контроль давления в системе позволяет управлять потоками жидкости между различными компонентами. В гидравлических резервуарах монито-

ринг давления или уровня применяется для предотвращения их переполнения и защиты насосов от холостого хода в случае опустошения резервуаров. В гидравлических фильтрах и станциях очистки с помощью контроля давления до и после фильтрации определяют необходимость замены фильтров. В гидравлических прессах выполняется контроль давления при прессовании или формовке. Гидравлические ключи на нефтяных скважинах нуждаются в контроле давления свинчивания и развинчивания буровых труб.

В компрессорном оборудовании такие специализированные датчики применяются для контроля давления нагнетания жидкостей или газов. В пневмоприводном оборудовании — для контроля давления в подвеске и определения веса нагрузки.

И в космических аппаратах тоже используется гидравлическое и пневматическое оборудование для приведения в действие различных бортовых функциональных систем. Оно содержит источники давления (насосы, гидроаккумуляторы, ресиверы, компрессоры), баки с рабочей жидкостью, трубопроводы, арматуру, клапаны, фильтры, гасители пульсаций, которым необходимы датчики давления для контроля. Правда, для космических аппаратов «ВакууммашЭлектро» приборов пока не делает, это амбициозные планы на будущее.

Разработка новых датчиков давления VMP

Особенностью датчиков давления для гидравлики и пневматики является способность выдерживать резкие подъемы и падения давления в системах, что требует применения специальных демпфирующих устройств и стойкого к перегрузкам чувствительного элемента (сенсора). При этом датчик должен иметь достаточно высокую скорость обработки сигнала. Для достижения таких характеристик специалисты «ВакууммашЭлектро» проделали огромную работу, адаптируя имеющиеся модели серии VMP под применяемость в указанных системах.

Эта работа велась в процессе реализации проектов для разных компаний — сразу по нескольким направлениям.

Так, в ООО «ВакууммашЭлектро» обратилась сервисная компания одного из рудников Крайнего Севера,



Рис. 1. Датчик давления серии VMP для погрузочно-доставочных машин и шахтных самосвалов

которой требовалось заменить импортные датчики давления, устанавливаемые на погрузочно-доставочные машины (ПДМ) и шахтные самосвалы (ШАС), работающие в руднике. После прекращения поставок из Европы и Америки компания начала приобретать китайские датчики и датчики некоторых российских производителей, но все они быстро выходили из строя, не выдерживая нагрузок. Датчики производства «ВакууммашЭлектро» из первой опытной партии тоже не выдержали нагрузок, но, благодаря обратной связи со специалистами рудника, инженеры компании смогли изучить специфику работы оборудования и устранить причины быстрого выхода из строя. В результате была разработана целая серия датчиков давления в различных исполнениях и для



Рис. 2. Датчик давления VMP для систем загрузки автомобилей «БелАЗ»

разных отраслей машиностроения (рис. 1). Датчики давления гидравлических узлов VMP успешно работают в руднике на машинах с декабря 2023 года без гарантийных случаев: по отзывам заказчиков эти датчики не ломаются.

Второй опыт успешного применения специализированных датчиков давления VMP связан с карьерами Кузбасса. Такие приборы (рис. 2) применяются в системах загрузки автомобилей «БелАЗ», устанавливаемых в подвеске. Только в текущем году компания «ВакууммашЭлектро» поставила более восьмисот датчиков для этих систем, и не было ни одного возврата по гарантии.

Приобретя опыт с грузовыми автомобилями, компания «ВакууммашЭлектро» решила действовать на опережение и рассмотреть нужды нефтегазового сектора, который всегда был основным потребителем ее продукции. Изучив гидравлическое оборудование в этой отрасли, специалисты компании выяснили, что требуется



Рис. 3. Датчики VMP во взрывонепроницаемой оболочке для установки на гидроключи



Рис. 4. Датчик давления на компрессорные установки для газопровода

разработать датчик во взрывонепроницаемой оболочке, который устанавливается на гидроключи, работающие на скважинах при бурении. В течение года новые датчики давления VMP (рис. 3) испытывались в полевых условиях. Испытания закончились с положительным результатом, и новые датчики нашли применение: компания получила заказ от одного из крупных производителей гидроключей. Кроме того, было получено несколько заказов от сервисных компаний, обслуживающих буровые установки.

Еще одна разработка для нефтегазового сектора была связана с газовой индустрией. В «ВакууммашЭлектро» обратился испытательный центр, занимающийся контролем технического состояния газопроводов. Ему потребовались датчики на компрессорные установки Atlas Copco, поскольку поставка таких приборов была прекращена. Спустя непродолжительное время конструкторы «ВакууммашЭлектро» выпустили модель, успешно прошедшую испытания у заказчика



Рис. 5. Датчик давления – аналог датчиков KELLER серии 21Y для автомобильной промышленности

(рис. 4). Сегодня датчики давления VMP продолжают эксплуатироваться на компрессорах, и еще ни один не вышел из строя.

Приведем еще пример. В 2019 году компания разработала аналоги датчиков давления KELLER серии 21Y для автомобильной промышленности (рис. 5). Правда, тогда новые датчики VMP, которые прошли испытания на полигонах в составе транспортных средств и получили одобрение на применение от заказчика, не нашли широкого применения. А в 2022 году заказчик вспомнил о них, и теперь эти приборы производятся стабильными партиями. Модель датчика выпускается в четырех исполнениях: для АКПП, в систему торможения, систему подачи воздуха и систему охлаждения. Датчик имеет очень малые габариты и ратиметрический выходной сигнал.

Особенности датчиков давления VMP

Датчики давления VMP для гидравлики и пневматики имеют малые размеры корпуса ввиду стесненных условий применения, характерных даже для крупногабаритной техники (на-

пример, длина датчика на рис. 2 для систем загрузки автомобилей «БелАЗ» не превышает 7 см). Эти приборы предназначены для работы в особо тяжелых условиях и отличаются большой перегрузочной способностью по давлению. Их верхний предел измерений больше, чем у обычных датчиков, в 6–15 раз (в зависимости от модели и исполнения).

Зарубежные аналоги датчики давления VMP тоже превосходят. Так, датчик Danfos MBS 1250 (063G1542) имеет перегрузочную способность до 750 бар (75 МПа) и давление разрыва 2500 бар (250 МПа). А VMP-ДИ-1190, модель с аналогичными метрологическими характеристиками, допускает перегрузку до 1500 бар (150 МПа) с давлением разрыва до 3000 бар (300 МПа), что увеличивает срок эксплуатации в тяжелых условиях.

Кроме того, датчики VMP особо устойчивы к низким температурам, так как изначально рассчитаны на работу в северных районах: они могут эксплуатироваться при температурах от -45°C в стандартном исполнении и от -55°C опционально. При этом оригинальные импортные аналогичные датчики декларируют температуру окружающей среды только от -40°C .

Превосходя по характеристикам импортные аналоги, датчики давления VMP от «ВакууммашЭлектро» способны заменить их в гидравлических и пневматических системах, особенно в условиях сурового климата. Они обеспечивают повышенную надежность и долговечность, снижая затраты на обслуживание и замену оборудования.

А. Н. Семибратов, заместитель директора по инновациям, ООО «ВакууммашЭлектро», г. Саранул, Удмуртская Республика, тел.: +7 (3412) 918-622, e-mail: info@vmelectro.ru, сайты: vakuummash.ru, vmelectro.ru



Сейчас в СМИ

Все дублируется в новостной ленте Дзена



APPA

ПРОСТО НАДЕЖНО



У ТОЧНОСТИ ЕСТЬ ИМЯ!
ПРИСТ

111141, г. Москва, ул. Плеханова 15а; тел.: +7 (495) 777-5591
196006, г. Санкт-Петербург, ул. Цветочная, д. 18, лит. В, офис 202; тел.: +7 (812) 677-7508
620089, г. Екатеринбург, ул. Цвиллинга, д. 58, офис 1; тел.: +7 (343) 317-3999; ek@prist.ru
420049, г. Казань, ул. Нурсултана Назарбаева, д. 27; тел.: +7 (843) 211-1557

PRIST.RU

Новые модели мультиметров и токовых клещей APPA



APPA – это бренд с богатой историей. Долгие годы скромный тайваньский завод снабжал весь мир портативными измерительными приборами как под своей маркой, так и в качестве OEM- и ODM-производителя: его разработки выпускались под торговыми марками Bening, GreenLee, Megger, Flir, Keysight и многими другими. По количеству и качеству APPA по праву занимала второе место после компании Fluke. Компания «ПриСТ», как владелец торговой марки APPA на территории России, запустила программу по производству новых приборов. На первом этапе эта линейка включает в себя две серии портативных мультиметров, электроизмерительные клещи и преобразователи тока.

АО «ПриСТ», г. Москва

Флагманская серия мультиметров APPA 510

Новая серия APPA 510 включает четыре модели мультиметров: APPA 511, APPA 512, APPA 513 и APPA 514. Эти приборы имеют базовую погрешность при измерении постоянного напряжения $\pm 0,025\%$ и могут работать в широком частотном диапазоне: до 100 кГц. Серия APPA 510 уже внесена в Госреестр СИ.

Мультиметры серии APPA 510 выполняют измерение параметров токовой петли, снабжены внутренней памятью до 100 000 ячеек и интерфейсом USB для передачи данных на ПК, опционально может быть реализована поддержка Bluetooth. Имеют степень защиты IP67, соответствуют категориям электробезопасности 1000 В Кат III, 600 В Кат IV.

Модель APPA 514 – это мультиметр-регистратор. Оснащен функцией записи трендов, низкочастотным фильтром, 2-канальным измерением температуры и цветным графическим дисплеем 320 × 240 мм. Модели APPA 512 и APPA 513 – это промышленные цифровые мультиметры со встроенным генератором импульсов для диагностики управляющих сигналами.

Модель APPA 513 (рис. 1) оснащен OLED-дисплеем, который позволяет работать при низких температурах (до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$). Модель APPA 511, кроме стандартного набора измерений, может измерять

параметры токовой петли 4–20 мА, имеет регистратор на 100 измерений и интерфейс USB.

Бюджетная серия мультиметров APPA 110

В 110-й серии мультиметров APPA на данный момент две модели: APPA 111, APPA 112. Они предназначены для профессионалов в различных областях деятельности, имеют широкие диапазоны измерений, в частности, по току – до 20 А, высокий рейтинг электробезопасности: 1000 В Кат II, 600 В Кат III. Выполнены в ударопрочном исполнении. Особенностью модели APPA 111 является наличие режима измерения транзисторов. Мультиметр APPA 112 – сбалансированное решение по точности измерений, функциональности, надежности и цене.

Электроизмерительные клещи APPA

Новая линейка электроизмерительных клещей включает пять моделей. Все они имеют ударопрочное исполнение и высокий рейтинг электробезопасности, снабжены встроенным бесконтактным детектором высокого напряжения. Клещи отличаются рас-



Рис. 1. Мультиметр-регистратор APPA 513



Рис. 2. Токовые клещи APPA 40

ширенным частотным диапазоном: от 40 до 400/1000 Гц.

Модель APPA 43 снабжена дополнительными функциями, такими как проверка чередования фаз 3-фазных двигателей, регистрация бросков пускового тока и режим измерения малых токов АС до 2000 мкА.

Модели APPA 42F и APPA 42 различаются тем, что к APPA 42F можно подключить токовую петлю, позволяющую измерять переменный ток до 3000 А. Также эти токовые клещи могут регистрировать броски пускового тока, имеют низкоомный вход для уменьшения паразитных наводок, включают функцию фильтра низких частот для точного измерения переменного напряжения на выходе

инверторов и частотно-регулируемых приводов.

Модель APPA 41 рассчитана на измерение переменного тока до 1000 А и отличается увеличенным размером губок — до 56 мм в диаметре. Такой размер позволяет удобно охватывать проводники большого сечения или кабельные пучки, значительно расширяя сферу применения прибора: от промышленного обслуживания до работ в распределительных щитах и на объектах с крупногабаритной кабельной инфраструктурой. Помимо базовых функций измерения тока и напряжения, прибор поддерживает ряд полезных режимов, например, измерение скажности.

Модель APPA 40 (рис. 2) — это недорогие электроизмерительные клещи, оснащенные всеми необходимыми функциями и имеющие расширенный частотный диапазон: от 20 Гц до 10 кГц. Особого внимания заслуживает двухрежимная функция бесконтактного обнаружения напряжения (NCV): пользователь может выявлять наличие «живого» напряжения в проводнике без прямого контакта с металлическими частями, что повышает безопасность при предварительной проверке перед началом работ.

Преобразователи тока APPA 51 и APPA 51F

Преобразователь тока модели APPA 51F (рис. 3) построен на основе катушки Роговского — бесконтактного токового сенсора, который обеспечивает стабильные, безопасные и высоконадежные измерения переменного тока до 3000 А. В отличие от традиционных ферромагнитных сердечников, катушка Роговского не насыщается при высоких токах, устойчива к механическим повреждениям и не требует размыкания цепи для установки, что значительно упрощает и ускоряет процесс измерений.



Рис. 3. Преобразователь тока APPA 51F

Модель APPA 51 — это компактный и доступный по цене токовый преобразователь, предназначенный для расширения функциональности мультиметров и регистраторов данных. Он позволяет измерять токи до 400 А без разрыва цепи, что особенно удобно при диагностике и мониторинге электрических систем.

Планы на будущее

Перезапуск бренда APPA — это только начало. Компания «ПриСТ» активно работает над расширением ассортимента. В планах — вывод на рынок новых типов приборов, включая тепловизоры, пирометры, портативные измерители LCR и мегаомметры.

Р. Ю. Маркович, начальник отдела маркетинга, АО «ПриСТ», г. Москва, тел.: +7 (495) 777-5591, e-mail: prist@prist.ru, сайт: prist.ru

«ИВА-033» – КОНТРОЛЬ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ



В статье представлен микропроцессорный индикатор высокого напряжения и однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) «ИВА-033», обеспечивающий контроль и защиту от однофазных замыканий на землю. Рассмотрена его функциональность, а также датчики контроля высокого напряжения, с которыми данный индикатор работает.

НПП «ТестЭлектро», г. Самара

Научно-производственное предприятие «ТестЭлектро», основанное в 2004 году, специализируется на разработке и производстве электронных устройств для электроэнергетики и других отраслей промышленности. Сегодня «ТестЭлектро» является одной из ведущих компаний, занимающихся разработкой и изготовлением электроники для электроэнергетики и электротехнической продукции, а также осуществляющих проекты по переоборудованию, модернизации и автоматизации производства.

Накопив большой опыт работы в сфере электроэнергетики, «ТестЭлектро» использует в своих проектах технические решения, базирующиеся на платформах крупнейших мировых производителей электрического и энергетического оборудования, в частности, выпускает оборудование с защитой от однофазных замыканий.

Одной из новых разработок компании являются индикаторы высокого напряжения и однофазного короткого замыкания «ИВА», которые выпускаются в трех исполнениях – «ИВА-01», «ИВА-02», «ИВА-033», обладающих разным набором функций. В статье мы рассмотрим исполнение «ИВА-033», обеспечивающее защиту от однофазных замыканий на землю.

Микропроцессорный индикатор «ИВА-033» (рис. 1) с интерфейсной линией связи RS-485 устанавливается в электроустановках КРУ, КСО

и КТП переменного тока напряжением 6(10), 20, 35 кВ и предназначен для визуального и удаленного контроля наличия или отсутствия высокого напряжения на главных электрических цепях в электроустановках, для обнаружения и сигнализации о повреждении изоляции, а также для защиты от однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) в электрических сетях с изолированной нейтралью.

Индикатор «ИВА-033» обеспечивает контроль и защиту от однофазных замыканий на землю за счет следующих возможностей:

- ▶ обнаружение пробоя изоляции на ранней стадии до перерастания в междуфазное КЗ;

- ▶ минимизация риска повреждения оборудования (трансформаторов, кабелей);

- ▶ снижение вероятности поражения персонала током через шаговое напряжение;

- ▶ исключение пожарной опасности из-за перегрева или дуговых разрядов;

- ▶ предотвращение перегрева обмоток трансформаторов из-за токов нулевой последовательности;

- ▶ снижение риска пробоя изоляции в неповрежденных фазах.

При регистрации однофазного замыкания на землю сигнальная лампа поврежденной фазы переходит в мигающий режим. В индикаторе приме-



Рис. 1. Микропроцессорный индикатор «ИВА-033»



Рис. 2. Выносные бесконтактные датчики высокого напряжения



Рис. 3. Подизоляторные бесконтактные датчики высокого напряжения

нена встроенная система автокалибровки для адаптации к конструкции распределительного устройства, снижения различного рода помех и устойчивой работы при несимметричных режимах (перекосах фаз).

Индикатор высокого напряжения «ИВА-О33» работает с любыми

типами датчиков контроля высокого напряжения.

Выносные бесконтактные датчики высокого напряжения (рис. 2) устанавливаются напротив токоведущих частей распределительного устройства, когда установка подизоляторных датчиков или емкостных делителей

конструктивно невозможна. Данное конструктивное исполнение является единым для класса напряжения от 6 до 35 кВ.

Подизоляторные бесконтактные датчики высокого напряжения (рис. 3) устанавливаются непосредственно под опорными изоляторами распределительного устройства. С учетом различных конструктивных особенностей опорных изоляторов на каждый класс напряжения 6(10)–20 кВ или 35 кВ устанавливается соответствующий датчик напряжения.

Опорные изоляторы с емкостным делителем (рис. 4) на 6(10), 20 или 35 кВ, совмещающие функции механической поддержки токоведущих частей и контроля напряжения сети через преобразование высокого напряжения в низкое с помощью встроенного конденсаторного делителя.

Технические характеристики индикатора «ИВА-О33» отображены в табл. 1.

Индикаторы высокого напряжения серии «ИВА-О33», обеспечивающие контроль высокого напряжения и защиту от однофазных замыканий, соответствуют требованиям ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» и ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».

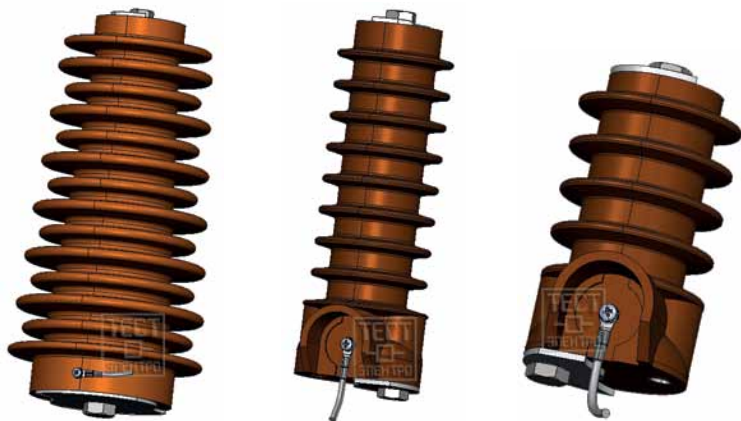


Рис. 4. Опорные изоляторы с емкостным делителем

Таблица 1. Технические характеристики индикатора высокого напряжения «ИВА-О33»

Наименование характеристики	Значение
Количество каналов контроля напряжения	3
Напряжение питающей сети постоянное/переменное (под заказ), В	85...264 (24)
Номинальная потребляемая мощность по постоянному/переменному току, Вт	1/1
Тип канала связи: интерфейс/протокол	RS-485 / Modbus RTU
Количество выходных релейных каналов	2
Номинальное рабочее напряжение контактов реле выходных каналов пост./перем., В	220
Номинальный рабочий ток контактов релейных выходов, А	3
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+60
Относительная влажность воздуха, %	30...80

НПП «ТестЭлектро», г. Самара,
тел.: +7 (846) 950-0101,
e-mail: pochta@testelektro.ru,
сайт: www.testelektro.ru



Челэнергоприбор

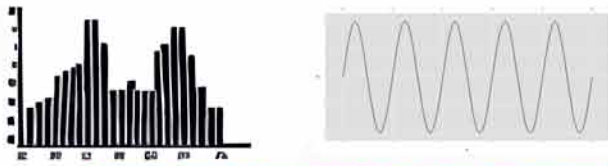
+7 (351) 211-54-01 info@limi.ru www.limi.ru



**ВОЛЬТАМПЕРФАЗОМЕТР
С РЕЖИМОМ ЗАПИСИ ПАРАМЕТРОВ СЕТИ**

ВФМ-4

ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ



ФУНКЦИЯ ОСЦИЛЛОГРАФИРОВАНИЯ

ОПЦИЯ: РЕГИСТРАТОР АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЙ



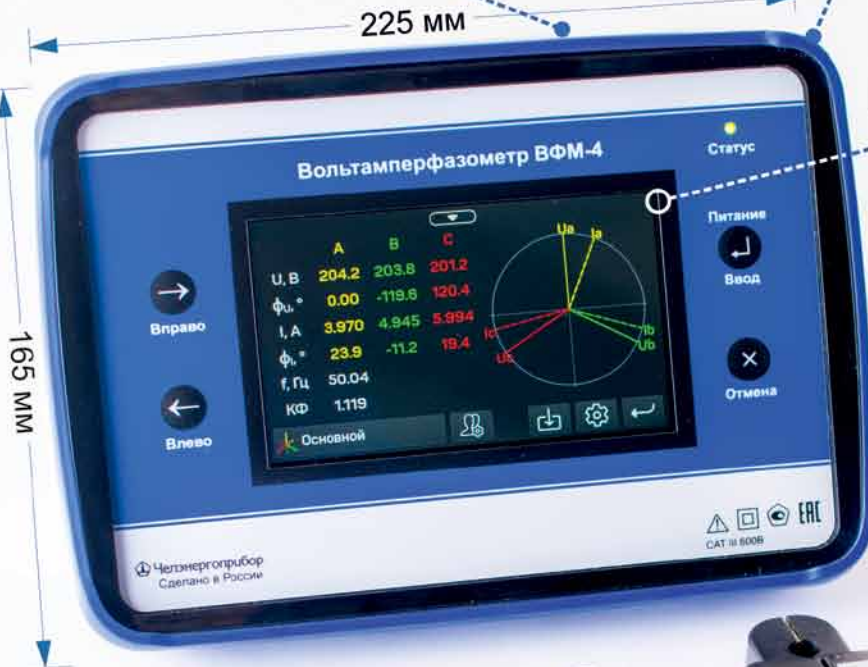
ПОСТРОЕНИЕ ВЕКТОРНОЙ ДИАГРАММЫ



ШИРОКИЙ ВЫБОР ДАТЧИКОВ ТОКА



**ОТ 0 - 10 А
С ПОГРЕШНОСТЬЮ 0,2%
ДО 1000 А**



Вольтамперфазометр ВФМ-4: от фиксации событий к выявлению системных проблем в электрохозяйстве



В статье представлен вольтамперфазометр ВФМ-4, разработанный компанией «Челэнергоприбор». Переносной прибор обладает функциональными возможностями системы мониторинга. Рассмотрены его режимы работы, конфигурации и применяемые технологии.

ООО «Челэнергоприбор», г. Челябинск

Вызовы мобильной диагностики в современных сетях

Незарегистрированное срабатывание защиты, «плавающая» неисправность, исчезающая к моменту прибытия бригады, спор с энергоснабжающей организацией о качестве поставляемой электроэнергии – всё это не гипотетические сценарии, а ежедневная реальность для специалистов служб РЗА, энергетиков предприятий и энергоаудита. Фундаментальная проблема заключается в разрыве между возможностями портативных недорогих приборов (дающих лишь моментальный «снимок» параметров трехфазной сети) и дорогостоящих систем мониторинга показателей качества электроэнергии. Вольтамперфазометр ВФМ-4 (рис. 1) разработан для того, чтобы ликвидировать этот разрыв, предоставляя инженеру в полевых условиях функциональность мобильной диагностической системы для проведения глубокого анализа и регистрации параметров трехфазной сети.

Полный спектр диагностических инструментов ВФМ-4

Режим «Основной»

Этот режим является не просто одним экраном, а представляет собой целую систему отображения информации для решения оперативных задач. Такая система состоит из не-

скольких компонентов: предустановленных групп параметров и полностью настраиваемых пользователем экранов.

Предустановленные группы параметров визуально отображаются как

готовые экраны для решения типовых задач.

Экран «Измерение базовых величин» выводит напряжения (U), токи (I), частоту (f), углы сдвига фаз (φ) и коэффициент формы (КФ), допол-



Рис. 1. Вольтамперфазометр ВФМ-4 и токоизмерительные клещи

няя их векторной диаграммой для быстрой визуальной оценки правильности чередования фаз и симметрии.

«Измерение мощностей» представляет полную картину энергопотребления с разбивкой на активную (P), реактивную (Q) и полную (S) мощность по каждой фазе и суммарно, а также коэффициент мощности (КМ).

«Измерение линейных напряжений» — критически важный экран для диагностики трехфазных сетей. Одновременно отображает фазные и линейные напряжения, а также вычисляет в реальном времени параметры качества электроэнергии: напряжения прямой (U_1), обратной (U_2) и нулевой (U_0) последовательностей и соответствующие коэффициенты несимметрии (K_{2U} и K_{0U}), что позволяет мгновенно диагностировать такие проблемы, как нарушение чередования фаз или обрыв нейтралей.

Пользовательский режим обеспечивает произвольную настройку выводимых на экран параметров. Пользователь может создать до двух уникальных экранов, скомпоновав их из полного перечня измеряемых величин. На каждый экран можно вывести до шести параметров, сопроводив их векторной диаграммой. Список доступных для выбора параметров включает:

- ▶ базовые величины (фазное напряжение, сила тока, частота);
- ▶ угловые параметры (углы сдвига фаз между напряжениями, между токами, между током и напряжением);
- ▶ параметры мощности (активная, реактивная, полная мощность, коэффициент мощности);
- ▶ параметры качества электроэнергии (линейные напряжения, симметричные составляющие напряжений, коэффициенты несимметрии напряжений, коэффициент формы).

Дополнительно для выбранных величин можно активировать расчет суммарных и средних значений.

Глубокий анализ качества: режимы «Осциллограф» и «Гармоники»

Эти два режима позволяют перейти от измерения действующих значений к анализу формы сигнала.

«Осциллограф» предоставляет возможность визуализировать реальную форму кривой тока и напряжения с настраиваемой разверткой от 10 до 1,25 мс/дел, что позволяет рассмотреть как несколько периодов сети, так

и один период в деталях. Это прямой инструмент для обнаружения несинусоидальных искажений: «срезанных» вершин синусоиды (клиппинга) при перегрузке ИБП, высокочастотных помех от частотных преобразователей, несимметрии полувольт.

Режим «Гармоники» дает исчерпывающую количественную оценку искажений: проводится спектральный анализ сигнала вплоть до 60-й гармоники. Данные отображаются в виде гистограммы или таблицы с указанием абсолютного значения и процентного содержания каждой гармоники. Важной является функция расчета двух типов суммарного коэффициента гармонических составляющих. Первый коэффициент рассчитывается по отношению к амплитуде первой (основной) гармоники — это классический параметр, используемый в большинстве стандартов. Второй коэффициент рассчитывается по отношению к полному действующему (RMS) значению сигнала, что является более современным подходом и дает более точное представление о степени искажения сигнала. Режим «Гармоники» — основной инструмент для оценки уровня гармонических искажений в сети, вызванных работой нелинейных нагрузок (частотно-регулируемых приводов, импульсных источников питания, сварочного оборудования).

Учет и аудит: режим «Счетчик»

В режиме «Счетчик» реализуется функция учета электрической энергии. Вольтамперфазометр ВФМ-4 производит интегрирование по времени активной и реактивной мощности, отображая накопленные значения активной энергии (E_p) в Вт·ч и реактивной энергии (E_q) в вар·ч. При использовании токоизмерительных клещей ВФМ-ДТ-10А-П и ВФМ-ДТ-100А-П с погрешностью 0,2% режим может использоваться для локального энергоаудита, проверки работы коммерческих счетчиков и оценки эффективности устройств компенсации реактивной мощности.

Долговременный мониторинг: режим «Самописец»

Этот режим решает проблему диагностики непериодических, «плавающих» неисправностей, которые невозможно зафиксировать кратковременным замером.

Период дискретизации задается в широких пределах: от 1 секунды для детального анализа до 4 часов для фиксации медленных трендов.

Продолжительность записи: один сеанс записи можно настроить на длительность до одной недели.

Объем памяти позволяет хранить несколько таких недельных сеансов (суммарно до трех недель записи с секундным интервалом) без необходимости промежуточной выгрузки данных на внешний носитель. Это позволяет вести накопление статистики за длительный период.

Пример использования: мониторинг профиля нагрузки. На рис. 2 представлена хронограмма распределения активной мощности по трем фазам, зарегистрированная вольтамперфазометром ВФМ-4 в режиме «Самописец». Метод продолжительной регистрации позволил выявить проблему, которую было сложно диагностировать кратковременными замерами: выраженную несимметрию активной мощности, возникающую при работе сезонного оборудования (системы обогрева кровли). Сформированная прибором хронограмма наглядно демонстрирует, что причиной несимметрии является систематическая и длительная перегрузка одной из фаз, возникающая исключительно в моменты работы системы обогрева кровли. Концентрация практически всей ее мощности на одной линии свидетельствует о некорректном схемотехническом решении. Таким образом, инструментальные данные, полученные ВФМ-4, служат достаточным техническим обоснованием для проведения работ по перераспределению нагрузки с целью обеспечения нормативных условий эксплуатации электроустановки.

Анализ динамики: режим

«Регистратор переходных процессов»

Специализированный режим для захвата быстропротекающих процессов с высоким временным разрешением (период регистрации — 10 мс, частота дискретизации — 24 кГц). Запись может быть инициирована вручную либо автоматически по триггеру при выходе любого из контролируемых параметров (U или I) за установленные пороговые значения (уставки). Основное применение — анализ пусковых токов электродвигателей, процессов коммутации в сети, а также фиксация



Рис. 2. Фиксация значений активной мощности по фазам в режиме «Самописец»

аварийных событий для последующего анализа работы устройств РЗА.

Опциональный режим РАС (регистрация аварийных событий)

Данный режим дополняет режим «Самописец». На протяжении всего периода регистрации режим РАС позволяет отследить кратковременные провалы, прерывания и перенапряжения в сети и предварительно оценить качество электроэнергии.

В зависимости от указанных допустимых и предельно допустимых границ можно будет сделать вывод о пригодности поставляемой электроэнергии. Обнаруженные выходы параметров за установленные границы (аварийные события) будут записаны с высокой частотой дискретизации в память прибора для последующего изучения. По завершении регистрации будет доступен отчет со следующими параметрами:

- ▶ отклонение частоты;
- ▶ медленные изменения напряжения;
- ▶ несимметрия напряжения;
- ▶ провалы напряжения;
- ▶ прерывания напряжения;
- ▶ перенапряжения.

Технологии для достоверности и удобства

Работа с прибором оптимизирована за счет ряда технологических решений.

Номенклатура датчиков тока. Универсальность прибора обеспечивается широким спектром поставляемых датчиков тока, охватывающих диапазоны от 1 мА до 1000 А.

Автоматическая идентификация датчиков тока. Каждый датчик тока содержит информацию о своих метрологических характеристиках и калибровочных коэффициентах. При подключении к прибору эти данные считываются автоматически, что исключает ошибки, связанные с неправильным выбором диапазона или вводом коэффициента трансформации вручную. Это также позволяет комбинировать датчики разных типов в одном измерении.

GPS-модуль. Встроенный приемник спутниковой навигации позволяет автоматически фиксировать географические координаты места проведения измерений. Эти данные сохраняются вместе с результатами, обеспечивая их точную и однозначную привязку к объекту. Такая функция критичес-

ки важна для сетевых компаний при проведении массовых обследований и формировании базы данных о состоянии оборудования.

Широкий спектр щупов для подключения ко входам напряжения. Магнитные щупы, щупы типа «прокол», удлиненные щупы типа «крокодил», щупы типа «пинцет» постоянно в наличии.

Готовые и индивидуальные конфигурации ВФМ-4

Конфигурации прибора ВФМ-4 сгруппированы по областям инженерного применения. Каждая конфигурация включает набор датчиков тока и аксессуаров, предназначенных для решения типовых задач в своей сфере.

Конфигурация «Релейщик»:

▶ *назначение* — работа во вторичных цепях, фазировка, анализ векторных диаграмм;

▶ *базовый комплект* включает четыре токоизмерительных датчика на ток до 40 А с погрешностью до 1%. Наличие четвертого датчика позволяет одновременно контролировать три фазы и ток в нейтрали ($3I_0$) или снимать параметры для проверки дифференциальных защит. В состав входят

магнитные щупы, которые фиксируются на клемниках, освобождая руки оператора, а также щтыревые щупы;

► версия «Про» дополнительно включает три прецизионных датчика на 10 А (погрешность до 0,2%). Обеспечивает измерение разности фаз при токе от 1 мА. Предназначена для пусконаладочных работ, требующих измерений с метрологической точностью, для калибровки и проверки уставок микропроцессорных терминалов.

Конфигурация «Энергосбыт»:

► назначение — инструментальные проверки узлов учета, анализ потребления, выявление потерь;

► базовый комплект включает три датчика на 40 А для оценки нагрузки на вводах. Магнитные щупы обеспечивают быструю и надежную фиксацию на клеммах, что важно при проведении массовых обследований;

► версия «Про» предназначена для углубленного анализа и арбитражных измерений. Включает три прецизионных датчика на 10 А (0,2%) для точной проверки приборов учета на малых нагрузках и три датчика на 100 А для работы на объектах с более высокой мощностью. В конфигурацию вклю-

чен режим регистратора аварийных событий.

Конфигурация «Предприятие»:

► назначение — комплексная диагностика электрооборудования промышленных объектов;

► базовый комплект обеспечивает диагностику сетей переменного тока. Состав датчиков — четыре на 40 А и три на 500 А — позволяет контролировать как цепи управления, так и силовые фидеры. Набор аксессуаров, включая удлиненные щупы типа «пинцет», обеспечивает подключение к различным типам промышленных клемм;

► версия «Про» является наиболее полной конфигурацией. Ключевое отличие — наличие датчика постоянного тока на 100 А, который предназначен для диагностики систем оперативного постоянного тока (СОПТ), источников бесперебойного питания (ИБП) и аккумуляторных батарей. В конфигурацию включен режим регистратора аварийных событий.

Также имеется возможность сконфигурировать индивидуальную комплектацию. Это означает, что заказчик не ограничен стандартными комплек-

тами и может составить собственный набор токоизмерительных клещей, полностью адаптированный под предметные задачи.

Заключение

Вольтамперфазометр ВФМ-4 — это не просто средство измерения, а инструмент для решения конкретных, зачастую дорогостоящих, производственных проблем. Благодаря режимам самописца, регистратора переходных процессов, регистратора аварийных событий и анализатора гармоник он выявляет скрытые и аperiodические неисправности, недоступные для выявления с использованием обычных вольтамперфазометров. В конечном счете, ВФМ-4 предоставляет инженеру не просто цифры, а готовые инструментальные доказательства для принятия взвешенных технических решений.

А. Г. Волович,
Д. А. Семёнов,

ООО «Челэнергоприбор», г. Челябинск,
тел.: +7 (351) 211-5401,
e-mail: info@limi.ru,
сайт: www.limi.ru

HI-TECH
2026
14–16 апреля
Международная выставка инноваций и конкурс научных разработок

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»
Петербургское шоссе, 64

РЕСТЭК

16+ РЕКЛАМА

hitech-expo.ru

НИ-ТЕСН

• Аддитивные технологии • Беспроводные технологии • Биотехнологии • Фармакология • Индустриальные информационные технологии • Наномедицина • Системы безопасности: биометрия, датчики, детекторы, электронные анализаторы • Развитие и подготовка инженерных кадров: методология обучения, разработка, венчурное финансирование

ОТ

ИННОВАЦИИ

К

Деловая программа:

- Санкт-Петербургский промышленный конгресс
- Биржа поставщиков

Производство • Финансирование разработок, венчурное финансирование

Информационные технологии • Наномедицина • Системы безопасности: биометрия, датчики, детекторы, электронные анализаторы • Развитие и подготовка инженерных кадров: методология обучения, разработка, венчурное финансирование

Есть проблема – есть решение

Автоматические выключатели бренда ЕКФ



В статье рассмотрены автоматические выключатели бренда ЕКФ (представлен в России компанией «Электрорешения») серий ВА-99М с номинальным током от 16 до 1250 А и AV Power с номинальным током от 16 до 1600 А. Подробно изложены характеристики, функциональные возможности и примеры применения данных автоматов.

ООО «Электрорешения» (бренд – ЕКФ), г. Москва

Надежность и безопасность электроустановок – обязательные требования к любой системе электроснабжения. Особенно это актуально для промышленных и инфраструктурных объектов, коммерческих зданий, где сбои в электроснабжении могут привести к серьезным последствиям, финансовым затратам и возникновению опасных ситуаций для людей. Компания «Электрорешения», официальный представитель бренда ЕКФ в России, предлагает две серии автоматических выключателей для индустриального применения.

Серия ВА-99М

Автоматические выключатели в литом корпусе серии ВА-99М от бренда ЕКФ (рис. 1) – это современное и эффективное решение для защиты электрических цепей от перегрузок и коротких замыканий, разработанное с учетом требований промышленных стандартов. Устройства рассчитаны на номинальный ток от 16 до 1250 А и предназначены для применения в сетях с номинальным напряжением до 690 В.

Основные технические характеристики:

- ▶ номинальный ток – от 16 до 1250 А;
- ▶ номинальное напряжение – до 690 В;
- ▶ коммутационная способность – до 75 кА (в зависимости от модели);
- ▶ количество полюсов – 3Р и 4Р;

▶ тип расцепителя – термомагнитный, электромагнитный или электронный;

▶ степень защиты корпуса – IP40 (в корпусе), IP20 (без корпуса);

▶ срок службы – не менее 20000 циклов включения-отключения.

Автоматы ВА-99М поддерживают установку дополнительных устройств: расцепителей минимального напряжения, независимых расцепителей, вспомогательных контактов, втычных и выкатных панелей. Это позволяет адаптировать выключатель под конкретную задачу и сделать его эксплуатацию удобнее.

Проблемы, с которыми сталкиваются компании, могут быть разными:

от редких коротких замыканий до перегрузок. Автоматы ВА-99М подходят для решения большинства из них. Во-первых, по номинальному току серия включает широкий ряд моделей, благодаря чему можно точно подобрать устройство для определенных условий эксплуатации. Во-вторых, наличие электронных расцепителей позволяет точно настроить параметры воздействия по току и времени. В-третьих, благодаря продуманной конструкции ВА-99М легко интегрируется в распределительные системы. Возможен вертикальный и горизонтальный монтаж.

Приведем несколько примеров применения. На производственных предприятиях, где работают мощные электродвигатели и высокоточные станки, важно обеспечить точную селективность защиты. Благодаря электронным расцепителям ВА-99М это становится возможным, а широкий диапазон термомагнитных расцепителей позволяет оптимизировать затраты и при этом не потерять в надежности системы. Для нового промышленно-производственного комплекса в Тольятти компания «Электрорешения» изготовила и поставила главный распределительный щит с автоматическим вводом резервного питания (ГРЩ и АВР) на базе автоматических выключателей ВА-99М. Сегодня эти системы позволяют предприятию избежать простоев из-за отключений питания.



Рис. 1. Автоматический выключатель ЕКФ ВА-99М в литом корпусе



Рис. 2. Распределение электрической энергии в ЦОД

Второй пример применения – в центрах обработки данных. Для ЦОД в Республике Хакасии и Красноярске автоматы ВА-99М были использованы как элементы вводно-распределительного устройства (ВРУ) и силового шкафа (ШС). Сегодня эти силовые выключатели совместно с дополнительными контактами надежно защищают системы от перегрузок и коротких замыканий, гарантируя безопасность данных (рис. 2).

Еще один пример – ГРЩ для гостиничного комплекса, расположенного в Красной Поляне (Сочи).



Рис. 3. ГРЩ для горного отеля на базе оболочки AleSta

Объект находится в горах, для которых характерны высокая влажность и сейсмическая активность, это повышает требования к надежности работы автомата. Специалисты компании «Электрорешения» выбрали для ГРЩ оболочку AleSta от бренда EKF, устойчивую к сейсмическим воздействиям до 9 баллов, с классом защиты от пыли и влаги IP55. Внутри оболочки, наряду с другим силовым оборудованием, установлены автоматические выключатели ВА-99М на 40, 100 и 500 А, а также ВА-99С на 1600 А, которые отвечают за распределение электроэнергии и, благодаря механизму ротоактивного размыкания, гарантируют быстрое и надежное отключение выключателя в случае возникновения аварийной ситуации (рис. 3).

АВ серии ВА-99М проходят многоуровневый контроль качества и соответствуют требованиям как ГОСТ, так и международных стандартов IEC. Это универсальное решение, которое позволяет не только обеспечить защиту, но и повысить эффективность и надежность электроснабжения.

Серия AV Power

Современные системы электроснабжения становятся все более технологичными и требовательными к безопасности, надежности и гибкости. Это особенно актуально для промышленных, коммерческих предприятий и энергетической промышленности, где малейший сбой может



Рис. 4. Автоматический выключатель EKF AV Power

обернуться серьезными потерями. Для ответственных объектов предназначены автоматические выключатели в литом корпусе EKF серии AV Power (рис. 4), разработанные с учетом современных требований к электробезопасности и энергоэффективности. Они обеспечивают защиту электрических цепей от перегрузок и коротких замыканий, сохраняя стабильность работы электроустановки.

Ключевые технические характеристики AV Power:

- ▶ номинальный ток – от 16 до 1600 А;
- ▶ номинальное напряжение – до 690 В переменного тока;
- ▶ отключающая способность – до 100 кА (в зависимости от модели);
- ▶ типы расцепителей – термоманнитный, электронный базовый и электронный продвинутый;
- ▶ количество полюсов – 3Р и 4Р;
- ▶ срок службы – до 20 000 коммутационных циклов;
- ▶ степень защиты – IP40 (в корпусе), IP20 (без корпуса);
- ▶ монтаж – вертикальный или горизонтальный;
- ▶ подвод питания – как сверху, так и снизу.

Устройства AV Power производятся с использованием современных материалов и технологий. Они проходят многоуровневый контроль качества и соответствуют международным стандартам IEC 60947-2 и российским ГОСТ. Это обеспечивает их стабильную работу даже в самых жестких условиях эксплуатации. Компактная



Рис. 5. Автоматизация энергоснабжения логистического комплекса



Рис. 6. ВРУ для московского театра

конструкция корпуса AV Power позволяет экономить место в щитах и шкафах. Автоматические выключатели легко монтируются и обслуживаются, что снижает затраты на установку и сервис.

Благодаря широкому диапазону номинальных токов и наличию как термомагнитных, так и электронных расцепителей серия AV Power подходит и для стандартных, и для сложных, специфических задач. Электронные расцепители позволяют точно настраивать параметры работы с шагом 1 А, обеспечивая надежную защиту и минимизацию простоев.

К автоматическим выключателям AV Power выпускаются дополнительные аксессуары: расцепители минимального напряжения, независимые расцепители, вспомогательные контакты, моторные приводы, панели. Они помогают легко адаптировать устройство под конкретную задачу и обеспечить удобство эксплуатации. Благодаря электронным расцепителям с регулируемыми параметрами серия AV Power дает возможность построить селективную защиту даже в сложных многоуровневых системах электроснабжения. Кроме того, автоматы с электронным расцепителем легко встраиваются в системы диспетчеризации и могут коммуницировать по протоколу Modbus. Это позволяет полноценно встроить их в АСУ ТП объекта.

Примеры применения автоматических выключателей серии AV Power.

Компания «Электрорешения» выполнила проект для крупного меди-

цинского университета. Медицинские учреждения относятся к первой и первой особой категориям надежности электроснабжения, поэтому, разрабатывая проект для ввода, распределения и защиты их электросетей, нельзя допускать ошибок в проектировании, а оборудование можно использовать только качественное. Руководство университета выбрало оборудование бренда EKF, в частности, автоматические выключатели в литом корпусе серии AV Power в комплекте с сопутствующими аксессуарами. Новое распределительное оборудование с АВР позволяет защитить сети, сохранить работоспособность оборудования, не допустив его внезапной остановки, и обеспечить безопасность как пациентов, так и персонала.

Второй пример применения связан с новым логистическим комплексом в Санкт-Петербурге (рис. 5). Здесь перебои в электросети могут вызвать задержку в обработке грузов, отрицательно повлиять на сохранность товаров и спровоцировать аварийные ситуации при работе с тяжелыми отправлениями. В проекте использован широкий ассортимент устройств бренда EKF, а основу силового распределения составили автоматические выключатели в литом корпусе серии AV Power с сопутствующими аксессуарами.

Наконец, следует упомянуть работу, выполненную для одного из московских театров. В современных театральных постановках применяется сложная система автоматизации

сцены, к которой подключено много устройств. Это сценическое освещение, механизм смены декораций, звуковое, музыкальное сопровождение и многое другое. Для того чтобы все оборудование работало точно, быстро и представление состоялось, требуется надежное электроснабжение. В процессе реализации проекта было поставлено оборудование для ввода и распределения электричества (ВРУ). В этой системе, наряду с другими решениями бренда EKF, были использованы выключатели в литом корпусе с электронным расцепителем AV Power номиналами от 40 А до 630 А (рис. 6). Благодаря оборудованию бренда EKF мощные потребители электроэнергии в рамках театра – электродвигатели, прожекторы и прочее – обеспечены бесперебойным питанием и надежной защитой.

Серия автоматических выключателей AV Power от бренда EKF – это пример того, как простое и надежное решение может эффективно справляться со сложнейшими задачами. Надежность, гибкость, точность и возможность работы в современных АСУ ТП делают AV Power универсальным выбором для широкого круга потребителей.

ООО «Электрорешения»,
официальный представитель
бренда EKF в России, г. Москва,
тел.: +7 (495) 788-8815,
e-mail: info@ekf.su,
сайт: ekfgroup.com

Невидимая угроза, которую больше нельзя игнорировать



В статье рассказано о назначении и актуальности УЗДП – устройств защиты от дугового пробоя. Представлено УЗДП-63М от компании «МЕАНДР». Раскрыты его функциональные особенности и отличия от других решений.

ООО «МЕАНДР», г. Санкт-Петербург

УЗДП-63М – защита от пожаров из-за дугового пробоя

Устройство защиты от дугового пробоя УЗДП-63М – это не просто «еще один автомат». Это интеллектуальный прибор, который распознает и предотвращает пожары, вызванные искрением в электропроводке. Некоторые по-прежнему недооценивают УЗДП (оно же AFCI, AFDD), считая, что электропроводка в безопасности, раз ее защищают автоматические выключатели (АВ) и устройства защитного отключения (УЗО). Между тем АВ защищают от коротких замыканий и перегрузок, а УЗО – от утечки тока. УЗДП предназначены для защиты от скрытой и крайне опасной угрозы, перед которой эти устройства бессильны, – от дугового пробоя (искрения).

Что такое дуговой пробой и почему он так опасен

Для справки: дуговой пробой может иметь температуру до 5000 °С, этого достаточно, чтобы воспалить окружающие материалы: пыль, изоляцию, пластик и т. д. При этом ток утечки может отсутствовать, а сила тока в цепи может не превышать номинала автомата. Обычные защитные устройства просто не замечают эту опасность, и пожар может возникнуть в любой момент.

Причины данного явления – изношенная или поврежденная изоляция проводов, ослабленный контакт

в розетке, распределительной коробке или клемме, переломанная жила кабеля и т. п.

УЗДП: принцип работы, или как «услышать» дугу

УЗДП – это высокотехнологичное устройство, которое анализирует форму электрического сигнала и распознает уникальные «отпечатки» опасного дугового разряда, отличая его от нормальной работы электроприборов. Рассмотрим алгоритм работы данного устройства на примере УЗДП-63М

(рис. 1), производимого компанией «МЕАНДР»:

- ▶ в режиме реального времени УЗДП-63М анализирует ток и напряжение в цепи;
- ▶ с помощью микроконтроллера обнаруживает характерные высокочастотные помехи, которые создает дуговой пробой;
- ▶ немедленно отключает аварийный участок цепи, предотвращая возгорание.

Компания «МЕАНДР» начала заниматься проблематикой дугового пробоя более 10 лет назад, и это позволило ей разработать решение, отличное от УЗДП других производителей. Большинство этих устройств (как отечественных, так и импортных) совмещены либо с АВ, либо с УЗО, либо с АВДТ. Они имеют однократное действие, то есть при обнаружении аварийной ситуации отключают аварийную цепь. Кроме того, производители рекомендуют устанавливать их отдельно на каждую отходящую цепь.

В отличие от них УЗДП-63М с рабочим током 63 А оснащено встроенным расцепителем и имеет возможность повторного включения. Реализована защита от повышенного напряжения более 290 В, при этом скорость отключения не превышает 0,1 с. Имеется защита от импульсного перенапряжения 200 Дж.

Устройство снабжено функцией повторного включения при восста-



Рис. 1. Устройство защиты от дугового пробоя УЗДП-63М производства «МЕАНДР»



Рис. 2. Производственная линия SMT-монтажа ООО «МЕАНДР»

новлении напряжения после аварии, а также функцией «умного» повторного включения при обнаружении дуги в электропроводке (2 попытки включения через разные интервалы времени).

Возможна установка УЗДП как на вводе в помещение, так и на отходящие линии. Также возможна совместная работа с любыми аппаратами защиты: АВ, УЗО или АВДТ. Наряду с этим компании удалось сделать УЗДП-63М значительно бюджетнее почти любого устройства подобного назначения на российском рынке.

Тестирование работоспособности УЗДП-63М осуществляется кнопкой на лицевой панели, подобно кнопке тестирования УЗО. При каждом нажа-

тии кнопки выполняется полный тест канала обнаружения дуги. При этом неважно, для чего нажималась кнопка: для переключения режима работы или просто для отключения цепи.

Где требуется устанавливать УЗДП

Устройства защиты от дугового пробоя надо устанавливать в любых зданиях с электропроводкой. Но в первую очередь — в деревянных домах с горючими конструкциями; в квартирах со старой алюминиевой проводкой; в детских комнатах, спальнях и других местах, где спят люди; на объектах с дорогой отделкой и оборудованием (офисы, гостиницы, музеи). Добавим, что УЗДП-63М подойдет для зданий с ветхой электропровод-

кой, где риск повреждения изоляции максимален. Таких зданий по-прежнему очень много.

Не стоит ждать, пока треск в стене превратится в пожар! Современные риски требуют современных решений. Необходимо обеспечить не просто электробезопасность, а противопожарную безопасность дома или офиса. УЗДП — это не роскошь, а новая ступень ответственности за жизнь и имущество.

С. А. Коваль, старший менеджер,
ООО «МЕАНДР», г. Санкт-Петербург,
тел.: +7 (812) 410-1738,
e-mail: info@meandr.ru,
сайт: www.meandr.ru

ФОРУМ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ТЭК

27 НОЯБРЯ
МОСКВА



В условиях быстро меняющейся среды угроз именно комплексный подход к безопасности становится критическим фактором устойчивой работы объектов топливно-энергетического комплекса.

Наш форум — это уникальная экспертная площадка, где руководители и специалисты ведущих компаний ТЭК, государственные регуляторы, разработчики и интеграторы решений смогут объединить усилия для выработки эффективных стратегий защиты.

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ ФОРУМА:

Обзор рынка,
инвестиционные проекты

Интеграция систем безопасности:
Объединение физической,
кибербезопасности, ПБ и правовых
аспектов в единый комплексный иммунитет.

Недооцененные риски:
Страхование, юридические и правовые аспекты
безопасности в новой реальности.

Импортозамещение и киберустойчивость:
Практические кейсы перехода
на отечественные решения и защиты
цифровой инфраструктуры.

WWW.BEZTEK.RU
+7(495)-492-77-92
INFO@KVADRATRESURS.RU





АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНЫХ И ТЭЦ

www.volmag.ru
contrast@volmag.ru

Современные системы автоматического управления горением (САУГ) энергетических котлов тепловых электростанций от ЗАО «Волмаг»



В статье рассказано о работе по построению систем автоматического управления горением (САУГ), которую компания «Волмаг» осуществляет для объектов энергетического комплекса. В качестве примера рассмотрена работа над новой САУГ котла БКЗ-420 ст. № 7 ЭК НиГРЭС АО «Волга» г. Балахна. Подчеркивается, что свои системы компания строит только на базе российского аппаратного и программного обеспечения.

ЗАО «Волмаг», г. Чебоксары

ЗАО «Волмаг», созданное в 1993 году в г. Чебоксары, специализируется на построении систем промышленной автоматизации и разработке оборудования для них. Одним из важных направлений деятельности компании являются работы над системами автоматического управления горелками (САУГ). Основой системы автоматизации в таких САУГ была и остается микропроцессорная техника собственной разработки и производства ЗАО «Волмаг». Она постоянно развивается, но, благодаря использованию имеющихся преимуществ языков программирования, наработанный ранее опыт переносится на следующие поколения САУГ. В настоящее время основной САУГ ЗАО «Волмаг» является семейство промышленных контроллеров «Контраст КР-500М». Контроллеры внесены в реестр российской промышленной продукции Минпромторга РФ в 2025 году под № 10642818, о чем объявлено на сайте предприятия в разделе новостей. Программное обеспечение для контроллеров также зарегистрировано в реестре отечественных программ.

Особо отметим, что при создании САУГ компания еще в 2022 году выполнила работы по исключению из

них ПО и оборудования недружественных стран в соответствии с вышедшими нормативными документами по применению ПО и оборудования на объектах критической информационной инфраструктуры.

В качестве примера построения такой системы рассмотрим САУГ котла БКЗ-420 ст. № 7 ЭК (энергетического комплекса) Нижегородской ГРЭС (НиГРЭС) АО «Волга» г. Балахна. Работы проводились в 2023–2024 годах. Специалистам компании предстояло выполнить техническое перевооружение системы автоматического управления горелками котла БКЗ-420.

В рамках договора с заказчиком ЗАО «Волмаг» разработало проект технического перевооружения САУГ КА № 7, причем его особенностью было отсутствие изменений:

- ▶ существующей схемы газоснабжения;
- ▶ существующих схем информационно-измерительной системы, системы автоматического регулирования, системы технологических защит и защитных блокировок котлоагрегата;
- ▶ существующих аналоговых и дискретных датчиков, мест их установки и функционального назначения;

- ▶ схем управления запорной и регулирующей арматурой котлоагрегата;
- ▶ системы управления мазутными горелками и оборудованием мазутного тракта котлоагрегата.

При техническом перевооружении было исключено использование аппаратуры производителей из недружественных стран. Программное обеспечение, что стоит подчеркнуть, использовалось только отечественное: операционная система «Астра Линукс», антивирусный пакет лаборатории Касперского, офисный пакет «Мой Офис» и среда обслуживания контроллеров «Контраст2010» для семейства российских промышленных контроллеров серии «Контраст КР-500М» (разработчик контроллеров и ПО – ЗАО «Волмаг»).

Для переоснащения САУГ были использованы блоки и модули семейства контроллеров «Контраст КР-500М»: **блок контроллера БК-500К-06** – в качестве контроллера центрального шкафа управления горелками, причем, в соответствии с требованиями нормативных документов, было выполнено его горячее резервирование, **модули УСО МСД-Д-20, МСД-Д-22** были установлены в центральном шкафу управления горелками, а **миниконтролле-**

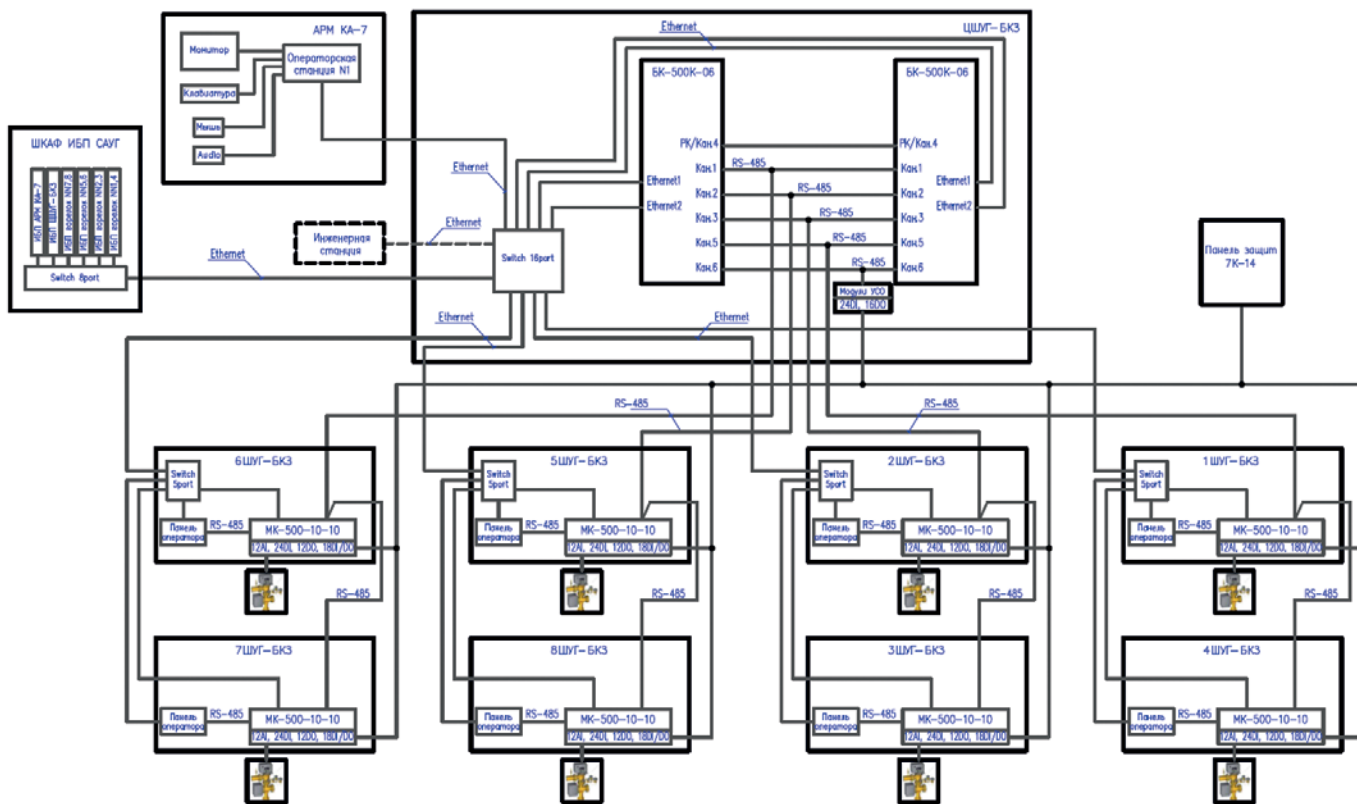


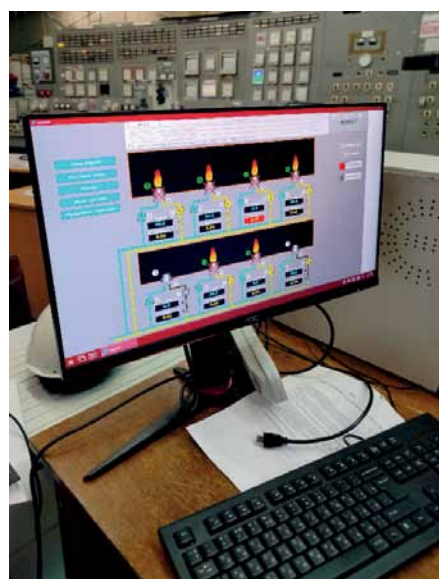
Рис. 1. Структура САУГ КА № 7 ЭК НиГРЭС г. Балахна

ры МК-500-10-10 – в шкафах управления горелками.

Структура системы приведена на рис. 1. Центральный шкаф управления горелками (ЦШУГ), шкаф источников бесперебойного питания ШР-ИБП и АРМ (рис. 2а) расположены в помещении щита управления, ШУГ (шкафы управления горелками 1–8) – в непосредственной близости от котла (рис. 2б и 3).

Для удобства оперативного персонала в каждый шкаф управления горелками встроен пульт оператора для оперативного контроля и операций розжига горелки, а также диагностики оборудования по месту. Все операции выполняются посредством экранных кнопок сенсорного экрана панели, причем операции по настройке и изменению настроечных параметров защищены паролем.

В системе используется высокоскоростная связь всех контроллеров с АРМ по сети Ethernet с протоколом Modbus TCP. Для обмена ЦШУГ со шкафами ШУГ используется интерфейс RS-485 с высокой помехозащищенностью, который организован в сеть с радиальной архитектурой, обеспечивающей высокую живучесть сети обмена информацией. Организация обмена информацией обеспечива-



а



б



Рис. 3. Монтаж шкафов ШУГ САУГ КА № 7 ЭК НиГРЭС г. Балахна

Рис. 2. САУГ КА № 7 ЭК НиГРЭС г. Балахна: а – АРМ; б – шкаф управления

ет доступ к контроллерам внутри шкафов управления горелками по двум типам интерфейсов.

После проектных работ в соответствии с договором было изготовлено оборудование по заказу, осуществлен его монтаж на объекте, выполнена автономная и комплексная наладка САУГ с проведением 72-часовых испытаний.

В результате выполненных работ удалось обеспечить требования безопасности в газовом хозяйстве согласно действующим правилам и нормативным документам. Были повышены эксплуатационные характеристики оборудования и экономичность его работы. Также снизилась аварийность в работе оборудования за счет оптимального управления и своевременной коррекции параметров систем контроля и управления. На работу персонала новая САУГ тоже оказала воздействие: благодаря своевременно представлению информации в наглядном виде снизилась вероятность человеческой ошибки, повысилась производительность труда и в целом улучшились условия работы. Наконец, снизилась топливная составляющая стоимости электроэнергии за счет по-

вышения эффективности использования топлива. В настоящее время система эксплуатируется заказчиком — Нижегородской ГРЭС (НиГРЭС) АО «Волга».

В заключение отметим, что в процессе реализации проектов по САУГ специалисты компании «Волмаг» выполняют определенный цикл работ, который можно разбить на следующие основные этапы:

- ▶ согласование с компанией-заказчиком осуществляемых работ, разработка ТЗ с учетом уточненных требований заказчика;

- ▶ обследование специалистами ЗАО «Волмаг» оборудования на объекте, которое будет находиться под управлением САУГ. Это обследование позволяет исключить неточности в имеющейся эксплуатационной документации;

- ▶ разработка проекта САУГ (выполняет проектный отдел ЗАО «Волмаг», утверждает заказчик);

- ▶ подбор оборудования для системы: отдел АСУ ТП разрабатывает оборудование собственного изготовления (шкафы автоматики, шкафы питания и т. п.) и подбирает оборудование для закупки (датчики, исполнительные

механизмы, источники бесперебойного питания, компьютерная и коммуникационная техника для АРМ);

- ▶ разработка ПО для контроллеров шкафов управления и АРМ, осуществляемая отделом технологического программирования;

- ▶ изготовление и закупка необходимого оборудования САУГ, которое обязательно проходит проверку и технологический прогон. Комплектная поставка оборудования на площадку заказчика;

- ▶ строительно-монтажные работы;
- ▶ пусконаладочные работы и передача САУГ в эксплуатацию.

В целом можно утверждать, что ЗАО «Волмаг» имеет опыт и компетенции для выполнения полного спектра работ по САУГ — от обследования до внедрения — с должным качеством и соответствием современным требованиям.

К. Ю. Семёнов, директор центра технологического программирования, ЗАО «Волмаг», г. Чебоксары, тел.: +7 (8352) 55-2294, e-mail: contrast@volmag.ru, сайт: www.volmag.ru

26 – 28
ноября 2024

СИНЕРГИЯ
ОРГАНИЗАТОР

16+ РЕКЛАМА: 000 ЧОВЪЕ ТЕХ-ОЛОГИИ, ИНН: 7703401922

г. Москва, Технопарк «Сколково»

конференция
TECHWEEK

3600+
УЧАСТНИКОВ

100+
ЭКСПОНЕНТОВ НА ВЫСТАВКУ

250+
ТОПОВЫХ СПИКЕРОВ

3 ДНЯ ПОГРУЖЕНИЯ
в мир технологий для бизнеса

Интеллектуальный автоматический выключатель BA47 MCB-E-AKSOL: современное решение для систем электроснабжения



В статье затронуты вопросы современных средств защиты электросетей и электрооборудования от перепадов напряжения и других отклонений параметров электрической энергии. Разработки конкретных устройств, соответствующих требованиям времени, рассматриваются на примере серии автоматических выключателей BA47 MCB-E-AKSOL от компании «АКЭЛ».

Производственно-техническая компания «АКЭЛ», г. Москва

Современным задачам — современные решения

Цифровизация электрических сетей распространяется все шире. Когда счетчики электрической энергии научились передавать показания в расчетные центры, это дало много преимуществ: ускорило и упростило учет потребленной энергии, повысило точность расчетов. Ради этих преимуществ с системами диспетчеризации интегрируют все больше устройств. Сейчас даже для защиты промышленных и бытовых электросетей уже недостаточно иметь просто надежные автоматические выключатели (АВ), которые отключат сеть в случае нештатной ситуации: АВ оснастили модулями передачи данных, благодаря которым автоматика или оператор могут удаленно отслеживать их состояние и быстро реагировать на происшествия. Однако сегодня недостаточно и этого.

Прежде всего, необходимо более масштабное наблюдение. Сигнализация об отключении АВ не объясняет, по какой причине возникла нештатная ситуация. Кроме того, всегда лучше предупредить неполадку, чем устранять ее последствия. Для этого требуется постоянно следить за характеристиками электросети, чтобы заметить отклонения еще до того, как произойдет аварийное отключение.

Разрешение многих мелких проблем удобно поручить автоматике. Например, произошел кратковременный скачок напряжения в сети — сработала автоматическая защита, и сеть от-

ключилась. Затем напряжение быстро восстановилось до нормального значения, и сеть можно подключать обратно. Оператора вполне можно освободить от выполнения этой задачи.

Также оператору полезно иметь возможность дистанционного ручного управления защитными устройствами, когда требуется решение человека, но ремонтных работ проводить не надо. Если оператор может с пункта контроля проверить текущие характеристики электросети и удаленно включить или отключить защитное устройство, это существенно облегчит его работу.

Иными словами, защитные устройства, отвечающие требованиям современности, должны обеспечивать не только надежную защиту электросети, но и постоянный ее мониторинг, брать на себя разрешение простых нештатных ситуаций и предоставлять оператору возможность дистанционного управления.

Автоматический выключатель с диспетчеризацией

Теперь поговорим об уже существующих защитных устройствах, разработанных с учетом современных запросов. В качестве примера рассмотрим интеллектуальный АВ серии BA47 MCB-E-AKSOL (рис. 1), разработанный российской компанией ПТК «АКЭЛ».

Автоматические выключатели этой серии не зря называются интеллектуальными. В отличие от привыч-

ных автоматов они включают в себя несколько модулей: силовой, связи, управления и измерения (рис. 2–4). Такая комплексная система выводит безопасность, которую дает использование защитных устройств, на новый уровень. Автоматы указанной серии, помимо основной функции защиты от короткого замыкания и перегрузки, имеют функции:

- ▶ автоматического повторного включения;
- ▶ отключения по времени;
- ▶ защиты от повышенного и пониженного напряжения;
- ▶ учета электроэнергии;
- ▶ контроля температуры;
- ▶ защиты от дисбаланса фаз;
- ▶ управления связью через ПК.



Рис. 1. Интеллектуальный автоматический выключатель серии BA47 MCB-E-AKSOL

Таким образом, одно устройство выполняет не только защитные функции, но и задачи контроля. При этом компактные размеры прибора позволяют устанавливать его в различные электрические щиты — как крупные, которые обслуживают промышленные предприятия, энергетические и телекоммуникационные системы, так и небольшие, предназначенные для бытовых электросетей.

Функциональность модулей

Остановимся подробнее на функциях автоматических выключателей ВА47 МСВ-Е-АКСОЛ. Функция защиты от повышенного напряжения срабатывает при величине напряжения $U_c \times 1,196$. Устройство выполнит автоматическое повторное включение, когда величина напряжения достигнет $U_c \times 1,109$. Аналогичным образом работает и защита от пониженного напряжения: сеть отключается при $U_c \times 0,717$ и автоматически включается при $U_c \times 0,804$. Чтобы избежать постоянных отключений и включений за короткий промежуток времени, функция автоматического повторного включения не будет выполняться, если отключение произойдет более 3 раз за 10 минут. Также для автоматов серии можно настраивать временные задержки срабатывания в соответствии с конкретной задачей.

Автоматический выключатель рассчитан на работу в температурном диа-



Рис. 2. Модуль питания для функционирования других модулей, подключаемых к устройствам серии ВА47 МСВ-Е-АКСОЛ

пазоне от -25 до $+55$ °С. Однако, если температура превысит верхний предел, устройство не утратит своей функциональности. Встроенная защита подаст аварийный сигнал при температуре $+70$ °С и отключит питание при $+90$ °С.

Устройства серии подходят для однофазных и трехфазных сетей. В случае подключения к трехфазной сети автоматический выключатель обеспечивает защиту от выпадения фазы, трехфазного дисбаланса и неправильной последовательности фаз.

Измерительный модуль проводит измерения тока, напряжения, электрической энергии с точностью $\pm 0,5\%$ и температуры с точностью ± 1 °С.

Технические характеристики и связь

Интеллектуальные автоматические выключатели серии ВА47 МСВ-Е-АКСОЛ рассчитаны на работу в одно- и трехфазных электросетях и в соответствии с этим могут иметь количество полюсов 1Р, 2Р, 3Р и 4Р. Рабочее напряжение переменного тока составляет 230–240 В для однофазной модификации и 400–415 В для трехфазной. Импульсное напряжение, выдерживаемое устройством без повреждений, может достигать 4 кВ. Рабочая частота стандартная — 50/60 Гц. Диапазон номинального тока — от 6 до 80 А, что довольно хорошо, поскольку многие автоматические выключатели допускают ток только до 63 А. Конструкция устройства по электрической износостойкости выдерживает 4000 циклов, а по механической — 10 000 циклов. На клеммы можно подключать кабель сечением от 1 до 25 мм².

Устройства серии ВА47 МСВ-Е-АКСОЛ выполнены в соответствии с ГОСТ Р 60898-1 «Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения».

Диспетчеризация осуществляется с помощью модуля связи с поддержкой интерфейса RS-485 (передача данных происходит по протоколу Modbus RTU). Благодаря модулю связи автоматический выключатель поддерживает функцию удаленного включения и отключения, управления энергопотреблением, просмотра записей журналов неисправности и проверки энергопотребления.



Рис. 3. Модуль передачи данных для связи с системой диспетчеризации



Рис. 4. Один из возможных вариантов сборки автоматического выключателя ВА47 МСВ-Е-АКСОЛ с дополнительными модулями

В начале статьи мы сформулировали общие современные требования, которым должны отвечать защитные устройства для электросетей. Интеллектуальные автоматические выключатели серии ВА47 МСВ-Е-АКСОЛ демонстрируют, как соответствие этим требованиям реализуется на практике. Использование автоматизации в защитных устройствах позволяет не только сэкономить время на обслуживание, но и повысить безопасность эксплуатации электросетей.

Производственно-техническая компания
«АКЭЛ», г. Москва,
тел.: +7 (495) 128-0254,
e-mail: inf@ak-el.ru,
сайт: ak-el.ru

Сухие литые силовые трансформаторы 4-го габарита: оборудование ООО «Проектэлектротехника» для гражданской сферы



В статье рассмотрены сухие трансформаторы с литой изоляцией, изготовленные российской компанией и предназначенные для электроснабжения различных объектов, в том числе крупных жилых комплексов и производства.

ООО «Проектэлектротехника», Чувашия, г. Шумерля

Одним из способов классификации силовых трансформаторов является их разделение по габаритам. Всего выделяют шесть габаритов, которые зависят от установленной мощности трансформатора: первый габарит — это трансформаторы мощностью 25...100 кВА, 2-й — мощностью 160...630 кВА, 3-й — 1000...6300 кВА, 4-й — 10000 кВА и выше, а также с номинальным напряжением от 35 кВ, 5-й габарит — от 40 000 кВА и выше, а также с напряжением ВН 220 кВ, 6-й — от 100 000 кВА.

Существует мнение, что трансформаторы всех шести габаритов могут быть маслонаполненными, а сухими — только изделия малой мощности: с первого по третий габарит. Однако это не так. Компания ООО «Проектэлектротехника» выпустила сухой трансформатор 4-го габарита, который позволяет запитать крупные промышленные объекты и жилые комплексы.

Это был новый рубеж для производителя из Чувашии. Если до недавнего времени компания делала сухие трансформаторы первого, второго и третьего габаритов, то в 2025 году успешно изготовила, испытала в собственной лаборатории и отгрузила сухой трансформатор с регулируемым под нагрузкой (РПН) мощностью 10 МВА и напряжением 35/10 кВ (рис. 1).

Расскажем подробнее о производителе трансформаторов и его продукции. ООО «Проектэлектротехника» входит в корпорацию «Проект-техника», которая является крупнейшей российской машиностроительной компанией, выпускающей мобильную технику для различных силовых структур — главным образом, для военных заказчиков. Относительно недавно, в 2009 году, в рамках корпорации было создано новое предприятие полно-

го цикла «Проектэлектротехника» для разработки и производства продукции гражданского назначения — сухих трехфазных силовых трансформаторов с литой изоляцией. Это производство, предназначенное для снабжения энергетического комплекса современным и качественным отечественным оборудованием, поставляет трансформаторы для электроснабжения домов, больниц, социальных объектов, промышленных предприятий, нефтяной,



Рис. 1. Сухой трансформатор с литой изоляцией ООО «Проектэлектротехника»: 4-й габарит, мощность 10 МВА, напряжение 35/10 кВ



Рис. 2. Испытательная лаборатория ООО «Проектэлектротехника»



Рис. 3. Производство трансформатора: процесс намотки катушки ВН из алюминиевой ленты

газовой и угольной добычи, для нужд морского и речного транспорта и т. д.

Преимущества сухих трансформаторов перед масляными известны. Они пожаробезопасны, исключают протечку масла в аварийных режимах и обладают сниженным уровнем шума, поэтому их можно установить поблизости от потребителя. Наконец, с ними не нужно постоянно контролировать уровень и качество жидкого диэлектрика. На ряде объектов вроде школ, больниц и других социальных объектов, где предъявляются особые требования к пожаробезопасности, низкому уровню шума и экологичности решения, без сухих силовых трансформаторов не обойтись.

Главной особенностью трансформаторов ООО «Проектэлектротехника» является их высокое качество. Все-таки компания работает в корпорации, выполняющей военные заказы, и это обуславливает очень большой запас прочности ее изделий. На предприятии выполняется полный цикл работ по производству трансформаторов: изготавливаются обмотки высокого и низкого напряжения, магнитопровод, осуществляется сборка трансформатора. После сборки изделие поступает в испытательную лабораторию, где его тестируют на протяжении нескольких часов (рис. 2), и только после успешных результатов испытаний трансформатор поставляется заказчику.

Магнитный сердечник трансформатора изготавливается из анизотропной стали с улучшенными магнитными свойствами, а особая методика его

сборки и опрессовки позволяет снизить потери холостого хода и уровня шума. Изоляция, применяемая при изготовлении обмоток низкого напряжения, соответствует классу нагревостойкости F, что гарантирует высокую стойкость к агрессивным средам и исключительную электрическую прочность. Обмотка высокого напряжения выполняется из изолированного алюминиевого провода или ленты (рис. 3) и заливается эпоксидной смолой с инертными и огнестойкими наполнителями. Процесс смешивания и заливки происходит в вакууме. Обмотки приобретают высокие диэлектрические свойства с очень низким уровнем частичных разрядов.

Трансформаторы ООО «Проектэлектротехника» имеют широкий температурный диапазон: они гарантированно будут работать при нижней температуре до -60°C . Класс нагревостойкости у трансформатора может быть F (155°C) или H (180°C). Сухие трансформаторы не горят даже при очень высоких температурах, включая короткое замыкание. И ядовитых продуктов горения такой трансформатор тоже не выделяет.

Наконец, сухие силовые трансформаторы ООО «Проектэлектротехника» прошли испытание на сейсмостойкость в лаборатории вооруженных сил Российской Федерации и выдержали сейсмическое воздействие интенсивностью 9 баллов по шкале MSK-64.

Сегодня компания выпускает:

- ▶ силовые сухие трансформаторы мощностью от 10 до 16000 кВА, на-

пряжением до 35 кВ, распределительные и разделительные, морского исполнения частотой 50 (60), 400 Гц;

- ▶ сухие преобразовательные трансформаторы мощностью до 4000 кВА, напряжением до 10 кВ, трехобмоточные и с расщепленными обмотками;

- ▶ защитные кожухи к трансформаторному оборудованию со степенью защиты от IP21 до IP54.

Качество и надежность продукции ООО «Проектэлектротехника» подтверждены многочисленными сертификатами и свидетельствами. Компания успешно прошла сертификацию Ростехнадзора и получила лицензию на право конструирования и изготовления трансформаторного оборудования для ядерных установок и атомных электростанций (АЭС). Продукция предприятия имеет Свидетельство о типовом одобрении Российского морского регистра судоходства (РМРС), а также соответствует классам С4/Е3/Ф1, что гарантирует ее надежную работу даже в экстремальных климатических условиях.

Сегодня трансформаторы ООО «Проектэлектротехника» служат на объектах крупнейших предприятий, таких как ПАО «РусГидро», ПАО «Газпром», ПАО «Россети», ГК «Росатом», ООО «Уралмаш НГО Холдинг», ПАО «Лукойл», ПАО «НК „Роснефть“», ПАО «Транснефть» и др.

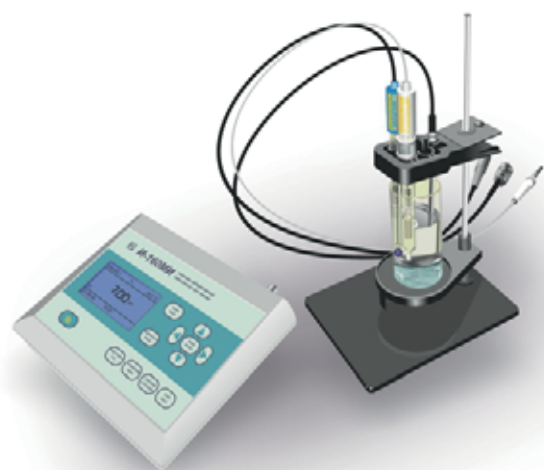
ООО «Проектэлектротехника», Чувашия,
г. Шумерля,
тел.: 8 (800) 234-2060,
e-mail: petinfo@pr-t.ru,
сайт: transformer.pr-t.ru



ООО «Измерительная техника» **ЛАБОРАТОРНЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

Компания ООО «Измерительная техника» – ведущий производитель отечественных рН-электродов, в том числе комбинированных и ряда ионоселективных электродов, которые успешно используются как в лабораторной практике, так и в системах контроля и управления технологическими процессами. В настоящее время объединение также выпускает серийно рН-метры, ионометры, промышленные преобразователи, нестандартные измерительные ячейки и оборудование из стекла по чертежам заказчика.

ЛИДЕРАМИ ПРОДАЖ НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ ЯВЛЯЮТСЯ:



Лабораторный многофункциональный иономер И-160МИ

Предназначен для прямого и косвенного потенциометрического измерения активности ионов водорода (рН), активности и концентрации других одновалентных и двухвалентных анионов и катионов (рХ), окислительно-восстановительных потенциалов (Еh) и температуры в водных растворах с представлением результатов в цифровой форме и в виде аналогового сигнала напряжения постоянного тока. Совместим с большинством отечественных и импортных ионоселективных и рН-электродов. Преимущества данного ионометра – возможность производить анализ и обработку данных на ПК, выполнение автоматической обработки результатов измерений и индикацию во всех возможных единицах.

рН-метр рН-150МИ

Современный микропроцессорный прибор, компактный, лёгкий, автономный и экономичный, прост в настройке и управлении, удобен в эксплуатации. Предназначен для измерения значений рН, окислительно-восстановительного потенциала (Еh) и температуры в технологических и других водных растворах, природных и сточных водах. Позволяет уточнять значения координат изопотенциальной точки используемой электронной системы, хранить в памяти 30 результатов и останавливать процесс измерений с удержанием текущих показаний на дисплее. Автоматическое распознавание любого из стандартных калибровочных растворов рН: 1,65; 4,01; 6,86; 9,18; 12,43 облегчает градуировку рН-метра. В данном приборе исключены случайные сбои настроек, поскольку отсутствуют механические органы управления. Он выполнен в пылевлагозащитном корпусе, при наличии автономного питания возможно его использование в полевых условиях. рН-метр рН-150МИ прост в эксплуатации, работает в диалоговом режиме с использованием подсказок оператору. Применение взаимозаменяемых термодатчиков позволяет не проводить настройку при их замене.

В комплекте с рН-метром поставляется всё необходимое для проведения измерений, в т.ч. комбинированный электрод ЭСК-10603/7 и штатив ШУ-05, оснащённый поворотным столиком.



УСПЕХ ТОЧНО МОЖНО ИЗМЕРИТЬ!

→ ВЕСЫ

- Автомобильные электронные весы
- Вагонные электронные весы для взвешивания в статике и в движении
- Платформенные весы
- Монорельсовые весы
- Большегрузные весы усиленной конструкции
- Весы для поголовного или группового взвешивания животных

По желанию заказчика возможно горячее цинкование поверхности весов для повышения коррозионной стойкости!

→ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ВЗВЕШИВАНИЯ (АСВ)

- Бункерные весы
- Конвейерные весы
- Дозаторы весовые непрерывного и дискретного действия
- Дозаторы сахара
- Устройства весоизмерительные электронные М90
- Чеквейеры

→ АСУ ТП

Комплексная автоматизация технологических процессов для:

- Пищевой промышленности
- Предприятий АПК
- Строительной отрасли
- Горнодобывающей отрасли
- Metallургической промышленности
- Вторичной переработки сырья и материалов
- Нефтегазовой промышленности

→ ПРИБОРЫ, ТЕНЗОДАТЧИКИ, ПО

- Высокоточные весоизмерительные приборы МИКРОСИМ и комплектующие для весовых систем собственной разработки
- Тензометрические датчики ведущих мировых производителей
- ПО для автоматизированного учета веса готовой продукции или сырья

Реклама

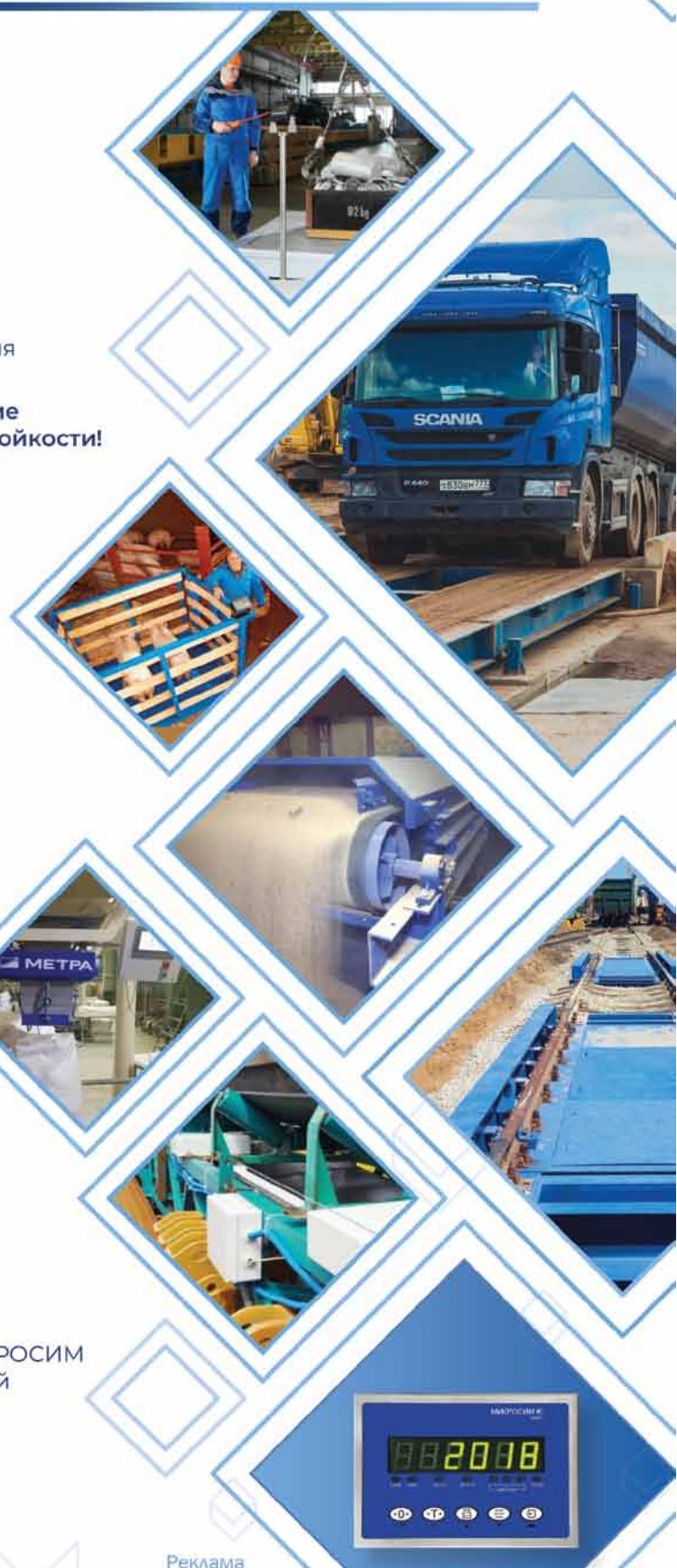
Ознакомьтесь
с полным каталогом
продукции
на нашем сайте!



📍 249037, Калужская обл.,
г. Обнинск, ул. Красных Зорь, 26

☎ +7 (800) 707-49-31

✉ info@metra.ru 🌐 www.metra.ru





**ПРОЕКТ
ЭЛЕКТРО
ТЕХНИКА**

**ПЕРЕДОВЫЕ РЕШЕНИЯ
В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ**

ЗАВОД-ПРОИЗВОДИТЕЛЬ СУХИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

ВЫПУСКАЕМАЯ ПРОДУКЦИЯ:

- трансформаторы распределительные и разделительные
- трансформаторы преобразовательные
- трансформаторы морского исполнения
- комплектные трансформаторные подстанции
- нейтралеобразующие трансформаторы
- трансформаторы с уравнивающим реактором
- трансформаторы с автоматическим регулированием напряжения (РПН)



ТРАНСФОРМАТОРЫ МОЩНОСТЬЮ 10-16000 кВА

Тел.: 8 (800) 234-20-60 | E-mail: petinfo@pr-t.ru
<https://transformer.pr-t.ru>

Реклама

