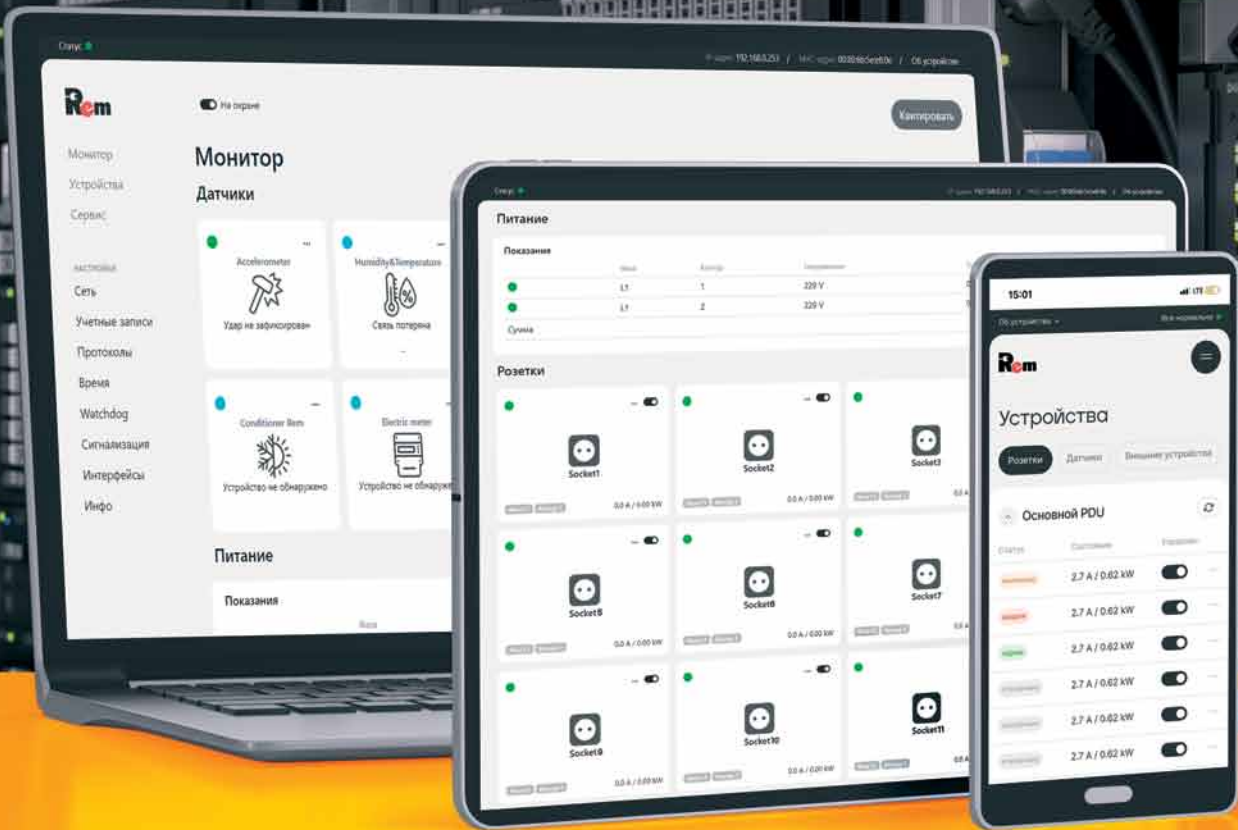


**REMER**  
automation

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



ПРОМЫШЛЕННЫЙ СОФТ, С КОТОРЫМ  
**ХОЧЕТСЯ РАБОТАТЬ!**

# РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МИКРОКЛИМАТА ГИГРОТЕРМОН

для чистых, производственных, складских, архивных, серверных помещений, аптек, АПК и т.д. Соответствует FDA 21 CFR Part 11

## ПРИБОРЫ МОНИТОРИНГА МИКРОКЛИМАТА (КОНТРОЛЛЕРЫ)

### ГИГРОТЕРМОН-RF



Тип связи с датчиками: **беспроводной**  
(с применением беспроводных узлов ПИРС-1Ч)  
Дальность действия: до 10 км.  
Технологии • интерфейсы:  
LoRa • Wi-Fi • Ethernet • RS485

### ГИГРОТЕРМОН-CAN



Тип связи с датчиками: **проводной**  
(с применением проводных узлов ПИРС-CAN)  
Длина линии связи: до 1 км.  
Технологии • интерфейсы:  
Wi-Fi • Bluetooth • Ethernet • CAN • RS485

### ГИГРОТЕРМОН-M



Тип связи с датчиками: **проводной**  
Типы подключаемых датчиков (до 20): ИПМ, ТГМ, ТР  
Длина линии связи: до 100 м.  
Энергонезависимая память - более 3 млн. измерений  
Технологии • интерфейсы: 1-wire • RS485

## БЕСПРОВОДНЫЕ И ПРОВОДНЫЕ УЗЛЫ. ГОТОВЫЕ МОДУЛИ

### ПИРС-1Ч

**Беспроводной узел**

Вариант с датчиком температуры и влажности ИПМ-10-21-4-2 (IP65)



Тип подключаемого датчика (1 шт.): **ИПМ, ТГМ или ТР**  
Ресурс элемента питания до 4 лет. Память 16'000 изм.  
Корпус IP65. Фиксация на стену супермагнитами.

### ПИРС-CAN

**Проводной узел**

Вариант с датчиком перепада давления ИПМ-41 и световой колонной. Скрытый монтаж кабелей.



Типы подключаемых датчиков (до 10): **ИПМ, ТГМ, ТР**  
Питание 24В по линии. Встроенный ИБП, до 10 ч.  
Память - 23'600 измерений. Корпус IP65.

### ШКПР / ШКПС / ШКПК

**Готовые модули (шкафы)**

Предназначены для оперативного внедрения систем мониторинга микроклимата



Шкафы содержат внутри один или несколько контроллеров Гигротермон, ИБП с аккумулятором, GSM модем, автоматический выключатель. Комплектуется свето-звуковой сигнализацией

**ПО "Гигротермон-АРМ" в комплекте! (FDA 21CFR Part 11; сервер+клиенты с обновлениями на 10 лет)**

Подробную информацию см. ниже (наведите камеру смартфона на QR код)



Описания



Сертификаты



Фото монтажа



YouTube



Статьи



Достижения

ООО «Инженерные Технологии» г. Челябинск +7 (351) 242-07-45 INFO@GIGROTHERMON.RU GIGROTHERMON.RU

## ОСНОВНЫЕ ДАТЧИКИ

### ИПМ-10-33-4-2

Датчик температуры и влажности (IP65)  
(от -40 до +60)°С; (от 0 до 100)%  
Реестр СИ РФ №83449-21. МПИ - 2 года



### ИПМ-22-20-1-1\*

Датчик сверхнизкой температуры  
(-196...+125)°С  
Реестр СИ РФ №83449-21. МПИ - 2 года



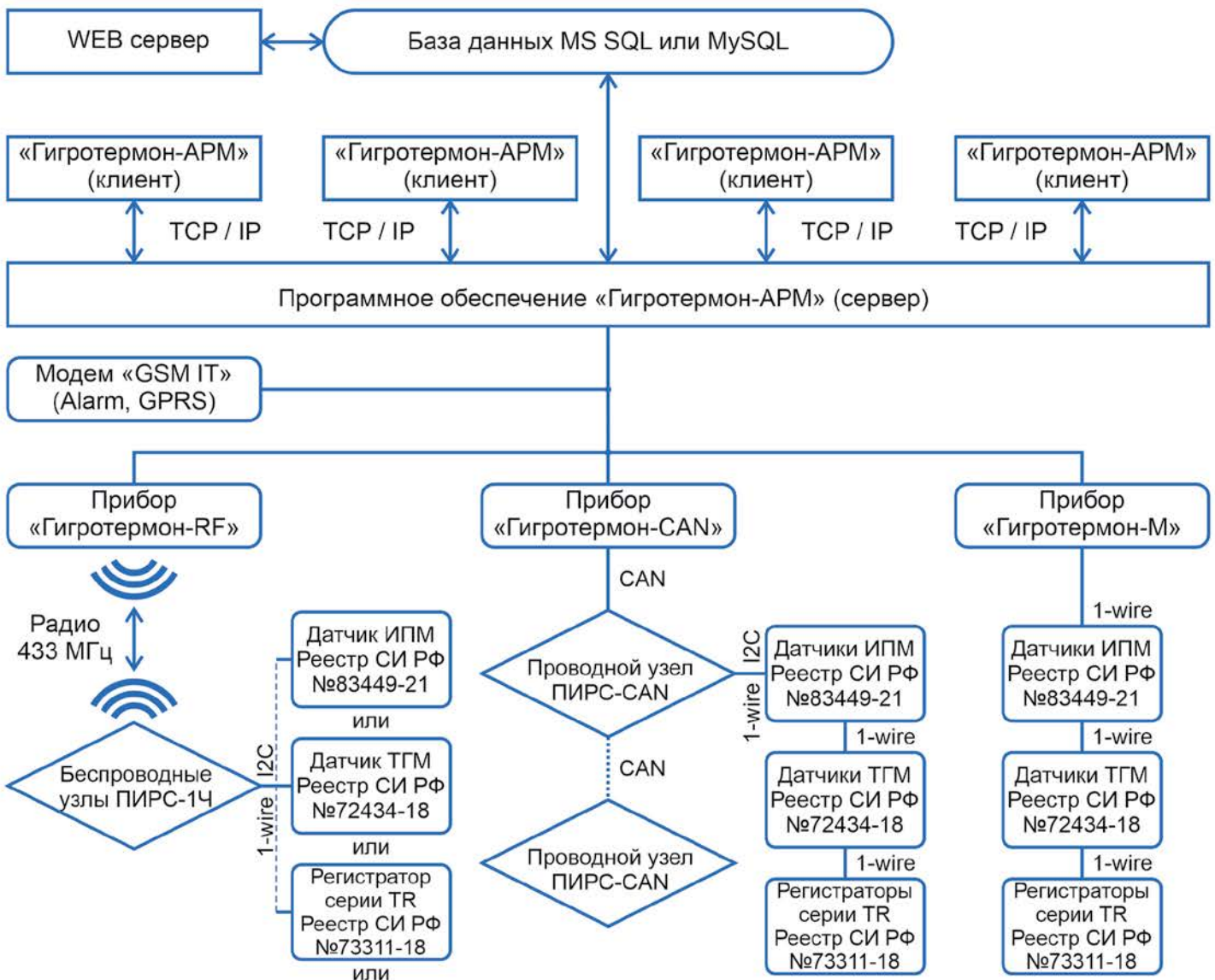
\*) Датчик условно показан подключенным к беспроводному узлу ПИРС-1

### ИПМ-41-03-1-1

Датчик дифференциального давления  
(от 0 до 50)Па; δ ≥ ±1,5Па  
Реестр СИ РФ №83449-21. МПИ - 2 года



## СТРУКТУРА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МИКРОКЛИМАТА ГИГРОТЕРМОН



# СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА

<b>11</b>	<b>Автоматизированные системы управления дорожным движением</b>  Эффективность и экономия. Как архивный массив метеоданных облегчает работу дорожных служб зимой  В статье представлены решения, помогающие дорожным службам зимой планировать работы по борьбе со снежными заносами и скользкостью. Это автоматическая дорожная метеостанция (АДМС), которая устанавливается рядом с дорогой, и цифровая платформа ЦУСАД для планирования экономических и производственных ресурсов.	<b>Имитационная поверка – миф или реальность?</b>  В статье рассмотрены особенности имитационной поверки средств измерения. Представлены разработанные специально для имитационной поверки расходомеров «ЭМИС» решения: фирменное программное обеспечение «ЭМИС-Интегратор», имитатор расхода «ЭМИС-Имитатор 500» и измеритель LCR.	<b>27</b>
<b>15</b>	<b>Юбилей</b>  НПФ «КонтрАвт» 30 лет. История российского производителя как отражение эпохи  Интервью с А. Г. Костериным, генеральным директором компании «КонтрАвт».	<b>Электромагнитные счетчики-расходомеры РСЦ-2 производства «ВТК Энерго»</b>  Интервью с А. Ю. Шеренцисом, директором кировской компании Торговый Дом «ВТК Энерго».	<b>32</b>
<b>19</b>	<b>Контрольно-измерительные приборы и автоматика</b>  Мониторинг микроклимата на колбасном производстве  Представлена система контроля параметров микроклимата «Гигротермон». Подробно разобран один из вариантов исполнения системы – на базе CAN-технологии. Это оптимальный вариант для мясоперерабатывающего комбината, выпускающего колбасные изделия.	<b>Уровнемеры и системы измерения массы нефтепродуктов от российского разработчика «ОКБ Вектор»</b>  Компания «ОКБ Вектор» с 2012 года разрабатывает, производит и поставляет на рынок РФ и стран СНГ высокоточные уровнемеры и системы измерения массы нефтепродуктов. Оборудование применяется в сфере нефтепереработки, нефтераспределения и с успехом заменяет импортную продукцию.	<b>36</b>
<b>23</b>	<b>Электронные приборы учета электроэнергии для современных АСКУЭ</b>  Интервью с Д. А. Бараевым, начальником производства АО НПЦ «Спектр».	<b>Нормирующие преобразователи и барьеры искрозащиты Ступинского электротехнического завода</b>  Российский производитель, Ступинский электротехнический завод, расширяет номенклатуру компонентов для АСУ ТП. В статье представлены нормирующие преобразователи сигналов серии АВИН и барьеры искрозащиты серии АВИС разных модификаций.	<b>41</b>
		<b>Новые серийные датчики тока и напряжения от российского производителя</b>  В статье представлены новинки из серий измерительных преобразователей силы	<b>43</b>

тока и напряжения ПИТ и ПИН, которые разрабатывает и производит российская компания НПО «Горизонт Плюс». Эти приборы являются достойной альтернативой токовым шунтам, трансформаторам тока и другим устройствам.

**46**

### **Программный комплекс ИРВИС-ТП и извещатель ИРВИС-102 в системе учета расхода газовых сред**

Рассмотрены назначение и характеристики автономного извещателя И-102, работающего под управлением программного комплекса ИРВИС-ТП в единой системе учета газообразных сред. Показаны функциональные возможности и особенности комплекса.

**49**

### **Стационарные датчики-газоанализаторы и газосигнализаторы ФГУП «СПО «Аналитприбор»**

Газоаналитическая техника СПО «Аналитприбор» – это продукция полностью российской разработки и производства. В статье рассмотрена линейка стационарных датчиков с разным принципом действия: термохимических, инфракрасных, фотоионизационных, термомагнитных. Наличие разных исполнений позволяет подобрать прибор для измерения концентрации практически любых токсичных и взрывоопасных газов, встречающихся в промышленности.

**53**

### **Портативный многокомпонентный газоанализатор «Полар-7». Экологический контроль и оптимизация процесса горения**

Новинка петербургской компании «Промэкоприбор» – переносной многокомпонентный газоанализатор «Полар-7» – не только измеряет концентрации до семи газов одновременно, но и выполняет функции регистратора температуры, тяги и скорости газового потока, а также определяет технологические параметры контролируемой топливосжигающей установки. В статье

приведены характеристики прибора, принципы его действия и особенности конструкции.

### **Преобразователи расхода жидкостей МастерФлоу**

В статье представлена линейка преобразователей расхода электропроводящих жидкостей МастерФлоу – измерительного оборудования российского предприятия «ТехПромСервис», которое активно разрабатывает новые исполнения ввиду роста запросов рынка, особенно промышленного сектора. Перечислены основные функциональные возможности серийной продукции и особенности новых приборов.

### **Провода и кабели для термоэлектрических преобразователей и термометров сопротивления**

В статье подробно рассказано о проводах и кабелях, которые разработаны для термоэлектрических преобразователей (ТП, или термопар) и термометров сопротивления (ТС) кабельным заводом СЕНТЕК. Рассмотрены их характеристики, применяемые материалы, марки. Эта продукция с успехом заменяет, а иногда и превосходит по характеристикам западные образцы.

### **Ультразвуковой расходомер-счетчик ИРВИС-Ультра как элемент программ импортозамещения**

В статье представлены характеристики и конструктивные особенности ультразвукового расходомера-счетчика ИРВИС-Ультра, используемого в системах коммерческого и технологического учета расходных характеристик газообразных сред.

### **Тепловизионный датчик температуры ТВД-450 для контроля перегрева электротехнического оборудования**

Тепловизионный датчик температуры ТВД-450 позволяет обнаруживать пере-

**57**

**59**

**62**

**65**

## 80

### Параметрический контроллер АТБ-2100: удобное управление инженерными системами зданий на новом уровне

Интервью с Д. А. Смеловым, главным конструктором компании «АТБ Электроника».

## 83

### Шлюз в режиме ПЛК

Для всех ли задач автоматизации нужен полнофункциональный программируемый логический контроллер? В бюджетных проектах, таких как теплоснабжение индивидуальных тепловых пунктов, локальные системы вентиляции и кондиционирования и ряд других, вероятно, не стоит переплачивать за избыточную функциональность. Для таких целей вполне может подойти шлюз, а точнее, управляющий модуль, работающий в режиме ПЛК.

## 85

### Промышленная мебель «АКИП» и комплексное оснащение лабораторий и рабочих мест

Приведены особенности и характеристики промышленной и антистатической мебели торговой марки «АКИП». Рассмотрены рабочие места серий BASE, DUAL, ADVANCED, SIMPLE, MODERN и SOLID, верстаки серии HARD, упаковочные столы и дополнительное оборудование. Рассказано о сотрудничестве компании с китайским предприятием, производящим паяльное оборудование.

## 88

### Инновационные разработки «Термопро» для мелкосерийного жгутового производства и монтажа печатных узлов

В статье представлено оборудование компании «Термопро»: столы для раскладки

грев электротехнического оборудования в системах электроснабжения и распределения электроэнергии. Прибор предназначен для подключения к многоканальной системе мониторинга «Зной». В статье приведены характеристики нового датчика и указаны его особенности по сравнению с предыдущей моделью – пирометрическим датчиком ДТП-300.

## 68

### Импортозамещение – решения и возможности КИП, АСУ ТП. Предизолированные импульсные трубки РИЗУРПАК

В статье представлены предварительно изолированные импульсные трубки и пучки трубок под брендом РИЗУРПАК – продукция разработки и производства российской компании «РИЗУР». Рассмотрены особенности устройства трубок разных серий, характеристики и сферы применения.

## 73

### Производство токовых шунтов в России: технологии, тенденции и перспективы

В статье раскрыты физические основы функционирования шунтов, их свойства и конструктивные особенности. Рассмотрены технологии изготовления шунтов и направления их совершенствования.

## 77

### Современные тенденции в области промышленных компьютеров

В статье представлены промышленные безвентиляторные компьютеры бренда Bedrock для периферийных вычислений. Рассказано об их вычислительных мощностях, инновационной системе охлаждения, позволяющей эффективно отводить тепло без вентилятора, и других особенностях.

**93**

### Мал да удал: флюс-гель «Солиус ФГ-018» на российских производствах РЭА

В 2023 году компания «Остек-Интегра» представила линейку современных паяльных материалов под брендом «Солиус» – паяльные пасты, припои для волновой и селективной пайки, флюсы, флюс-гели, трубчатые припои с флюсом. На фоне высокого интереса отечественных изготовителей радиоэлектронной аппаратуры к технологическим материалам российского производства актуальным является материал о продукции под брендом «Солиус», поднимающий тему продуктов, произведенных в России и нашедших применение на производственных площадках страны. Эту тему комментируют директор по продажам и маркетингу ООО «Остек-Интегра» Денис Поцелуев, а также представители крупных предприятий, эксплуатирующих новинку.

**98**

### Обзор актуального паяльного оборудования 2023–2024

Оборудование, поставляемое компанией «ПРОТЕХ» для пайки печатных плат, обеспечивает отечественных производителей электроники необходимыми инструментами. В статье рассмотрены паяльные станции марок AiXun и SeaMark, а также системы дымоудаления Duet.

Электротехника, комплектующие

**102**

### Промышленные шкафы EMS

В статье описаны промышленные корпуса серии EMS торговой марки ELBOX от компании REMER, предназначенные для организации систем автоматизации и размещения телекоммуникационного оборудования. Подробно рассмотре-

ны компоненты шкафа-конструктора и дополнительные аксессуары, позволяющие подобрать из многообразия доступных вариантов требуемую комплектацию. Также представлен конфигуратор шкафов EMS – онлайн-сервис для удобного подбора шкафа.

### Воздушные автоматические выключатели ARMAT для диспетчеризации систем энергораспределения

Новые воздушные автоматические выключатели линейки ARMAT – это устройства, способные интегрироваться в системы диспетчеризации. В статье перечислены их элементы и основные характеристики. Представлена новая серия автоматических выключателей в литом корпусе серии ARMAT для контроля на отходящих линиях.

### Установочные электротехнические изделия Koros для утепленных фасадов зданий и сооружений

Представлены распределительные коробки, электромонтажные панели и монтажные корпуса бренда Koros, предназначенные для установки в утепленных фасадах зданий. Изделия отличаются разнообразием конструкций и степеней жесткости, а также безопасностью и экологичностью. Рассмотрены характеристики изделий KEFZ 80, MDZ, MDX XL, MDFZ 80 и других серий, их достоинства, особенности монтажа.

### Выбор сердечников для моточных изделий импульсных источников питания

При разработке моточных изделий (трансформаторов, дросселей) импульсных источников питания, а также фильтров цепей питания необходимо выбрать материал магнитопровода и конфигурацию сердечника с учетом всех технических и экономических факторов, что непросто сделать. В статье приведены выводы, основанные на многолетнем опыте разработчика.

**106****111****115**

## Частотные преобразователи

120

## Преобразователи частоты «СИРИУС-С8»: новые возможности управления

Компания «ТЭС» предлагает потребителям собственные высокоэффективные преобразователи частоты серии «СИРИУС-С8». В статье рассмотрены основные технические особенности ПЧ этой серии, а также новые возможности управления, связанные с применением энкодеров – датчиков скорости вращения электродвигателей.

## Противоаварийная защита

125

## Разнообразие условий и решений по применению УЗИП

Использование устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) требует определенных знаний. В статье разясняются ключевые моменты, связанные с выбором и применением УЗИП.

131

## «Ключевой Компонент» – новый период в истории известного производителя электротехники

Интервью с В. П. Вдовым, генеральным директором АО «Хакель».

134

## Самая действенная защита от коротких замыканий

Интервью с А. В. Рожковым, генеральным директором НПП «ПРОЭЛ».

## Испытательное оборудование

## Новое испытательное и измерительное оборудование ZETLAB

137

В статье представлен ряд новинок ZETLAB – датчиков и систем, с помощью которых выполняются как измерения отдельных параметров, так и многопараметрический контроль состояния. Рассмотрены характеристики вибрационной установки на базе пьезокерамического стенда ZET 6150, многоканальной измерительной системы ZET 037, портативного спектроанализатора ZET 030, многоканальных измерительных модулей, вибропреобразователей, акселерометров и другого оборудования.

## Нестандартные характеристики испытательных климатических камер «ТЕХНОЛОГИЯ»

141

Рассматриваются конструктивные особенности и характеристики, которые могут быть реализованы в испытательных климатических камерах «ТЕХНОЛОГИЯ», выполненных по индивидуальному техзаданию. О продукции рассказывает Г. В. Сигалов, коммерческий директор ООО «ТЕХНОЛОГИЯ».

## 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  
Зам. главного редактора А.И. Зинченко  
Старший редактор М.И. Клим  
Интернет-проект А.В. Бодрышев  
Корректор Р.Р. Нуртдинов

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

Администрирование В.С. Коваленко

Телефон: (495) 542-03-68

Почтовый адрес: 115432, Москва,  
Лобанова ул. 2/21-152  
WEB-сайт: www.isup.ru  
E-mail: red@isup.ru

Подписано в печать 28.12.23.  
Формат 60 x 88 1/8.  
Бумага кн.-журн.  
Печать офсетная.  
Заказ № 73588755

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.

Программируемые логические контроллеры от ведущего российского производителя продукции для АСУ ТП



## Программируемый логический контроллер «Пролог» PRO100

Codesys 3.5  
CPU ARM64, 1500 Гц, ОЗУ 1Гб, ПЗУ 8Гб  
Диапазон рабочих температур от -40 до +60 °С  
Поддержка протоколов: OPC UA, Modbus RTU/TCP (Master/Slave), CANOpen

## Система ввода-вывода UZOLA-A



Поддержка интерфейсов: EtherCAT, Profibus-DP, CANopen, Modbus TCP, DeviceNET, Profinet  
Установка на стандартную дин-рейку 35x7.5  
Диапазон рабочих температур от -40 до +60 °С  
Модульная архитектура  
Широкая номенклатура модулей ввода-вывода

Реклама

## Сферы применения



Промышленное производство



Нефтегазовый сектор



Горнодобывающий сектор



Энергетика



Транспорт



ЖКХ

ООО «Континент ЭТС»

Тел.: 8 800-775-97-59, 8 (831) 217-23-23, 275-97-77 | [www.uzola.ru](http://www.uzola.ru) | [sales@uzola.ru](mailto:sales@uzola.ru)

**О КОМПАНИИ:**  
Научно-производственное предприятие «ПРОЭЛ» уже более 30 лет успешно работает в области разработки и производства устройств дуговой защиты с оптоволоконными датчиками.

**ОПИСАНИЕ ХАРАКТЕРА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:**  
Современные быстродействующие устройства дуговой защиты с оптоволоконными датчиками для всех видов распределительных устройств (КРУ, КРУН, КСО и т.д.) с номинальным напряжением 0,4 ÷ 35 кВ.

## ОПИСАНИЕ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ:

### ПРОЭЛ-МИНИ

компактное устройство дуговой защиты, предназначенное для организации защиты от дугового разряда небольшого количества ячеек с простой логикой отключений высоковольтных выключателей.

### ОВОД-МД

устройство дуговой защиты централизованного типа, выполненное в виде металлического шкафа, которое может быть установлено как в распределительные устройства, находящиеся в эксплуатации, так и поставляться в составе нового, при этом допускается эксплуатация устройства вне помещения распределительного устройства — на открытом воздухе.

### ОВОД-Л

устройство дуговой защиты распределенного типа, включающее в состав широкий набор функциональных модулей, устанавливаемых в низковольтные отсеки ячеек и соединяемых между собой шиной цифровой связи, позволяет обеспечить защиту от дуговых замыканий любого распределительного устройства. Важной особенностью устройства является простота установки.



## КОНТАКТЫ:

e-mail: [info@proel.spb.ru](mailto:info@proel.spb.ru)

190005, Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, д. 118А, лит. Л



[www.proel.spb.ru](http://www.proel.spb.ru)

# ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

производство | модернизация | обслуживание



ГАРАНТИЯ **24** МЕС.\*

\*на камеры серийного производства



Измеряет температуру дорожного  
полотна на нескольких глубинах

# Российский радиоканальный датчик измерения температуры дороги

Датчик ДСДР-01 внесен в Государственный реестр средств измерений  
Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии  
(Росстандарт) регистрационный № 89805-23 от 25.08.2023г.



**МИНИМАКС-94**

Научно-производственная инновационная компания «Минимакс-94»  
г. Москва, Нижний Сусальный пер., д. 5, стр. 18, офис 12а. Тел.: +7 (800) 500-45-75.  
[www.mm94.ru](http://www.mm94.ru) | [sales@midaus.com](mailto:sales@midaus.com)



## Эффективность и экономия. Как архивный массив метеоданных облегчает работу дорожных служб зимой



В статье представлены решения, помогающие дорожным службам зимой планировать работы по борьбе со снежными заносами и скользкостью. Это автоматическая дорожная метеостанция (АДМС), которая устанавливается рядом с дорогой, и цифровая платформа ЦУСАД для планирования экономических и производственных ресурсов.

Компания «Восток-М», г. Москва

Зимнее содержание автомобильных дорог представляет собой комплекс мероприятий, включающих защиту от снежных заносов, очистку дорог от снега, борьбу с наледями и зимней скользкостью и т. д.

Статьи расходов на зимнее содержание автомобильных дорог в России составляют существенную часть бюджета, выделяемого на их эксплуатацию. В связи с этим каждый год возникает вопрос: как повысить эффективность зимнего содержания автодорог? И возможно ли при использовании определенных систем не только повысить эффективность содержания, но и сэкономить средства?

### Главные помощники

Для проведения работ по зимнему содержанию дорожным службам необходима информация о возможности образования зимней скользкости на дороге. Такую детальную информацию с прогнозами может предоставить только автоматическая дорожная метеостанция (АДМС), которая устанавливается непосредственно рядом с дорогой. В состав АДМС входят различные датчики, которые измеряют метеорологические и дорожные параметры (рис. 1).

Для анализа и контроля ситуации на сети автомобильных дорог и принятия решений по ее содержанию

АДМС подключают к цифровой платформе ЦУСАД, которая обрабатывает данные с АДМС и помогает диспетчеру принимать превентивные меры.

Прогнозы образования скользкости в системах дорожного метеорологического обеспечения составляются на основе долгосрочных наблюдений, с учетом региональных климатических особенностей зимнего периода. Однако важно отметить, что использование этих алгоритмов в районах с другими погодными условиями может привести к снижению точности прогнозов. Так как Россия имеет большую территорию с различными погодными-климатическими условиями, метеорологи-

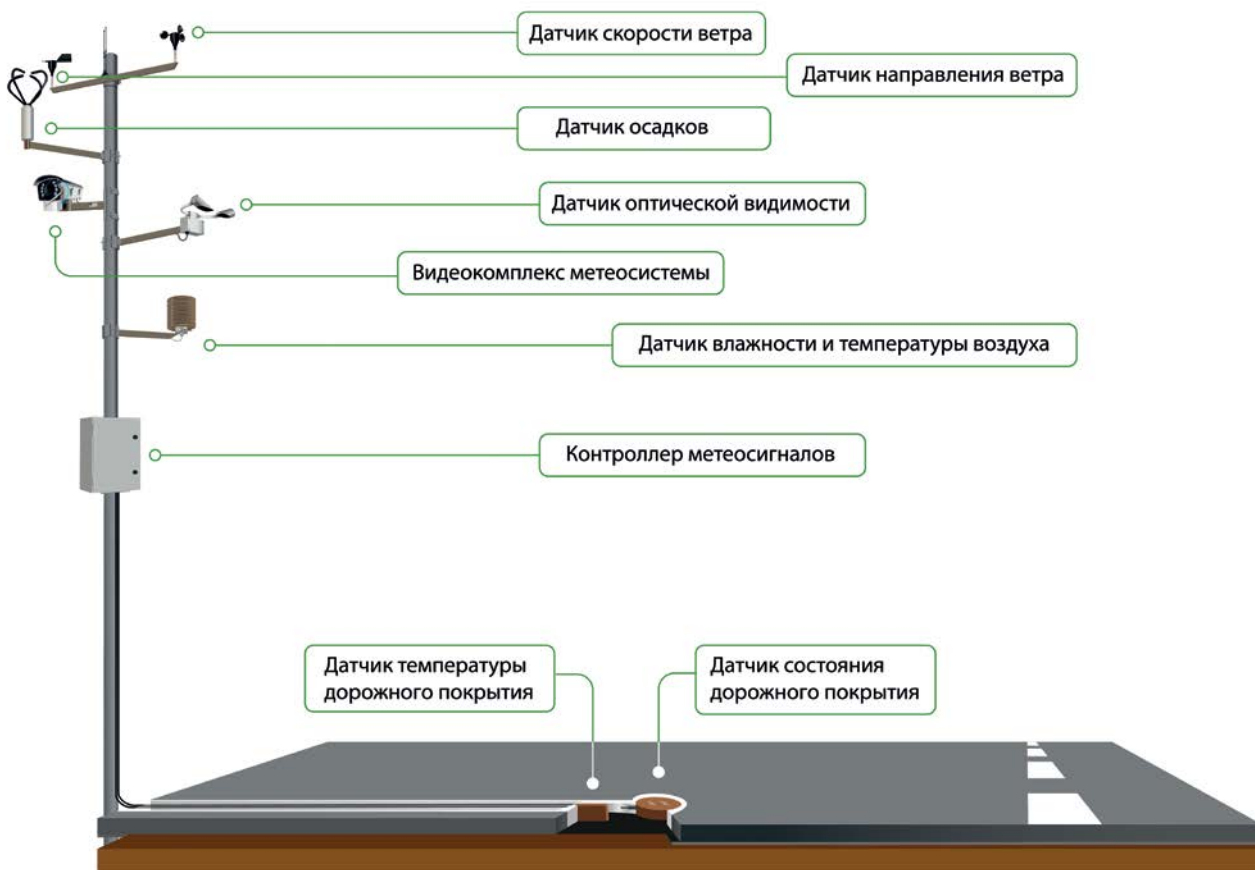


Рис. 1. Основные датчики АДМС

ческое обеспечение дорожного хозяйства требует особого внимания.

Сегодня выбор норм распределения противогололедных материалов для ликвидации зимней скользкости происходит на основании индивидуального опыта работ эксплуатационных организаций того или иного региона. Как правило, организации проводят работы по зимнему содержанию

по факту наступления неблагоприятного для дорог явления – образования снежно-ледяных отложений. Это влечет за собой излишние расходы противогололедных материалов, не является эффективным и ухудшает экологическую ситуацию в зоне прохождения дороги.

Для эффективного управления зимним содержанием необходимо

использовать существующую систему метеорологического обеспечения и данные, накопленные цифровой платформой. Собранный и обработанный за многие годы массив данных позволяет обоснованно назначать нормы распределения противогололедных материалов, выбирать технологии работ в зависимости от ожидаемых погодных условий (специализированный краткосрочный прогноз) и принимать профилактические меры для предотвращения образования зимней скользкости.

#### ЦУСАД

Центр управления содержания автомобильных дорог (ЦУСАД) – это цифровая платформа, основной инструмент диспетчерских служб организаций, занимающихся содержанием автомобильных дорог (рис. 2).

ЦУСАД получает данные от сети АДМС и других систем, включая ресурсы Росгидромета. Система обрабатывает данные и предоставляет дорожным службам три уровня планирования работ: стратегический, тактический и оперативный.

На стратегическом уровне (планирование более 1 года), происходит



Рис. 2. ЦУСАД на мониторе диспетчера

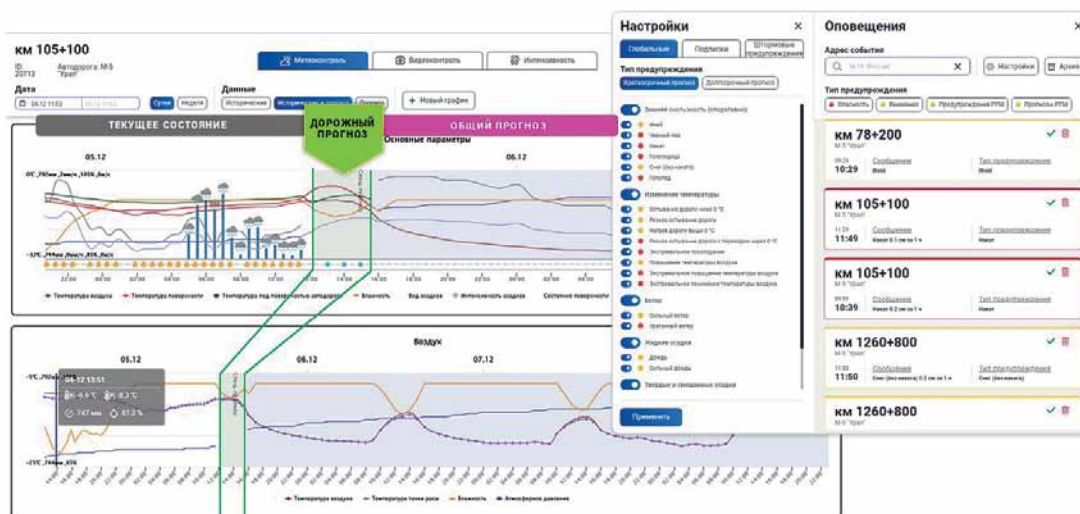


Рис. 3. ЦУСАД: демонстрация текущих показателей, все данные совмещены на одном экране

выбор наиболее важных параметров, которые влияют на работы по содержанию данной локальной автодороги или участка автодороги:

- ▶ количество случаев перехода температуры дороги через  $0^{\circ}\text{C}$  в сторону понижения;
- ▶ продолжительность выпадения осадков при температуре поверхности автодороги  $<0,5^{\circ}\text{C}$  (в часах);
- ▶ количество выпавших осадков при температуре поверхности автодороги  $<0,5^{\circ}\text{C}$  (в мм);
- ▶ количество случаев выпадения осадков при температуре поверхности автодороги  $<0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- ▶ средняя температура поверхности автодороги при выпадении осадков при температуре поверхности автодороги  $<0,5^{\circ}\text{C}$ .

После чего ЦУСАД формирует отчет за период нескольких лет (ГОСТ Р 58862-2020). В результате пользователь платформы получает обоснованные данные для планирования финансовых и материальных ресурсов на содержание дорог на следующий год.

На тактическом уровне (менее года) пользователь выбирает временной период и критерии отбора для конкретной локальной дороги. Далее

платформа формирует отчет и предоставляет данные для определения финансовых и материальных ресурсов, необходимых для выполнения работ. Данные используются для подтверждения затраченных ресурсов на производство работ в теплое и холодное время года.

На оперативном уровне (на данном этапе) система обеспечивает демонстрацию всех текущих локальных показателей, производит расчеты дорожного прогноза высокой точности на 4 часа и формирует прогноз на 72 часа, позволяя пользователю гибко настроить предупреждения (40 видов). Все данные совмещены на одном экране (рис. 3).

Точное определение времени начала работ и ПГМ (противогололедных материалов) имеет прямое влияние на экономические аспекты оперативного планирования. ЦУСАД помогает с помощью рекомендаций определять этот момент на различных участках автодороги или улицы.

Активное использование точных метеорологических данных и надежных прогнозов позволяет снизить затраты на работы по содержанию автодорог. Можно сэкономить от 11 до

25 % на расходах трудовых ресурсов и от 4 до 10 % на материальных затратах.

В результате реализации проектов создания ИТС в агломерациях внедрено много различных дорожных информационных систем. Настает период, когда надо показывать эффективность работы этих систем, фактически получать пользу от их применения.

Более подробную информацию о возможностях цифровой платформы ЦУСАД вы можете найти на официальном сайте.



Компания «Восток-М», г. Москва,  
тел.: +7 (499) 150-8408,  
e-mail: info@vst10.ru,  
сайт: www.vst10.ru

## Барьеры искрозащиты активные серии KA5000Ex

### Серии KA50xxEx KA51xxEx



Приёмники и передатчики  
токового сигнала (4...20) мА

1 и 2 канала  
Разветвление «1 в 2»

- класс точности 0.1
- входы активные/пассивные
- выходы активные/пассивные
- протокол HART
- питание датчиков
- гальваническая развязка
- шина питания

### Серия KA500xxEx



Приёмники сигналов термопар,  
термосопротивлений и потенциометров

1 канал  
Разветвление «1 в 2»

- класс точности 0.1
- конфигурирование по USB
- выходы активные (4...20) мА
- сигнализация
- передача данных по RS-485
- гальваническая развязка
- выход АВАРИЯ на шине
- шина питания

### Серия KA52xxEx



Приёмники дискретных сигналов

1, 2 и 4 канала

- входы «сухой контакт», контакт с контролем целостности цепи, сигнал стандарта NAMUR
- выходы СИГНАЛ и ОШИБКА в каждом канале
- общий выход ОШИБКА на шине
- шина питания
- питание датчиков NAMUR
- гальваническая развязка

### Серия KA531xxEx



Передатчики дискретных сигналов,  
управляемые источники питания

1, 2 и 4 канала

- питание измерительного или управляющего оборудования
- управление исполнительными устройствами
- ограничение тока при больших нагрузках
- шина питания
- гальваническая развязка



## НПФ «КонтрАвт» 30 лет.

### История российского производителя как отражение эпохи

После последнего интервью, взятого по случаю юбилея НПФ «КонтрАвт», пролетело 10 лет, и вот компания отмечает свое 30-летие. Среди российских приборостроительных предприятий, выпускающих контрольно-измерительную продукцию, «КонтрАвт» занимает прочные позиции, год от года в хорошем темпе наращивает объемы производства. В частности, компания известна своими нормирующими преобразователями и барьерами искробезопасности. По традиции мы попросили генерального директора компании «КонтрАвт» [Алексея Геннадьевича Костерина](#) об интервью. По его просьбе договорились, что интервью не будет носить характер «торжественного рапорта на очередном съезде КПСС». Показалось более интересным провести интервью в формате «былое и думы», обсудить, что, как и почему происходило в эти непростые 30 лет. ■■■■■

**ЦИТАТА:** Отечественное производство – это те тылы, которые так необходимы сейчас как фронту, так и всем гражданам нашей страны. Это и экономическая, и военная безопасность нашей страны, нашей Родины, залог и основа благополучия граждан.

**ИСУП:** На сайте компании, во всех печатных и видеоматериалах название «КонтрАвт» неизменно сопровождают два слова: «Увлекая к успеху». Это ваш девиз?

**А. Г. Костерин:** Можно сказать и так. Это предельно краткая формулировка нашей миссии: «Мы увлекаем к успеху и превосходным результатам людей вокруг нас, совершенствуя отношения, технологии, окружение». Более подробно наша позиция в отношении клиентов, персонала и в целом окружения приведена на нашем сайте: [www.contravt.ru](http://www.contravt.ru). Я очень серьезно отношусь к такому понятию, как миссия. Миссия – важнейший элемент корпоративной культуры. Это идеологическая, психологическая и эмоциональная основа бизнеса. В сущности, эти два слова кратко отражают то, что дает компания и сотрудникам, и поль-



▲ Генеральный директор НПФ «КонтрАвт» А. Г. Костерин осматривает верхние ярусы крупнейшей в Европе доменной печи «Северянка». 2004 год

зователям нашей продукции, — успех, и при этом еще показывает, как это делает, — увлекая. К формулировке в современном ее виде я шел много лет. Анализировал, что в компании ценят и сотрудники, и покупатели, почему уволившиеся сотрудники возвращались назад, почему некоторые новые сотрудники приходят тусклыми, а через некоторое время расцветают, расправляют плечи. Размышлял о том, что компания дает сотрудникам помимо зарплаты, а клиентам — помимо продукции. В какой-то момент появилось ясное понимание, что есть только одна сущность, которая больше всего ценится всеми и которую реально может дать компания, — это успех. Когда человек садится за руль новой машины, он, конечно, радуется покупке, но истинное глубинное и долгосрочное удовлетворение дает только ощущение успеха. Машина — это лишь мерило успеха, хотя чаще всего люди об этом не задумываются. Сотрудникам, конечно, важна зарплата. Но, во-первых, зарплата — это опять же во многом просто измеримый показатель успеха, во-вторых, не менее, а даже более важно удовлетворение от результатов работы (а это успех!), высокая оценка со стороны руководства (а это тоже успех!), авторитет и уважение коллег, гордость перед друзьями (и это успех!). «Увлекаем» — это наш инструмент. Глубоко убежден, что по-настоящему превосходный результат может быть только у увлеченного человека. А только такие результаты нас и устраивают. Но давайте посмотрим, что означает это слово. Это прежде всего «вызывать повышенный интерес к чему-либо, заинтересовывать, влюблять, обольщать, всецело завладеть чьим-либо вниманием, воображением, чувствами, захватывать, поглощать целиком». Но это и «тащить, уносить с собою силой собственного движения». Так что увлекать — это способ движения к успеху. Конечно, нам специально приходится искать и удерживать увлеченных людей или как минимум готовых быть увлеченными.

**ИСУП:** Как вам это удается?

**А. Г. Костерин:** Это кропотливый труд по поиску, отбору и подготовке сотрудников. У нас даже существует неписаное правило: профессиональную сторону кандидата оценивают непосредственные руководители и от-

вечают за эту оценку, а оценку человеческих качеств, мировоззрения, системе ценностей я беру на себя. Очень пристально оцениваем сотрудников во время программы адаптации. Стиль и принципы работы компании порождают и развивают увлеченность. Постоянное обучение и совершенствование. Приходится быть селекционерами лучших и увлеченных. В целом система работает. Конечно, бывают и сбои. Интересно, что неувлеченные и неувлекаемые сотрудники как-то самоотторгаются и уходят из компании. В целом, мне кажется, компания, которая рассчитывает на прочные позиции на рынке, должна умело сочетать четкость и эффективность всех производственных процессов с одной стороны и драйв и эмоции сотрудников от творчества и общения — с другой.

**ИСУП:** Когда компании исполняется 30 лет, это уже история. О чем вы думаете, что чувствуете, оглядываясь на эту историю?

**А. Г. Костерин:** Правильно говорят: «Часы идут, дни бегут, а годы летят». Первое, что меня поражает, с какой скоростью пролетели эти 10 лет с момента нашего с вами интервью, посвященного 20-летию компании<sup>1</sup>. Это же было вчера!

Тогда вы правильно заметили, что в начале девяностых возникло много фирм, в том числе и в сфере автоматизации. Соответственно, сейчас они тоже находятся на рубеже 30-летия. Кто-то уже преодолел эту круглую дату, кому-то еще предстоит. В связи с этим мне очень хочется поздравить всех моих коллег с такой солидной датой и пожелать дальнейших успехов на этом пути. Я с огромным уважением отношусь к этим людям, которые в сложные, переломные, я бы даже сказал, разрушительные девяностые выбрали путь научного производственно-технического созидания и за эти годы внесли большой вклад в развитие современного промышленного потенциала России.

Перелом в своей собственной жизни, который мне пришлось пережить в начале 90-х годов, я кратко описал в том

самом интервью к 20-летию. Сейчас, спустя 30 лет оглядываясь назад, я испытываю еще большее удивление оттого, что все это стало возможным. Мне довелось читать много историй о том, как создавались малые компании в те далекие годы. В большинстве случаев был некоторый коллектив, состоящий порой всего из 2–5 человек, который профессионально работал в своей сфере, обладал инженерным и производственным опытом, имел наработки и круг заказчиков. На этой основе создавалась новая компания.

В моем же случае ничего из перечисленного не было — ни коллектива, ни наработок, ни опыта, ни знакомых клиентов. Я перешел из сугубо научно-теоретической сферы в области распространения волн в случайно-неоднородных океанических звуковых каналах в сферу промышленно-техническую, но, правда, с большой научной составляющей. Полная смена сферы деятельности, все с нуля. В активе только радиофизическое образование и огромное желание сохранить верность этому образованию. С высоты сегодняшнего опыта я бы расценил такое положение как ноль шансов на успех. Мне кажется, это было возможно только в те годы. Нулевые стартовые условия у НПФ «КонтрАвт» — основная сложность того времени даже в сравнении с другими молодыми фирмами. Но и огромный вызов.

Отмечу также, что основная масса забавных, курьезных и любопытных историй, которые сейчас многие считают просто байками, относится именно к первым годам работы. Приходилось читать, как генеральный директор ООО «Прософт» Сергей Сорокин в год 25-летнего юбилея вспоминал: «В 1992-м и последующих годах пришлось много работать. Было тяжело: работы много, а толку мало. Бизнес не приносил результатов первое время. Офисного помещения не было, с клиентами встречались где попало. Первого заказчика я убедил работать с нами прямо на станции метро, сидя на лавочке и демонстрируя единственный образец под грохот проходящих поездов. Заказчик оказался серьезным и требовательным — из космической отрасли. В то время рынок только зарождался и можно было напрямую работать с крупными заказчиками даже таким новичкам, как мы,

<sup>1</sup> Интервью с генеральным директором компании «КонтрАвт» Алексеем Геннадьевичем Костериным. 2013 год // ИСУП : [сайт]. URL: <https://isup.onehub.com/d/jmbf/> (дата обращения: 08.12.2023).

не имевшим за душой никакой предыстории и опыта». Но теперь все мы знаем, что такое «Прософт» на нашем рынке! Читаю, как про нас. Аналогичные истории были и у нас.

**ИСУП:** А расскажите!

**А. Г. Костерин:** Молодая фирма «КонтрАвт» (а это всего три человека) ютилась в маленькой комнатке с обрушающейся штукатуркой на стенах и потолке. Вдруг звонок с проходной (слава Богу, была проходная, и прямо к нам сразу не пройдешь): «Я приехал из города Н, хочу посмотреть ваш прибор и, если он понравится, сделать заказ». Понятно, что приглашать покупателя к нам в принципе нельзя. Я знал, что в большом обветшалом здании, где мы размещались, в одной комнате владельцы здания сделали ремонт, там стояли два диванчика и журнальный столик — крутой по тем временам офис. Я звоню хозяевам и за две бутылки пива договариваюсь на аренду этого «офиса» на один час. Все это было проделано минут за пять, гость даже не заметил заминки. Дальше все просто: беру прибор, гостя приглашаю в «наш прекрасный офис», делаю презентацию прибора, работаю с возражениями, а дальше звоню коллеге в нашу халупу и прошу принести счет на первую партию приборов. С этим клиентом мы успешно работали много лет, и, конечно, он не подозревал, что стоит за этими отлично работающими приборами. Это был первый наш регулятор промышленного назначения Т-424, именно он обеспечил успех «КонтрАвту» в первые годы, и мы до сих пор получаем на него заказы.

Да, такое было и с нами, и с другими подобными молодыми фирмами. У нас не было яркой атрибутики, но мы делали отличные по тем временам продукты, делали все возможное в части продукции, чтобы не подвести наших потребителей. Были внутренние проблемы, но мы не выносили эти проблемы наружу, клиентов они не затрагивали. 30-летние юбилеи, которые мы сейчас отмечаем — лучшее подтверждение нашей добросовестности. Сейчас не стыдно об этом рассказать. А той быстроты решений и готовности взять на себя за эти решения ответственность сейчас порой не хватает. Кстати, появление регулятора Т-424 — еще одна история нашей мгновенной реакции на неожиданно и курьезно образо-

вавшуюся возможность, которую нам подкинул заказчик. Однозначно критическая точка в жизни «КонтрАвта». Но историй много, двинемся дальше.

**ИСУП:** Какие годы для вашей компании были кризисными?

**А. Г. Костерин:** Любая небольшая компания с ограниченными ресурсами подвержена воздействию кризисов в экономике. Первый, пожалуй, самый известный кризис был в 1998 году — так называемый дефолт, катастрофическое обрушение курса рубля, обесценивание денег, исчезновение каких-либо накопленных средств. Масса людей и компаний разорилась в одночасье. Однако, как ни странно это прозвучит, но компания «КонтрАвт» практически не пострадала в тот момент. Свободных денежных средств у нас просто не было, поэтому из-за смены курса мы ничего не потеряли. Все средства были вложены в значительные запасы комплектующих, и это нас спасло. Нам потребовалось только сменить ценник на нашу продукцию. Более того, из-за изменения курса рубля в более выгодную для нас сторону наше рыночное положение укрепилось по отношению к импортной, конкурирующей с нами продукцией. Наши возможности возросли. И в первые пять-шесть лет мы росли с темпом 3—3,5 раза в год. Сработал известный механизм поддержки отечественного производителя — девальвация национальной валюты.

Второй кризис нас застал в 2008 году. Тогда мы были, что называется, на пике формы. Мы строили планы по расширению производства, его технологическому перевооружению. Но за два кризисных года потеряли до 40% в объеме продаж, попали в кредитную зависимость. На прежний уровень удалось выйти только в 2013—2015 годах. Это значит, что во время нашего интервью 10 лет назад мы еще были под влиянием кризиса 2008—2009 годов.

**ИСУП:** Два кризиса и настолько разные последствия для вашей компании. Почему второй кризис оказался для вас таким проблемным?

**А. Г. Костерин:** Как нас учили в свое время в школе и вузе, капиталистической экономике свойственно наличие кризисов. Мы это знали теоретически, но совсем не имели практического опыта. Мы даже опыта обычной работы на рынке не слишком много име-

ли, а что уж говорить про опыт прохождения кризисов. Главной нашей ошибкой, видимо, было представление о том, что в кризис можно жить и работать так же, как и до него, сохраняя прежний масштаб деятельности и, следовательно, расходов. Поднапряжемся и все преодолеем! А все опытные иностранные компании в таких случаях максимально снижают расходы, в том числе сокращают персонал, как бы жестоко это ни звучало. Попытка сохранить коллектив привела нас к значительной кредитной зависимости. В результате, кого пытались сохранить, не сохранили (многие пересидели у нас ядро кризиса и при первой возможности ушли), многие проекты остались незавершенными, кредиты проели, а проблему их возврата возложили на плечи оставшихся людей и приходящих потом новых сотрудников. Все это не только определило масштаб спада, но и вдобавок замедлило процесс выхода из кризисного положения. А потому рецепт на период кризиса простой и одновременно крайне сложный: масштабируйтесь так, чтобы всегда оставаться прибыльными, хотя бы на самом минимальном уровне, оставляйте и сохраняйте только самое необходимое и эффективное. В противном случае может погибнуть вся фирма и пострадают все, в том числе самые нужные, эффективные и преданные сотрудники. Опыт горький, но необходимый и полезный для будущего.

**ИСУП:** Что удалось сделать за последние 10 лет, с момента нашего интервью к 20-летию?

**А. Г. Костерин:** Психологически эти 10 лет просто пролетели, а в реальной производственной жизни было сделано очень много!

Как я уже отметил, начало этого десятилетия для нас было отмечено продолжающимся влиянием кризиса 2008—2009 годов. Задача сама по себе нетривиальная. Мы по-прежнему разрабатывали новую продукцию. О большинстве новинок писали на страницах вашего журнала. В этот период мы продолжали интенсивно развивать продуктивное направление «Нормирующие преобразователи»<sup>2</sup>. Разработали

<sup>2</sup> Нормирующие преобразователи // КонтрАвт : [сайт]. URL: <https://www.contravt.ru/products/normiruyushchie-preobrazovateli/> (дата обращения: 08.12.2023).

широкую и полную линейку преобразователей практически для всех видов сигналов. В нее сейчас входит 14 видов преобразователей и свыше 80 модификаций.

Еще более глобальной задачей для нас стало развитие нового продуктового направления «Барьеры искробезопасности»<sup>3</sup>, которое хоть и является естественным продолжением нормирующих преобразователей, но мы эти два направления по ряду причин разделяем. Были разработаны четыре основные группы барьеров: приемники и передатчики аналоговых сигналов, приемники дискретных сигналов и управляемые источники питания (передатчики активных дискретных сигналов). Всего мы сейчас предлагаем 17 видов барьеров искрозащиты, общее число модификаций превосходит 60.

Традиционно мы уделяем большое внимание информационной поддержке нашей продукции. Мы подготовили много статей по всем новинкам, многие опубликованы в вашем журнале. В последние пять лет стали широко применять формат видеоуроков о нашей продукции. Как показывает статистика просмотров на нашем сайте, такой формат очень востребован. Мы прекрасно понимаем, что в современном мире говорящий видеопаспорт или видеокаталог лучше воспринимаются пользователями, чем их бумажный вариант. Но не только из-за этого мы придаем им такое большое значение. Когда мы готовим такие видеоуроки, то ставим перед собой задачу рассказать о том, что выходит за рамки обычной эксплуатационной документации. Мы рассказываем о нюансах, отвечаем на вопросы: почему, зачем, как?

Помимо новых разработок, мы сконцентрированы на расширении и технологическом вооружении производства. Основные производственные операции у нас автоматизированы. Учитывая нашу специфику многономенклатурного и относительно малосерийного производства, мы соответствующим образом подобрали для себя технологическое оборудование, организовали процессы.

В результате всей проделанной работы нам удалось за последние пять

лет закрепить свои рыночные позиции по продуктовым направлениям «Нормирующие преобразователи» и «Барьеры искрозащиты», наработать с нашими заказчиками прочные взаимовыгодные производственные отношения, увеличить объем продаж в 5,7 раза, расширить производственные площади в 1,5 раза, нарастить коллектив в 1,7 раза.

**ИСУП:** Мы разговариваем с вами в конце 2023 года. Уже больше полутора лет длится СВО. Что вы можете сказать о работе компании «КонтрАвт» в этот период?

**А. Г. Костерин:** Тема большая, большая и очень сложная. Постараюсь ответить кратко, тезисно.

Любая война — всегда трагедия. Это гибель и ранения людей, разрушения, перелом судеб. Один наш сотрудник сейчас на передовой, и мы все молимся и переживаем за него. Это тем более для нас болезненно, что его отец уже более 20 лет отлично, со всей душой трудится в нашем коллективе — воистину душа компании.

СВО — событие неслучайное, возникшее не вдруг. Думаю, что во многом это следствие трагических, переломных девяностых годов, уже упоминавшихся в начале беседы. Результат решений и действий тех лет, за которые сейчас приходится расплачиваться. Потому я и назвал те годы разрушительными. Однозначно события, которые, на первый взгляд, были запущены СВО, носят глобальный характер и в явной или неявной форме длятся уже многие годы.

СВО повлекла за собой санкции. Санкции стали испытанием для нашей экономики. За внешним благополучием большинство из нас даже не задумывалось о том, насколько мы импортозависимы. Хотя производственники это всегда прекрасно понимали. О проблемах экономики и производства мы также говорили в интервью 10 лет назад. Развитие экономики — глобальная проблема нашей страны, ее руководства, ее граждан.

Санкции закрыли наш внутренний рынок для импорта и открыли широкое окно возможностей для российских производителей. Парадоксальная и трагическая ситуация — трагедия СВО с гибелью людей дает мощный толчок для развития отечественного

производства. Поистине, гром не грянет, мужик не перекрестится. А ведь все эти потенциальные проблемы были очевидны, и решать их можно было своевременно и планомерно. И все возможности для этого были. Далее следует длинная цепочка всяческих «но». Хочется верить, что сейчас вынужденно наступила пора переосмысления и смены подходов к отечественной экономике, особенно в сфере промышленного производства.

Что касается компании «КонтрАвт», мы, как и многие другие отечественные производители, почувствовали кратно возросший интерес к нашей продукции и потребность в ней. Мы пытаемся удовлетворить эту потребность: быстро расширяем производство, сокращаем его сроки. Но в нашей цепочке производственной кооперации есть слабое звено — отечественные производители электронных компонентов, а точнее, их отсутствие. И возвращаемся в исходный пункт — импортозависимость. Поэтому ищем новые каналы поставок, создаем многомесячные запасы комплектующих, срочно проводим редизайн продукции для перехода на доступные компоненты. В аналогичной ситуации, я думаю, находится большинство российских производителей, и проблемы у всех нас схожи. Схожи и способы их решения. Могу с уверенностью сказать, что компания «КонтрАвт» два года назад и сейчас — организационно, технологически, по масштабу деятельности две разные компании.

Заканчивая интервью, еще раз хочу высказать уважение в адрес всех отечественных производителей. Отечественное производство — это те тылы, которые так необходимы сейчас как фронту, так и всем гражданам нашей страны. Это и экономическая, и военная безопасность нашей страны, нашей Родины, залог и основа благополучия граждан. Пожелаем всем нам удачи.

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

 **КонтрАвт**

А. Г. Костерин, генеральный директор,  
НПФ «КонтрАвт», г. Нижний Новгород,  
тел.: +7 (831) 260-1308,  
e-mail: sales@contravt.ru,  
сайт: www.contravt.ru

<sup>3</sup> Барьеры искробезопасности // КонтрАвт: [сайт]. URL: <https://www.contravt.ru/products/barery-iskrozashchity/> (дата обращения: 08.12.2023).

# Мониторинг микроклимата на колбасном производстве



Представлена система контроля параметров микроклимата «Гигротермон». Подробно разобран один из вариантов исполнения системы – на базе CAN-технологии. Это оптимальный вариант для мясоперерабатывающего комбината, выпускающего колбасные изделия.

ООО «Инженерные Технологии», г. Челябинск

Читатели журнала «ИСУП» хорошо знакомы с системами контроля микроклимата «Гигротермон». Эти системы, построенные на базе аппаратно-программного комплекса, разработанного челябинской компанией «Инженерные Технологии», оптимально подходят для любых сфер применения, где к параметрам микроклимата выдвигаются особые требования. Это могут быть цеха пищевого производства, фармацевтические и продуктовые склады, холодильные и морозильные помещения, аптеки, архивные, музейные и другие объекты, на которых необходимо строго соблюдать определенный уровень температуры и влажности воздуха.

Полностью отечественное решение – система контроля параметров микроклимата «Гигротермон» имеет целый ряд конкурентных преимуществ: производимая компанией продукция сертифицирована в Российской Федерации, Казахстане, Беларуси и Узбекистане, соответствует российским и международным требованиям GMP, GDP, FDA, в том числе 21 CFR Part 11; есть исполнения датчиков и других устройств для чистых помещений; интервал между поверками средств измерений в зависимости от типа составляет от 2 до 4 лет; система «Гигротермон» как единое решение внесена в Государственный реестр средств измерений (№ 87656-22

от 15.12.2022); методика поверки системы «Гигротермон» допускает (за исключением датчиков) выполнение поверки без демонтажа отдельных элементов.

ООО «Инженерные Технологии» предлагает весь комплекс услуг «под ключ», осуществляет установку, запуск и валидацию оборудования. Поскольку системы контроля параметров микроклимата «Гигротермон» отличаются простотой монтажа и обслуживания, ООО «Инженерные Технологии» уже реализовало несколько шеф-монтажей проектов, в которых осуществ-

лялось только руководство работами, а инженерная служба предприятия-заказчика непосредственно выполняла монтаж и настройку.

В состав системы входит шкаф мониторинга микроклимата (рис. 1) высокой степени готовности, внутри которого размещены один или несколько контроллеров (приборов мониторинга микроклимата), источник бесперебойного питания и GSM-модем для отправки тревожных СМС-сообщений.

Измерительными элементами системы являются датчики (логгеры), составляющие полевой уровень, а также различные устройства сопряжения, которые при необходимости могут использоваться для подключения датчиков к контроллеру. В системе «Гигротермон» в зависимости от условий эксплуатации применяются три технологии связи:

- ▶ проводное подключение датчиков по интерфейсу 1-Wire (исполнение контроллера «Гигротермон-M», датчики подключаются к нему напрямую);
- ▶ беспроводное подключение по технологии LoRa (исполнение контроллера «Гигротермон-RF», датчики подключаются к нему через беспроводные узлы «ПИРС-1»);
- ▶ подключение по CAN-шине (контроллер «Гигротермон-CAN», датчики подключаются через проводные узлы «ПИРС-CAN»).



Рис. 1. Шкаф мониторинга микроклимата



«ГИГРОТЕРМОН-М»

Тип связи с датчиками: проводной.  
 Типы подключаемых датчиков (до 20):  
 ИПМ, ТГМ, ТР.  
 Длина линии связи: до 100 м.  
 Энергонезависимая память.  
 Технологии • интерфейсы: 1-Wire • RS-485.



«ГИГРОТЕРМОН-CAN»

Тип связи с датчиками:  
 проводной (с применением проводных  
 узлов «ПИРС-CAN»).  
 Длина линии связи: до 1 км.  
 Технологии • интерфейсы:  
 Wi-Fi • Bluetooth • Ethernet • CAN • RS-485.



«ГИГРОТЕРМОН-RF»

Тип связи с датчиками:  
 беспроводной (с применением  
 беспроводных узлов «ПИРС-1Ч»).  
 Дальность действия: до 10 км.  
 Технологии • интерфейсы:  
 LoRa • Wi-Fi • Ethernet • RS-485.

Рис. 2. Контроллеры для системы мониторинга микроклимата «Гигротермон»

Исполнения контроллеров и их основные характеристики представлены на рис. 2.

Рассмотрим один из примеров реализации – систему, построенную для нужд мясоперерабатывающего комбината, выпускающего колбасные изделия (предприятия пищевой промышленности входят в число постоянных заказчиков компании «Инженерные Технологии»). Такой выбор неслучаен: на колбасном производстве мониторинг температуры необходим на складах сырья, готовой продукции и в основных производственных цехах.

При этом особенностью мясокомбинатов является, как правило, сложность структурирования отдельно расположенных цеховых помещений и наличие металлических стен между ними. В этих условиях нецелесообразно использовать беспроводную систему передачи данных (LoRa-технологии) из-за сложности формирования стабильного радиосигнала. Дополнительной рекомендацией является наличие снаружи каждого помещения устройства с дисплеем и подключенной или световой колонной, позволяющей контролировать температурный режим внутри помещения, не открывая двери.

Технология CAN дает возможность построить разветвленную сеть датчиков, подключенных проводами. Архитектура подключения – дерево, где ствол – это CAN-шина (состав-

ленная из проводных узлов «ПИРС-CAN»), а каждый из датчиков на «ветвях» дерева подключен к своему узлу «ПИРС-CAN» по интерфейсу 1-Wire (рис. 3). Датчики подключаются к проводному узлу с помощью разъема RJ12 (6P6C). В системе могут применяться климатические датчики ИПМ-10-22-4-2 (№ 83449-21 в реестре СИ РФ), которые измеряют и температуру, и относительную влажность. За счет наличия фильтра из спеченного металлического порошка эти датчики защищены от попадания внутрь влаги, например, при обработке помещений.

Проводные узлы «ПИРС-CAN» имеют собственную аккумуляторную батарею и память для сохранения данных, когда нет связи с ПК. На дисплее устройства отображаются текущие значения параметров (рис. 4). В каждом узле есть по три дискретных выхода, к которым можно подключить световую колонну или светозвуковую сигнализацию.

Если уставки нарушены, узел связи «ПИРС-CAN» сигнализирует светодиодами о нормальной/предварийной/аварийной ситуации. Корпус узла имеет исполнение для чистых по-

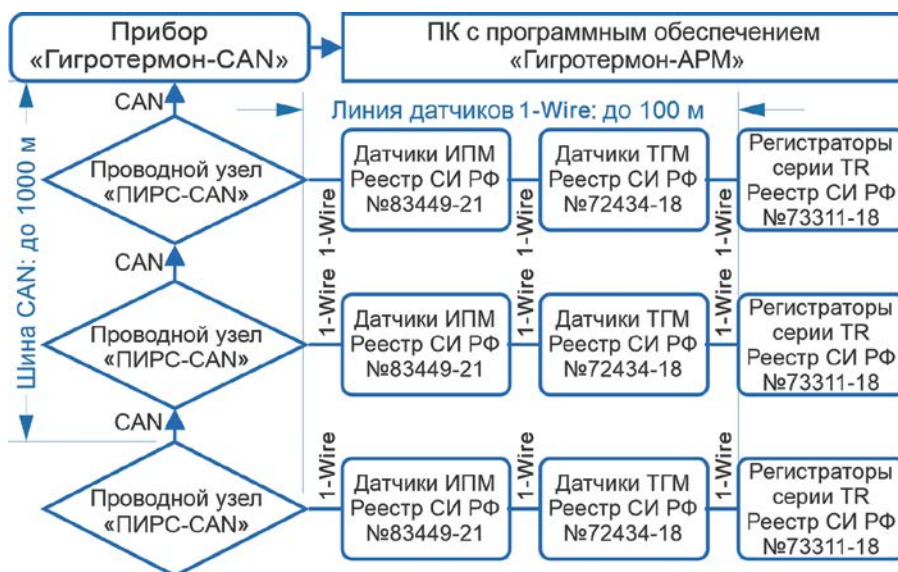


Рис. 3. Архитектура системы «Гигротермон», построенной с применением CAN-технологии



Рис. 4. Узел «ПИРС-CAN» со встроенным датчиком температуры и влажности

мешений, поэтому в цехах пищевого производства его можно установить в любой точке, где персонал сможет по нему ориентироваться.

Все данные с узлов связи «ПИРС-CAN» передаются на контроллер «Гигротермон-CAN», а оттуда – на ПК диспетчера с установленным на нем программным обеспечением «Гигротермон-АРМ», которое выполняет все необходимые задачи ПО верхнего уровня: анализ, построение графиков, формирование отчетов.

Важно, что система мониторинга микроклимата «Гигротермон» позволяет установить предельные параметры микроклимата, контролировать их, отслеживать нарушения и оперативно оповещать эксплуатирующие службы для принятия своевременных реше-

ний по предотвращению негативных последствий. А контролировать на мясоперерабатывающем комбинате приходится много точек. Так, на этапе приемки сырья нужно выдерживать температуру +12 °С. В камере хранения охлажденного сырья температура должна быть –2 °С. На участке обвалки и жиловки – не более +12 °С. В камере хранения замороженного сырья –18 °С. Не выше +12 °С требуется на участке фаршесоставления, а в камере хранения посоленного сырья диапазон температур должен быть от +4 до +6 °С. В сушильных камерах, где готовятся сырокопченые колбасы, нужно выдерживать температуру +12...+13 °С. В отделе упаковки не более +12 °С, на складе готовой продукции температура не должна превышать +2...+4 °С. И во всех этих точках климатические датчики ИПМ-10-22-4-2 системы «Гигротермон-CAN» позволяют организовать строжайший контроль микроклимата.

Линейный персонал может контролировать параметры на своем рабочем месте по экрану проводного узла «ПИРС-CAN», а руководство предприятия, инженерная служба или служба безопасности видят всю картину целиком со своего рабочего места благодаря ПО «Гигротермон-АРМ». Графики наглядно показывают, где температура упала или повысилась, где изменилась влажность. Кроме того, при нарушении граничных значений рассылаются тревожные сообщения по выбранным номерам телефонов, что позволяет руководству предприятия контролировать ситуацию, даже находясь в командировке. Также система значительно упрощает отчетность и обработку информации, сохраняя все измерения в электрон-

ном виде и заменив традиционный формат отчетности о параметрах микроклимата на колбасном производстве – ведение регистрационных журналов путем внесения записей вручную. Это экономит время сотрудников, позволяет исключить человеческий фактор и в целом является более современным подходом к соблюдению режима на технологических участках.

Таким образом, система контроля параметров микроклимата «Гигротермон» позволяет охватить все процессы, начиная от приемки сырья и заканчивая хранением готовой продукции на складе. Отличительной особенностью всех решений, входящих в состав системы «Гигротермон», являются техническая доводка изделий и безупречное функционирование, обеспеченные высоким профессионализмом инженеров, обратной связью с клиентами и совершенствованием продукции.

Производитель этой продукции, компания «Инженерные Технологии», являясь разработчиком полного цикла, специализируется на разработке и производстве программно-аппаратных комплексов для мониторинга параметров микроклимата, сертифицирована по СМК ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015), имеет аккредитацию в области информационных технологий, а также включена в реестр организаций, осуществляющих деятельность в сфере радиоэлектронной промышленности.

ООО «Инженерные Технологии»,  
г. Челябинск,  
тел.: +7 (351) 242-0745,  
+7 (800) 700-1870,  
e-mail: info@gigrotermon.ru,  
сайт: www.gigrotermon.ru



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



<https://t.me/isupmagaz>  
Телеграм



<https://dzen.ru/isup>  
Дзен

Все новости и статьи в свободном доступе



**Разработка и производство радиоэлектронных изделий.**  
**Разработка и изготовление** технических программных средств  
автоматизированных систем управления и измерений.  
**Разработка и тиражирование** прикладных программных продуктов.  
**Контрактное производство** электроники.



Наше производство оснащено современным оборудованием  
ведущих производителей мира Siemens, REHM, AOYO, EKRA, ASYS, PBT, ERSA, WELLER

## Электронные приборы учета электроэнергии для современных АСКУЭ

Самарский научно-производственный центр «Спектр» хорошо известен на рынке радиоэлектронных средств и прикладных программных продуктов. Это коллектив высококвалифицированных разработчиков, который занимается производством по контракту: создает электронику и технические программные средства автоматизированных систем. Однако в последние годы предприятие открыло новое направление деятельности: выпуск собственной серийной продукции – электросчетчиков SP 101 и SP 301 для систем АСКУЭ. Прорваться на рынок электросчетчиков непросто, конкуренция высока. Какими преимуществами отличаются новые приборы? И как работает контрактное производство в современных реалиях? Об этом мы беседуем с [Дмитрием Бараевым](#), начальником производства АО НПЦ «Спектр».

**ЦИТАТА:** Электросчетчики SP 101 и SP 301 совместимы с большинством существующих в России интеллектуальных систем комплексного учета и мониторинга энергоресурсов, и это важный фактор, говорящий в пользу выбора наших приборов.

**ИСУП:** Дмитрий Александрович! Рынок электросчетчиков очень конкурентен. На нем даже удержаться тяжело, а уж чтобы зайти с новым продуктом, требуется действительно интересное решение. Расскажите о своих новых электросчетчиках «Спектр».

**Д. А. Бараев:** Мы выпускаем две основные модификации счетчиков «Спектр» – SP 101 и SP 301 (рис. 1). Первая – однофазный счетчик непосредственного подключения для двухпроводных цепей переменного тока, вторая – трехфазный счетчик непо-

средственного и трансформаторного подключения для четырехпроводных трехфазных цепей переменного тока. Предназначены они для систем коммерческого учета (АСКУЭ).

Можно сказать, что набор функций тщательно подобран под нужды всех заинтересованных сторон. Это то, чем SP 101 и SP 301 отличаются от других электросчетчиков. Во-первых, они выполняют собственно функцию учета, причем поддерживают как однотарифный, так и многотарифный учет. Учет может вестись по восьми разным тарифам, причем архивная информация об этих данных при отсутствии электро-

энергии способна храниться во встроенном ОЗУ 20 лет. А во-вторых, они фиксируют параметры качества электроэнергии, например отклонение напряжения и частоты от номинальных значений, небаланс токов в нулевом и фазном проводе. И, конечно, обеспечена возможность передачи данных на сервер энергосбытовой компании.

**ИСУП:** Какие виды защиты информации у вас применяются: пломбировка и специализированное ПО?

**Д. А. Бараев:** И то и другое. Наши электросчетчики SP 101 и SP 301 полностью соответствуют требованиям



Рис. 1. Внешний вид электросчетчиков SP 101 и SP 301

Постановления Правительства РФ от 19.06.2020 № 890, где перечислены все защищенные протоколы и другие способы защиты цифровой информации в интеллектуальных системах учета электрической энергии. Кроме того, наши счетчики пломбируются, маркируются, что также обеспечивает надежную защиту информации.

**ИСУП:** Хорошо. Счетчик прекрасно защищен от несанкционированного вторжения. Это сделано в интересах энергосбытовых компаний. А интересы потребителя как у вас защищены?

**Д. А. Бараев:** Такие приборы защищают интересы всех сторон. Многотарифный учет, восемь тарифов – разве это не выгодно для потребителя? А точность учета, позволяющая не переплачивать? А контроль качества электроэнергии – это разве не защита прав потребителя? Ну если и этого мало,

назову еще одну функцию. На корпусе наших электросчетчиков есть кнопка блокировки реле, которой счетчик оснащен в целях безопасности потребителя. Ею можно пользоваться в экстренных случаях. Предположим, ресурсоснабжающая организация отключает потребителя за неуплату. Но у потребителя в этот момент может работать система жизнеобеспечения, о чем в ресурсоснабжающей организации не знают. Человек срывает пломбу и принудительно возобновляет подачу энергии. Это событие видит диспетчер через автоматизированную систему учета. Или в доме возникает КЗ, возгорание некачественно смонтированной проводки. Тогда подачу электроэнергии с помощью той же кнопки можно, наоборот, принудительно прервать. Но, конечно, защита обязательно должна быть и от недобросовестных потребителей. Это давняя проблема всех поставщиков.

**ИСУП:** Расскажите, пожалуйста, немного об устройстве приборов.

**Д. А. Бараев:** Электросчетчик SP 101 или SP 301 – это прибор из негорючего поликарбоната (почти все производители для удешевления используют пластик) со схемой, на которой размещены жидкокристаллический индикатор, электронные компоненты, клеммы выходных интерфейсов RS-485 и импульсных выходов для подключения к системам АСКУЭ или проверки. На ЖК-дисплей выводится довольно много данных о разных параметрах: дата, время, токи фазы и нейтрали, напряжение фазы, частота электросети, полная, активная и реактивная мощность, коэффициент мощности ( $\cos \phi$ ), суммарная активная энергия и активная энергия по разным тарифам. Поскольку дисплей имеет ограниченные размеры, информацию можно чередовать, для чего служит специальная кнопка управления. Клеммы внутри корпуса надежно защищены двумя крышками из того же поликарбоната. Также имеется крышка отсека сменных модулей расширения.

**ИСУП:** А какие модули расширения можно подключить к электросчетчику?

**Д. А. Бараев:** В первую очередь это модули для поддержки LPWAN-технологий: NB-IoT (сим-карта, сим-чип, eSIM) и NB-IoT/GSM (сим-карта, сим-чип, eSIM). Кроме того, можно подключить модуль GSM/GPRS (сим-карта, сим-чип) либо LoRa-модуль. Все они комплектуются внутренней или внешней антенной. Но мы можем изготовить и модули расширения по индивидуальному заказу.

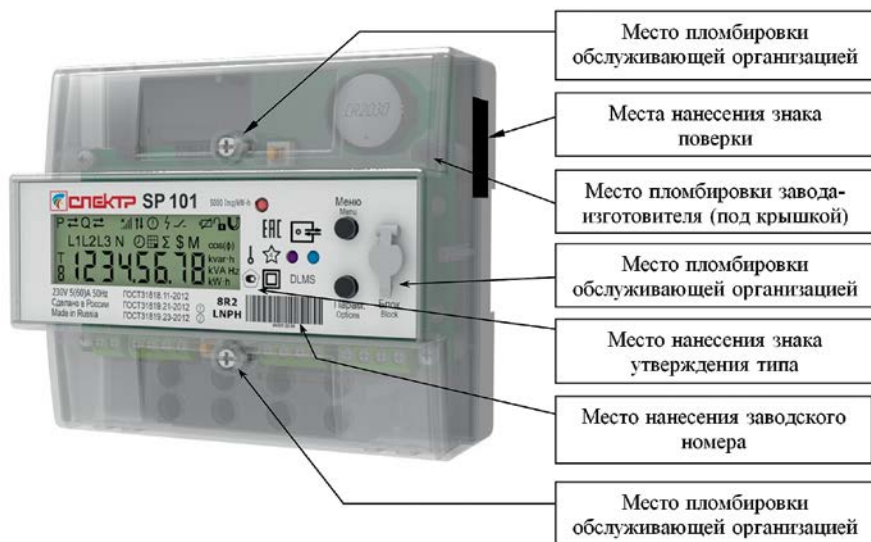


Рис. 2. Пломбирование счетчиков SP 101 и SP 301

Еще в корпус счетчика встроена клеммная колодка с датчиком тока, реле управления нагрузкой и переключкой с измерительным элементом в нейтрали. Элементы оптического порта. Ну и внешняя кнопка блокировки реле, о которой мы уже говорили.

**ИСУП:** Насколько сложен монтаж электросчетчика и модулей расширения?

**Д. А. Бараев:** Монтаж как раз прост и удобен, что свойственно самым современным устройствам широкого потребления. Сам электросчетчик устанавливается на DIN-рейку. Печатный модуль фиксируется специальными зажимами, которые имеются в корпусе. Клеммная колодка фиксируется с помощью крышки корпуса. Измерительные датчики – шунты – подключаются к печатному модулю проводами. Клеммная колодка оснащена зажимами, с помощью которых счетчик подключают к сети переменного тока (рис. 3). Модули расширения сменные и могут меняться в процессе эксплуатации без необходимости вскрытия основного корпуса и без дополнительной поверки ПУ. Это позволяет адаптировать ПУ под изменяющиеся требования инфраструктуры.

**ИСУП:** Какие события сохраняются в памяти электросчетчика?

**Д. А. Бараев:** У счетчика во встроеном ПЗУ формируется журнал, в котором сохраняются все произошедшие события. Это как попытки несанкционированного доступа, так и техническая информация, например:

- ▶ отсутствие или отклонение напряжения от заданных пределов, превы-

шения заданного предела мощности, а также небаланс токов в нулевом и фазном проводе;

- ▶ превышения соотношения заданных величин потребления активной и реактивной мощности ( $\text{tg } \varphi$ );
- ▶ срабатывание электронных пломб, изменение настроек счетчика, изменения направления перетока энергии, попытки несанкционированного нарушения целостности программного обеспечения; попытка доступа с неуспешной аутентификацией или нарушением правил доступа;
- ▶ случаи и причины включения/отключения встроенного коммутационного аппарата;
- ▶ случаи выполнения самодиагностики и другие данные.

**ИСУП:** Сегодня новым цифровым электросчетчикам приходится завоевывать рынок, внедряясь в уже существующие системы. Какую совместимость демонстрируют ваши приборы? И какие протоколы поддерживают?

**Д. А. Бараев:** Электросчетчики SP 101 и SP 301 совместимы с большинством существующих в России интеллектуальных систем комплексного учета и мониторинга энергоресурсов, и это важный фактор, говорящий в пользу выбора наших приборов. Назову несколько систем, с которыми совместимы SP 101 и SP 301: это АСКУЭ «Энергосфера 8.0» производства ООО «Прософт-Системы» (г. Екатеринбург), «Матрикс: Энергоресурсы» (ООО «Матрикс АйТи», г. Уфа); «Пирамида 2.0» и «Пирамида-Сети» версии 10.7 и выше (АО ГК «Системы и Технологии», г. Владимир); «Теле-

скоп+» (ЗАО «НПФ Прорыв», г. Раменское, Московская обл.).

Поддерживаются протоколы Modbus RTU, TCP/IP, UDP, стек-ориентированный протокол мирового стандарта для умных счетчиков энергии и воды IEC 62056 (DLMS/COSEM), а также информационная модель электросчетчика СПОДЭС (ГОСТ Р 58940-2020) и протокол обмена счетчиков «Меркурий» Mercurius-206. Также сейчас в разработке протоколы NIDD и CoAP. Могут поддерживаться и специальные протоколы, ориентированные на конкретного заказчика.

**ИСУП:** Давайте поговорим о другом направлении деятельности вашей компании – о производстве по контракту. Как в сегодняшних условиях работает производитель промышленной электроники по контракту? Чьи комплектующие используете (в частности, для производства печатных плат)? И что изменилось за полтора последних года?

**Д. А. Бараев:** Для нас, на самом деле, принципиально, кто является производителем компонентов. Лишь бы эти компоненты позволяли в точности выполнить все запросы заказчика. Сегодня мы применяем компоненты как европейского, так и азиатского производства. В основном китайские. Российские комплектующие тоже зачастую оказываются изготовленными в Китае, хотя и заявлены как отечественные. Иногда мы можем воспользоваться компонентной базой, которую предоставляет заказчик, хотя большую часть закупаем сами. Вообще говоря, дефицита компонентов нет, их всегда можно приобрести. Просто искусственные барьеры, которые созданы за последние годы, способны повлиять на сроки доставки и изготовления продукта.

**ИСУП:** Какую же часть работы по контракту осуществляете вы сами?

**Д. А. Бараев:** Мы полностью выполняем разработку решения, начиная от технического задания и заканчивая испытаниями готового изделия. Можем даже изготовить партию продукции. Однако хочу подчеркнуть, что часть работы по созданию продукта выполняют наши партнеры, которые тоже работают с нами по контракту.



Рис. 3. Клеммная колодка оснащена зажимами, с помощью которых счетчик подключают к сети переменного тока

А в итоге заказчик получает готовое решение.

При этом варианты сотрудничества с заказчиком могут быть разными. Например, для одной крупной фирмы мы полностью разработали газовый счетчик и выпустили достаточно крупную партию приборов – 200 тыс. счетчиков. А потом передали этой фирме права на разработку, то есть заказчик стал ее правообладателем. Так что по-разному бывает.

Вообще говоря, мы можем все разработать. У нас сотрудники очень высокой квалификации, мы же специализируемся на разработках.

**ИСУП:** Большой коллектив?

**Д. А. Бараев:** По-разному бывает, количество сотрудников меняется. В некоторые периоды у нас работало всего человек пятьдесят, а иногда и до двух сотен доходило. Конечно, в их число входят не только разработчики, но и персонал на линии, и инженеры, и бухгалтерия. И это я не считаю наших партнеров, которые работают с нами по контракту в других городах, но под тем же брендом «Спектр». Для них мы франчайзеры, но это самостоятельные компании.

**ИСУП:** А какое у вас оборудование?

**Д. А. Бараев:** Для монтажа плат – самое лучшее, от ведущих производителей. Мы работаем на установках Siemens, Rehm, Ekra, Asys, Pbt, Ersa. Они позволяют выполнять монтаж любых компонентов размером от 0201 на печатные платы от 50 × 50 мм до 508 × 460 мм. Так что, выполняя требова-



Рис. 4. Цех АО НПЦ «Спектр» для поверхностного монтажа печатных плат

ния заказчиков, мы можем устанавливать самые сложные компоненты, выполнять пайку оплавлением, отмывку, сушку плат – и все это на высоком уровне.

**ИСУП:** Заключительный вопрос, который касается юридической стороны вашей деятельности. Какие лицензии у вас есть? В каких отраслях вы можете работать?

**Д. А. Бараев:** Тут у нас полный набор. Мы имеем лицензии ФСБ России на осуществление разработок, производства и распространения шифровальных (криптографических) средств. Предприятие входит в Ассоциацию «Лига содействия оборонным пред-

приятиям». Дополнительно скажу, что мы активно участвуем в выставках, организуемых МПС РФ, Минсвязи РФ, ГИБДД МВД РФ и т.д. Если коротко, у нас есть все лицензии для выполнения любых работ в интересах заказчика.

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



Д. А. Бараев, начальник производства, АО НПЦ «Спектр», г. Самара, тел.: +7 (846) 992-6746, e-mail: spektr@mail.radiant.ru, сайт: npc-spektr.ru

информационные технологии и электроника  
для пассажирского транспорта  
и транспортной инфраструктуры



17-я международная выставка



ЭЛЕКТРОНИКА  
ТРАНСПОРТ

2024

23-25 апреля  
Москва  
Экспоцентр

+7 (495) 287-44-12

info@e-transport.ru

www.e-transport.ru



## Имитационная поверка – миф или реальность?

**ЭМИС 20** АЕТ

В статье рассмотрены особенности имитационной поверки средств измерения. Представлены разработанные специально для имитационной поверки расходомеров «ЭМИС» решения: фирменное программное обеспечение «ЭМИС-Интегратор», имитатор расхода «ЭМИС-Имитатор 500» и измеритель LCR.

ЗАО «Электронные и механические измерительные системы»,  
г. Челябинск

Современный подход к управлению промышленным предприятием нацелен прежде всего на организацию эффективного производства со снижением объема затраченных ресурсов и операционных расходов. В силу этой причины задача заключается не столько в экономии размеров финансирования каких-либо технических решений по запуску нового оборудования, сколько в стоимости его дальнейшего обслуживания и связанных с этим рисках ожидаемых и незапланированных расходов.

Такой подход одинаково приемлем для любого типа оборудования,

а когда речь идет о стоимости владения средствами автоматизации, решающую роль играет периодичность и методика метрологической поверки как единственный аспект обслуживания современных контрольно-измерительных приборов и автоматики. И если проливной (продувной) метод является стандартным и понятным, то к имитационному методу до сих пор возникает масса вопросов и даже недоверие.

Чтобы разобраться, является оно справедливым или нет, для начала целесообразно рассмотреть само понятие «имитационная поверка» в отношении

к первичному понятию «имитационное моделирование». Имитационной моделью называется специальный программный комплекс, позволяющий имитировать деятельность какого-либо сложного объекта. Таким образом, имитационная модель и, как следствие, поверка, по сути, являются имитацией воздействия реального потока среды на первичный преобразователь средства измерения с помощью специального оборудования и программного обеспечения.

В современное приборостроение имитационная поверка стала внедряться около 10 лет назад и в настоя-

щее время получает все большее распространение. Простота реализации данного способа, доступность, экономия времени и средств на проведение имитационной поверки являются ее основными преимуществами. Однако вокруг этого метода поверки возникает масса споров, а эксплуатация во многих случаях ставит под сомнение достоверность и легитимность такого способа периодического подтверждения метрологических характеристик прибора. Сначала разберемся в легитимности указанного способа поверки приборов учета.

#### Нормативно-правовая база

В соответствии с приказами Росстандарта № 2356 от 26.09.2022 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости» и № 1133 от 11.05.2022 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа, ГЭТ 118-2017 (ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»)» поверка имитационным методом – это совокупность операций, выполняемых методом косвенных измерений в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям, при которых не проводится непосредственного сличения средства измерений с эталоном единицы величины. При этом разработка методик поверки для групп средств измерений организуется Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии России и осуществляется, включая их опробование, государственными научными метрологическими институтами или государственными региональными центрами метрологии.

Данное положение отражено в приказе Минпромторга России № 2907 от 28 августа 2020 года «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требований к методикам поверки средств измерений» (зарегистрирован в Минюсте, регистрационный № 60544). Таким образом, методика поверки имитационным способом, равно как

и проливным, утверждается Росстандартом и вносится в Государственный реестр средств измерений ФГИС «Аршин» (наряду с описанием типа СИ на прибор), что является подтверждением ее легитимности на территории Российской Федерации.

#### Оборудование для проведения имитационной поверки и контролируемые параметры

Тем не менее, как уже отмечалось, основное сомнение вызывает достоверность результатов имитационной поверки как подтверждение метрологических характеристик средства измерения. Данное обстоятельство вызвано самим базовым принципом проверки технических и метрологических характеристик, лежащим в основе обсуждаемого метода: имитация сигнала от первичного преобразователя в измерительный тракт расходомера с последующим контролем и проверкой полученных значений.

Как правило, любая поверка включает два основных этапа:

- ▶ проверка механической целостности прибора (расходомера), документации, маркировки, версии программного обеспечения;
- ▶ непосредственное определение метрологических характеристик прибора.

Определение погрешности имитационным способом, как уже было сказано, осуществляется с применением оборудования, имитирующего расход во всем диапазоне работы счетчика-расходомера. Таким образом, при создании аппаратно-программного комплекса вторичного преобразователя эту задачу каждый производитель решает по-своему.

Например, для кориолисового счетчика-расходомера «ЭМИС-МАСС 260» в соответствии с утвержденной методикой (МП 208-04302019) в качестве инструмента имитационной поверки применяется фирменное диагностическое и сервисное программное обеспечение «ЭМИС-Интегратор». С его помощью проверяются основные параметры, которые можно разбить на две группы: параметры сенсора расходомера и параметры электронного блока.

Во всех типах электронных блоков выполняется проверка выходных сигналов. Для частотно-импульсных и токовых выходов происходит имита-

ция опорных значений и их измерение встроенными системами контроля, при этом помимо точности измерений испытывается исправность выходов. Также тестируются внутренние параметры, такие как внутренняя тактовая частота, целостность программного кода управляющей программы, целостность метрологических настроек, заданных при выпуске прибора. Проверяется журнал событий на предмет воздействия внешних факторов, которые могут исказить результаты имитационной поверки (эксплуатация вне разрешенного температурного диапазона, наличие гидроударов, несанкционированное разрушение электронных пломб).

Для электронного блока электромагнитного расходомера «ЭМИС МАГ-270» есть возможность имитировать сигналы идеального сенсора, соответствующие полному диапазону расходов, с помощью средства измерения «ЭМИС-Имитатор 500» (описание типа СИ № 75207 от 30.09.2019) и определить имеющиеся погрешности измерений.

Вторая группа контролируемых при имитационной поверке параметров зависит от типа прибора и конструкции сенсора. Например, для кориолисового счетчика-расходомера важны электромеханические характеристики камертона, которые могут измениться за время эксплуатации:

- ▶ из-за налипания среды на измерительные трубочки, что характерно для сырой нефти или патоки;
- ▶ из-за истирания/износа сенсорных труб.

Так, например, при измерении водопроводной воды существенный для точности измерения износ может наступить через 60 лет, а при воздействии морской промышленной воды – через 29,4 года. В других условиях это может произойти быстрее, но при проведении имитационной поверки это будет обнаружено. Последний из диагностируемых параметров состояния первичного преобразователя кориолисового (массового) расходомера является наиболее важным, и именно характер диагностики его состояния вызывает наибольшие дискуссии.

Разрешая указанные споры, следует еще раз повторить: диагностика состояния первичного преобразователя осуществляется через проверку электромеханических характеристик

камертона кориолисового счетчика-расходомера, что является достоверным методом, основанным на протекании базовых физических процессов. По результатам поверки программа «ЭМИС-Интегратор» формирует отчет, который одновременно является протоколом поверки. Добавим, что имитационную поверку расходомера «ЭМИС-МАСС 260» возможно проводить без снятия с трубопровода, а весь процесс занимает не более 5 минут.

Для электромагнитного расходомера в части диагностируемых параметров первичного преобразователя критичными будут нарушение изоляции или изменение магнитного потока, а также окисление электродов (уменьшение их активной площади). В вихревых счетчиках-расходомерах в зависимости от условий эксплуатации уровень сигнала может упасть до неразличимого из-за изменения параметров сенсора. Но при этом и в электромагнитных, и в вихревых расходомерах возможный износ при эксплуатации за время назначенного срока службы не окажет влияния на точность измерений.

Приведенный выше перечень диагностируемых параметров не является исчерпывающим для каждого производителя, часть программных

и аппаратных решений является интеллектуальной собственностью и защищена свидетельствами о государственной регистрации и патентами.

#### Имитационная поверка расходомеров «ЭМИС»

ЗАО «ЭМИС» было первым российским производителем, который вслед за швейцарской компанией Endress + Hauser внедрил возможность поверки кориолисовых счетчиков-расходомеров имитационным способом, внося изменения в описание типа средства измерения на «ЭМИС-МАСС 260» (рис. 1) № 77657-20 от 25 февраля 2020 г.

При этом следует отметить, что возможность имитационной поверки как техническая и метрологическая характеристика расходомеров торговой марки «ЭМИС» стала доступной с 2014 года, когда это свойство появилось у вихревых счетчиков-расходомеров «ЭМИС-ВИХРЬ 200». В дальнейшем любое появление аналогичной характеристики у приборов, основанных на других типах измерения, у этого производителя стало закономерным результатом целенаправленной маркетинговой политики и научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проводимых инженерным центром «ЭМИС».

В качестве инструмента имитационной поверки вихревого расходомера «ЭМИС-ВИХРЬ 200», как и в случае с кориолисовым расходомером, применяется фирменное программное обеспечение «ЭМИС-Интегратор».

В ходе поверки необходимо выполнить следующие действия:

1 – подключить расходомер согласно схеме, приведенной в методике поверки;

2 – подать напряжение питания +24 В на сам расходомер и на его выходы, которые используются для поверки;

3 – включить в программе «ЭМИС-Интегратор» режим «Имитационная поверка»;

4 – провести расчеты частоты генератора для трех значений расхода: минимального, среднего и максимального;

5 – частота рассчитывается, исходя из имитируемого расхода и К-фактора расходомера;

6 – измерить фактическую частоту и ток, снять показания с экрана прибора, а также показания из ПО «ЭМИС-Интегратор»;

7 – сравнить фактическую выходную частоту и ток, показания с экрана прибора, показания из программы «ЭМИС-Интегратор» и рассчитать от-



Рис. 1. Кориолисовый счетчик-расходомер «ЭМИС-МАСС 260» на трубе



Рис. 2. Оборудование, с помощью которого можно выполнять поверку вихревого расходомера «ЭМИС-ВИХРЬ 200» имитационным методом

носительную погрешность измерений по формулам, приведенным в методике поверки;

8 – повторить операции 4–6 еще для двух значений частоты, соответствующих расходам из диапазона измеряемых расходов;

9 – отключить в ПО «ЭМИС-Интегратор» режим «Имитационная поверка».

Поверку «ЭМИС-ВИХРЬ 200» имитационным методом можно проводить и на расходомере, непосредственно установленном на трубопроводе с использованием оборудования, указанного на рис. 2.

Также следует подчеркнуть, что при разработке функции имитационной поверки расходомеров ТМ «ЭМИС» были учтены основные факторы, определяющие метрологические характеристики средства измерения каждого типа, исходя из их принципа действия. В частности, для электромагнитного расходомера «ЭМИС-МАГ 270» первостепенной задачей является определение работоспособности вторичного преобразователя прибора, измеряющего скорость потока, и проверка электрического сопротивления, сопротивления катушек и их индуктивности, для чего применяются имитатор расхода «ЭМИС-Имитатор 500» и измеритель LCR (L – индуктивность; C – электрическая емкость; R – электрическое сопротивление переменному току), показанные на рис. 3. Необходимо подчеркнуть, что все применяемые в ходе поверки приборы внесены в Государственный реестр средств измерений и проходят периодическую поверку в аккредитованных лабораториях или в территориальных органах стандартизации и метрологии.

При использовании имитатора расхода «ЭМИС-Имитатор 500» поверка производится отдельно для вторичного преобразователя сигналов и для первичного преобразователя расхода, при этом нет необходимости демонтировать проточную часть с трубопровода, достаточно отсоединить электронный блок. Также

поверку можно производить без остановки технологического процесса. С помощью измерителя LCR проверяется электрическое сопротивление изоляции между выводом катушек и корпусом первичного преобразователя (рис. 4).

Во время поверки первичного преобразователя с применением измери-



Рис. 3. Имитатор расхода «ЭМИС-Имитатор 500» и измеритель LCR



Рис. 4. Замер электрического сопротивления с помощью измерителя LCR



Рис. 5. Проверка установки нуля

теля LCR замеряется сопротивление катушек и их индуктивность. Полученные значения сопротивления и индуктивности должны соответствовать значениям, указанным в эксплуатационной документации. Для поверки электронного преобразователя к нему подключается имитатор расхода «ЭМИС-Имитатор», с помощью которого проводится проверка установки нуля, для чего на лицевой панели имитатора устанавливается значение скорости потока ноль метров в секунду (рис. 5). Аналогичное значение должно отобразиться на дисплее электронного блока расходомера или по цифровому выходному сигналу.

Для определения непосредственно метрологических характеристик вторичного преобразователя задается имитация расхода в трех режимах: 1, 5 и 10 метров в секунду. При каждом режиме фиксируется значение скорости потока по дисплею электронного блока «ЭМИС-МАГ 270». После выполнения замеров по всем скоростным режимам производится обработка полученных результатов. Чтобы определить расчетную скорость потока, необходимо скорость потока, полу-

ченную с дисплея электронного блока, разделить на калибровочный коэффициент, который указан в паспорте на расходомер. Далее вычисляется относительная погрешность измерений объемного расхода электромагнитного счетчика-расходомера «ЭМИС» для каждого значения имитируемой скорости потока ( $v_{и}$ ) – 1, 5 и 10 м/с – по формуле:

$$\delta_q = \frac{v_p - v_{и}}{v_{и}} \cdot 100 ,$$

где  $v_{и}$  – имитируемая скорость потока, м/с;

$v_p$  – скорость потока расчетная, м/с.

Полученное значение погрешности должно соответствовать значениям, указанным в эксплуатационной документации. Кроме того, электромагнитный расходомер «ЭМИС» считается выдержавшим поверку, если значение сопротивления изоляции не менее значения, указанного в эксплуатационной документации.

Как мы видим на примере корiolисового (массового) расходомера «ЭМИС-МАСС 260», вихревого счетчика-расходомера «ЭМИС-ВИХРЬ 200» и электромагнитного

расходомера «ЭМИС-МАГ 270», процесс имитационной поверки, во-первых, основан на физических законах и научно обоснован, во-вторых, включает в себя проверку всех составных элементов прибора, участвующих в процессе измерения и обработки сигнала, в-третьих, реализуется в зависимости от метода измерения с использованием дополнительного эталонного оборудования и учитывает особенности физического процесса, лежащего в основе каждого метода измерения. Все это, безусловно, делает имитационный метод поверки достоверным подтверждением метрологических характеристик прибора.

В заключение целесообразно еще раз обратить внимание на выгоды и преимущества беспроточного метода поверки. Имитационная поверка не требует излишних затрат и может проводиться на месте эксплуатации, что позволяет избежать длительного простоя производственной линии, связанных с этим дополнительных расходов на проведение проливной поверки в аккредитованной организации и прочих финансовых потерь. Кроме того, не следует упускать из виду, что зачастую беспроточная методика является единственным доступным способом подтверждения метрологических характеристик прибора, например, когда речь идет о расходомерах больших диаметров или объект их эксплуатации находится в удаленных и труднодоступных районах. Поэтому при выборе средства измерения наличие в описании типа СИ имитационной поверки для заказчика все чаще становится решающим фактором.

Д. А. Лихачева,  
исполнительный директор,  
ЗАО «ЭМИС», г. Челябинск,  
тел.: +7 (800) 500-2281,  
e-mail: sales@emis-kip.ru,  
сайт: www.emis-kip.ru



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



<https://t.me/isupmagaz>  
Телеграм



<https://dzen.ru/isup>  
Дзен

Все новости и статьи в свободном доступе

## Электромагнитные счетчики-расходомеры РСЦ-2 производства «ВТК Энерго»

В широкой линейке электромагнитных счетчиков-расходомеров «ВТК Энерго» можно найти исполнения для большинства сфер применения, начиная от промышленных технологических процессов и заканчивая учетом сточных вод. Большой диапазон типоразмеров позволяет выбрать расходомер с любым диаметром условного прохода. Но достаточно ли этого сегодня, в условиях импортозамещения? Директор кировской компании Торговый Дом «ВТК Энерго» Александр Шеренцис рассказывает о проблемах российского рынка средств измерений (СИ) и приводит примеры наиболее востребованных разработок. ■■■■■

**ЦИТАТА:** Для того чтобы чувствовать себя комфортно, отечественные производители должны выпускать не только бюджетное, но и высокотехнологичное оборудование, позволяющее реализовать все современные запросы заказчиков. В нашей компании к числу таких решений можно отнести линейку электромагнитных расходомеров.

**ИСУП:** Александр Юльевич! Какие задачи вы бы назвали наиболее актуальными для российских производителей средств измерений (СИ)?

**А. Ю. Шеренцис:** После ухода ряда зарубежных брендов у российских производителей СИ, казалось бы, появилась возможность быстро занять образовавшиеся ниши без конкурентной борьбы. Однако за десятилетия присутствия импортных товаров, причем нередко действительно высококлассных, от ведущих мировых производителей, у отечественных потребителей выработалась устойчивая привычка выбирать продукцию иностранного

производителя, заранее предполагая, что и качество самого продукта, и уровень гарантийного обслуживания будут выше, чем у отечественных компаний. Как показало время, это вовсе не обязательно. Про гарантийное обслуживание вообще умолчу, здесь и без слов понятно. Но и с качеством, как выяснилось, не все так однозначно. Так что сегодня перед российскими компаниями открыты многие двери. Но для того чтобы чувствовать себя комфортно, отечественные производители должны выпускать не только бюджетное, но и высокотехнологичное оборудование, позволяющее реализовать все современные запросы за-

казчиков. В нашей компании к числу таких решений можно отнести линейку электромагнитных расходомеров.

**ИСУП:** Давайте о них и поговорим. Какие расходомеры под торговой маркой «ВТК Энерго» сегодня наиболее популярны?

**А. Ю. Шеренцис:** Самыми востребованными можно назвать электромагнитные расходомеры-счетчики РСЦ-2. Это устройства для измерения в прямом и обратном направлениях расхода и общего объема неагрессивных и агрессивных сред. Этот тип расходомеров применяется в самых разных отраслях промышленности



Рис. 1. Линейки электромагнитных расходомеров-счетчиков РСЦ производства компании ВТК Энерго: а – общепромышленное исполнение; б – со степенью защиты IP68; в – на высокое давление; з – для пищевой промышленности; д – исполнение «ПРОФИ»; е – расходомер КП10И

и имеет много модификаций для различных применений (рис. 1).

Наши приборы РСЦ-2 применяются для измерения расхода электропроводящих невязрывоопасных жидкостей.

В первую очередь назову приборы РСЦ-2 для неагрессивных электропроводящих сред, таких как питьевая и теплотехническая вода. Далее идут расходомеры-счетчики для агрессивных сред, которые используются для измерения расходов щелочей, технических кислот, рассолов и т.д. Есть расходомеры-счетчики РСЦ-2 с первичным преобразователем расхода, который имеет степень защиты обо-

лочки IP68, то есть полностью защищен от воды и пыли. В нефтегазовой отрасли пользуются популярностью счетчики, позволяющие измерять расход электропроводящих жидких сред, находящихся под давлением до 160 атм (16 МПа). Для пищевой промышленности изготавливается электромагнитный расходомер специального исполнения. Он измеряет расход жидких пищевых продуктов (вода питьевая, молочные продукты, сиропы, патока и т.п.), а также кислых и щелочных сред. Пользуется популярностью измерительный комплекс учета сточных вод, который монтирует-

ся на базе расходомера типа РСЦ-2 в смотровом колодце либо на участке свободного излива. Имеются у нас и модификации, предназначенные для установки на неметаллических трубах, которые применяются на химических предприятиях.

**ИСУП:** Какой особенностью отличаются расходомеры-счетчики для труб из непроводящих материалов?

**А. Ю. Шеренцис:** Если это традиционное исполнение, то отличаются сложным монтажом. Ведь первичный преобразователь расхода (ППР) такого расходомера защищен футеровкой,



Рис. 2. Типоразмеры первичных преобразователей расходомера РСЦ: от 15 до 400 мм

покрыт химически стойкими материалами, которые изолируют его корпус от прямого контакта с измеряемой агрессивной жидкой средой. Но в то же время необходимо реализовать связь измерительных цепей и измеряемой среды. Для этого существует стандартное решение: в трубопровод из непроводящего материала врезают участок трубы из металла, стойкого к протекающей жидкости. Это сильно затрудняет монтаж, который в результате занимает много времени. Чтобы решить эту проблему, специалисты «ВТК Энерго» разработали первичный преобразователь расхода для агрессивных сред с дополнительным заземляющим электродом. Такая конструкция упрощает монтаж и удешевляет его.

**ИСУП:** Поясните, пожалуйста, что представляют собой конструктивно электромагнитные расходомеры РСЦ-2? И какие еще специфические решения вы применяете?

**А. Ю. Шеренцис:** Конструктивно электромагнитный расходомер делится на два основных блока: первичный преобразователь расхода, контактирующий с измеряемой средой, и измерительный блок, осуществляющий

расчеты. Они могут быть заключены в единый корпус (моноблочное исполнение) или изготовлены в раздельном исполнении. Моноблочное исполнение дешевле и проще в установке, но не всегда его можно применить. Бывают условия эксплуатации, которые требуют особой защиты, это могут быть высокие температуры, конденсат, те же агрессивные среды, да и просто эксплуатация прибора на улице. Тогда защиту реализуют для первичного преобразователя расхода, а измерительный блок с электроникой устанавливают в щите или в помещении.

Первичный преобразователь расхода представляет собой, приблизительно говоря, трубу, которая может иметь разные диаметры условного прохода (DN). В нашей линейке электромагнитных расходомеров существуют исполнения с диаметром от 15 до 400 мм (рис. 2). В последнее время растут запросы на расходомеры для труб большого диаметра, но расходомер с DN400 на российском рынке выпускаем только мы, выполняя полный цикл производства и поверяя прибор на собственной аттестованной поверочной установке. Что касается

измерительного диапазона, то наши электромагнитные расходомеры могут измерять расходы в пределах от 0,0064 до 4524,0 м<sup>3</sup>/ч.

Измерительный блок может иметь или не иметь ЖК-дисплей. Результаты измерений и рабочие параметры передаются на экран дисплея по интерфейсу RS-485, а на внешние устройства — через аналоговый (токовый) или импульсный выход. Предусмотрено также получение информации по протоколу Modbus RTU и собственному протоколу обмена данными РСЦ.

**ИСУП:** Александр Юльевич! Расскажите, пожалуйста, об измерительном комплексе для учета сточных вод. Это ведь относительно новая разработка, верно?

**А. Ю. Шеренцис:** Да, мы выпустили ее приблизительно год назад. В ней возникла острая необходимость, потому что в начале 2021 года вступил в силу приказ № 903 Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, вменяющий в обязанность собственникам водных ресурсов ведение точного учета сточных вод, что подразумевает измерение и фиксацию с помощью приборов.



Рис. 3. Измерительный комплекс учета сточных вод на базе электромагнитного расходомера РСЦ-2

Основным узлом такой системы учета является электромагнитный расходомер РСЦ-2, который позволяет со специальными патрубками измерять расход безнапорных потоков. Он непрерывно измеряет прямой и реверсный расход, а также суммарный объем жидкости, протекающей, например, по каналу или в безнапорном трубопроводе.

Измеряемыми средами могут быть сточные и теплофикационные воды, пульпы с неферромагнитными мелкодисперсными частицами, технические кислоты, щелочи, рассолы или растворы различных веществ, другие жидкости с удельной проводимостью не менее 200 мкСм/м.

К расходомеру РСЦ-2 присоединен трубопровод с вертикальным изливом (рис. 3). Благодаря такой конструкции труба всегда заполняется целиком, и через первичный преобразователь проходит весь объем измеряемой жидкости. Хотелось бы еще отметить надежность расходомера. У него нет движущихся частей, на нем отсутствует потеря давления, также он имеет функцию определения сухой трубы.

Первичный преобразователь расхода РСЦ-2 можно устанавливать на трубопроводах, выполненных из разных материалов, и даже в канализационных колодцах, которые периодически затопливает целиком, потому что у него степень защиты оболочки IP68. Температура рабочей среды должна быть в пределах +10...+150 °С, а температура окружающего воздуха – в пределах +5...+50 °С, то есть система вполне универсальна и подойдет для большинства канализационных стоков.

**ИСУП:** А насколько точен расходомер РСЦ-2?

**А. Ю. Шеренцис:** У него достаточно высокая точность измерения. Расходомер обеспечивает измерение расхода в диапазоне от 0,071 до 4524 м<sup>3</sup>/ч с погрешностью ±0,5 или ±1 % (в зависи-

мости от поддиапазона). Кроме того, узел учета демонстрирует чувствительность на малых скоростях потока – от 0,02 м/с, а значит, может регистрировать даже самую незначительную величину расхода. Измеренные значения обрабатываются встроенным программным обеспечением и передаются на устройства индикации, а также архивируются в памяти прибора. Измерительный блок может быть отнесен от первичного преобразователя расхода на расстояние до 150 м.

**ИСУП:** Хотелось бы узнать побольше еще об одной модификации электромагнитного расходомера – РСЦ «ПРОФИ», которая предназначена для особо неблагоприятных условий. Какие у него конструктивные особенности?

**А. Ю. Шеренцис:** Да, расходомер РСЦ «ПРОФИ» применяют для измерения сред, которые характерны для производственных процессов: это технические кислоты и щелочи, рассолы или растворы, пульпы с мелкодисперсными неферромагнитными частицами и любые другие жидкости с электропроводностью не ниже 200 мкСм/м и температурой +5...+150 °С. Также этот расходомер устанавливают в помещениях, где присутствуют пары агрессивных жидкостей. Корпус и фланцы у него изготовлены из коррозионно-стойкой стали 12Х18Н10Т. Электроды могут быть выполнены из разных материалов: стали 12Х18Н10Т, хастелоя С, титана или тантала. Это зависит от типа измеряемой среды. Если заказчику необходимы другие электроды, мы готовы выполнить их из того материала, который он предоставит.

Первичный преобразователь может иметь исполнения IP65 или IP68. Конструктивные особенности расходомера придают ему особую прочность, надежность и долговечность. По техническому паспорту срок его службы составляет 12 лет, но в реальности еще дольше.

**ИСУП:** В заключение интервью хотелось бы спросить, какие сложности в реализации программ импортозамещения вы видите сегодня и как ваше предприятие справляется с этой задачей?

**А. Ю. Шеренцис:** Импортозамещение не должно быть самоцелью, навязчивой идеей. Ведь вариться в собственном соку, в изоляции от лучших мировых творческих, технических и организационных решений – не лучшая идея.

Сегодня предприятия модернизируют свою производственную систему, интенсивнее ведут научно-исследовательские программы, переориентировались на взаимовыгодную работу с проверенными компаниями из дружественных стран. То есть говорить о приспособленчестве не нужно – компании переходят на новую независимую платформу создания и изготовления инновационных продуктов. И наша компания понимает импортозамещение как системное решение, включающее в себя как создание импортонезависимых технологий и продуктов, так и встраивание в импортонезависимые цепочки создания добавленной стоимости. Научно-производственный потенциал позволяет «ВТК Энерго» с уверенностью работать на современном рынке вне зависимости от каких-либо санкций и приходов-уходов отдельных его участников.

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



А. Ю. Шеренцис, директор  
Торгового Дома «ВТК Энерго», г. Киров,  
тел.: +7 (8332) 351-600,  
e-mail: energo@vtkgroup.ru,  
сайт: vtkgroup.ru



Сейчас в СММ

Все дублируется в новостной ленте Дзена

# Уровнемеры и системы измерения массы нефтепродуктов от российского разработчика «ОКБ Вектор»



Компания «ОКБ Вектор» с 2012 года разрабатывает, производит и поставляет на рынок РФ и стран СНГ высокоточные уровнемеры и системы измерения массы нефтепродуктов. Оборудование применяется в сфере нефтепереработки, нефтераспределения и с успехом заменяет импортную продукцию.

ООО «ОКБ Вектор», г. Москва

Современные информационно-измерительные системы для объектов транспортировки и хранения жидких сред в качестве основных средств контроля предполагают использование высокоточных интеллектуальных уровнемеров и сигнализаторов уровня. Точное определение массы и объема жидкости позволяет обеспечить достоверный технологический и коммерческий учет продукта, строгий контроль расхода и текущих запасов, уменьшить потери при хранении и финансовые затраты компаний из-за ошибок учета или логистики поставок, а также исключить случаи неконтролируемых сливов, хищения и нецелевого использования.

Московская компания ООО «ОКБ Вектор» начала свой путь в 2012 году как разработчик и изготовитель интеллектуальных измерительных устройств для оценки характеристик жидкости в различных технологических емкостях. Аббревиатура «ОКБ» в названии означает «опытно-конструкторское бюро» и полностью характеризует подход компании к созданию собственных продуктов. На средства измерения получены сертификаты взрывобезопасности, пройдены испытания и получены сертификаты об утверждении типа средств измерений в РФ, республиках Беларусь, Узбекистан, Казахстан.

Запатентованный компанией магнитострикционный метод измерения

основан на комбинации сразу двух известных физических эффектов — магнетизма и ультразвука. Основным направлением деятельности «ОКБ Вектор» в настоящее время является совершенствование магнитострикционного принципа работы датчиков в целях достижения максимально высокоточных измерений непрерывно меняющихся уровней жидких сред — общего и межфазных.

На рис. 1 упрощенно проиллюстрирован принцип магнитострик-

ции в работе уровнемера. Положение позиционера — магнитного поплавка, который скользит вдоль зонда датчика (волновода), определяется с помощью специального детектора (магнитострикционного преобразователя). Импульс тока, запускающий работу датчика, создает вдоль закрепленного внутри направляющей трубки проводника (1), изготовленного из магнитострикционного материала, магнитное поле (3). Роль датчика положения выполняет поплавок с постоянными

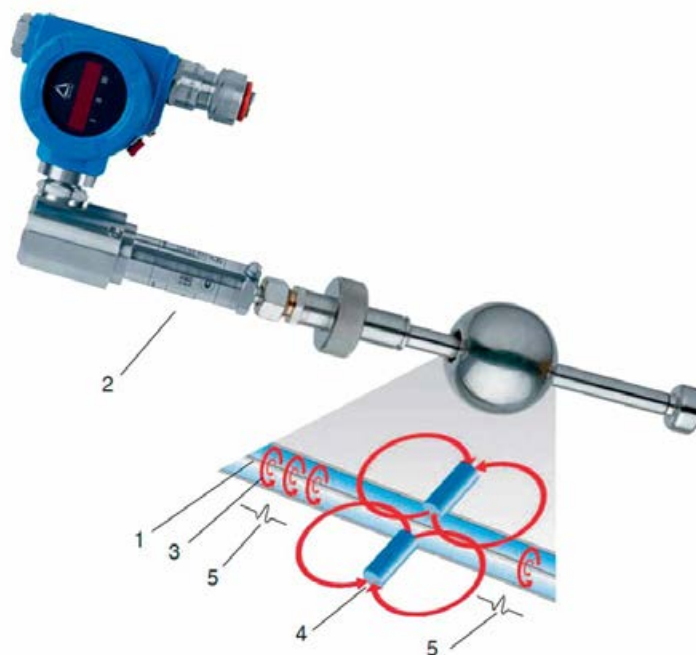


Рис. 1. Использование явления магнитострикции в уровнемере

магнитами (4), расположенный на уровне жидкости в точке измерения. В результате взаимодействия магнитных полей в проводнике появляется механическая волна скручивания (5). Одновременно в корпусе датчика (2) на конце проводника с помощью пьезо-керамического преобразователя формируется электрический сигнал. Измеренная задержка распространения сигнала пропорциональна расстоянию до точки расположения поплавка (точ-

ки измерения), которое нужно определить с максимальной точностью.

Применение магнитострикционных датчиков уровня и уровнемеров особенно эффективно в установках, эксплуатируемых при высоких температурах (до 450 °С) и под высоким давлением (до 10 МПа), в емкостях с агрессивными средами, в том числе дающими обильную пену и затрудняющими измерение стандартными способами. Также эти датчики поз-

воляют успешно контролировать границу между средами в емкостях, где находятся одновременно две и три среды с разной плотностью.

Основная функция магнитострикционного датчика уровня ПЛП (рис. 2) и многопараметрического магнитострикционного уровнемера ВЕКТОР – автоматическое измерение линейного расстояния от начальной точки отсчета до одного или нескольких подвижных поплавков. Поплав-



Рис. 2. Датчик уровня магнитострикционный ПЛП с интерфейсным взрывозащищенным блоком БИВ1 (опционально): а – блок без дисплея; б – блок с выносным дисплеем

Рис. 3. Магнитострикционные многопараметрические уровнемеры ВЕКТОР: а – ВЕКТОР-ДТ; б – ВЕКТОР-ДПТ

ки подбираются в зависимости от различных параметров: температуры и химической стойкости жидкости, диаметра зонда уровнемера, условного прохода фланца. В стандартный комплект уровнемера входят поплавки из стали AISI 316L, опционально поплавки могут изготавливаться из стали 12X18H10T, титанового сплава, ПВДФ и других материалов. В зависимости от условий эксплуатации и отдельных требований датчики уровня могут выпускаться в специальных исполнениях. Датчики ПЛП реализуются в общепромышленном исполнении, а для взрывоопасных зон – в исполнениях ПЛП-Ех и ПЛП-Вн, также имеются исполнения ВЕКТОР-Ех, ВЕКТОР-Вн.

Для подключения датчиков с различными интерфейсами и протоколами обмена к промышленным коммуникационным системам и информационным сетям используются интерфейсные взрывозащищенные блоки БИВ-1, устанавливаемые на корпусе датчика или на некотором удалении (до 30 м). Информационный обмен с внешними устройствами выполняется по стандарту RS-485 и (или) HART-протоколу.

К числу наиболее востребованных датчиков московской компании относятся следующие исполнения магнитострикционных уровнемеров серии ВЕКТОР:

- ВЕКТОР-ДТ (рис. 3а), конструкция которого включает измерительный элемент, электронный преобразователь, поплавки (от одного до пяти), датчики температуры, ЖК-дисплей (опционально);

- ВЕКТОР-ДПТ (рис. 3б), в функции которого, наряду с автоматическим измерением уровней жидкой среды, раздела фаз и температуры в нескольких точках, входят измерение гидростатического давления, расчет значений средней плотности по столбу жидкости в резервуаре. В конструкции уровнемера используется микропроцессорный интеллектуальный датчик дифференциального давления, информация с которого передается в электронный преобразователь.

На основе ВЕКТОР-ДПТ специалистами ООО «ОКБ Вектор» разработана и внедряется на объектах нефтяной отрасли система измерения массы нефтепродуктов СИМ ВЕКТОР (рис. 4). Ее основные функции:

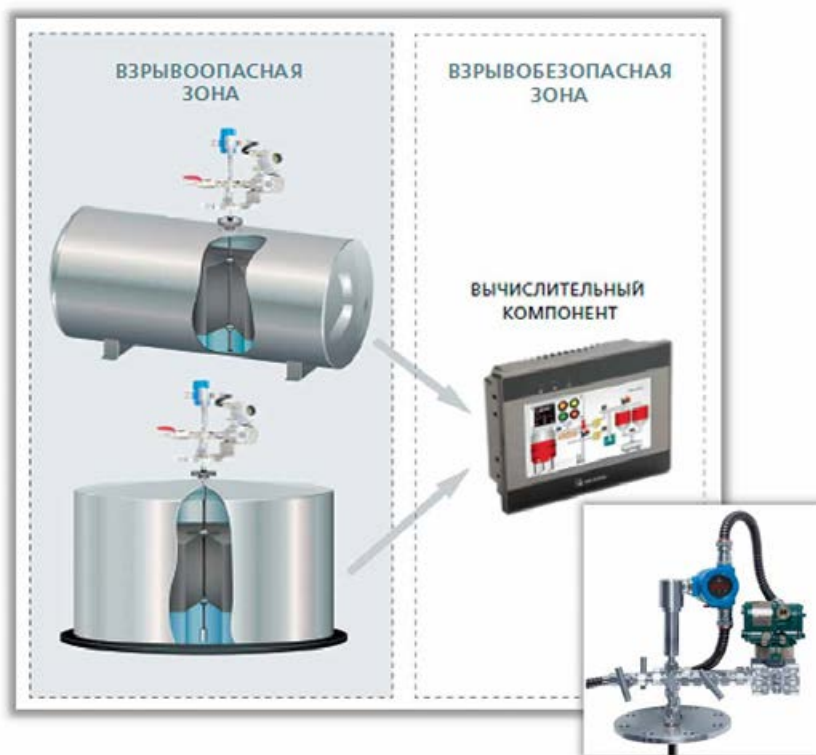


Рис. 4. Система измерений массы нефтепродуктов СИМ ВЕКТОР

- определение уровня, объема и массы продукта (брутто, нетто, масса балласта);
- измерение уровней раздела сред, подтоварной воды;
- измерение давления гидростатического столба жидкой среды;
- измерение температуры (не менее чем в пяти точках по высоте резервуара);
- отображение на панели оператора всей текущей информации в цифровом и графическом виде и ее архивирование;
- настройка параметров системы и диагностика.

Отдельно подчеркнем, что все функции осуществляются в автоматическом режиме.

Система СИМ ВЕКТОР построена по иерархическому принципу. На нижнем уровне устанавливаются измерительные устройства (первичные преобразователи) – магнитострикционные многопараметрические уровнемеры ВЕКТОР-ДПТ или ВЕКТОР-ДТ. Основным элементом среднего уровня является панель оператора с программным обеспечением и сенсорно-графическим дисплеем (рис. 5). Верхний уровень – SCADA-система, представляющая собой программный продукт

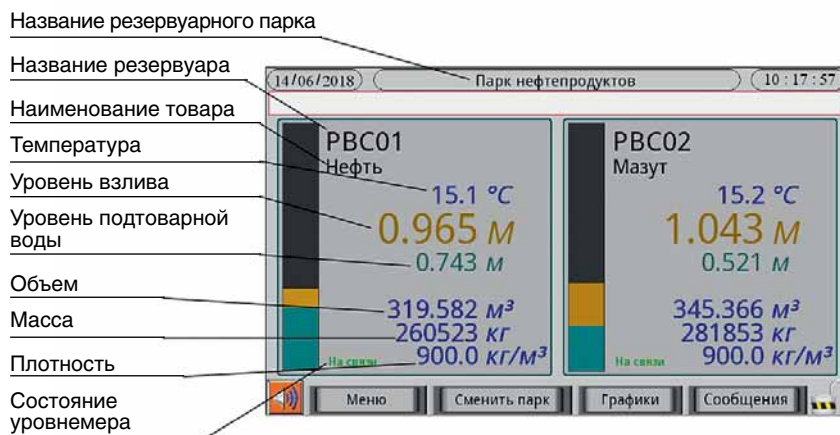


Рис. 5. Пример отображения информации на панели оператора: окно резервуарного парка



Рис. 6. Пример реализации системы СИМ ВЕКТОР на промышленном объекте

на базе MasterSCADA™ (совместная разработка ООО «ОКБ Вектор» и ООО «ИнСАТ»). Либо данные со среднего уровня передаются на верхний уровень заказчика. Следующий уровень – сервисный. Он включает в себя терминальную программу настройки системы. На рис. 6 показан пример реализации системы СИМ ВЕКТОР на объекте.

Метрологические характеристики системы:

- ▶ для канала измерения массы и объема рабочей среды:
  - допустимая относительная погрешность вычисления массы и объема 0,015 %;
  - допустимая относительная погрешность измерения объема (с учетом допускаемой относительной погрешности градуировочной таблицы резервуара  $\pm 0,25\%$ ) 0,40 %;
  - допустимая относительная погрешность измерения массы нетто  $\pm 0,60\%$  (при массе рабочего тела более 200 т) и  $\pm 0,75\%$  (менее 200 т);
  - допустимая относительная погрешность измерения массы брутто  $\pm 0,50\%$  (при массе рабочего тела более 200 т) и  $\pm 0,65\%$  (менее 200 т);
  - точность хода часов компонентов вычисления – не более  $\pm 5$  с/сут;
- ▶ для канала вычисления средней плотности рабочего тела верхний

предел вычисления значения средней плотности жидкости  $1500 \text{ кг/м}^3$ ;

▶ для канала измерения гидростатического давления:

- диапазон измерения 0...250 кПа;
- допустимая приведенная погрешность измерения (определяется входящим в состав системы преобразователем/датчиком дифференциального давления)  $\pm 0,075$ ;  $\pm 0,04\%$  (второе значение – для системы с уровнемером ВЕКТОР-ДТ);

▶ для канала измерения температуры рабочего тела:

- диапазон измерений  $-45...+100$  °С;
- допустимая абсолютная погрешность измерений  $\pm 0,3$  °С;

▶ для канала измерения уровней рабочего тела, подтоварной воды и раздела сред:

- диапазон измерений уровня 0,5...25 м;
- допустимая абсолютная погрешность (при использовании стандарта физического уровня для асинхронного интерфейса RS-485 с поддержкой по протоколам Modbus RTU или HART)  $\pm 1$ ,  $\pm 3$  мм (второе значение – для системы с уровнемером ВЕКТОР-ДТ).

Кроме магнитострикционных датчиков уровня ПЛП, многопараметрических уровнемеров ВЕКТОР и системы измерения массы СИМ ВЕКТОР, каталог продукции компании включает и другие интеллектуальные измерительные устройства и системы, пользующиеся у заказчиков неизменным спросом.

*Вибрационные сигнализаторы уровня ВИСУР* в исполнениях 10-Н, 10-DD и 10-Н обеспечивают защиту от недолива или переполнения в емкостях и трубопроводах с помощью передачи сигнала при достижении минимального или максимального уровней в емкостях с различными жидкими средами, а также реализуют функцию фиксации раздела фаз (для двухфазных жидкостей).

*Многоточечные датчики температуры ПТМ* используются в качестве элементов интеллектуальных измерительных комплексов для контактного измерения температуры рабочей среды (газы, сыпучие материалы и т. п.) в отдельных точках (шаг по высоте

технологической установки произвольный). Может быть реализовано до 32 точек замера, диапазон измеряемых температур  $-55...+150$  °С.

*Беспроводные комплексы для приема и передачи информации*, реализованные на базе взрывозащищенных интерфейсных блоков типа БИБ2-UART/ISM868 и БИБ3-ISM868/RS485, обеспечивают мониторинг и управление без присутствия обслуживающего персонала на удаленных и труднодоступных объектах, где прокладка кабельных трасс затруднительна или невозможна.

*Линейка дополнительного оборудования*, включающая преобразователи УН-01 (HART-модем), сенсорно-графические панели оператора, адаптированные к потребностям заказчика, многофункциональные интерфейсные терминалы ВЕКТОР-ТМИ и др.

Высокотехнологичная и качественная продукция ООО «ОКБ ВЕКТОР» много лет используется на объектах газовой, нефтяной, атомной, химической и медицинской промышленности, в энергетической и транспортной отраслях, а также в системах водоподготовки и водоочистки, сельском хозяйстве и ЖКХ. С 2012 года предприятием изготовлено и поставлено более 15 тыс. высокоточных датчиков уровня для технологических емкостей и резервуарных парков. Собственные разработки, запатентованные решения, импортонезависимые технологии и большой научнотехнический потенциал гарантируют предприятию стабильность и независимость от любых внешних ограничений.



ООО «ОКБ Вектор», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 989-5273, доб. 5,  
e-mail: okbvektor@bk.ru,  
сайт: www.okbvektor.ru



**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



# Сделано в России

Производитель высоконадежной электротехники, завод полного цикла, локализованный в России

**20**  
лет

на электротехническом рынке

**10+**  
филиалов

в городах России

**20+**  
стран

с которыми работаем

**60 000**  
ВИДОВ

электротехнических изделий

Реклама



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.

# Нормирующие преобразователи и барьеры искрозащиты Ступинского электротехнического завода



Российский производитель, Ступинский электротехнический завод, расширяет номенклатуру компонентов для АСУ ТП. В статье представлены нормирующие преобразователи сигналов серии АВИН и барьеры искрозащиты серии АВИС разных модификаций.

ООО «НПО «АвалонЭлектроТех», г. Москва

Преобразование сигналов, гальваническая развязка, обеспечение взрывобезопасности — это типовые задачи, которые приходится решать при производстве систем автоматки в самых разных отраслях, например таких, как нефтегазовая и химическая промышленность или энергетика. Уход с российского рынка западных производителей, с одной стороны, усложняет жизнь производителям АСУ ТП, но с другой — дает шанс отечественным производствам компонентной базы для таких систем.

Ступинский электротехнический завод (ООО «СТЭЗ») — предприятие с полным циклом производства электротехнической продукции. Оно было основано в 2017 году и являлось частью крупного международного производственного холдинга. Сегодня это российский завод, выпускающий электротехническую продукцию под брендом STEZ®. Завод входит в холдинг «Авалон Групп». Другим предприятием группы является ООО «НПО «АвалонЭлектроТех», которое обеспечивает поставки продукции СТЭЗ, а также включает в себя центр компетенций и производственно-сервисный центр, позволяющий осуществлять поставки комплексных решений по автоматизации.

В 2023 году на базе производственных мощностей Ступинского электротехнического завода было успешно запущено производство активных барьеров искрозащиты серии АВИС и преобразователей с гальванической развязкой серии АВИН. Налажены цепочки поставок компонентов, согласованы надежные поставщики

и организован сквозной контроль качества. Ассортимент изделий включает в себя преобразователи и барьеры для входных и выходных аналоговых сигналов постоянного тока, дискретные усилители для бесконтактных датчиков и «сухих» контактов, нормирующие преобразователи сигналов температурных датчиков, развязки



Рис. 1. Нормирующий преобразователь сигналов серии АВИН



Рис. 2. Преобразователи АВИН с общей шиной



Рис. 3. Барьеры искрозащиты АВИС

сигналов частоты, модули управления исполнительными искробезопасными устройствами в Ex-зоне и др.

Для согласования различных уровней сигналов между контроллером в системе автоматизации и полевым оборудованием (датчики, исполнительные механизмы), а также для обеспечения гальванической развязки классическим решением является использование преобразователей с гальванической развязкой. Нормирующие преобразователи сигналов серии АВИН (рис. 1) производства СТЭЗ предлагаются в широком ассортименте, который позволяет согласовать между собой самые разнообразные типы аналоговых сигналов (более сотни различных комбинаций), развязать дискретные линии, линеаризовать сигналы термопар и термосопротивлений и т.д. Предлагаются версии с возможностью разветвления сигналов, с контролем целостности сигнальной цепи.

В современных системах автоматизации технологических процессов, прежде всего в нефтегазовой и химической отраслях (это касается добычи, переработки и транспортировки), предъявляются высокие требования к аппаратным и программным средствам управления, которые должны гарантировать надежную, безотказную работу. Спецификой эксплуатации

оборудования в этих отраслях является наличие зон, где в течение длительного времени или постоянно в нормальном режиме работы присутствуют потенциально взрывоопасные вещества, поэтому применяемые средства автоматизации и контрольно-измерительные приборы должны обеспечивать достаточный уровень взрывобезопасности. Одним из основных видов взрывозащиты для контрольно-измерительного оборудования является Ex i – «искробезопасная электрическая цепь». Это обусловлено тем, что оборудование с видом взрывозащиты Ex i, в отличие от других видов, может применяться во взрывоопасной зоне 0 (зона, где взрывоопасная атмосфера присутствует постоянно или в течение длительного периода времени). Базисной концепцией такого рода защиты является ограничение энергии в электрической цепи.

Барьеры искрозащиты серии АВИС (рис. 3) позволяют передавать сигналы из взрывоопасной зоны в систему управления, обеспечивают питание датчиков, позволяют управлять нагрузкой во взрывоопасной зоне. Помимо широкого набора комбинаций типов сигналов на входе и выходе, барьеры искрозащиты АВИС предлагают возможность подачи питания через общую шину, поддержку HART-

протокола для развязок сигналов тока 4...20 мА, контроль целостности сигнальной цепи, разветвление сигналов.

Развитие линейки продукции не стоит на месте. В настоящее время заводские испытания проходят модели для нормирования сигналов потенциометра, переменного тока и напряжения, пороговые реле, одноканальные преобразователи аналоговых сигналов в тонких корпусах толщиной 7 мм, универсальные температурные преобразователи.

В гальванической развязке модулей применяются высокочастотные планарные трансформаторы. Использование данной технологии предполагает повышенные требования к электромагнитной совместимости изделий, а также их устойчивости к электромагнитным помехам. В лабораторных заводских испытаниях данному аспекту уделяется особое внимание. Это помогает добиться надежной, устойчивой работы преобразователей в тяжелых промышленных условиях эксплуатации.

СТЭЗ располагает собственной аккредитованной метрологической лабораторией, что позволяет предлагать заказчикам преобразователи и барьеры с метрологической поверкой прямо с завода, не тратя времени на пересылку в другие лаборатории.

Подробно ознакомиться с номенклатурой продукции нормирующих преобразователей и барьеров искрозащиты, а также с другими направлениями продукции можно на сайте ООО «НПО «АвалонЭлектроТех».



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

# Новые серийные датчики тока и напряжения от российского производителя



В статье представлены новинки из серий измерительных преобразователей силы тока и напряжения ПИТ и ПИН, которые разрабатывает и производит российская компания НПО «Горизонт Плюс». Эти приборы являются достойной альтернативой токовым шунтам, трансформаторам тока и другим устройствам.

ООО «НПО «Горизонт Плюс», г. Истра, Московская область

Настоящая статья предназначена как для специалистов, уже давно применяющих датчики измерения тока и напряжения российского производства, так и для потребителей, впервые использующих датчики производства НПО «Горизонт Плюс». В статье представлен внешний вид и приведены особенности новых, впервые разработанных датчиков. С широкой номенклатурой других датчиков, выпускаемых НПО «Горизонт Плюс», можно ознакомиться на сайте компании-производителя.

В работах [1, 2] подробно описаны конструкция и принцип действия бесконтактных преобразователей (датчиков) измерения тока и на их основе — датчиков напряжения и активной мощности. Все указанные приборы уже много лет разрабатывает и производит фирма НПО «Горизонт Плюс» в городе Истре Московской области. Эти датчики стали достойной альтернативой токовым шунтам, трансформаторам тока и т. д. Относительно малые габариты, способность бесконтактно, без разрыва токовой цепи измерять любой вид тока, наличие гальванической развязки и хорошее соотношение цена/качество обеспечили этим приборам широкий рынок сбыта. Важным фактором также является высокая надежность датчиков, которая подтверждена их многолетней эксплуатацией на разных пред-

приятиях и в разных условиях работы. Кроме того, потребителем датчиков из Истры уже долгое время является фирма WONTECH Co., Ltd. из Южной Кореи, которая использует их в своей медицинской аппаратуре. Датчики НПО «Горизонт Плюс» внесены в Госреестр СИ РФ и соответствующие реестры республик Казахстан и Беларусь.

Ниже представлена краткая информация о новых приборах из серии преобразователей измерительных силы тока и напряжения, которые недавно появились в линейке датчиков и сегодня поставлены на производство. Приведенные данные помогут потенциальным потребителям выбрать нужный прибор и заказать его на сайте фирмы: [gorizont-plus.ru](http://gorizont-plus.ru). На этом же сайте выложена основная техническая документация на приборы и представлены более полные технические характеристики.

## Преобразователь для измерения малых токов

Под малыми токами здесь понимается диапазон от 0 до 150–300 А. В линейке датчиков тока НПО «Горизонт Плюс» уже имеются приборы, измеряющие такие токи, например ПИТ-150-УА-П10 или ПИТ-300-УА-Б14 [1]. Первый из них предназначен для монтажа на печатную плату, и, поскольку измеряемые токи небольшие, диаметр отверстия под токовый про-

водник составляет 10 мм. В конструкции второго этот диаметр увеличен до 14 мм, а сам прибор можно монтировать в блок с помощью DIN-рейки. Но в любом случае монтаж этих датчиков осуществляется путем крепления корпуса прибора к какой-либо поверхности.

Новый датчик ПИТ-xxx-УА-Б20, разработанный специалистами НПО «Горизонт Плюс», расширяет функциональные возможности этого класса приборов. При относительно малых размерах 44 × 44 × 34 мм диапазон измеряемых токов у него расширен до 400 А, также увеличен до 20 мм диа-



Рис. 1. Внешний вид преобразователя ПИТ-xxx-УА-Б20, который можно монтировать непосредственно на токовой шине

Таблица 1. Характеристики новых датчиков серий ПИТ и ПИН от НПО «Горизонт Плюс»

№	Наименование прибора	Диапазон измеряемых токов, А (напряжений, В)	Приведенная погрешность, %	Выходной сигнал, мА	Максимальное сопротивление нагрузки, Ом	Величина тока по цепи питания, мА	Размер отверстий под токовую шину, мм	Частота преобразуемой силы тока, Гц	Напряжение питания, В	Электрическая прочность, кВ	Сопротивление изоляции в рабочих условиях, МОм	Габаритные размеры, мм
1	ПИТ-xxx-УА-Б20	400	1	10	600	25	20	100	14,25...15,75	6	5	44 × 44 × 34
2	ПИТ-xxx-УА-Б60	4000	0,7	Ином/5000		40	60	50	18...24,5			144 × 170 × 65
3	ПИТ-xxx-УА-Б42х162	5000	1,3	10 В	10	10	162 × 42	50	14,25...15,75	15	5	250 × 169 × 49
4	ПИН-xxx-УА-Б1-М	(3000)	0,5	50	Величина сопротивления нагрузки такова, чтобы падение напряжения на ней было не более 6 В эф.	70	-	60	14,25...15,75	9	20	166 × 79 × 63
5	ПИН-xxx-УА-Б1-Р-М	(3000)	0,5	50		70	-	60	14,25...15,75	9	20	166 × 79 × 40
6	ПИН-xxx-УА-Б-М	(6000)	0,5	50		70	-	60	14,25...15,75	13	20	208 × 107 × 95
7	ПИН-xxx-УА-Б-Р-М	(6000)	0,5	50		70	-	60	14,25...15,75	13	20	208 × 107 × 64

метр окна под токовую шину. Последнее дает возможность использовать токовый провод с наконечником. Другой особенностью этого типа датчика является его конструкция (рис. 1), позволяющая крепить датчик непосредственно на токовой шине, что зачастую очень удобно при плотном монтаже в шкафу или в переносном блоке. Основные технические характеристики прибора приведены в строке 1 таблицы.

#### Преобразователи для больших токов

Другой преобразователь – ПИТ-xxx-УА-Б60 (рис. 2) – дополнил линейку ранее разработанных датчиков тока, у которых диаметр отверстия под токовую шину составлял 30 и 40 мм. В новом приборе этот размер



Рис. 2. Преобразователь ПИТ-xxx-УА-Б60 с диаметром отверстия под токовую шину 60 мм и диапазоном измеряемых токов до 4000 А

равен уже 60 мм, а диапазон измеряемых токов увеличен до 4000 А. По требованию заказчиков количество витков компенсационной обмотки (коэффициент преобразования) может меняться и составлять 3000, 4000 или 5000 витков, что напрямую влияет на выходной сигнал прибора. Также для надежности и удобства потребителей в преобразователе заменены пластмассовые разъемы выводов на резьбовые шпильки. Последнее позволяет использовать датчик в транспортных и других подвижных системах, которые характеризуются повышенным уровнем вибрации, ударов и других механических воздействий. Кроме того, существенными являются требования по повышению электрической прочности до 6 кВ и снижению величины приведенной погрешности до 0,7 % (табл. 1, строка 2).

Часто пользователям больших датчиков для измерения тока приходится иметь дело не с кабелем, а с плоской токовой шиной или даже пакетом медных шин. Для таких случаев разработана конструкция нового преобразователя ПИТ-xxx-УН-Б42х162 (рис. 3). В этом датчике увеличены габаритные размеры, а круглое отверстие под кабель заменено на прямоугольное окно с размерами под шину 42 × 162 мм. В качестве выводных клемм используются резьбовые шпильки, выведенные на внешнюю панель прибора.

В строке 3 таблицы можно видеть, насколько у датчика выросли габаритные размеры и масса, но все это компенсируется возможностью измерения таким прибором больших токов.

У датчика несколько диапазонов измерений: на 3000, 4000, 5000 А. И при этом обеспечена гальваническая развязка цепей входа и выхода. Дополнительным преимуществом является малая, не более 10 мА, величина тока по цепи питания и увеличенная до 15 кВ величина электрической прочности изоляции прибора.

#### Современные преобразователи напряжения измерительные

В работе [2] показано, что преобразователи напряжения наследуют все преимущества датчиков измерения тока: они служат для измерения напряжения постоянного и переменного тока, в датчиках сохраняется гальваническая развязка цепей входа и выхода, высокое значение пробивного напря-



Рис. 3. Внешний вид прибора ПИТ-xxx-УН-Б42х162 для измерения больших, до 5000 А, токов и с возможностью использования больших пакетов шин



Рис. 4. Общий вид преобразователей напряжения: *а* – ПИН-xxx-УА-Б1-Р-М с внешним резистором; *б* – ПИН-xxx-УА-Б1-М с резистором внутри прибора

жения при относительно малых габаритных размерах, простота использования и высокая надежность работы.

В качестве примера представим внешний вид и основные технические характеристики новых приборов, которые тем не менее являются типичными представителями ранее разработанной серии датчиков напряжения ПИН. Типовой преобразователь ПИН-xxx-УА преобразует мгновенные значения измеряемого напряжения постоянного и переменного тока в пропорциональные значения силы постоянного и переменного тока. А ПИН-xxx-У-4/20 преобразует среднеквадратичное значение напряжения в пропорциональное значение силы постоянного тока, соответствующее требованиям к стандартному интерфейсу «токовая петля» 4...20 мА, где xxx – указание номинального значения напряжения преобразователя в вольтах.

На рис. 4 представлен внешний вид такого преобразователя ПИН в случае, когда нагрузочный резистор

находится снаружи прибора (*а*) или внутри него (*б*). Хорошо видно, что в последнем случае конструкция прибора дополнена специальным радиатором, позволяющим отводить излишнее тепло и поддерживать рабочий тепловой режим.

По условиям эксплуатации преобразователь ПИН-3000-УА-Б1-Р-М (Б1-М) соответствует требованиям к группе 3 по ГОСТ 22261-94 с расширенным температурным диапазоном от  $-40$  до  $+70$  °С и влажностью до 90 % при 25 °С.

Питание датчика производится от внешних источников напряжением, указанным в табл. 1, в строках 5 и 6, с пульсациями не более 10 мВ. По согласованию с разработчиком допускается питание от однополярного источника. Погрешность прибора в указанных условиях эксплуатации не превышает 1,5 %.

Все сказанное относится и к преобразователю ПИН-6000-УА-Б-Р-М (Б-М), внешний вид которого пока-

зан на рис. 5. Необходимо только дополнительно подчеркнуть, что этот прибор имеет пять диапазонов и способен измерять напряжение до 6000 В включительно. Также значительным преимуществом является величина электрической прочности изоляции, которая составляет не менее 13 кВ. Эти достоинства позволили использовать преобразователи напряжения ПИН-6000-УА-Б-Р-М (Б-М) в частотных преобразователях электроприводов, в частности, для тяговых двигателей электропоездов и другой аналогичной техники.

Сегодня специалисты НПО «Горизонт Плюс» разрабатывают новые модели преобразователей тока, напряжения и датчиков активной мощности, совершенствуют технологию изготовления этих приборов и дорабатывают модели датчиков в соответствии с требованиями заказчиков для замены зарубежных аналогов.

#### Литература

1. Болотин О.А., Портной Г.Я. и др. Применение датчиков измерения тока и напряжения для решения инженерных задач // Компоненты и технологии. 2016. № 1.
2. Болотин О.А., Гребенщиков Н.Ю., Портной Г.Я. и др. Российские преобразователи напряжения ПИН в Госреестре СИ РФ // Силовая электроника. 2023. № 2.

О.А. Болотин, научный сотрудник  
Н.Ю. Гребенщиков, ведущий инженер,  
Г.Я. Портной, к.т.н., главный конструктор,  
К.П. Разумовский, ведущий инженер,  
О.Е. Яценко, инженер-конструктор,  
ООО «НПО «Горизонт Плюс»,  
г. Истра, Московская область,  
тел.: +7 (929) 924-8104,  
e-mail: sensor@gorizont-plus.ru,  
сайт: gorizont-plus.ru



Рис. 5. Преобразователь напряжений до 6000 В, обеспечивающий электрическую прочность 13 кВ

# Программный комплекс ИРВИС-ТП и извещатель ИРВИС-102 в системе учета расхода газовых сред



Рассмотрены назначение и характеристики автономного извещателя И-102, работающего под управлением программного комплекса ИРВИС-ТП в единой системе учета газообразных сред. Показаны функциональные возможности и особенности комплекса.

ООО НПП «Ирвис», г. Казань

Системный подход, демонстрируемый научно-производственным предприятием «Ирвис», разработчиком приборов учета газа, предусматривает параллельную разработку устройств телеметрии, необходимых для эффективного функционирования измерительных комплексов, поставляемых компанией.

К числу удачных решений в этой области следует отнести автономный извещатель И-102 (ИРВИС-извещатель), служащий для простого и быстрого получения данных с удаленных приборов учета газа, выпускаемых под торговой маркой ИРВИС. Это независимое от расходомера-счетчика устройство, которое можно смонтировать на DIN-рейку вместе с блоком питания 5 В в любом удобном месте (в штатном исполнении извещатель оборудован буферным аккумулятором, позволяющим в случае отключения от сети 220 В несколько суток выполнять свои функции). Внешний вид прибора показан на рис. 1.

В отличие от пассивного модема, способного лишь транслировать информацию на компьютер, ИРВИС-извещатель в системе учета выступает как активное устройство, в состав которого входит не только модем с сим-картой, но и программируемый контроллер. Поэтому основные функции извещателя значительно расширены,

в их числе дистанционный мониторинг текущей информации, полученной с приборов учета, а также автоматическое оповещение персонала в случае нештатного режима работы и отказа газового оборудования. Такая информация может рассылаться в виде СМС-сообщений, писем по электронной почте и модемной CSD/GPRS-связи, что обеспечивает оптимальный с точки зрения временных и трудовых

затрат режим передачи данных. Кроме экстренных сообщений прибор может рассылать запрошенную информацию по расписанию.

Для подключения к расходомеру-счетчику извещатель оборудован интерфейсами RS-232 и RS-485, что позволяет размещать его на расстоянии до 1,5 км от прибора учета. Настройка И-102 может выполняться как с компьютера через USB, так и с мобильного телефона. Возможно подключение двух систем телеметрии.

В составе автоматизированных систем ИРВИС-извещатель работает под управлением программного комплекса ИРВИС-ТП, основной функцией которого является получение данных с приборов ИРВИС, обработка и хранение архивов полученной информации, а также ее отображение в виде типовых отчетов.

В программный комплекс входят следующие элементы (рис. 2):

- FTP-сервер для начального хранения полученной информации. Любой информационный файл сохраняется в специальной папке, идентифицируемой по заводскому номеру прибора;
- база данных (БД) — основное место хранения информации, полученной с приборов ИРВИС различными способами. В БД в табличной форме содержатся все верифицируемые копии состояния настроек изме-



Рис. 1. Автономный извещатель И-102

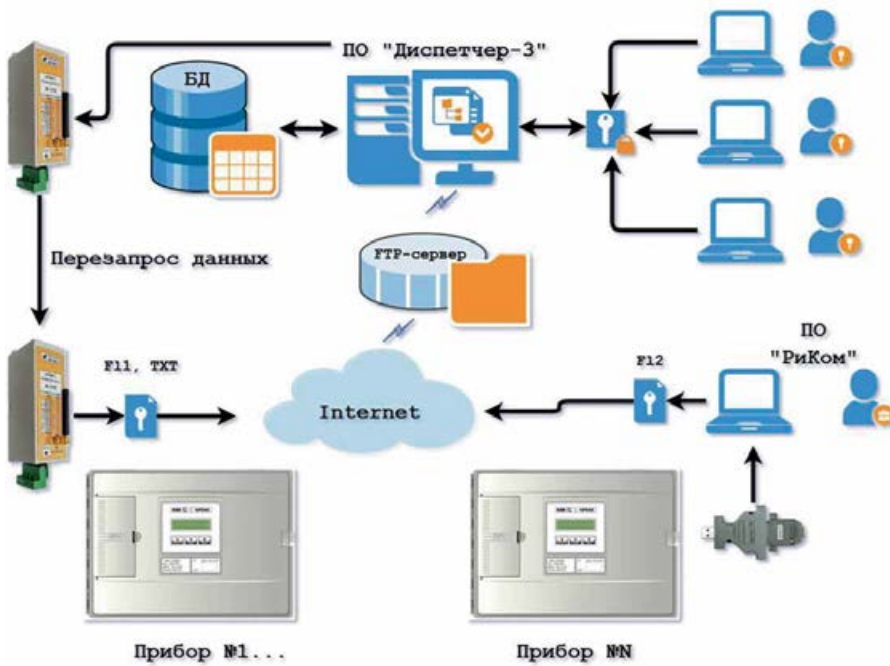


Рис. 2. Структурная схема программного комплекса ИРВИС-ТП

Таблица 1. Технические параметры ПО ИРВИС-ТП

Параметр	Реализация в ПО		
	ИРВИС-Флэш	ИРВИС-Диспетчер	Диспетчер-3
Получение и сохранение данных с ИРВИС-извещателей (автоматический режим)	Нет	Да	Да
Загрузка данных с флеш-носителей (ручной режим)	Да	Да	Да
Поддерживаемые типы файлов	FL2 (файл для приложения Adobe Flash)	FL1 (файл обновления BIOS), FL2, TXT	FL1, FL2, TXT
Количество поддерживаемых приборов учета	5	5	Не ограничено

нительных устройств и соответствующих им информационных архивов. Еще БД включает список администраторов программы с указанием приоритетов и паролей для доступа;

- ▶ комплект программных модулей, используемых при обработке информации, находящейся на FTP-сервере и в базе данных. Еще одна функция программных модулей – предоставление пользователю интерфейса доступа к данным.

Для выполнения разных задач комплекс ИРВИС-ТП подразделяется на три независимых программных продукта: ИРВИС-Флэш, ИРВИС-Диспетчер и Диспетчер-3. Их основные технические параметры представлены в табл. 1.

Кроме возможности объединения и сравнительной оценки информации, получаемой с приборов, программный комплекс ИРВИС ТП обеспечивает:

- ▶ возможность повторного запроса информации с измерительных устройств, оснащенных ИРВИС-извещателем, при необходимости уточнения данных;

- ▶ прием информации с группы приборов и доступ к ней на едином рабочем месте оператора;

- ▶ сохранение в БД как архивов результатов измерений и их анализа, так и полной информации о состоянии средства измерения;

- ▶ упрощение технической поддержки системы измерения.

ООО НПП «Ирвис», г. Казань,  
 тел.: +7 (843) 212-5629,  
 e-mail: 1@gorgaz.ru,  
 сайт: www.gorgaz.ru



Специализированные конференции

## ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ 2024



- 14 февраля 19-я специализированная конференция **ПТА – ЕКАТЕРИНБУРГ**
- 27 марта 5-я специализированная конференция **ПТА – КАЗАНЬ**
- 28 мая 15-я специализированная конференция **ПТА – САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**
- 25 сентября 4-я специализированная конференция **ПТА – УФА**
- 30 октября 14-я специализированная конференция **ПТА – НОВОСИБИРСК**



## Индивидуальный газоанализатор **АНКАТ-64М3**

контроль ДВК горючих газов,  
ПДК токсичных газов и вредных веществ,  
в том числе паров нефти, нефтепродуктов  
и других компонентов, а также кислорода (O<sub>2</sub>)  
в воздухе рабочей зоны.



Пылевлагозащищенный  
корпус – IP68



Одновременное измерение  
от 1 до 5 компонентов



Гарантийный  
срок – 24 месяца



### Автоматический контроль:

Кислорода O<sub>2</sub> | Сероводорода H<sub>2</sub>S | Горючих газов Ex | Углекислого газа CO  
ПДК паров нефти, нефтепродуктов | Формальдегида CH<sub>2</sub>O | Диоксида азота NO<sub>2</sub>  
Диоксида углерода CO<sub>2</sub> | Диоксида серы SO<sub>2</sub> | Хлористого водорода HCl  
Хлора Cl<sub>2</sub> | Аммиака NH<sub>3</sub> | Метанола CH<sub>3</sub>OH | Синильной кислоты HCN

**8 800 100 19 50**



**HART**  
COMMUNICATION PROTOCOL

ФГУП «СПО «АНАЛИТПРИБОР»

Россия, 214031, г. Смоленск, ул. Бабушкина, 3

market@analitpribor-smolensk.ru

www.analitpribor-smolensk.ru

## Стационарные датчики-газоанализаторы и газосигнализаторы ФГУП «СПО «Аналитприбор»



Газоаналитическая техника СПО «Аналитприбор» – это продукция полностью российской разработки и производства. В статье рассмотрена линейка стационарных датчиков с разным принципом действия: термохимических, инфракрасных, фотоионизационных, термомагнитных. Наличие разных исполнений позволяет подобрать прибор для измерения концентрации практически любых токсичных и взрывоопасных газов, встречающихся в промышленности.

ФГУП «СПО «Аналитприбор», г. Смоленск

Смоленское производственное объединение «Аналитприбор» (ФГУП «СПО «Аналитприбор») было основано в 1960 году и с самого начала специализировалось на выпуске газоаналитической техники. За 63 года компании довелось пережить разные эпохи, в том числе непростые, но, справившись со всеми испытаниями, предприятие приобрело мощную научную и производственную базу и стало одним из лидеров отрасли КИПиА в нашей стране. СПО «Аналитприбор» разрабатывает и выпускает газоанализаторы, сигнализаторы, пылемеры, рН-электроды, хроматографы и другое газоаналитическое оборудование, применяя для изготовления собственные решения, в том числе чувствительные элементы.

Сегодня, когда для российского рынка актуален поиск отечественных приборов, способных заменить импортное оборудование, СПО «Аналитприбор» готово предложить такую замену. Причем нельзя сказать, что компания производит аналоги, то есть копирует чужие решения. Это именно собственные разработки, которые обеспечивают выполнение тех же задач. На сайте предприятия [www.analitpribor-smolensk.ru](http://www.analitpribor-smolensk.ru) можно найти страницу, на которой приведен список импортного газоаналитического

оборудования и способных его заменить газосигнализаторов «Аналитприбор».

В статье мы рассмотрим стационарные датчики-газоанализаторы и газосигнализаторы, позволяющие создать системы разного масштаба: от одного автономно работающего прибора до десятков, обеспечивающих защиту персонала на обширной территории.

### Типы датчиков

ФГУП «СПО «Аналитприбор» выпускает линейку стационарных газоанализаторов и газосигнализаторов с различным принципом действия: термохимические (ДАТ-М), электрохимические (ДАХ-М), инфракрасные

(ДАК), фотоионизационные (ДАФ-М), термомагнитные (ДАМ). Важная особенность этих приборов – использование сенсоров собственного производства компании «Аналитприбор»: термохимических, электрохимических, инфракрасных, фотоионизационных. С помощью этой линейки можно определять ПДК (предельно допустимую концентрацию) и ДВК (довзрывоопасную концентрацию) практически всех токсичных и взрывоопасных веществ, встречающихся в промышленности. Кратко перечислим особенности приборов.

ДАТ-М (рис. 1). Термохимические газосигнализаторы по-другому называют термокаталитическими,



Рис. 1. Термохимические датчики-сигнализаторы ДАТ-М



Рис. 2. Электрохимические датчики-газоанализаторы серии ДАХ-М разных исполнений

так как их принцип действия основан на каталитическом окислении горючих веществ. Чувствительный элемент представляет собой проволоку из драгметалла с каталитически активной поверхностью. При взаимодействии газа с катализатором происходит реакция окисления, выделяется тепло и меняется температура металлической нити, а следовательно, меняется и ее сопротивление, которое находится практически в линейной зависимости от концентрации газа.

Термохимические газосигнализаторы применяют для контроля дозврывоопасных концентраций горючих газов и паров как в помещениях, так и на открытых площадках, и это самый распространенный и универсальный тип приборов. В частности, датчики-газосигнализаторы серии ДАТ-М позволяют определить концентрацию 144 различных веществ, что дает возможность применять их не только на объектах химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, газовой промышленности, но и во многих других отраслях и сферах экономики.

ДАХ-М (рис. 2). В основу принципа действия электрохимических датчиков положен процесс электролиза. В ходе окислительно-восстановительной реакции на электродах прибора возникает ток, который пропорционален концентрации измеряемого газа. Электрохимические газоанализаторы – распространенный тип прибора. Они обеспечивают высокую точность и хорошую воспроизводимость результатов, а также, что немаловажно, достаточно просты как в исполнении, так и в применении.

С помощью электрохимических газоанализаторов определяют концентрацию ядовитых неорганических компонентов в воздухе рабочей зоны, а также кислорода. Что касается именно датчиков серии ДАХ-М, то они способны определять концентрацию метанола ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), формальдегида ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), этилена ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) и окиси этилена ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ). Стационарные датчики серии ДАХ-М находят применение на объектах химических, нефтехимических и других производств, где они защищают людей и сами объекты. В зависимости от условий эксплуатации могут поставляться в разных корпусах, изготовленных из алюминия, нержавеющей стали или угленаполненного полиамида.

ДАК (рис. 3) – инфракрасные оптические датчики. Молекулы различных веществ поглощают энергию светового потока в разных частях спектра, но большинство – в инфракрасной части спектра. Это позволяет инфракрасным оптическим датчикам



Рис. 3. Инфракрасные датчики-газоанализаторы серии ДАК

определять достаточно широкий ряд веществ. В частности, исполнения газоанализаторов ДАК определяют дозврывоопасные концентрации метана ( $\text{CH}_4$ ), углеводородов, в том числе паров нефти и нефтепродуктов, попутного нефтяного газа, спиртов, а также объемную долю диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ).

Инфракрасные датчики дороже термохимических или электрохимических, но отличаются хорошей повторяемостью результатов, не подвержены отравлению и старению и имеют ряд других преимуществ. Применяются для контроля воздуха рабочей зоны на производственных объектах химической и нефтехимической, нефтеперерабатывающей, газовой промышленности и др. Есть варианты исполнения как в алюминиевом корпусе, так и в корпусе из нержавеющей стали.

ДАФ-М (рис. 4) – фотоионизационные газоанализаторы, в которых, в свою очередь, используются свойства ультрафиолета: молекулы газов и паров ионизируются под воздействием фотонов, излучаемых ультрафиолетовой лампой, что приводит к возникновению электрического тока. Преимущество фотоионизационных газоанализаторов состоит в том, что они дают возможность измерять очень низкие концентрации, а также позволяют определять большой спектр веществ. Так, датчики-газоанализаторы серии ДАФ-М позволяют измерять массовую концентрацию в воздухе паров ацетона ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ), бензола ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), бутилацетата ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ ), гексана ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ), изобутилена ( $i\text{-C}_4\text{H}_8$ ), изопропилбензола ( $\text{C}_9\text{H}_{12}$ ), метил-трет-бутилового эфира (tert-



Рис. 4. Фотоионизационные датчики-газоанализаторы серии ДАФ-М

$C_5H_{12}O$ ), н-пентана ( $C_5H_{12}$ ), н-гептана ( $C_7H_{16}$ ), пропанола ( $C_3H_7OH$ ), пропилена ( $C_3H_6$ ), стирола ( $C_8H_8$ ), толуола ( $C_6H_5CH_3$ ), фенола ( $C_6H_6O$ ), циклогексана ( $C_6H_{12}$ ), этанола ( $C_2H_5OH$ ), 1,3-бутадиена ( $C_4H_6$ ), нефти и нефтепродуктов.

Датчики-газоанализаторы серии ДАФ-М предназначены для применения на объектах химической, нефтехимической, нефтегазодобывающей, металлургической, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности, в том числе на атомных станциях.

ДАМ (рис. 5) – термомагнитные датчики-газоанализаторы с термокондуктометрическим принципом действия используют свойство некоторых газов взаимодействовать с магнитным полем: притягиваться им или отталкиваться от него. Такой датчик оснащен проточной камерой с чувствительными элементами – платиновыми терморезисторами. Если молекулы газа попадают в камеру, в ней начинается термомагнитная конвекция разной интенсивности, что и фиксируется прибором.



Рис. 5. Термомагнитный датчик-газоанализатор серии ДАМ

Особенность термомагнитных газоанализаторов – способность определять наличие только одного компонента. Так, датчики-газоанализаторы серии ДАМ могут определять концентрацию кислорода, водорода, диоксида углерода и дейтерия. Находят применение в системах контроля атмосферы промышленных объектов (СКАПО) в энергетике, химической и нефтехимической отраслях.

**Эксплуатационные характеристики и работа в составе автоматизированных систем**

Все указанные серии – ДАХ-М, ДАТ-М, ДАФ-М, ДАК, ДАМ – включают в свой состав только стационарные устройства. Подчеркнем, что у компании представлена большая линейка переносных (индивидуальных)

газоанализаторов, но в данной статье мы рассматриваем только стационарные исполнения.

Особенности эксплуатации выдвигают к этим приборам повышенные требования по части взрывозащиты, герметичности и рабочих температур. Корпус датчиков может быть изготовлен из нержавеющей стали, алюминия или угленасыщенного полиамида, а степень защиты оболочки в зависимости от исполнения варьируется в диапазоне от IP54 до IP68. В каждой серии представлены приборы, которые можно эксплуатировать в условиях Крайнего Севера: нижний порог их температурного диапазона достигает  $-60\text{ }^{\circ}C$ , верхний –  $+50\text{ }^{\circ}C$  (у инфракрасного датчика ДАК  $+90\text{ }^{\circ}C$ ). И только фотоионизационные и термомагнитные датчики ограничены диапазоном  $-40$  до  $+50\text{ }^{\circ}C$ , что тоже позволяет использовать их в регионах с довольно сильными морозами. Все линейки стационарных датчиков имеют исполнение, сертифицированные в соответствии с требованиями правил Российского морского регистра судоходства (РМРС) и правил Российского классификационного общества (РКО).

Для приборов можно задать два порога сигнализации: предупредительный и аварийный. В случае превышения ПОРОГА 1 красный светодиод на лицевой панели будет мигать, при достижении ПОРОГА 2 сигнал будет сплошным. Измеренные значения выводятся на лицевую панель.



Рис. 6. Настройка стационарного датчика

При этом функциональность стационарных датчиков «Аналитприбор» позволяет им работать как автономно, так и в составе различных автоматизированных систем сбора и передачи данных. Для этого все они оснащены набором аналоговых и цифровых (RS-485 и HART) выходов. А по дополнительному заказу датчики поставляются с комплектом кабельного ввода под бронированный кабель, металлорукав или трубную проводку.

Монтаж датчиков (за исключением термомагнитных газоанализаторов ДАМ) ведется на лицевой панели, что обеспечивает дополнительное удобство, а настраивать и калибровать прибор можно прямо на месте эксплуатации с помощью магнитного стилуса и HART-коммуникатора (рис. 6).

Для электропитания датчику требуется блок питания и сигнализации БПС. О нем необходимо рассказать отдельно.

#### Блок питания и сигнализации

Блоки питания и сигнализации БПС-21М и БПС-21М3 (рис. 7), как следует из названия, обеспечивают питание стационарных датчиков-газосигнализаторов. Однако БПС – это многофункциональное устройство, которое наряду с электропитанием выполняет функции контроллера, барьера искробезопасности, коммуникационные функции и позволяет формировать сложные газоаналитические системы из разных датчиков. Например, при необходимости все типы газоаналитических приборов, о которых говорилось выше, можно подключить к одному блоку шлейфом по интерфейсу RS-485. Таким образом, можно сказать, что в автоматизированной системе БПС играет роль центрального звена.

Многофункциональность БПС реализована за счет модульного построения. Один из модулей, который можно подключить к БПС, это КСД – контроллер сбора данных. Он отвечает за сбор и архивацию данных и обмен данными с внешними устройствами, который реализуется по интерфейсам RS-485 или Ethernet. Упомянутое подключение различных датчиков шлейфом осуществляется именно с помо-



Рис. 7. Блок питания и сигнализации БПС-21М3 с дисплеем

щью модуля КСД. Кроме того, имеет исполнение модуля КСД-Р, к нему подключается до трех реле.

Для подключения к блоку питания внешних исполнительных устройств в состав блока можно добавить коммуникационный модуль К. Этот модуль обеспечивает взрывозащиту вида «искробезопасная цепь» ia, ib или ic.

Также имеется модуль Р – блок реле, который способен обеспечить подключение до 8 реле и реализацию сигнала «ПОРОГ 3». Если во всех датчиках можно задать два порога сигнализации, то блок питания предусматривает три порога. Дополнительный ПОРОГ 3 предназначен для коммутации внешнего исполнительного устройства, допустим вентилятора или звукового оповещателя.

Поскольку заказчику могут понадобиться разные функции, БПС выпускаются в разных исполнениях. Например, на рис. 7 показан блок питания с дисплеем, может быть исполнение без дисплея. Также варьируются тип искробезопасной цепи, напряжение питания и другие характеристики. Устанавливаются блоки питания на DIN-рейки двух типоразмеров: ТН35-7,5 или ТН35-15. Системы, построенные на базе БПС, могут содержать до нескольких десятков таких устройств.

Преимущества блока питания и сигнализации БПС:

- ▶ возможность конфигурации сложных газоаналитических сетей с применением датчиков на различ-

ные газы и степени взрывозащиты (Exd, ib, ia);

- ▶ построение системы со смешанной конфигурацией подключения датчиков (шлейфовая/лучевая);

- ▶ искробезопасный барьер цепи ia, ib, ic;

- ▶ удобный монтаж на DIN-рейке;

- ▶ дополнительная сигнализация состояния ПОРОГ 1, ПОРОГ 2, ПОРОГ 3;

- ▶ архивирование данных, возможность подключения съемного носителя информации;

- ▶ возможность подключения исполнительных устройств по искробезопасной цепи (при использовании коммутационного блока К);

- ▶ полное соответствие нормативной базе РФ и Таможенного союза;

- ▶ уровень полноты функциональной безопасности SIL 3.

#### Заключение

Для выбора стационарного газоанализатора необходимо руководствоваться следующими критериями:

- ▶ перечень газов для контроля и их измеряемые диапазоны;

- ▶ температурный диапазон условий эксплуатации;

- ▶ наличие/отсутствие взрывозащиты;

- ▶ степень защиты корпуса, материал корпуса;

- ▶ тип выходного сигнала.

На сайте ФГУП «СПО «Аналитприбор» [www.analitpribor-smolensk.ru](http://www.analitpribor-smolensk.ru) размещены опросные листы для помощи в подборе необходимого оборудования. Также можно связаться со специалистами техподдержки по телефону: +7 (4812) 31-11-68.



ФГУП «СПО «Аналитприбор», г. Смоленск,  
тел.: 8 (800) 100-1950,  
e-mail: [market@analitpribor-smolensk.ru](mailto:market@analitpribor-smolensk.ru),  
сайт: [www.analitpribor-smolensk.ru](http://www.analitpribor-smolensk.ru)

# Портативный многокомпонентный газоанализатор «Полар-7». Экологический контроль и оптимизация процесса горения



Новинка петербургской компании «Промэкоприбор» – переносной многокомпонентный газоанализатор «Полар-7» – не только измеряет концентрации до семи газов одновременно, но и выполняет функции регистратора температуры, тяги и скорости газового потока, а также определяет технологические параметры контролируемой топливосжигающей установки. В статье приведены характеристики прибора, принципы его действия и особенности конструкции.

ООО «Промэкоприбор», г. Санкт-Петербург

Загрязнение окружающей среды в результате хозяйственной деятельности человека удается частично сдерживать благодаря повсеместному внедрению экологического контроля и возникновению отдельного большого рынка измерительных приборов, предназначенных для решения подобных задач. Появились специальные предприятия, которые занимаются разработкой и производством измерительного оборудования экологического назначения.

Компания из г. Санкт-Петербурга ООО «Промэкоприбор» присутствует на этом рынке с 2009 года и за 14 лет успела стать одним из лидеров отрасли, поставив более 2000 своих приборов на промышленные предприятия Российской Федерации и стран ближнего зарубежья. Многофункциональный технический сервис-центр и аккредитованная метрологическая служба позволяют специалистам ООО «Промэкоприбор» оказывать весь комплекс услуг по технической поддержке собственной продукции, а также обслуживать измерительное оборудование других производителей.

## Возможности и преимущества портативного газоанализатора «Полар-7»

К числу наиболее популярных разработок ООО «Промэкоприбор» относятся многокомпонентные газоанализаторы.

Среди них – новинка 2023 года, переносной многокомпонентный газоанализатор «Полар-7» (рис. 1).

Этот газоанализатор можно использовать как для настройки топливосжигающих установок и оптимизации процесса горения топлива, так и для экологического мониторинга загрязнения окружающей среды от стационарных и передвижных источников промышленных выбросов. Прибор позволяет определить, насколько режим котлоагрегатов влияет на массовую концентрацию выбрасываемых загрязняющих веществ, дает возмож-

ность составить режимную карту, установить отдельные технологические параметры топочно-горелочных установок (такие как коэффициент избытка воздуха, коэффициент потерь тепла, КПД сгорания топлива при работе на разных нагрузках и видах топлива), оптимален при испытаниях газоочистного оборудования и выполнении других задач.

Работа измерительного устройства построена на двух физических принципах: электрохимическом и оптическом инфракрасном. Наличие разных каналов измерения позволяет газоанализатору «Полар-7» определять концентрации следующих компонентов: кислорода ( $O_2$ ), оксида углерода (CO), оксида азота (NO), диоксида углерода (углекислый газ,  $CO_2$ ), диоксида азота ( $NO_2$ ), диоксида серы (сернистый ангидрид,  $SO_2$ ), сероводорода ( $H_2S$ ), метана ( $CH_4$ ) и пропана ( $C_3H_8$ ). Причем к неоспоримым преимуществам нового прибора относится возможность измерения до семи газовых компонентов одновременно. Метрологические характеристики газоанализатора при измерении концентраций различных газов приведены в табл. 1.

Наряду с концентрациями газов газоанализаторы «Полар-7» измеряют физические параметры газового потока: температуру, разность давлений (тягу) и скорость. Кроме этого, при-



Рис. 1. Переносной многокомпонентный газоанализатор «Полар-7»

Таблица 1. Метрологические характеристики переносного многокомпонентного газоанализатора «Полар-7»

Определяемый газ	Единицы измерения	Измерительный диапазон	Пределы допускаемой основной погрешности	
			абсолютной	относительной
O <sub>2</sub>	% об. д.	0...25	±0,2	–
CO <sub>2</sub> , ИК-датчик	% об. д.	0...20	±0,5 (от 0 до 5 вкл.)	±10 % (св. 5 до 20)
		0...50	±1,25 (от 0 до 12,5 вкл.)	±10 % (св. 12,5 до 50)
		0...100	±2,5 (от 0 до 25 вкл.)	±10 % (св. 25 до 100)
CO	млн <sup>-1</sup>	0...10 000	±10 (от 0 до 200 вкл.)	±5 % (св. 200 до 10000)
		0...20 000	±40 (от 0 до 800 вкл.)	±5 % (св. 800 до 20000)
	% об. д.	0...10	±0,02 (от 0 до 0,4 вкл.)	±5 % (св. 0,4 до 10)
CO <sub>низ</sub>	млн <sup>-1</sup>	0...500	±5 (от 0 до 100 вкл.)	±5 % (св. 100 до 500)
NO		0...300	±5 (от 0 до 50 вкл.)	±10 % (св. 50 до 300)
		0...4000	±10 (от 0 до 100 вкл.)	±10 % (св. 100 до 4000)
NO <sub>2</sub>		0...100	±2,5 (от 0 до 25 вкл.)	±10 % (св. 25 до 100)
		0...500	±5 (от 0 до 50 вкл.)	±10 % (св. 50 до 500)
Сумма оксидов азота (NO <sub>x</sub> ) в пересчете на NO <sub>2</sub>	млн <sup>-1</sup>	0...400	±6 (от 0 до 40 вкл.)	±15 % (св. 40 до 400)
		0...4500	±12 (от 0 до 80 вкл.)	±15 % (св. 80 до 4500)
SO <sub>2</sub>		0...300	±5 (от 0 до 50 вкл.)	±10 % (св. 50 до 300)
		0...5000	±10 (от 0 до 100 вкл.)	±10 % (св. 100 до 5000)
H <sub>2</sub> S		0...300	±5 (от 0 до 50 вкл.)	±10 % (св. 50 до 300)
		0...1000	±10 (от 0 до 100 вкл.)	±10 % (св. 100 до 1000)
CH <sub>4</sub> , ИК-датчик	% об. д.	0...5	±0,1 (от 0 до 1,0 вкл.)	±10 % (св. 1,0 до 5)
		0...20	±0,4 (от 0 до 4 вкл.)	±10 % (св. 4 до 20)
		0...100	±1,0 (от 0 до 10 вкл.)	±10 % (св. 10 до 100)
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , ИК-датчик	% об. д.	0...2,0	±0,04 (от 0 до 0,4 вкл.)	±10 % (св. 0,4 до 2,0)

бор позволяет определять температуру окружающего воздуха, атмосферное и абсолютное давление. Точность измерения этих величин приведена в табл. 2. В рассчитываемые значения входят объемный расход газового по-

тока, массовый выброс загрязняющих веществ, коэффициент избытка воздуха (альфа), коэффициент потерь тепла и КПД сгорания топлива.

Для подачи измеряемого газа используется зонд (длина трубки 180,

Таблица 2. Диапазоны измерений и пределы допускаемой погрешности газоанализатора по каналам измерений физических параметров газов

Характеристика	Измерительный диапазон	Пределы допускаемой основной погрешности	
		абсолютной	относительной
Температура окружающего воздуха, °C	-10...+50 (внешний датчик)	±1	–
	-40...+100 (внешний зонд)	±1	–
Атмосферное давление, гПа	600...1100	±3	–
Абсолютное давление, гПа	400...1300	±5	–
Температура газов, °C	0...+800	±2 (от 0 до +200 вкл.)	±1 % (св. +200 до +800)
	-40...+800	±2 (от -40 до +200 вкл.)	
	0...+1200	±2 (от 0 до +200 вкл.)	±1 % (св. +200 до +1200)
	-40...+1200	±2 (от -40 до +200 вкл.)	
Разность давлений газов, гПа	-200...+200	±0,02 (св. -2 до +2 вкл.)	±1 % (от -200 до -2 вкл.); ±1 % (св. +2 до +200)

300, 500, 750, 1000, 1500 или 2000 мм) и встроенный насос производительностью 0,8 дм<sup>3</sup>/мин. Результаты измерений хранятся на внутренней SD-карте (объем 16 Гб). Кроме того, они могут отображаться на ЖК-дисплее самого переносного прибора. Для передачи данных на компьютер используется порт USB. Данные можно распечатать, отправив их прямо с газоанализатора на внешний термопринтер с помощью ИК-порта или по Bluetooth. Этот же интерфейс используется для внешнего управления газоанализатором с мобильного устройства.

К преимуществам газоанализатора «Полар-7» относятся его дополнительные конструктивные возможности:

- ▶ установка двух измерительных каналов оксида углерода с дополнительным датчиком для определения низких концентраций;

- ▶ организация защиты датчика оксида углерода от перегрузки из-за повышенной концентрации в автоматическом режиме. В тех случаях, когда измеренное значение концентрации газа превышает порог, выполняется принудительная продувка датчика атмосферным воздухом.

**Удобное исполнение, простота интерфейса**

«Полар-7» – это промышленный прибор, выполненный в высокопрочном обрезиненном пластиковом корпусе, оборудованный клавиатурой с восемью кнопками и цветным графическим ЖК-дисплеем размером 3,5 дюйма и с разрешением 320 × 240 пикселей. Интерфейс прибора прост, а навигационное меню интуитивно понятно. Для удобства пользователей предусмотрена возможность изменять размер шрифта на экране. Встроенные в корпус магниты обеспечивают удобное крепление прибора на вертикальных поверхностях. Также газоанализатор оснащен встроенным дифференциальным манометром и двумя разъемами для подключения термодатчика типа К.

Прибор отличается компактностью (размеры 240 × 88 × 55 мм, масса не более 800 г), переносить его очень удобно как в футляре на ручном ремешке, так и в пластиковом кейсе, где он размещается вместе с принадлежностями (рис. 2). Для питания газоанализатора используется встроенная литийионная аккумуляторная



Рис. 2. Газоанализатор «Полар-7» в транспортировочном кейсе

батарея (номинальное напряжение 3,7 В, емкость 4,4 А·ч), обеспечивающая непрерывную работу прибора в течение не менее 16 часов. Диапазон эксплуатационных температур находится в пределах от -10 до +45 °С.

#### Заключение

В числе другого оборудования, выпускаемого ООО «Промэкоприбор» и востребованного на рынке, следует назвать универсальные переносные малогабаритные многокомпонентные газоанализаторы «Полар», «Полар про» и «Полар Универсал». Они применяются для экологического мониторинга и технологической настройки оптимальных характеристик топливосжигающих агрегатов на предприятиях нефтегазодобывающей, нефтегазоперерабатывающей, химической, машиностроительной и других отраслей промышленности. Также компания производит газоанализаторы и сигнализаторы газов линейки «Сектор», блоки осушки газовой пробы, блоки коммутации и напорные трубки.

ООО «Промэкоприбор»,  
г. Санкт-Петербург,  
тел.: +7 (812) 424-2160,  
e-mail: info@promecopribor.ru,  
сайт: www.promecopribor.ru



**20–22**  
**МАРТА 2024**



XXIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ  
**ЭКОЛОГИЯ**  
**БОЛЬШОГО ГОРОДА**

## ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ

- ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И УСЛУГИ
- ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
- УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ: ТЕХНОЛОГИИ. ОБОРУДОВАНИЕ. УСЛУГИ
- ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ПОДГОТОВКА И ОЧИСТКА ВОДЫ
- ЗЕЛЁНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ / СОЗДАНИЕ КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ  
«ГОРОДСКАЯ СРЕДА: ЭКОЛОГИЯ,  
КОМФОРТ, ТРАНСФОРМАЦИЯ»

ФОРУМ  
«ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ  
ТЕРРИТОРИИ РОССИИ»



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ECOLOGY.EXPOFORUM.RU  
КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
**EXPOFORUM**  
РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1



# Преобразователи расхода жидкостей МастерФлоу



В статье представлена линейка преобразователей расхода электропроводящих жидкостей МастерФлоу – измерительного оборудования российского предприятия «ТехПромСервис», которое активно разрабатывает новые исполнения ввиду роста запросов рынка, особенно промышленного сектора. Перечислены основные функциональные возможности серийной продукции и особенности новых приборов.

ООО «ТехПромСервис», г. Калуга

Преобразователи расхода электромагнитные МастерФлоу, которые служат для измерения объемного расхода электропроводных жидкостей, серийно выпускаются с 2007 года и отлично зарекомендовали себя в сферах ЖКХ и энергетики.

Калужское предприятие ООО «ТехПромСервис», владелец товарного знака «Промприбор», выпускает два варианта первичных преобразователей в линейке МастерФлоу: из стали и из пластика, а точнее – из стеклонаполненного полифениленсульфида. У стальных преобразователей проточная часть круглого сечения футерована фторопластом Ф-4. Преобразователи из пластика имеют литую проточную часть с уникальным квазипрямоугольным сечением, благодаря которому диапазон измерения таких приборов значительно расширяется. Например, у преобразователя расхода пластикового исполнения МФ-10 с номинальным диаметром 20 мм (DN20) отношение минимально возможного измеряемого расхода к максимально возможному составляет 1 : 1000, то есть прибор может измерять от 12 до 12000 л/ч с погрешностью не более  $\pm 1\%$ .

На рис. 1 показаны два исполнения преобразователей расхода электромагнитных линейки МастерФлоу: с проточной частью из стали и пластика.

Во всех исполнениях преобразователей МастерФлоу по умолчанию устанавливаются электроды из нержавеющей стали. Если требуется измерять расход агрессивных сред,

предприятие устанавливает в преобразователи электроды из титана, тантала и хастелоя. В настоящее время ООО «ТехПромСервис» проводит исследование на возможность примене-



а



б

Рис. 1. Преобразователи расхода электромагнитные МастерФлоу: а – МФ2-И с проточной частью из стали; б – МФ10 с квазипрямоугольной проточной частью из стеклонаполненного полифениленсульфида

ния в производстве других материалов для электродов.

В 2022–2023 годах была выполнена модернизация линейки преобразователей расхода МастерФлоу, обусловленная расширением сферы их применения из-за возникающих требований клиентов. В результате модернизации появились новые модели преобразователей:

- ▶ исполнение с номинальным диаметром DN10 предназначено для измерения сравнительно малых расходов с погрешностью не выше 2%;

- ▶ преобразователи DN300 значительно увеличивают потолок измеряемого расхода – до 2000 м<sup>3</sup>/ч;

- ▶ линейка с межфланцевым присоединением типа «сэндвич» была расширена и теперь выпускается в номинальных диаметрах от DN15 до DN100;

- ▶ у расходомеров с диаметрами DN20, DN25, DN32 появились исполнения с резьбовым присоединением к процессу.

Таким образом, на данный момент преобразователи МастерФлоу представлены большим рядом типоразмеров – одним из самых широких среди аналогичной продукции отечественного производства. С помощью преобразователей МастерФлоу можно измерять расход электропроводных жидких невзрывоопасных сред в диапазоне от 5 до 2000 000 л/ч.

Немаловажным фактором, влияющим на выбор преобразователя расхода жидкости, является его функциональность, то есть спектр возможностей, позволяющих использовать прибор как можно более эффективно. Многолетний опыт производства и непрерывный обмен знаниями с партнерами позволили специалистам ООО «ТехПромСервис» модернизировать функциональность преобразователей МастерФлоу. Так, был разработан встраиваемый блок индикации, предназначенный для визуализации мгновенных и накопительных расходов, для сбора, записи и хранения данных об измерениях в цифровых архивах, а также для просмотра архивных данных непосредственно с дисплея прибора. Обмен данными с внешними

устройствами теперь осуществляется по интерфейсу RS-485. Появилась функция оптимизации для дозатора, позволяющая быстро реагировать на изменение расхода в системах налива или дозирования. Функция «Меандр» позволяет изменять длительность импульсов и оптимизировать сигнал, что необходимо при работе со вторичными устройствами различного типа: вычислителями, контроллерами и т. п. Именно широкие функциональные возможности прибора позволяют успешно применять его не только на объектах ЖКХ и энергетики, но и для организации полива растений или внесения удобрений в сельском хозяйстве, в системах дозирования на производствах и розливе жидкостей в тары, в насосных станциях, на узлах учета различных жидкостей в промышленном производстве и для многих других задач.

Преобразователи расхода МастерФлоу имеют стандартные типы присоединений к трубопроводу: фланцевое, межфланцевое (сэндвич) и резьбовое (муфтовое или под торцевое уплотнение). Однако опыт взаимодействия с партнерами позволил компании разработать специальное быстросъемное соединение для возможности применять приборы в сельском хозяйстве. Помимо этого, ввиду увеличения спроса партнеров из промышленного сектора специалисты ООО «ТехПромСервис» ведут работы над созданием приборов с другими типами соединений, что позволит активнее заменять преобразователи расхода импортного производства на уже существующих точках учета или при создании новых.

Все производимые предприятием приборы проверяются в отделе технического контроля на стенде гидравлических испытаний. Микропроцессорные электронные платы проходят процедуру термопрогона (проверка работоспособности при температурах от –10 до +50 °С), которая подтверждает возможность их использования в различных, в том числе тяжелых, условиях эксплуатации. Подтверждение метрологических характеристик проводится на базе собственной поверочной лаборатории компании с ис-

пользованием эталонной проливной установки.

Сегодня ООО «ТехПромСервис» представляет собой предприятие полного цикла и располагает цехом механической обработки, в котором металлопрокат, пройдя операции резания (заготовительная, токарная, фрезерная) и сварки, превращается в проточную часть прибора; сборочным цехом, в котором выполняется футеровка канала, монтаж электродного узла прибора, установка защитных колец, кабелей, катушек индуктивности, корпусных деталей; отделом настройки, где устанавливаются электронные платы и выполняется их настройка; отделом технического контроля; отделом стендовых и гидравлических испытаний; поверочной лабораторией; метрологическим отделом и другими подразделениями. Таким образом, в компании реализована полная цепочка процессов производства преобразователей расхода.

Кроме изготовления проверенной временем и хорошо зарекомендовавшей себя серийной продукции, ООО «ТехПромСервис», ориентируясь на потребности клиентов, стремится предложить что-то новое. Так, уже на заключительной стадии находится процесс сертификации нового типа продукции – измерительной системы ИС.МФ. Она представляет собой преобразователь расхода МастерФлоу со встроенным блоком индикации, цифровым архивом и дополнительным каналом измерения давления, к которому можно подключить преобразователь давления. Это позволит, наряду с объемным расходом жидкости, измерять избыточное давление в трубопроводе.

Команда ООО «ТехПромСервис» всегда открыта для новых знаний, готова к реализации амбициозных проектов и осуществлению всесторонней поддержки клиентов.

С. В. Стаканчиков,  
руководитель отдела продаж,  
ООО «ТехПромСервис», г. Калуга,  
тел.: +7 (4842) 55-02-48,  
e-mail: sale@prompribor-kaluga.ru,  
сайт: www.prompribor-kaluga.ru

# Провода и кабели для термоэлектрических преобразователей и термометров сопротивления



В статье подробно рассказано о проводах и кабелях, которые разработаны для термоэлектрических преобразователей (ТП, или термопар) и термометров сопротивления (ТС) кабельным заводом СЕНТЕК. Рассмотрены их характеристики, применяемые материалы, марки. Эта продукция с успехом заменяет, а иногда и превосходит по характеристикам западные образцы.

Кабельный завод СЕНТЕК, г. Екатеринбург

Термоэлектродные провода, как правило, используются в специфических условиях эксплуатации. Это может быть высокая температура либо, наоборот, низкая, провода могут подвергаться воздействию ионизирующего излучения, электромагнитных помех, повышенной влажности или паров химически агрессивных сред. Они могут быть проложены во взрывоопасных зонах, иметь контакт с пищевыми продуктами, заливаться эпоксидными компаундами и так далее, вариантов может быть много. Поэтому при выборе провода необходимо учитывать все возможные факторы воздействия. Разберем каждый из них в отдельности.

Основным фактором, воздействующим на термоэлектродные провода, является температура. Причем под температурой понимается температура окружающей среды (а не самой термопары), при которой провод может надежно работать в течение максимально возможного срока службы. При нормальных условиях эксплуатации можно использовать провода из поливинилхлоридной изоляции (ПТВВ). Обычно температурный диапазон таких проводов ограничивается 70 °С, но существуют теплостойкие марки ПВХ, рассчитанные на температуру до 105 °С, в этом случае к марке провода добавляется индекс т, например ПТВт. До 120 °С можно использовать марки проводов из полиэфирной нити (ПТП), а до 200 °С — с фторо-

пластом или силиконом (ПТФФ или ПТСС). Провода со специальным фторопластом могут длительно эксплуатироваться при температуре до 250 °С (марка СФКЭ), в этом случае в марке нередко указывается индекс 250 (например, ПТФФГ-250). Провода из каптона (полиимидной пленки) способны работать при температуре до 300 °С, из стеклонити (КТМСЭ) — при температуре до 400 °С, из кремнеземной нити (ПТН) — до 650 °С, а из высокотемпературной нити — до 1000 °С (ПТКС). Изоляция из керамической нити увеличивает верхний предел температур вплоть до 1200 °С (ПТКК). Известно, что электрическое сопротивление изоляции при высокой температуре окружающей среды резко снижается. Это может вызвать значительные утечки тока через изоляцию или даже замыкание термоэлектродов, а следовательно, и погрешность при измерении температуры в сторону занижения показаний относительно действительных. Поэтому для высокотемпературных проводов применяются материалы, способные сохранять в зоне таких температур высокие механические и диэлектрические параметры.

Для теплостойких термоэлектродных проводов нередко применяют и комбинированную изоляцию (КТМФС, КТМСФЭ, КТСФЭ), сочетающую в себе плюсы различных материалов. Однако важно понимать, что температурный индекс таких про-

водов определяется наименьшей температурой материала в конструкции провода. К примеру, КТСФЭ состоит как из стеклонити (до 400 °С), так и из фторопласта (до 200 °С), соответственно, температура длительной эксплуатации не должна превышать 200 °С, а в СФКЭ температура определяется фторопластовой пленкой — максимумом 250 °С.

Для криогенных температур, а это термоэлектродные провода с 3-м классом точности, использовать можно только провода (ПТФФГ) с обычным фторопластом (от -80 °С) либо со специальным фторопластом с температурой эксплуатации от -190 °С (ПТФФГ-250).

Стоит отметить, что провода во фторопластовой изоляции являются наиболее универсальными. Кроме расширенного диапазона температур (от -190 до 250 °С) и высоких диэлектрических показателей, они обладают стойкостью к большинству агрессивных сред, следовательно, могут использоваться в тяжелых условиях химических производств. А специальные марки фторопласта разрешено применять и в пищевой промышленности (ПТФФ-135).

Таким образом, выбирая провод, необходимо уделять особое внимание правильному выбору изоляции, исходя из температуры воздействия, так как в противном случае при выходе из строя изоляции возможно значитель-

ное снижение ее сопротивления, что приведет к резкому увеличению токов утечки между термоэлектродными проводниками. Также возможно прямое замыкание термоэлектродов в точке, удаленной от места горячего спая термопары, что недопустимо.

Немаловажными факторами эксплуатации проводов являются влажность, так как она может влиять на сопротивление изоляции, и электромагнитная среда, влияющая на термоЭДС (тЭДС). В условиях повышенной влажности не стоит использовать провода из гигроскопичных материалов, например стеклонити (КТМСЭ), лучше применять провода, изготовленные методом экструзии (ПТГВ, ПТФФ) либо имеющие в своем составе пленочные материалы (ПТП, СФКЭ). Для придания прочности и уменьшения гигроскопичности изоляции применяется пропитка волокнистой изоляции кремнийорганическими составами. Что касается защиты от электромагнитных помех (если провод проложен рядом с силовыми цепями), то стоит использовать провода, имеющие экран (внутренний или внешний), либо скрутку пар, либо и то и другое. Скручивание жил позволяет уменьшить электромагнитную интерференцию и обеспечить более надежную и стабильную передачу тЭДС, а экранирование — обеспечить затухание высокочастотной энергии ЭМП в металлической толще экрана. Кроме того, внешний экран из нержавеющей или медной луженой проволоки может выполнять функции дополнительной механической защиты провода. Экранированные провода всегда имеют в названии марки букву Э, например КТМФФЭ, СФКЭ, ПТНЭ.

В условиях жесткого ионизирующего излучения нельзя применять стандартные провода в изоляции из ПВХ или фторопласта, так как эти материалы со временем могут разрушаться. Для таких целей лучше использовать провода в полиэтиленовой изоляции или кабели с минеральной изоляцией в металлической оболочке (КТМС).

Кроме того, на производствах могут предъявляться дополнительные требования к проводам: не распространять горение при групповой прокладке (такие провода имеют индекс нг(A)), иметь низкую температуру эксплуатации (индекс ХЛ), низкое дымо-

и газовыделение (индекс нг(A)-LS), стойкость к воздействию пламени (индекс нг(A)-FRLS), не иметь в своем составе галогенов (индекс нг(A)-HF). Но часто такие требования переписываются с технических заданий на силовые провода без достаточных на то оснований. Тем не менее кабельный завод СЕНТЕК способен обеспечить выполнение всех перечисленных требований, а также их сочетаний (тНГ(A) или нг(A)-ХЛ и др.).

Иногда у промышленных предприятий возникают специфические потребности и ограничения. Например, при производстве силовых двигателей провода заливают компаундом. При застывании компаунд дает усадку, а поскольку он обладает хорошими адгезивными свойствами, это может привести к разрыву оболочки. Соответственно, необходимо использовать низкоадгезионный материал. Можно выбрать фторопласт, но при горении он выделяет большое количество галогенов. Как нельзя лучше в этой ситуации проявила себя резина на основе фторкаучука.

Нередко на производствах возникает потребность в прокладке кабельной линии на несколько термопар, на блочные или групповые щиты, где измерение температуры ведется от многих точек крупных агрегатов или энергетических блоков. В таком случае наилучшее решение — использование многопарных кабелей: КМТВ, КМТГВ, а также КМТВЭВ и КМТГВЭВ. Стоит отметить, что СЕНТЕК изготавливает такие провода не только в ПВХ-изоляции, но и во фторопластовой и волокнистой изоляции.

В приборах, подверженных вибрации, при необходимости гибкого монтажа применяют термоэлектродные провода с многопроволочными жилами (с классом гибкости не менее 3). Такие провода имеют в марке индекс Г (гибкий), например ПТФФГ, или М (многопроволочный), например КТМФФЭ. В термопарных проводах, наоборот, применяют в основном однопроволочные жилы. Наряду с многопроволочной жилой повышенную гибкость провода, особенно при низких температурах, может обеспечить применение силикона в качестве изоляции и оболочки (ПТСС). Во взрывоопасных зонах целесообразно использовать провода с внутренним

заполнением (в целях нераспространения легковоспламеняющихся газов через провод), с экраном, имеющие изоляцию и оболочку из материалов, не распространяющих горения при групповой прокладке, а также с отличительной синей оболочкой (СП423).

Отдельно стоит отметить кабели с минеральной изоляцией в металлической оболочке. Они могут использоваться для изготовления термопар, применяемых в самых разных условиях производства. Оболочку таких кабелей изготавливают из обычной нержавеющей высоколегированной стали аустенитного класса (КТМС), из стали AISI 310 (КТМС310), AISI 316 (КТМС316), инконеля 600 (КТМСин), инконеля 601 (КТМС601), инколя 825 (КТМС825), ХН78Т (КТМСп), ХН45Ю (КТМСэп), нихробеля (КТМСн) и других сплавов.

Кабельный завод СЕНТЕК, являясь лидером в области изготовления термоэлектродных и термопарных проводов, использует в производстве широкий спектр изоляционных материалов: поливинилхлорид (ПВХ), полиэтилен (ПЭ), термопластичные эластомеры (ТПЭ), фторопласты (тефлоны), резины (силиконовые и на основе фторкаучука), полиимидную пленку (каптон), полиэфирные, кремнеземные, керамические и кварцевые нити, а также минеральную изоляцию из периклаза (MgO). Это дает возможность изготавливать кабельные изделия под любые условия эксплуатации. Семнадцатилетний опыт работы, постоянное взаимодействие с потребителями и непрерывное развитие технической и научной базы позволили компании СЕНТЕК в короткие сроки заменить исчезнувшую с российского рынка кабельно-проводниковую продукцию таких западных фирм, как TE Wire & Cable (США), Belden (США), Lappkabel (ФРГ), M.I. Cable Technologies (Канада), Temperature Technology Ltd (Великобритания), MISC Ltd (Великобритания), Siccet (Италия) и многие другие. Причем нередко продукция кабельного завода даже превосходит по качеству зарубежные аналоги.

К. А. Черепанов,  
заместитель директора,  
кабельный завод СЕНТЕК, г. Екатеринбург,  
тел.: +7 (343) 361-1553,  
e-mail: info@sentek.ru,  
сайт: www.sentek.ru

# SENTEK



## Провода и кабели термоэлектродные и термокомпенсационные

ПТВ	ПТВЭВ	ПТФФЭ	КМТГВ	КТМСФЭ	ККМСЭ
ПТВЭ	ПТГВВ	ПТФФГ	КМТВЭВ	КТМФФЭ	ПТ Kca
ПТВВ	ПТГВВЭ	ПТФФГЭ	КМТГВЭВ	КТСФЭ	ПТ Scb
ПТВВЭ	ПТФФ	КМТВ	СФКЭ	КТМСЭ	...



## Термопарные высокотемпературные провода от 650 °С до 1200 °С

ПТКК	ПТКС	ПТН	ПТНП-1200	ПТНПЭ-1200	замена марки Cefir	...
------	------	-----	-----------	------------	--------------------	-----



## Кабели термопарные с минеральной изоляцией

КТМС	КТМСп	КТМСн	КТМСэп	КТМС310	КТМСин	...
------	-------	-------	--------	---------	--------	-----



## Кабели контрольные для термопреобразователей сопротивления

КММС	КММСЭ	КММЭС	КММФ	КМФФЭ	КМФЭФ	КУФЭФ	КУФЭФС	...
------	-------	-------	------	-------	-------	-------	--------	-----



<https://sentek.ru>

[info@sentek.ru](mailto:info@sentek.ru)

+7 (343) 361-15-53

Кабельный завод Сентек (ООО Сигнум) с 2006 года производит специализированные термоэлектродные, термопарные и компенсационные провода и кабели, а также кабели для термометров сопротивления.

Мы выполняем индивидуальные заказы на производство нестандартного (по изоляции и сечению) термоэлектродного, термопарного и компенсационного провода. Наш завод в состоянии изготовить весь спектр кабельно-проводниковой продукции, в том числе по ТЗ или ТУ заказчика, а также замену маркам Lappkabel, Belden, TE Wire & Cable и многих других.

Доставка продукции осуществляется во все регионы России, Казахстана, Белоруссии, Армении, Киргизии, а также в другие страны ближнего и дальнего зарубежья. Производство и склад располагаются в городе Екатеринбурге. Доставку до автотранспортных компаний Деловые Линии мы осуществляем бесплатно.

# Ультразвуковой расходомер-счетчик ИРВИС-Ультра как элемент программ импортозамещения



В статье представлены характеристики и конструктивные особенности ультразвукового расходомера-счетчика ИРВИС-Ультра, используемого в системах коммерческого и технологического учета расходных характеристик газообразных сред.

000 НПП «Ирвис», г. Казань

Казанское научно-производственное предприятие «Ирвис» известно на рынке расходомерии в первую очередь как разработчик и изготовитель средств измерения расходных характеристик газообразных сред, используемых в различных системах технологического и коммерческого учета. Самым известным и популярным представителем таких измерительных устройств стал ультразвуковой расходомер-счетчик ИРВИС-Ультра (рис. 1).

Основная функция расходомеров ИРВИС – измерение и вычисление в рабочих условиях объемно-массовых характеристик рабочего тела, а также его температуры и давления для приведения к стандартным условиям. Для модификации ИРВИС-Ультра рабочей средой являются: природный газ, попутный нефтяной газ, воздух, водород, гелий, неагрессивные горючие и инертные газы и т. п.

Ультразвуковой расходомер измеряет время, за которое импульсы ультразвуковых колебаний проходят сквозь поток газа от излучателя к приемнику и обратно, и определяет разность между этими двумя величинами. Скорость и расходные характеристики в этом случае рассчитываются по времени отклика.

Конструктивно ультразвуковой расходомер-счетчик ИРВИС-Ультра

представляет собой измерительную систему, основными элементами которой являются:

- ▶ до четырех первичных преобразователей (ПП) в погружном, врезном либо полнопроходном исполнении. В их числе ПП расхода, температуры, давления и блок преобразователя-усилителя;

- ▶ блок интерфейсов и питания (БИП) в корпусном или бескорпусном исполнении, имеющий до четырех каналов подключения ПП. В состав БИП входят блок индикации с кнопками управления, регистратор данных с интерфейсами, сетевой блок питания, адаптер внешнего питания, барьер искрозащиты;



Рис. 1. Ультразвуковые расходомеры-счетчики газа ИРВИС-Ультра

► имитационная катушка-вставка для монтажа прямолинейных участков.

Кроме того, опционально могут быть поставлены комплект прямолинейных участков для подготовки/формирования потока, ИРВИС-извещатель для дистанционного контроля и оповещения, устройство бесперебойного питания, электрошкаф ИРВИС-КИП.

Расходомер ИРВИС-Ультра обладает уникальными для измерительных устройств своего класса характеристиками. Во-первых, это расширенная линейка типоразмеров ПП с диаметрами от 50 до 400 мм. Здесь отметим, что для расходомеров с малыми диаметрами (50, 80 и 100 мм) специалисты компании НПП «Ирвис» разработали специально профилированный канал проточной части. Кроме того, для этих диаметров в целях повышения динамического диапазона расходомера и его чувствительности используется схема с отражением луча.

Во-вторых, линейка охватывает очень широкий измерительный диапазон. Минимальная измеряемая величина объемного расхода газа при рабочих условиях составляет 0,12 м<sup>3</sup>/ч, максимальная (для полнопроходного исполнения) – 14000 м<sup>3</sup>/ч, диапазон измерения скорости газа – от 0,057 до 48 м/с. Встроенные в расходомер датчики давления и температуры используются для приведения измеренного объема к стандартным условиям. При этом измеряемый датчиками диапазон абсолютного давления находится в пределах от 0,05 до 16 МПа, температуры – от -40 до +60 °С.

Третье неоспоримое преимущество ультразвуковых расходомеров

ИРВИС-Ультра – это точность измерений. Предел допускаемой относительной погрешности при измерениях в рабочих условиях находится в диапазоне от  $\pm 0,5$  до  $\pm 1,4\%$ , при приведении результатов измерений к стандартным условиям погрешность незначительно возрастает и составляет от  $\pm 0,65$  до  $\pm 1,80\%$  от измеряемой величины.

Межповерочный интервал средства измерения 3 года. Следует отметить, что поверка может выполняться как проливным методом, так и имитационным, во втором случае для погружных и врезных расходомеров она производится на месте, без вывоза в лабораторию.

Также отметим следующие преимущества расходомера-счетчика ИРВИС-Ультра:

► устройство может поставляться вместе с прямолинейными измерительными участками;

► высокое качество монтажа гарантировано конструкцией расходомера и присоединяемых частей;

► оборудование нечувствительно к загрязнениям и пневмоударам;

► отсутствует необходимость измерения перепада давления на счетчике;

► маркировка взрывозащиты первичного преобразователя 1 Ex ib ПС Т4 Gb X, блока интерфейсов [Ex ib Gb] ПС;

► возможность электропитания от сети 220 В, 24 В, а также от элементов питания 3,6 В со сроком службы 3 года;

► большой объем информации, хранящейся в энергонезависимой памяти: архив событий – до 24 тыс. записей, посуточный архив – до 1200 и почасовой – до 2400 записей.

Для использования в составе автоматизированных систем управления и мониторинга расходомер оборудован интерфейсами «токовая петля» 0...5 мА и 4...20 мА, а также цифровыми интерфейсами передачи данных RS-232 и RS-485 (с возможностью подключения к двум телеметрическим системам).

Модификация расходомера-счетчика газов ИРВИС-Ультра-Пп отличается от стандартного исполнения тем, что здесь все измерения выполняются в цельном корпусе ПП с парами пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП) – от одной до четырех. Кроме того, эта модификация предусматривает возможность использования различных схем расположения ПЭП: диагональной или V-образной.

Расходомеры-счетчики под торговой маркой ИРВИС эксплуатируются на многих предприятиях крупнейших газо- и нефтедобывающих, перерабатывающих и распределяющих российских холдингов. Их популярность объясняется прежде всего отличными характеристиками, эксплуатационной надежностью и, конечно, импортонезависимостью. Системный подход, полный цикл НИОКР и нестандартные решения при создании продукции обеспечивают компании устойчивый спрос и высокие позиции в рейтинге поставщиков средств измерения расходных характеристик разнообразных энергоносителей.

ООО НПП «Ирвис», г. Казань,  
тел.: +7 (843) 212-5629,  
e-mail: 1@gorgaz.ru,  
сайт: www.gorgaz.ru



Сейчас в СМИ

Все дублируется в новостной ленте Дзена

## Стационарные бесконтактные температурные датчики

### ДТП-300 пирометрические



Датчики ДТП-300 используются для безопасного бесконтактного измерения температур, что делает их незаменимыми для обеспечения должного контроля в случаях, когда физическое взаимодействие с контролируемым объектом невозможно при высоких температурах, высоком напряжении или в труднодоступных местах. Основное применение при локальном контроле контактов и соединений фаз высоковольтного оборудования.

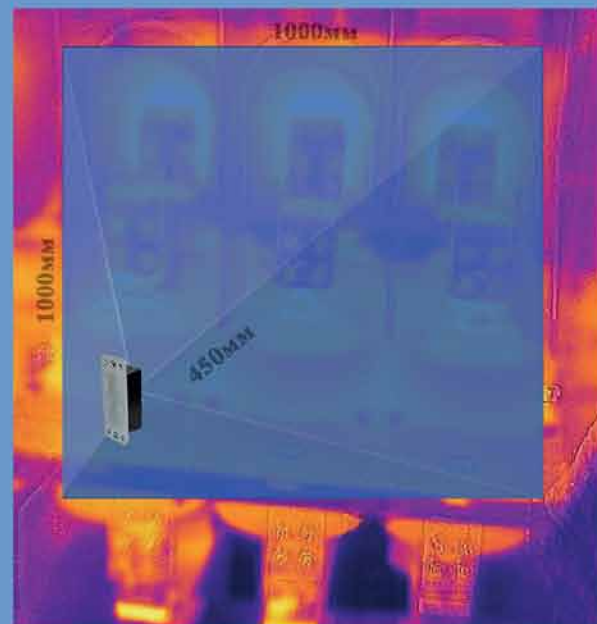
Интерфейс RS-485 Modbus RTU - позволяет создавать сети датчиков для сбора данных на один контроллер системы многоканального бесконтактного температурного контроля «Зной».

### ТВД-450 тепловизионные



Датчик ТВД-450 предназначен для реализации поверхностно-объемного мониторинга температуры и контроля перегрева электротехнического оборудования. Контролируемые отсеки и объекты высоковольтного оборудования: отсек высоковольтного выключателя, отсек сборных шин, кабельный отсек, выключатель нагрузки, отсек трансформаторов тока, реактор, линии высоковольтных присоединений, соединений токоведущих частей.

Интерфейс RS-485 Modbus RTU - позволяет создавать сети датчиков для сбора данных на один контроллер системы многоканального бесконтактного температурного контроля «Зной».



№	Параметр	Значение
1	Диапазон измерения, гр.С	0...300
2	Точность измерения, гр. С	+/- 4
3	Соотношение диаметра пятна зоны измерения к расстоянию от датчика до поверхности измерения	1:8
4	Диаметр измеряемой зоны на расстоянии 300мм, мм	42
5	Напряжение питания, В	5
6	Интерфейс	RS-485 Modbus RTU

№	Параметр	Значение
1	Диапазон измерения, гр.С	0...380
2	Точность измерения, гр. С	+/- 3
3	Количество пикселей	32x32
4	Угол обзора, гр	92x92
5	Размер пикселя при дистанции 450 мм, мм	31.2
6	Размер поля обзора при дистанции 450 мм, мм	1000x1000
7	Напряжение питания, В	5
8	Интерфейс	RS-485 Modbus RTU

# Тепловизионный датчик температуры ТВД-450 для контроля перегрева электротехнического оборудования



Тепловизионный датчик температуры ТВД-450 позволяет обнаруживать перегрев электротехнического оборудования в системах электроснабжения и распределения электроэнергии. Прибор предназначен для подключения к многоканальной системе мониторинга «Зной». В статье приведены характеристики нового датчика и указаны его особенности по сравнению с предыдущей моделью – пирометрическим датчиком ДТП-300.

НПП «ТестЭлектро», г. Самара

Основное направление деятельности научно-производственного предприятия «ТестЭлектро» – разработка и производство электронных устройств для электроэнергетики, таких как приборы контроля и диагностики высоковольтных выключателей, блоки управления высоковольтными выключателями, модули индикации мнемосхем, испытательные системы. В настоящее время НПП «ТестЭлектро» является одной из ведущих компаний, занимающихся разработкой и изготовлением электроники для электроэнергетики и электротехнической продукции. Также предприятие осуществляет проекты по переоборудованию, модернизации и автоматизации производства.

## Система «Зной» для бесконтактного температурного контроля

Многие годы флагманским продуктом НПП «ТестЭлектро» остается система многоканального бесконтактного температурного контроля «Зной» с пирометрическими датчиками температуры. Читатели журнала «ИСУП» хорошо знакомы с этим решением [1]. Система «Зной» завоевала признание не только в нашей стране, но и за рубежом (экспорт в Китай, Южную Корею

и другие страны), поскольку обеспечивает непрерывный дистанционный температурный контроль любых труднодоступных областей на объектах, где мониторинг температуры имеет большое значение. Однако изначально целью разработки системы «Зной» был мониторинг температуры специального оборудования в системах электроснабжения и распределения электроэнергии, в частности, в электрических распределительных шкафах, работающих в трехфазной сети с классами напряжений 0,4, 6, 10, 20 и 35 кВ. Отметим, что по статистике 60% аварий в электросетевом хозяйстве происходит из-за неисправностей контактных соединений [2]. Более того, экономический эффект от контроля стационарными датчиками нужно оценивать не по сокращению персонала с переносными приборами измерений, а по ущербу после аварии, которую можно было бы предотвратить с помощью внепланового технического обслуживания или ремонта.

Если для примера взять контактные группы высоковольтного оборудования, то мониторинг их текущего состояния должен учитывать несколько температурных показателей.

Во-первых, это температура окружающей среды. Во-вторых, рабочая температура контактной группы, которая зависит от физических свойств, допустимого эксплуатационного состояния контактного соединения и в принципе может различаться даже у соседних контактов. В-третьих (и это наиболее важная характеристика), происходит изменение рабочей температуры во времени. Обычно предполагают, что превышение наибольшей допустимой температуры нагрева частей аппаратов (ГОСТ 8024-90) на 5...10 °С свидетельствует о незначительном нарушении температурного режима и о необходимости внепланового техобслуживания или ремонта, превышение на 20...30 °С говорит о необходимости немедленного техобслуживания или ремонта, а свыше 30 °С – это аварийная ситуация, требующая немедленного прекращения эксплуатации. Кстати, разница между рабочей температурой и температурой окружающей среды отлично демонстрирует текущее состояние теплоотвода.

К сожалению, многие системы контроля температуры контактных групп электрооборудования, как их предшественник из «каменного ве-



Рис. 1. Система «Зной» с датчиками ДТП-300 и ТВД-450

ка» электроснабжения – кусочек парафина на диэлектрической штанге, плавление которого определяло температуру от 65 до 90 °С в зависимости от состава, регистрируют только аварийную температуру с немедленным отключением. Это касается в том числе и вполне современных систем, например с газогенерирующими клеевыми этикетками и газоанализатором.

Навесные датчики, устанавливаемые на токоведущую шину, начинают работать только при определенном токе, передают показания температуры по радиоканалу или оптоволокну и в значительной степени влияют на изоляционное расстояние. После их установки требуются обязательные типовые испытания на грозовой импульс и стойкость при сквозных то-

ках короткого замыкания от 20/50 кА. И только стационарные бесконтактные датчики температуры с цифровой регистрацией способны отследить все три критические температуры состояния контактной группы, не имея физического контакта с токоведущими шинами и частями электроустановок.

#### Датчики температуры для системы «Зной»

До настоящего времени система «Зной» комплектовалась датчиками ДТП-300. Аббревиатура ДТП означает «датчик температуры пирометрический». Слово пирометр произошло от греческого словосочетания *pyros meter* – «измерение огня», то есть датчик служит для измерения высоких температур: приблизительно говоря, выше верхнего предела ртутных термометров. Но недавно компания «ТестЭлектро» анонсировала новый датчик для системы «Зной»: ТВД-450. Аббревиатура ТВД означает «тепловизионный датчик». Технические характеристики приборов представлены в табл. 1 и 2, внешний вид системы – на рис. 1.

Датчик ДТП-300 (рис. 2) предназначен для безопасного, бесконтактного измерения температуры поверхности оборудования, поэтому он незаменим в системах контроля, когда невозможно физическое контактное взаимодействие с измеряемым объектом из-за повышенных температур, высокого напряжения или расположения в труднодоступных местах. Основное предназначение: локальный контроль контактов и соединений фаз высоковольтного оборудования.

Датчик ТВД-450 (рис. 3) предназначен для поверхностно-объемного мониторинга температуры, обнаружения перегрева электротехнического оборудования и фактически охватывает всю трехфазную область элементов КРУ (рис. 4).

Главное преимущество ТВД-450 – способность контролировать не отдельное контактное соединение, а объем отсека КРУ. Датчик имеет угол обзора 92 × 92 градуса, поэтому ему не требуется четкое позиционирование. Хотя его и устанавливают напротив объекта контроля, но, даже находясь в одной из крайних точек, он охватывает область площадью в 1 квадратный метр и, таким образом, практически полностью контролирует

Таблица 1. Характеристики пирометрического датчика температуры ДТП-300

Параметр	Значение
Диапазон измерения, °С	0...300
Погрешность измерения, °С	±4
Соотношение диаметра пятна зоны измерения и расстояния от датчика до поверхности измерения	1:8
Диаметр измеряемой зоны на расстоянии 300 мм, мм	42
Напряжение питания, В	5 (24 под заказ)
Интерфейс	RS-485 Modbus RTU

Таблица 2. Характеристики тепловизионного датчика ТВД-450

Параметр	Значение
Диапазон измерения, °С	-40...+380
Погрешность измерения, °С	±3
Разрешение, пикселей	32 × 32
Угол обзора, град.	92 × 92
Размер пикселя при дистанции 450 мм, мм	31,2 × 31,2
Размер поля обзора при дистанции 450 мм, мм	1000 × 1000
Напряжение питания, В	5 (24 под заказ)
Интерфейс	RS-485 Modbus RTU



Рис. 2. Датчики температуры пирометрические ДТП-300

поверхность оборудования (рис. 4). Картинка  $32 \times 32$  пикселя на сегодня является одной из лучших для сравнимых вариантов исполнения. Более того, в релейный шкаф устанавливается модуль «Зной» с тремя релейными каналами, и к одной шине можно подключить до 10 датчиков ТВД-450.

Возможные области контроля электротехнического оборудования: отсек высоковольтного выключателя, область сборных шин, кабельные муфты, выключатель нагрузки, трансформаторы тока, линии высоковольтного присоединения, контакты токоведущих частей. Также датчики ТВД-450 можно применять на производстве в качестве теплолокаторов, позволяю-

щих определить, когда необходимо включать вентиляторы охлаждения.

Преимущества тепловизионного датчика ТВД-450:

- ▶ с его помощью можно выполнять мониторинг контактных соединений всех фаз (А, В, С) одновременно;
- ▶ термокадр датчика обновляется менее чем за три секунды;
- ▶ температура всех точек кадра ( $32 \times 32$ ) измеряется в непрерывном режиме;
- ▶ как и датчики ДТП-300, тепловизионные датчики ТВД-450 оснащены портом RS-485 с поддержкой протокола Modbus RTU, что позволяет обеспечить совместную работу нескольких



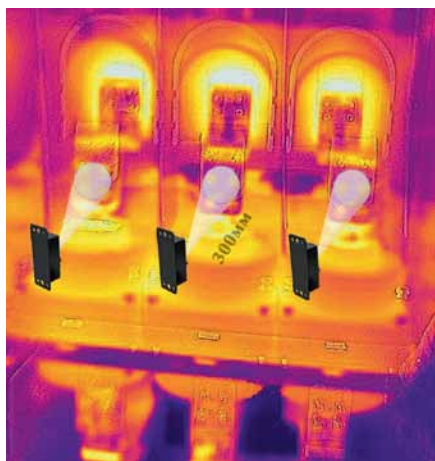
Рис. 3. Тепловизионные датчики ТВД-450

устройств и передавать данные сразу о нескольких объектах в контроллер системы «Зной».

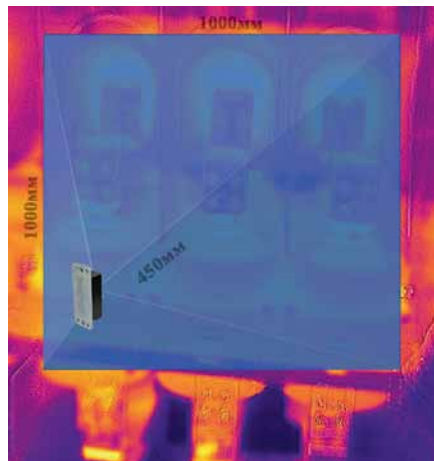
Сейчас специалисты «ТестЭлектро» ведут разработку программного обеспечения для нового датчика с предварительным названием TestSoft. Планируется подключение к системе «Зной» из приложения на компьютере (верхний уровень управления), чтобы непрерывно получать измерительную информацию от 10 датчиков ТВД-450, а также считывать записанные данные за прошедшие 24 часа. Также разрабатывается мобильное приложение для операционной системы Android, позволяющее по протоколу Bluetooth связаться с системой «Зной» и получить из нее все зарегистрированные данные.

#### Литература

1. Новые средства пирометрии от НПП «ТестЭлектро» // ИСУП. 2022. № 5.
2. Высокорец С. П., Лесив А. В. Мониторинг состояния контактной системы электрооборудования в сетях 0,4–10 кВ системой «ТермоСенсор» // Проектирование, монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. Информационный сборник. Ассоциация «Росэлектромонтаж». 2018.



а



б

Рис. 4. Зона контроля температуры: а – пирометрическим датчиком; б – тепловизионным датчиком

НПП «ТестЭлектро», г. Самара,  
тел.: +7 (846) 950-0101,  
e-mail: direct@testelektro.ru,  
сайт: www.testelektro.ru

# Импортозамещение – решения и возможности КИП, АСУ ТП. Предизолированные импульсные трубки РИЗУРПАК



В статье представлены предварительно изолированные импульсные трубки и пучки трубок под брендом РИЗУРПАК – продукция разработки и производства российской компании «РИЗУР». Рассмотрены особенности устройства трубок разных серий, характеристики и сферы применения.

ООО «НПО РИЗУР», Рязанская обл.

## Импортозамещение в нефтегазовой отрасли

Любая система, будь то система управления, производства или отношений, работает эффективно только при наличии полноценной обратной связи. Это хорошо понимают в компании «РИЗУР», известной своими решениями в области разработки и производства взрывозащищенного электротехнического оборудования и КИПиА.

С 29 ноября по 1 декабря 2023 года на площадке «НПО РИЗУР» прошел научно-практический семинар для спе-

циалистов нефтегазовой отрасли «Импортозамещение – решения и возможности КИП, АСУ ТП». Мероприятие посетили представители более 30 ведущих производственных предприятий и отраслевых компаний РФ и ближнего зарубежья. Специалисты посетили с экскурсией производственные здания компании «РИЗУР» (рис. 1) и обсудили вопросы импортозамещения в нефтегазовой отрасли.

В рамках стратегии импортозамещения в российской нефтегазовой отрасли активно разрабатываются

и внедряются новые технологии и оборудование, которые призваны снизить зависимость от зарубежных производителей. Это включает в себя разработку собственных технологий добычи и переработки нефти и газа, а также создание новых производственных мощностей. В частности, в 2020 году компания «РИЗУР» локализовала производство предизолированных импульсных трубок и пучков трубок РИЗУРПАК (рис. 2) в России.

Уже сейчас можно с уверенностью сказать, что «НПО РИЗУР»



Рис. 1. Участники семинара «Импортозамещение – решения и возможности КИП, АСУ ТП»



Рис. 2. Производство предизолированных импульсных трубок и пучков трубок РИЗУРПАК

единственное предприятие полного цикла в стране, разрабатывающее, производящее и поставляющее предизолированные импульсные линии. Благодаря производственным ресурсам в компании «РИЗУР» проводится полный цикл мероприятий по расчетам, проектированию и разработке технических решений для предотвращения проблем замерзания, выпадения конденсата, изменения вязкости сред в технологических трубках малого диаметра в условиях отрицательного воздействия низких температур.

В 2023 году предизолированными импульсными трубками РИЗУРПАК, произведенными компанией «РИЗУР», а также термощафами РИЗУРБОКС, термочехлами, греющим кабелем РИЗУР-СГЛ были оснащены производственные линии сжиженного природного газа для «Арктик СПГ 2».

«Арктик СПГ 2» – это крупномасштабный проект по производству сжиженного природного газа (СПГ), который реализуется на севере России, на полуострове Гыдан в рамках стратегии импортозамещения.

Рассмотрим основные серии предизолированных импульсных трубок (рис. 4), выпускаемых компанией «НПО РИЗУР».

#### Серия РИЗУРПАК-Э

РИЗУРПАК-Э – это теплоизолированная трубка (пучок трубок) с греющим электрическим саморегулирующимся кабелем (спутником), имеющим тепловую мощность до 90 Вт/м (зависит от исполнения трубки или пучка). По мере нагрева технологической трубки спутник уменьшает тепловыделение, тем самым обеспечивая поддержание постоянной рабочей температуры в диапазоне от +10 до +121 °С на всей протяженности импульсных линий, воздухопроводов, трубопроводов и других мест размещения. Трубки этой серии главным образом применяются на линиях отбора/доставки среды в анализаторы и хроматографы, а также на пневматических линиях.

Для более полного удовлетворения потребностей заказчиков специалисты компании разработали несколько исполнений серии РИЗУРПАК-Э,



Рис. 3. Греющий кабель РИЗУР-СГЛ



Рис. 4. Предизолированные импульсные трубки РИЗУРПАК: особенности разных серий

которые могут различаться количеством предизолированных технологических трубок (одна в РИЗУРПАК-Э1 и две в РИЗУРПАК-Э2), а также исполнением греющего кабеля (спутника) и максимальной температурой рабочей среды.

**Низкотемпературное исполнение** с саморегулирующимся греющим кабелем преимущественно применяется для поддержания рабочей температуры до  $+37^{\circ}\text{C}$ , при этом допускается непрерывное поддержание температуры в диапазоне до  $+65^{\circ}\text{C}$  и кратковременное достижение  $+85^{\circ}\text{C}$ .

**У среднетемпературного/высокотемпературного исполнения** температура рабочей среды, которую непрерывно поддерживает греющий кабель, составляет  $+121^{\circ}\text{C}$ , кратковременная —  $+250^{\circ}\text{C}$ . Это исполнение может эффективно работать в режиме пропарки, то есть при протекании процессов, предусматривающих периодическое возрастание температуры. В качестве опции имеется возможность поддерживать более высокие рабочие температуры, для этого в одном пучке монтируются два спутника.

**Специальное исполнение** РИЗУРПАК-Э используется в условиях высоких температур: от  $+121$  до  $+800^{\circ}\text{C}$ . Конструктивно здесь также возможен монтаж в одном пучке двух греющих спутников. Кроме того, в качестве греющего элемента могут использо-

ваться как саморегулирующиеся, так и резистивные кабели.

Оболочка предизолированных импульсных трубок РИЗУРПАК-Э изготовлена из морозостойкого термопластичного полиуретана с плотностью  $1,11\text{ г/м}^3$  и твердостью (по Шору) 80 А. Такое покрытие, не имеющее в своем составе галогенов, не впитывает влагу, сохраняет пластичность в условиях низких температур, позволяет обеспечить защиту от механических повреждений и предотвратить вибрационный износ. Оно устойчиво к ультрафиолетовому излучению, воздействию химических и абразивных веществ, микроорганизмов, а также к гидролизу. Предел прочности оболочки 45 МПа (при растяжении после выдерживания в воде в течение 42 суток при температуре  $80^{\circ}\text{C} - 30\text{ МПа}$ ), относительное удлинение при разрыве — 650 %, сопротивление раздиру — 55 кН/м, истирание — 30 мм<sup>3</sup>. Напряжение оболочки при удлинении на 20 % составляет 2 МПа, на 100 % — 4,5 МПа, на 300 % — 8 МПа. Степень защиты оболочки от влаги и пыли IP67, маркировка взрывозащиты 1 Exs II T6...T4 X.

В качестве изоляционного материала используется негигроскопичное стекловолокно с поверхностной плотностью  $210\text{ г/м}^2$  и теплопроводностью  $0,035\text{ Вт/м}\cdot\text{K}$  (при  $25^{\circ}\text{C}$ ). Изоляция обертывается вокруг трубок и спутников равномерно по спирали

внахлест. В процессе обертывания, чтобы исключить появление в технологических трубках мостиков холода и, соответственно, не допустить нагрева оболочки, каждый последующий слой накладывают в противоположном направлении. Материалом для технологической трубки служит бесшовная нержавеющая калиброванная сталь или медь.

Применение перечисленных материалов и технологий обеспечивает трубкам и пучкам РИЗУРПАК-Э износостойкость и долговечность при эксплуатации, а также эксплуатационную технологичность: благодаря использованию в конструкции параллельного расположения трубок система с легкостью сгибается в любом месте, при этом все трубки гнутся одновременно, не противодействуя друг другу. По этой же причине трубки не деформируются, они всегда остаются круглыми, что является неоспоримым преимуществом при подключении к какому-либо оборудованию или линии.

#### Серии РИЗУРПАК-ПЛ, РИЗУРПАК-ПТ

Трубки РИЗУРПАК-ПЛ и РИЗУРПАК-ПТ отличаются от изделий серии РИЗУРПАК-Э тем, что здесь в качестве нагревательного элемента используется легкий (для РИЗУРПАК-ПЛ) или тяжелый (для РИЗУРПАК-ПТ) паровой спутник, при этом



Рис. 5. Пример монтажа утепленных предизолированных импульсных трубок на объекте

для предотвращения перегрева между самой технологической трубкой и трубкой обогрева помещен специальный изоляционный слой. Трубки этих серий способны поддерживать постоянную температуру в диапазоне от +10 до +93 °С, причем РИЗУРПАК-ПЛ благодаря своей конструкции обеспечивают более стабильную температуру на длинном промежутке.

Область применения серии РИЗУРПАК-ПЛ – процессы, предусматривающие использование трубок малого диаметра, например дозирование разнообразных реагентов или пробоотбор. Такие изделия применяются для защиты от замерзания импульсных линий, оборудования и технологических линий анализаторов.

В трубках РИЗУРПАК-ПТ за счет того, что трубка обогрева (спутник) располагается вплотную к технологической трубке, поддерживается более высокая температура. Соответственно, они предназначены для линий, где требуется более интенсивный обогрев, это импульсные линии датчиков, реле давления и другого оборудования. Исполнения серии РИЗУРПАК-ПТ различаются количеством предизолированных технологических трубок (одна, две или три).

Степень защиты оболочки трубок РИЗУРПАК-ПЛ и РИЗУРПАК-ПТ – IP67, маркировка взрывозащиты – II Gb T6...T4 X. Пример монтажа утепленных предизолированных трубок на объекте показан на рис. 5.

#### Серия РИЗУРПАК-И

Предизолированные импульсные трубки серии РИЗУРПАК-И созданы специально для эксплуатации под воздействием агрессивной внешней среды, из-за которой материал технологической трубки (нержавеющая сталь) подвергается интенсивной коррозии. Изделие заключено в бесшовную защитную оболочку без утепления. Такие трубки находят применение на объектах нефтегазодобычи и переработки, в судостроении, машиностроении, на транспорте, при строительстве и т.д. Они используются для защиты герметичных линий подачи воды, пневматических и гидравлических систем, систем рециркуляции конденсата, закачки химических реагентов, доставки пара. При этом бесшовные импульсные трубки РИЗУРПАК-И выдерживают даже прямое погружение в агрессивную по отношению к нержавеющей стали среду. Кроме того, импульсные линии РИЗУРПАК-И обеспечивают повышенную защиту трубок от износа в результате вибрации.

Защитная оболочка трубок РИЗУРПАК-И изготовлена из термопластичного полиуретана (плотность 1,11 г/м<sup>3</sup>, твердость 80 А по Шору). Исполнения могут различаться материалом (разные марки стали), диаметром и толщиной стенки.

#### Серия РИЗУРПАК-3

Эта утепленная стальная трубка во внешней оболочке без обогрева разра-

ботана для применения в трубопроводах жидкостей и газов, где она снижает теплопотери, защищает продукт от замерзания и поддерживает требуемую вязкость среды.

Трубки серии РИЗУРПАК-3 отличаются стойкостью к неблагоприятным климатическим условиям. Обеспечивают эффективную изоляцию линий малых диаметров, поддерживают необходимую температуру всего трубопровода или длинных импульсных трубок. Внешняя оболочка РИЗУРПАК-3 выполнена из термопластичного полиуретана на простых полиэфирах с пластификатором, в качестве изолирующего материала используется негигроскопичное стекловолокно. Эта модификация может быть использована также на линиях очистки воды, доставки пара, рециркуляции конденсата, дозирования химических реагентов. Исполнения различаются диаметром, массой и размером технологической трубки. Маркировка взрывозащиты трубок серии РИЗУРПАК-3 – II Gb T6...T4 X.

#### Специальные исполнения

Наряду с серийными изделиями ООО «НПО РИЗУР» выпускает специальные исполнения трубок РИЗУРПАК, которые используются для нетиповых решений обогрева, таких как транспортировка жидких продуктов (нефть, химикаты, полимеры, пищевые продукты, воск), взятие проб при проверке выбросов загрязняющих веществ и др. Решения могут содержать встроенные датчики, термодпары, кабели передачи данных и питания, специальные технологические трубки.

Отлаженная производственная система ООО «НПО РИЗУР», сертифицированная по международным стандартам система качества, современное оборудование, независимость от импортных поставщиков и высококвалифицированный персонал позволяют компании занимать высокое место в рейтинге ответственных поставщиков высокотехнологичного взрывозащищенного оборудования и контрольно-измерительных приборов.

Автор С. В. Бодрышев, к. т. н.

ООО «НПО РИЗУР», Рязанская обл.,  
тел.: +7 (4912) 20-20-80,  
e-mail: [marketing@rizur.ru](mailto:marketing@rizur.ru),  
сайт: [www.rizur.ru](http://www.rizur.ru)

# ПАК «ЭКСПРЕСС-АЛАРМ»

## ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Оперативная передача данных  
и контроль температуры пациентов  
на базе автономных герметичных  
радиотермометров с тревожной кнопкой**



### СБЕРЕЧЬ ЛЮДЕЙ - НАША ЗАДАЧА!

- Передача "наверх" тревожных сообщений короткими посылками (800 мс)
- Гражданский диапазон частот
- Сверхмалая мощность передачи данных (до 25 мВт)
- Лечение эффективнее и качественнее
- Автоматическое журналирование температуры больных
- Накопление достоверной информации по каждому пациенту
- Стохастическая передача данных и по аларму

**ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬ**

### «ТИХАЯ РАСТЯЖКА» - СИГНАЛ ВТОРЖЕНИЯ



# Производство токовых шунтов в России: технологии, тенденции и перспективы



В статье раскрыты физические основы функционирования шунтов, их свойства и конструктивные особенности. Рассмотрены технологии изготовления шунтов и направления их совершенствования.

ООО НТЦ «АРГО», г. Иваново

Научно-технический центр (НТЦ) «АРГО» — компания полного цикла, разработчик программно-технического комплекса (ПТК) «Арго: Энергоресурсы». Кроме того, в активе компании — более десятка патентов, в том числе на систему «квантового» погодозависимого регулирования, окупаемость которой не превышает двух отопительных сезонов, на автономную систему диагностики «Экспресс-Аларм» на базе IoT-решений, позволяющую автоматизировать значительную часть работы медицинского персонала. Ведутся работы по созданию линейной системы генератор/двигатель с плавающими поршнями, имеющей рабочее название «Тянитолкай», над инновационной круглогодичной теплицей с вертикальными грядками, полностью российской электроникой и ПО, а также многим другим.

В I квартале 2024 года предприятие планирует внести токовые шунты своего производства в Реестр российской радиоэлектронной продукции (РЭП) Минпромторга. Но уже сегодня данными компонентами заинтересовался ряд производителей приборов учета. Компания «АРГО» не только ведет переговоры и заключает договоры поставки, но и готова разрабатывать изделия под конкретные требования партнеров.

**Материалы и технологии изготовления**  
Шунт представляет собой устройство, позволяющее току течь в обход

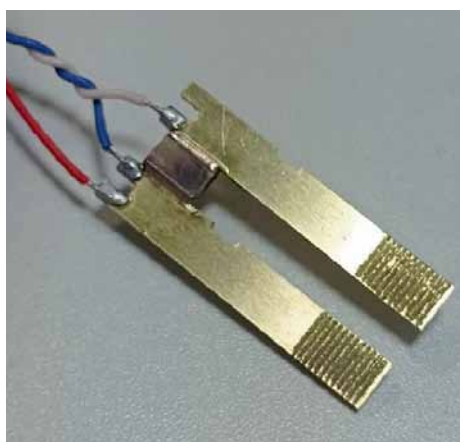
какого-либо участка электросхемы. По сути, это низкоомный резистор — с сопротивлением в десятки миллиом и меньше. Столь ничтожно малая величина не оказывает значительного влияния на измерительную цепь. С точки зрения выполняемых шунтом преобразований его можно отнести к группе линейных фильтров для низких частот, потому что он вносит искажения в исходный сигнал за счет подавления высокочастотных компонентов.

Конструктивно токовый шунт состоит из двух частей — резистивной и контактной, имеющей два потенциальных и два токовых контакта (рис. 1). Материалами для изготовления устройств служат алюминий,

манганин (прецизионный сплав с небольшим температурным коэффициентом сопротивления на основе меди с добавкой марганца и никеля) и константан (термостабильный медно-никелевый сплав).

Востребованность шунтов объясняется их преимуществами перед трансформаторами и другими статическими преобразователями. Работа шунта не зависит от того, какой ток подается — переменный, постоянный или импульсный, он обладает неизменностью коэффициента преобразования в широком диапазоне частот и способностью сохранять форму кривой тока, подлежащего измерению.

Как и положено проводнику, на участке цепи токовый шунт работает



а



б

Рис. 1. Токовые шунты из разных материалов:  
а — из константана; б — из манганина

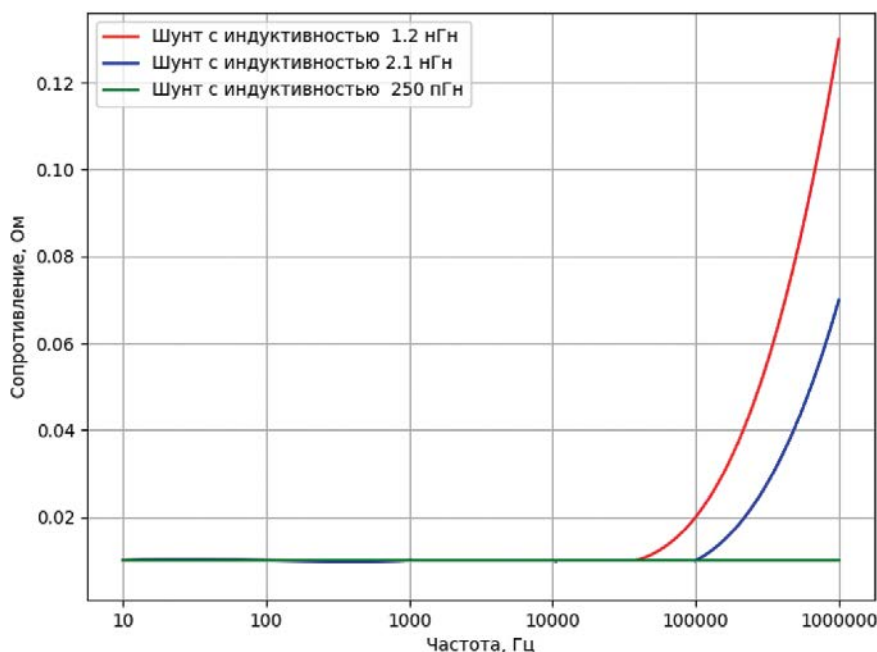


Рис. 2. Зависимость сопротивления токового шунта от частоты тока

по закону пропорциональности силы тока и электрического напряжения (закон Ома). Если частота тока возрастает значительно, то на низкоиндуктивных шунтах сопротивление меняется, а на высокоиндуктивных (из манганина и константана) остается постоянным (рис. 2).

При работе токового шунта в электрической цепи образуется путь с низким сопротивлением, тем самым обеспечивается протекание через шунт некоторой части общего тока. Измеряя ее величину, мы получаем представление о протекающем в цепи общем токе. Та-

ким образом, шунт дает возможность точно и безопасно измерять значительные величины тока без вреда для чувствительных измерительных устройств. Сопротивление меняется и при изменении температуры токового шунта. Изменение сопротивления находится в зависимости от используемого материала. Например, сопротивление шунта из алюминия при нагревании выше  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  увеличивается, а для шунта из манганина оно остается практически неизменным (рис. 3).

Ниша производства токовых шунтов стремительно развивается во всем

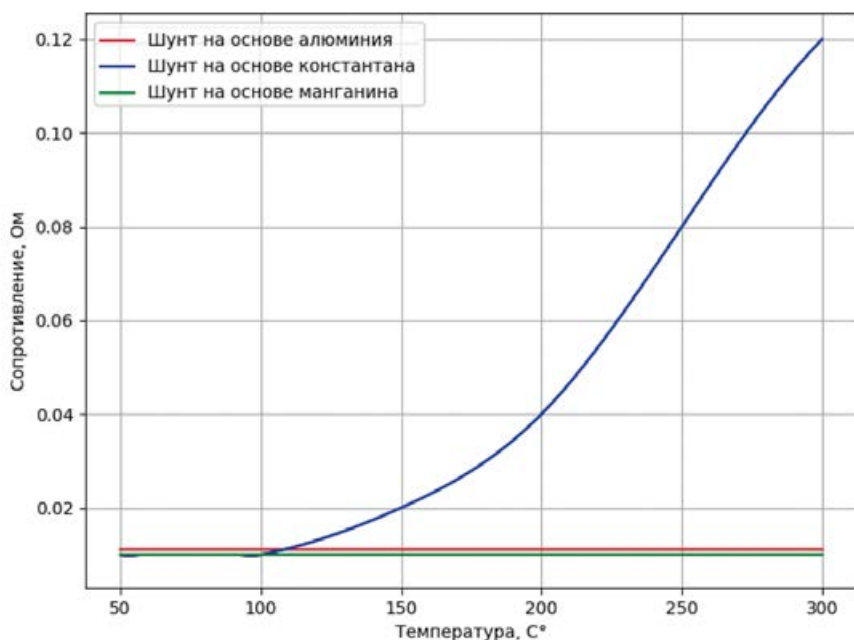


Рис. 3. Зависимость сопротивления токового шунта от температуры

мире. Не отстает и российская промышленность, тем более что сегодня потребность в российской продукции значительно возросла. Развиваясь с учетом этих факторов, НПЦ «АРГО» наращивает производственные мощности, а также совершенствует технологии и производственные линии. Специалисты компании работают над повышением точности и надежности токовых шунтов, уменьшением их веса и размеров, одновременно стремясь сохранить важное преимущество продукции: наилучшее соотношение цены и качества.

При этом важно понимать, что производство токовых шунтов на российских предприятиях имеет свои особенности, которые связаны как с имеющимися технологиями и наличием необходимых для изготовления этих устройств материалов, так и со стандартизацией и техническим регулированием в этих областях.

Сегодня методы производства шунтов в России включают использование передовых технологий литья, а также обработки материалов и точного измерения параметров производимых изделий. Применение специальных материалов, таких как упомянутый выше манганин, определяет высокую точность, эксплуатационную технологичность и долговечность продукции. Производство токовых шунтов из манганина возможно благодаря использованию специализированных технологий лазерной и металлообработки, а также электротехнологий.

Один из этих методов — прессование (или штамповка) специальных металлических полос для придания шунтам требуемой геометрической формы, что осуществляется с помощью прессформ, или штампов. Для получения шунта нужной формы материал подвергается деформации (сжатию). После штамповки для достижения гладкой поверхности шунта, соблюдения точных размеров и формы используются различные технологии механической обработки, например фрезерование и (или) точение.

Для соединения различных металлических элементов используется пайка. Например, пластины изделия запаиваются в медные наконечники для создания электрического соединения.

На производственной площадке НПЦ «АРГО» при изготовлении то-

ковых шунтов используются самые передовые лазерные технологии обработки. В их числе:

- ▶ лазерная резка для получения изделий нужных размеров и формы из металлических полос или листов;
- ▶ лазерное сверление для создания на металлических деталях шунта отверстий малых диаметров;
- ▶ лазерная сварка/спекание для соединения металлических деталей шунта между собой;
- ▶ точнейшая лазерная обработка поверхностей шунта и его краев;
- ▶ лазерная маркировка изделия.

Применение лазерных технологий при производстве токовых шунтов обеспечивает высокую точность и качество обработки материала, что значительно увеличивает эффективность работы этих устройств в электрических цепях.

Следующий этап производства включает химические и механические технологии обработки поверхности для удаления остаточных загрязнений или окислов. Часто при производстве шунтов применяются технологии термической обработки, например, нагрев для устранения напряжений или для улучшения электротехнических шунтов. На завершающей стадии изготовления выполняется калибровка



Рис. 4. На производственном участке подготовки токовых шунтов

шунтов, а также проверка их качества и соответствия требуемым характеристикам.

Основные требования к техническим характеристикам шунтов, их производству, использованию в рабочих процессах и при измерениях, процессам их изготовления, менеджменту качества и другим аспектам, связанным с токовыми шунтами, определяются комплексом международных и российских нормативных документов, в числе которых следует назвать IEC

60044-1:2003 (ГОСТ IEC 60044-1-2013) по измерительным трансформаторам; ГОСТ 30012.1-2002 и ГОСТ 8042-93 по электроизмерительным аналоговым показывающим приборам прямого действия и вспомогательным частям к ним; ИСО 857-1:1998 (ГОСТ Р ИСО 857-1-2009) и ГОСТ 15878-79 по сварке и родственным процессам; ISO 9001:2015 (ГОСТ Р ИСО 9001-2015) по управлению качеством и эффективному менеджменту, а также «Методика поверки» (МИ 1991-89) на шунты постоянного тока.

#### Заключение

НТЦ «АРГО» имеет все необходимые составляющие для разработки и изготовления современных, точных и эффективных токовых шунтов: научно-исследовательский потенциал, необходимые материалы, оснастку и производственные мощности, отлаженное сертифицированное производство, систему качества и высококвалифицированный персонал.

ООО НТЦ «АРГО», г. Иваново,  
тел.: +7 (4932) 34-5677,  
e-mail: post@argoivanovo.ru,  
сайт: www.argoivanovo.ru

# Cabex

22-я Международная выставка  
кабельно-проводниковой  
продукции, оборудования  
и материалов для ее  
производства

**19–21 марта 2024**  
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

Организаторы



Генеральный  
информационный  
партнер



Присоединяйтесь к лидерам  
российского рынка кабельно-  
проводниковой продукции

Получите билет  
Промокод: isup  
cabex.ru

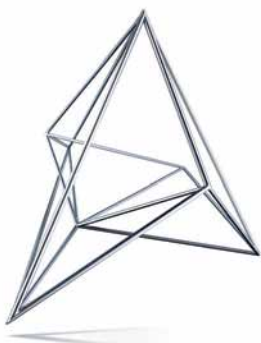
# Одноплатные корпусные индустриальные компьютеры

серии Bedrock V3000 Basic и R7000 Edge AI

❄️❄️❄️  
**-40°C**



- 8-ядерный процессор AMD Ryzen
- До трёх модулей ускорения искусственного интеллекта (для R7000)
- Температурный диапазон от -40 до +85°C
- Полностью алюминиевый корпус, обеспечивающий безвентиляторное охлаждение
- Высокое качество изготовления и сборки
- Исключительная надежность
- Долгий срок эксплуатации



## Symmetron

МОСКВА  
Ленинградское шоссе, д. 69, к. 1  
Тел.: +7 495 961-20-20  
moscow@symmetron.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
ул. Таллинская, д. 7  
Тел.: +7 812 449-40-00  
spb@symmetron.ru

НОВОСИБИРСК  
ул. Блюхера, д. 716  
Тел.: +7 383 361-34-24  
sibir@symmetron.ru

Подробная информация и техподдержка:  
embedded@symmetron.ru



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

# Современные тенденции в области промышленных компьютеров

## Symmetron

В статье представлены промышленные безвентиляторные компьютеры бренда Bedrock для периферийных вычислений. Рассказано об их вычислительных мощностях, инновационной системе охлаждения, позволяющей эффективно отводить тепло без вентилятора, и других особенностях.

ГК «Симметрон», г. Москва

Компания «Симметрон», известный поставщик встраиваемых систем, продолжает снабжать российских производителей высокотехнологичным оборудованием — промышленными компьютерами. В соответствии с тенденциями последних лет значительную часть ассортимента компании составляют компьютеры для периферийных вычислений, которые позволяют в системах с большим количеством оперативных данных выполнять основные вычисления на полевого уровне, оптимизируя таким образом работу центральных серверов и увеличивая скорость обработки информации. Такие устройства находят применение в огромном спектре областей: в промышленном производстве, робототехнике, на транспорте и в здравоохранении, в системах умного города, сельском хозяйстве и многих других сферах. Важное место в этом ряду занимают промышленные компьютеры бренда Bedrock.

### Bedrock V3000 Basic

Для примера начнем с базовой модели, вышедшей в конце 2022 года, — Bedrock V3000 Basic (рис. 1) на процессоре AMD Ryzen Embedded V3000 (архитектура Zen3). Этот промышленный встраиваемый компьютер с пассивным охлаждением предназначен для серверов на краю (Edge) сети или верхнего уровня систем автоматиза-

ции производства. Он стал одним из первых сверхкомпактных высокопроизводительных компьютеров на базе SoM (система на модуле), на процессоре нового семейства AMD Ryzen Embedded V3000 с ядрами Zen3+ (до 8 ядер / 16 потоков) с тактовой частотой до 3,8 ГГц и расчетной рассеиваемой мощностью до 45 Вт. Сейчас много разговоров о технологическом допуске литографического процесса, поэтому отметим, что AMD Ryzen V3C48 изготавливается по технологии 6 нм, а значит, обладает отличной производительностью и энергоэффективностью. В самом ПК задействованы все 20 линий (полос) шины PCIe Gen4, что позволяет поддерживать высокую вычислительную производительность с не менее высокой пропускной способно-

стью. Это создает отличные перспективы для реализации хранилищ данных, сетевых устройств или устройств ввода/вывода, причем весьма требовательных к ресурсам ПО в суровых условиях эксплуатации.

Также отметим следующие характеристики промышленного компьютера Bedrock V3000 Basic:

- ▶ память 96 ГБ DDR5 ECC и три накопителя NVMe Gen 4;
- ▶ двойной порт 10 GbE, четыре 2,5 GbE, 5G и Wi-Fi 6E;
- ▶ рабочая температура  $-40...+85^{\circ}\text{C}$ ;
- ▶ питание от 12 до 60 В;
- ▶ габариты  $160 \times 130 \times 29$  мм (без накладных боковых радиаторов, то есть вариант корпуса Tile/плитка).

Доступны три варианта монтажа: на DIN-рейку, настенный и настольный. Предложены два варианта охлаждения с рассеиваемой мощностью — 30 или 60 Вт для удовлетворения конкретных требований заказчика. Кроме того, упомянутый выше вариант Tile можно крепить на шасси, когда потребуется повышенная рассеиваемая мощность.

Высокая производительность означает высокую температуру работы процессора, что требует применения инновационных технологий охлаждения. Промышленный встраиваемый компьютер Bedrock V3000 изначально был разработан как изделие с эффективным безвентиляторным пассив-



Рис. 1. Монтаж Bedrock V3000 Basic на DIN-рейку

ным охлаждением. Процессор термически соединен с корпусом жидкометаллическим термоинтерфейсом (thermal interface material – TIM) для уменьшения теплового сопротивления. Несколько тепловых трубок равномерно распределяют тепло по всему алюминиевому корпусу во всех направлениях (360 градусов). Для оптимизации конвективной теплопередачи каждая стенка корпуса имеет два слоя теплообмена: алюминиевые воздуховоды, которые создают поток воздуха за счет эффекта дымохода, и еще один слой обычных ребер охлаждения. В результате Bedrock V3000 может рассеивать в три раза больше тепловой мощности, чем другие компьютеры аналогичного размера.

Кроме центрального процессора, необходимо также обеспечить охлаждение дополнительных источников тепла, это ключевое требование для надежной круглосуточной работы в условиях экстремального использования высокопроизводительных систем. Все такие источники внутри Bedrock V3000 Basic термически связаны с корпусом, что обеспечивает бесперебойную работу всей системы. Это три накопителя NVMe, модуль SODIMM, силовые транзисторы, сетевые адаптеры, отсеки SFP+, а также беспроводные интерфейсы: Wi-Fi и модем 5G.

Компьютер Bedrock V3000 проектировался с учетом требований к надежности, которые были сформированы на основе многолетнего опыта разработки промышленных ПК и встраиваемых систем. Питание постоянным током осуществляется через клеммную колодку с винтовой фиксацией и имеет широкий диапазон напряжения 12...60 В с двумя ступенями регулирования. ОЗУ поддерживает ECC (встроенные схемы контроля и исправления обнаруженных одиночных ошибок). Можно заказать NVMe с защитой от потери питания (PLP). Bedrock V3000 имеет резервную флеш-память SPI для предотвращения блокировки из-за повреждения BIOS, а также сторожевой таймер (WDT) и TPM (trusted platform module – доверенный платформенный модуль). Корпус чрезвычайно прочный, полностью алюминиевый, пыленепроницаемый, со степенью защиты IP40.

Безвентиляторный промышленный компьютер Bedrock V3000 не требует технического обслуживания. До-



Рис. 2. Промышленный компьютер Bedrock R7000 Edge AI

ступ к сим-картам производится с панели (лоток с нажатием в отверстие, как в смартфонах). Разъем дистанционной кнопки включения питания удобно расположен на верхней панели компьютера. Все кронштейны и крепежные приспособления монтируются снаружи. Если возникнет необходимость открыть Bedrock V3000 (например, для установки накопителя или замены электрической батарейки часов реального времени RTC), компьютер открывается путем отвинчивания одного винта.

Поддерживаются Windows 10 и 11, системы IoT (интернет вещей) и Linux. Компьютер может использоваться в суровых условиях эксплуатации, например, на фабриках, горнодобывающих предприятиях и других промышленных объектах, где требуется высокоскоростная сеть и быстрое хранение данных.

#### Bedrock R7000 Edge AI

Летом 2023 года выпущена модель Bedrock R7000 Edge AI (рис. 2), в которой восьмиядерный процессор серии AMD Ryzen 7040 впервые был дополнен ускорителями ИИ (искусственный интеллект) Hailo-8, отсюда и аббревиатура AI (artificial intelligence) в названии. Слово Edge, как и раньше, означает границу сети, то есть периферийные вычисления в системах с большим объемом оперативной информации. Процессор AMD Ryzen 7840HS относится к новой категории APU (accelerated processing unit – блок ускоренных вычислений) и производится с технологическим допуском 4 нм тайваньской TSMC (архитектура Zen4). Как и прежде, имеет 8 ядер и 16 потоков, но появился графический процессор Radeon 780M (архитектура RDNA 3). 20 собственных полос шины PCIe Gen4 и до трех ИИ-ускорителей

Hailo-8 можно полностью использовать вместе с накопителем NVMe Gen4x4, двумя Ethernet-портами 2,5 Гбит/с и мониторами. Процессор и все устройства пассивно охлаждаются благодаря инновационной безвентиляторной системе охлаждения.

Спрос на такие высокопроизводительные малогабаритные промышленные ПК без монитора категории Edge AI растет во всех сегментах рынка встраиваемых систем. Сферы их применения – робототехника, автономные транспортные средства, здравоохранение, перевозки, умные города и розничная торговля, энергетика, сельское хозяйство, коммунальные службы. Заметим, что каждый ИИ-ускоритель Hailo-8 дает 26 тералогических операций в секунду (TOPS) или даже больше при простой настройке. Более того, программный пакет Hailo AI Software Suite поддерживает линейное масштабирование производительности логических заключений (операций, выводов) ИИ с помощью простого добавления модулей.

ОЗУ и накопители в Bedrock R7000 имеют модульную конструкцию: два модуля SODIMM с поддержкой до 64 ГБ памяти DDR5 ECC/не-ECC и три накопителя NVMe 2280 PCIe Gen4x4. Допускаются NVMe-накопители корпоративного уровня с защитой от потери питания (PLP). Оперативная память и накопители имеют кондуктивное охлаждение для надежной работы при высоких температурах.

Система ввода/вывода обеспечивает подключение до 4 мониторов, в том числе HDMI 2.1/DP 2.1 с разрешением 8K или 4 × 4K. Также имеется двойной интерфейс Ethernet 2,5 Гбит/с (Intel I226), дополнительный модем Wi-Fi 6E + BT 5.3, две сим-карты 5G или LTE, четыре порта USB 3.2 и консольный порт. Все разъемы ввода/вы-

вода удобно расположены на одной стороне корпуса, что упрощает коммутацию. Если используется менее трех ускорителей искусственного интеллекта, возможен размен на Wi-Fi 6E и до двух дополнительных накопителей NVMe.

Bedrock R7000 поддерживает все основные операционные системы ПК: большинство дистрибутивов Linux, Windows Desktop, Windows Server и Windows IoT. Электронная архитектура Bedrock R7000 является модульной и основана на SoM, то есть процессор и основные модули (память и т.д.) расположены на отдельной плате, вставляемой в материнскую. Подача питания производится специальным сменным модулем для настройки на различные варианты электропитания. По умолчанию модуль питания PM 1260 поддерживает широкий диапазон напряжений: от 12 до 60 В постоянного тока.

Корпус компьютера изготовлен из прочного обработанного алюминия с анодированным покрытием. Он предлагается в трех вариантах: для рассеивания до 30 Вт за счет конвекции, для рассеивания мощности 60 Вт и вариант Tile для кондуктивного охлаждения. Корпус идеально подходит для монтажа на DIN-рейку благодаря специально разработанному кронштейну, запирающему с нулевым усилием. Конструкция Bedrock R7000 обеспечивает охлаждение, которое более чем в 3 раза превышает охлаждающую способность типичных ПК аналогичного размера. Это достигается с помощью жидкометаллического TIM, рассеивания на 360° тепловыми трубками, двухслойного теплообменника с эффектом дымохода и термического соединения всех внутренних нагреваемых компонентов. Компьютер надежно работает в диапазоне температур -40...+85 °С.

Дополнительно отметим, что в Bedrock R7000 можно заранее ограничить рассеиваемую мощность процессора в диапазоне от 8 до 54 Вт. Это особенно полезно в случаях, когда нужно сократить энергопотребление компьютера для электропитания его внешних устройств или при установке в местах с плохим теплоотводом.

Габариты корпуса:

▶ 45 (Ш) × 160 (В) × 130 мм (Г) для исполнения с рассеиваемой мощностью 30 Вт;

▶ 73 (Ш) × 160 (В) × 130 мм (Г) у модели с рассеиваемой мощностью 60 Вт;

▶ 29 (Ш) × 160 (В) × 130 мм (Г) в варианте Tile (без боковых радиаторов).

ГК «Симметрон», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 961-2020,  
e-mail: [embedded@symmetron.ru](mailto:embedded@symmetron.ru),  
сайт: [www.symmetron.ru](http://www.symmetron.ru)



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
**РОБОТОТЕХНИКА  
И ИСКУССТВЕННЫЙ  
ИНТЕЛЛЕКТ**

ПРЕДПРИЯТИЯ РОССИИ –  
ЗАЩИТНИКАМ ОТЕЧЕСТВА!

12-13 МАРТА 2024  
МОСКВА, КОНГРЕСС-ЦЕНТР  
ПРЕЗИДЕНТ-ОТЕЛЯ

ОРГАНИЗАТОР



[RAIEXPO.RU](http://RAIEXPO.RU)

## Параметрический контроллер АТБ-2100: удобное управление инженерными системами зданий на новом уровне

Наше время выдвигает повышенные требования к российским разработчикам электроники. Требуется в кратчайшие сроки наладить выпуск оборудования с современной функциональностью, высокого качества, удовлетворяющего все потребности промышленности. Над этим работает компания «АТБ Электроника», которая разрабатывает и производит самые передовые отечественные решения в сфере электроники, в том числе аппаратные платформы, и собирает наиболее талантливых и опытных инженеров-разработчиков для создания новых решений. Главный конструктор компании «АТБ Электроника» **Дмитрий Смелов** рассказывает о новой разработке: контроллере АТБ-2100, предназначенном для управления инженерными системами зданий. ■■■■■

**ЦИТАТА:** Наше творение, конечно, навеяно общими тенденциями рынка. Но мы не просто сделали микс из лучших технических решений, которые применяются в промышленных контроллерах, но и добавили целый ряд оригинальных разработок, часть из которых теперь запатентована.

**ИСУП:** Дмитрий Александрович! С какими инженерными системами контроллер АТБ-2100 уже сегодня может работать и с какими по плану будет работать в дальнейшем?

**Д. А. Смелов:** В настоящее время поддерживаются практически любые конфигурации вентиляционных установок и центральных кондиционеров. В будущем планируем добавить сис-

темы дымоудаления, ИТП, чиллеры, гидромодули, прецизионные кондиционеры и т.д. Здесь все очень просто: мы реализуем поддержку того оборудования, о котором у нас спрашивают заказчики и покупатели.

**ИСУП:** Какой контроллер в вашем понимании (как разработчика) является универсальным?



▲ Д. А. Смелов, главный конструктор ООО «АТБ Электроника»

Д. А. Смелов: Термин «универсальный» можно понимать по-разному. Зависит от опыта и возможностей разработчика. Но основные критерии, думаю, такие:

- ▶ физические каналы ввода/вывода должны позволять выбирать тип сигнала в возможно более широком диапазоне (0...10 В / 4...20 мА / NTC / PT1000 / NI1000 / «сухой» контакт);
- ▶ должно быть встроено минимум два порта RS-485 с поддержкой Modbus — ведущий и ведомый;
- ▶ по возможности должен быть встроена беспроводной интерфейс;
- ▶ должна быть предусмотрена возможность подключения модулей расширения;
- ▶ дисплей должен отображать не только текстовую, но и графическую или псевдографическую информацию;
- ▶ должна быть обеспечена возможность питания от источников как постоянного, так и переменного тока;
- ▶ встроенное программное обеспечение должно позволять сконфигурировать контроллер для максимального широкого диапазона типовых применений.

**ИСУП:** Предусмотрены ли в контроллере АТБ-2100 готовые программные решения (настройки) для установок наиболее известных производителей?

Д. А. Смелов: Такая возможность предусмотрена, будем применять по мере необходимости.

А так контроллер поставляется с предустановленным универсальным ПО для большинства применений. Достаточно ввести конфигурацию. Во-первых, это можно сделать с помощью мастера конфигурации, встроенного в ПО контроллера, во-вторых, можно загрузить ранее созданную конфигурацию с помощью специализированного приложения для компьютера АТБ Programmer. В будущем загрузить созданную конфигурацию можно будет с помощью мобильного приложения. Сейчас оно в разработке, в качестве первого этапа создан веб-интерфейс.

**ИСУП:** Расскажите, пожалуйста, подробнее об особенностях и возможностях вашего ПО.



Рис. 1. Параметрический контроллер АТБ-2100

Д. А. Смелов: Все возможности ПО подробно описаны в руководстве по эксплуатации на 118 страницах. (Смется.) Выделю главное:

- ▶ контроллер не требует программирования, только конфигурирования, которое может выполнить техник относительно невысокой квалификации;
- ▶ алгоритмы, реализованные во встроенном программном обеспечении, созданы российскими инженерами, имеющими богатейший опыт производства, монтажа, пусконаладки и обслуживания промышленного климатического оборудования, что гарантирует соответствие характеристик и возможностей контроллера особенностям климата России и местным традициям;
- ▶ широкие возможности встроенного ПО, в частности поддержка мультиязычного пользовательского интерфейса, позволяют с легкостью вывести наш контроллер на международный рынок.

**ИСУП:** Какие еще преимущества пользовательского интерфейса можно было бы выделить?

Д. А. Смелов: Работая над контроллером, мы старались, чтобы символы были легко распознаваемыми, а управление — удобным.

- ▶ У нашего контроллера крупные и яркие, легко читаемые кириллические символы.
- ▶ Для индикации состояния отдельных компонентов установки предусмотрены специальные псевдогра-

фические символы, подсвечиваемые светодиодами.

- ▶ Затемненное изнутри стекло дисплея делает символы максимально четко распознаваемыми.
- ▶ Энкодер подходит к любым пальцам, позволяет легко пролистывать ненужные пункты и менять значение выбранного параметра.
- ▶ Энкодер имеет осязаемый клик, что является безусловным преимуществом перед решениями ряда конкурентов, использующих квазисенсорные кнопки.

**ИСУП:** Да, энкодер — это очень интересное решение. Этакая крутилка на панели контроллера. Почему вы решили его использовать?

Д. А. Смелов: Мы установили энкодер вместо кнопок, которые получаются слишком мелкими в типоразмере 4DIN. Мелкими кнопками неудобно пользоваться тем людям, у кого пальцы покрупнее. Если сделать кнопки приемлемого размера — такими, чтобы они подошли для любых пальцев, то они займут слишком много места, а место надо экономить. Крутилка же подойдет всем.

Кроме того, такое управление наиболее интуитивно понятно — вращением по часовой стрелке увеличиваем значение выбранного параметра, перемещаемся вперед по меню, нажатием подтверждаем выбор. Возврат на уровень вверх — с помощью соответствующего пункта меню в конце каждого из списков.

**ИСУП:** Расскажите, пожалуйста, о входах/выходах контроллера. Набор интерфейсов как-то меняется в зависимости от исполнения или универсальность подразумевает неизменный набор?

Д. А. Смелов: Возможны различные варианты комплектации дискретных выходов — механические или твердотельные. Остальные каналы потенциально тоже могут быть исполнены с разной степенью упрощения функциональности, но в этом не наблюдается особого практического смысла.

**ИСУП:** В контроллере АТБ-2100 два независимых интерфейса RS-485. Как это реализовано и что дает?

Д. А. Смелов: Реализованы два независимых последовательных интерфейса: BMS для диспетчеризации

и FieldBus для управления ведомыми устройствами, в частности, модулями расширения, частотными преобразователями и т.д. Такой подход обеспечивает гибкость построения систем управления, как существующих, так и перспективных.

**ИСУП:** На сайте указана такая функциональная особенность, как большая плотность сигналов ввода/вывода. К тому же тип сигналов можно гибко конфигурировать. Расскажите об этом подробнее.

**Д. А. Смелов:** Больше просто не влезет в данный размер при использовании разъемов приемлемого размера. Более мелкие разъемы будут создавать сложности при монтаже и иметь низкую надежность.

Поддерживаются:

- ▶ 3 + 5 UI 0...10 В / 4...20 мА / NTC / PT1000 / NI1000 / «сухой» контакт;
- ▶ шесть DI «сухой» контакт;
- ▶ четыре АО с нагрузочной способностью 10 мА по каждому из каналов;
- ▶ семь DO механических или SSR.

**ИСУП:** Как реализовано подключение модулей расширения?

**Д. А. Смелов:** По интерфейсам RS-485 или CAN. Причем установка адреса модуля расширения не требуется: при подключении по RS-485 фиксировано используется адрес 1. При использовании CAN-модули расширения автоматически получают адреса в зависимости от стороны подключения к контроллеру.

**ИСУП:** А сколько модулей расширения можно подключить к контроллеру?

**Д. А. Смелов:** Один по RS-485, до двух по CAN. Хочу сказать, что по ходу создания конструкции контроллера мы нашли совсем новое техническое решение, которое позволяет стыковать определенным образом контроллер

и модули расширения. Такого вообще ни у кого нет, сейчас мы находимся на стадии патентования.

**ИСУП:** Какие способы подключения предусмотрены для оборудования?

**Д. А. Смелов:** Винтовые или пружинные клеммы, совместимые с аналогичными изделиями Phoenix Contact. Использование съемных винтовых клемм обеспечивает необходимую надежность расключения проводов без риска повреждения контроллера. В частности, кабельные сборки для монтажа щита автоматики могут выполняться заблаговременно, даже до покупки и установки контроллера в щит.

**ИСУП:** Какие особенности монтажа используются?

**Д. А. Смелов:** Защелка на DIN-рейку позволяет устанавливать контроллер как «с размаху» (защелкивается сама), так и может быть заранее отведена в открытое положение и защелкнута впоследствии. Последнее делает съем контроллера с DIN-рейки особенно простым.

**ИСУП:** Расскажите, пожалуйста, подробнее о дополнительном источнике питания. Похоже, это не просто встроенная батарея для автономной работы. Как реализовано и что дает?

**Д. А. Смелов:** Говоря о подсистеме питания контроллера, прежде всего необходимо отметить, что его источник питания имеет в своем составе синфазный фильтр, который существенно снижает влияние помех извне на внутренние цепи контроллера, обеспечивая стабильность его работы и снижение возможных флуктуаций показаний датчиков.

Выход 11 В предназначен для питания токовых датчиков с напряжением питания от 8 В – упрощает монтаж за счет отсутствия необходимости в отдельном источнике питания для датчиков.

**ИСУП:** А какие решения вы применяете для того, чтобы снизить стоимость продукта?

**Д. А. Смелов:** Главное, мы снижаем удельную стоимость конечного решения для клиентов за счет максимального увеличения функциональности устройства в том же объеме. Чисто технически использованы все возможности, упрощающие конструкцию без снижения удобства и безопасности применения контроллера:

- ▶ относительно упрощенный дисплей;
- ▶ упрощение схемотехники в разумных пределах, в частности отсутствие гальванической развязки входов/выходов;
- ▶ возможны модификации без батарейки часов реального времени, но с ионистором;
- ▶ возможны модификации без Wi-Fi-модуля;
- ▶ поставка в мультиупаковке.

А вообще, хочу подчеркнуть, что наше творение, конечно, навеяно общими тенденциями рынка. Но мы не просто сделали микс из лучших технических решений, которые применяются в промышленных контроллерах, но и добавили целый ряд оригинальных разработок, часть из которых теперь запатентована.

На мой взгляд, получилось очень неплохо.

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



Д. А. Смелов, главный конструктор,  
ООО «АТБ Электроника», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 229-4433,  
e-mail: sale@atb-e.ru,  
сайт: atb-e.ru



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



<https://t.me/isupmagaz>  
Телеграм



<https://dzen.ru/isup>  
Дзен

Все новости и статьи в свободном доступе

# Шлюз в режиме ПЛК

**МЗТА**  
mzta.ru

Для всех ли задач автоматизации нужен полнофункциональный программируемый логический контроллер? В бюджетных проектах, таких как теплоснабжение индивидуальных тепловых пунктов, локальные системы вентиляции и кондиционирования и ряд других, вероятно, не стоит переплачивать за избыточную функциональность. Для таких целей вполне может подойти шлюз, а точнее, управляющий модуль, работающий в режиме ПЛК.

АО «МЗТА», г. Москва

Московский завод тепловой автоматики (МЗТА) предлагает именно такой шлюз – управляющий модуль kV.EG (рис. 1) со встроенной системой исполнения Control Runtime System, входящий в состав линейки устройств «КОМЕГА Basic». Он предназначен для управления простыми технологическими процессами, которые не предъявляют высоких требований к системе управления, то есть с небольшим количеством локальных подключений на один модуль. Кроме того, шлюз может применяться в системах сбора и передачи информации, а также может быть ключевым звеном систем диспетчеризации.

Управляющий модуль kV.EG исполняет пользовательский алгоритм управления и поддерживает до 16 модулей ввода/вывода. В сочетании с модулями ввода/вывода серии «КОМЕГА Basic» (kV.AIO, kV.DIO, kV.DIO-PDO, kV.PDO) управляющий модуль kV.EG способен опрашивать различные датчики и приборы (термопары, термосопротивления, приборы с унифицированным токовым выходом и т. д.) и формировать управляющие воздействия (рис. 2).

Коммуникационные возможности модуля реализованы в виде двух интерфейсов RS-485, интерфейса Ethernet и шины kBus для подключения модулей расширения. Интерфейс Ethernet может быть использован для подключения к системам диспетчеризации



Рис. 1. Управляющий модуль kV.EG

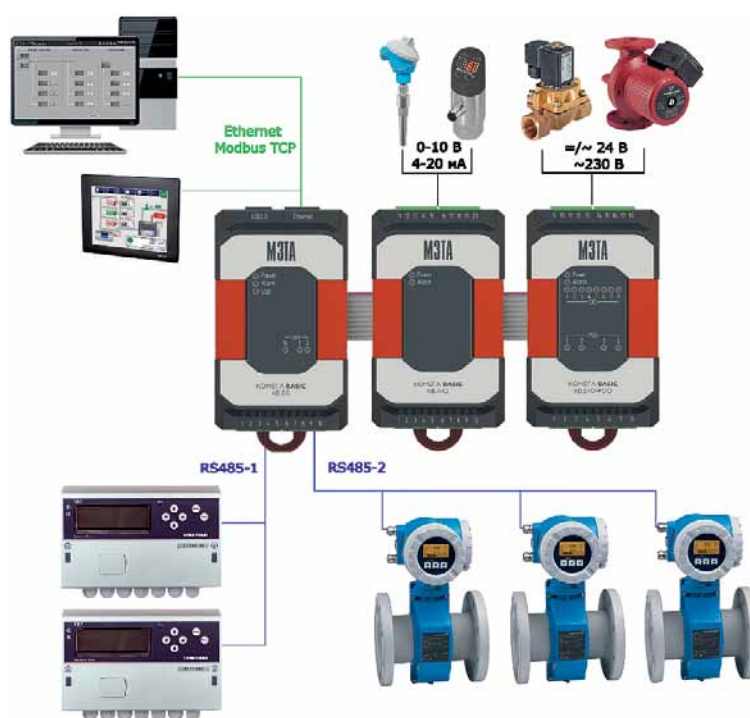


Рис. 2. Подключение датчиков и исполнительных механизмов к шлюзу kV.EG и модулям расширения «КОМЕГА Basic»

по протоколу Modbus TCP. Через интерфейсы RS-485 могут подключаться устройства автоматизации, измерительные системы и приборы учета. Для простоты подключения тепловычислителей разработана библиотека блоков, которая доступна для скачивания на сайте МЗТА. В модуле имеются встроенные часы реального времени (RTC).

Пользовательский алгоритм разрабатывается в системе CODESYS V3.5 с возможностью программирования на пяти языках МЭК 61131-3. В одном проекте может быть добавлено до двух задач. Задача – это элемент управления, который позволяет выполнять набор POU (программ или функциональных блоков, объявленных в программах) на периодической или событийной основе. Также модуль

может работать в режиме программно-аппаратного шлюза (gateway) для преобразования протоколов Modbus RTU и CANOpen в Modbus TCP.

Не умаляем достоинств классических ПЛК, присутствующих в линейке «КОМЕГА Basic» (это базовые и дисплейные модули kV.M и kV.D), но обращаем внимание проектировщиков и специалистов эксплуатирующих организаций на возможность сэкономить бюджет.

И. Д. Бурашников, специалист по тестированию,  
В. А. Бараник, руководитель отдела тестирования,  
АО «МЗТА», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 720-5444,  
e-mail: sales@mzta.ru,  
сайт: www.mzta.ru

# Осциллографы АКИП

на все случаи жизни



**АКИП-4128С**  
100 / 200 МГц  
2 изолированных канала

**АКИП-4131**  
100 / 200 МГц  
2 / 4 канала + 16 цифровых  
I<sup>2</sup>C, SPI, UART/RS232, CAN, LIN



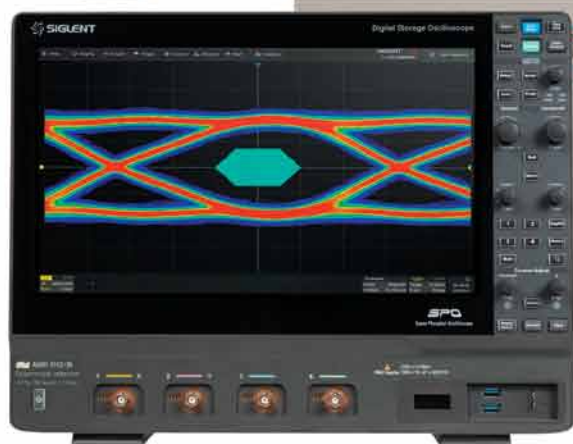
**АКИП-4129**  
100 / 200 / 350 / 500 МГц  
2 / 4 канала + 16 цифровых  
I<sup>2</sup>C, SPI, UART, CAN, LIN, CAN FD, FlexRay,  
I<sup>2</sup>S, MIL-STD-1553B, SENT, Manchester

**АКИП-4140**  
100 / 200 / 350 / 500 МГц  
4 канала + 16 цифровых  
АЦП 12 бит  
I<sup>2</sup>C, SPI, UART, CAN, LIN, CAN FD, FlexRay,  
I<sup>2</sup>S, MIL-STD-1553B, SENT, Manchester



**АКИП-4134**  
350 / 500 МГц / 1 ГГц  
4 канала + 16 цифровых  
I<sup>2</sup>C, SPI, UART, CAN, LIN, CAN FD, FlexRay,  
I<sup>2</sup>S, MIL-STD-1553B, SENT, Manchester,  
Arinc429

**АКИП-4135**  
500 МГц / 1 ГГц / 2 ГГц  
4 канала + 16 цифровых  
I<sup>2</sup>C, SPI, UART, CAN, LIN, CAN FD, FlexRay,  
I<sup>2</sup>S, MIL-STD-1553B, SENT, Manchester



**АКИП-4143**  
3 / 4 ГГц  
4 канала + 16 цифровых  
I<sup>2</sup>C, SPI, UART, CAN, LIN, CAN FD, FlexRay,  
I<sup>2</sup>S, MIL-STD-1553B, SENT, Manchester,  
Arinc429, USB2.0

## Промышленная мебель «АКИП» и комплексное оснащение лабораторий и рабочих мест



Приведены особенности и характеристики промышленной и антистатической мебели торговой марки «АКИП». Рассмотрены рабочие места серий BASE, DUAL, ADVANCED, SIMPLE, MODERN и SOLID, верстаки серии HARD, упаковочные столы и дополнительное оборудование. Рассказано о сотрудничестве компании с китайским предприятием, производящим паяльное оборудование.

АО «ПриСТ», г. Москва

На рынке оборудования для электро- и радиоизмерений компания «ПриСТ» известна с 1994 года как поставщик осциллографов, анализаторов спектра, векторных анализаторов цепей, генераторов сигналов, измерителей мощности, вольтметров, антенн, систем сбора данных, метрологического оборудования (калибраторов, мер, стандартов частоты) и других решений. В настоящий момент АО «ПриСТ» является владельцем зарегистрированной в России и охраняемой законами РФ торговой марки «APPA», а также собственной торговой марки «АКИП», под которой на территории России продаются СИ различных производителей для российского рынка.

Кроме поставок контрольно-измерительного и метрологического оборудования компания «ПриСТ» всегда уделяла внимание поставкам паяльного оборудования и промышленной мебели разных производителей. Откликаясь на вызовы времени, в 2023 году компания начала поставку промышленной мебели под собственной торговой маркой «АКИП» для оснащения рабочих пространств, производственных и лабораторных помещений.

Одной из особенностей этой мебели является наличие антистатического исполнения, что позволяет использовать данные изделия на современных предприятиях радиоэлектронной промышленности. Ведь известно, что статическое электричество способно нанести большой вред электронным компонентам, из-за него дорогостоящие приборы теряют свои характеристики и выходят из строя. Использование антистатической промышленной мебели — один из действенных способов ликвидировать статическое

электричество. Антистатический эффект достигается за счет применения материалов, проводящих электрический ток и позволяющих статическому заряду стекать на землю через объединительные узлы заземления, что обеспечивает плавное стекание заряда с минимальным током, безопасным для техники и работающего персонала. Мебель АО «ПриСТ» соответствует требованиям нормативов ГОСТ IEC 61340-5-1-2019 «Защита электронных устройств от электростатических явлений».

К особенностям и преимуществам промышленной мебели, выпускаемой АО «ПриСТ» под торговой маркой «АКИП», следует отнести:

- ▶ наличие вариантов общепромышленного и антистатического (ESD) исполнений, обеспечивающих эксплуатацию на предприятиях практически любого профиля;
- ▶ высокоэргономичную конструкцию рабочего места, позволяющую максимально эффективно использовать рабочее пространство;
- ▶ возможность создания непрерывной рабочей зоны за счет установки одного или нескольких дополнительных столов этой же серии;
- ▶ легкоразборные металлические каркасы и модульную конструкцию;
- ▶ возможность установки аналогичных столов вплотную друг к другу без зазоров;
- ▶ применение в качестве материалов для изготовления столешниц ламинированных древесно-стружечных плит (ЛДСП) толщиной 25 мм для рабочих мест общепромышленного исполнения, а также ЛДСП толщиной 25 мм с ESD-пластиком либо МДФ (22 или 25 мм) с ESD-пластиком для антистатического исполнения;

▶ использование при изготовлении каркасов порошкового покрытия стандартных светло-серого (RAL 7035) и темно-серого (RAL 7012) цветов, также возможен выбор цвета клиентом;

▶ большой выбор дополнительного оборудования и комплектующих;

▶ возможность изготовления столов и сложных конструкций по индивидуальным размерам рабочего пространства;

▶ наличие необходимой разрешительной документации на все серии рабочих мест.

Промышленная мебель «АКИП» разделена на несколько серий. Эту продукцию можно использовать как готовые решения для оборудования рабочих пространств, а также в качестве дополнительных элементов для уже установленной в помещениях цехов, лабораторий и мастерских мебели.

На рис. 1 представлены шесть серий рабочих мест.

**Серия BASE** (базовая) подходит практически для всех отраслей промышленности. Это классические конструкции для выполнения сборочных, поверочных, электро- и радиомонтажных, а также других видов работ. В столешницу встроены резьбовые муфты, обеспечивающие легкий и быстрый монтаж без каких-либо повреждений поверхностей.

**Серия DUAL** (парная) с одновременным оснащением двух рабочих мест построена на эргономичных решениях в ограниченном рабочем пространстве. Два стола оборудованы зеркально, в комплект поставки входят задние стойки. Поверхность столешниц рабочих мест способна выдерживать температуру до +300 °С. Столы этой серии удобно использовать при



BASE



DUAL



ADVANCED



SIMPLE



MODERN



SOLID

Рис. 1. Рабочие места «АКИП» разных серий

работе с оборудованием, имеющим большие габариты. Конструкция предусматривает увеличение рабочей поверхности с помощью установки дополнительного углового стола.

**Серия ADVANCED** (улучшенная) – многофункциональное рабочее место, способное адаптироваться к любому виду выполняемых работ, в том числе электромонтажу, сборке/разборке и ремонту электронного оборудования. Столешница оснащена встроенными резьбовыми муфтами для облегчения сборки/разборки конструкции и уменьшения времени ее монтажа. Можно установить дополнительный угловой стол.

**Серия SIMPLE** (упрощенная) представляет собой более простые ва-

рианты рабочих мест **BASE**, без возможности наращивания дополнительных конструкций над столешницей. Вместе с тем рабочие места этой серии можно оборудовать нижней полкой, подвесными тумбами, подставкой под системный блок и дополнительным угловым столом.

**Серия MODERN** (модерн) в стандартной комплектации включает стол с верхней полкой (ширина 300 мм), перфорированный экран и устройство крепления верхнего освещения с подобранным по размеру рабочего стола светодиодным светильником. Стол оборудован опорами и стойками из анодированного алюминия, позволяющими с легкостью осуществлять регулировку по высоте любых кон-

струкций, установленных дополнительно. Эргономичная конструкция легко впишется в рабочее пространство современного предприятия любой отрасли.

**Серия SOLID** (массивная) разработана специально для рабочих мест с повышенной нагрузкой на столешницу. Регулировка ее поверхности по высоте не предусмотрена. Жесткость конструкции обеспечивают опорные тумбы (одна или две) с центральным замком, причем разработчики реализовали возможность использования опор в 14 возможных комбинациях. Ручки для ящиков опорных тумб выполнены из алюминия.

Конструктивные особенности рабочих мест серий **BASE**, **DUAL**,

Таблица 1. Конструктивные особенности рабочих мест, выпускаемых под брендом «АКИП»

Характеристики	Реализация в изделиях разных серий					
	BASE	DUAL	ADVANCED	SIMPLE	MODERN	SOLID
Количество рабочих мест	1	2	1			
Длина столешницы, мм	1200, 1500, 1800, 2000	1200, 1500, 1800	1200, 1500, 1800	1200, 1500, 1800, 2000	1200, 1500, 1800	1200, 1500, 1800
Глубина столешницы, мм	700, 900	700	700	700, 900	700	700
Максимальная нагрузка на столешницу, кг	300		300	300	300	300
Максимальная нагрузка на полку, кг	50				100	50
Высота регулировки столешницы, мм	650...950		750...950	650...950	400...1400	825



Рис. 2. Верстак серии HARD



Рис. 3. Упаковочный стол «АКИП»



Рис. 4. Образцы стульев «АКИП»

ADVANCED, SIMPLE, MODERN и SOLID перечислены в табл. 1.

Верстак серии HARD (рис. 2) способен выдерживать высокую нагрузку (до 500 кг). В качестве опор для столешницы используются различные комбинации тумб, например стационарные тумбы с пятью ящиками (поставляются в собранном виде) или Н-образная боковина. Высота столешницы 825 мм нерегулируемая.

Исполнения столешницы различаются материалом покрытия. Это может быть фанера толщиной 21 мм или металл (6 мм), а также комбинированные варианты: фанера (21 мм) и металл (6 мм), фанера (21 мм) и пластик (3 мм).

Конструкция верстака предусматривает наличие верхней полки (максимально допустимая нагрузка 100 кг) и лампы освещения. При необходимости верстак можно оснастить дополнительными надстраиваемыми комплектующими.

Упаковочный стол (рис. 3) представляет собой специализированный модуль, используемый совместно с рабочими местами бренда «АКИП» любых серий. Рулонный держатель может располагаться как сверху стола, так и под ним, а также сбоку.

Величина допустимой нагрузки на столешницу составляет 300 кг, на

полку – 50 кг. Материалы и характеристики упаковочного стола такие же, как и у рабочих мест «АКИП» всех серий, однако в отличие от них столешница для упаковки имеет оцинкованное покрытие толщиной 1,2 мм, что повышает ее износостойкость.

При необходимости увеличения горизонтальной рабочей поверхности модуль оснащается боковой приставкой и (или) полкой. Для ограничения рабочей поверхности имеются бортики, установленные по периметру стола.

Перечень дополнительного оборудования торговой марки «АКИП», предназначенного для рабочих мест, включает:

- ▶ антистатические стулья, в том числе лабораторные, с механизмами регулировки. Их исполнения различаются размерами сиденья и спинки, используемым материалом (полиуретан или ткань), цветом (черный, серый, синий), величиной газлифта, высотой регулировки. Образцы таких стульев показаны на рис. 4;

- ▶ подкатные столы для перемещения вспомогательного оборудования в пределах рабочего пространства. Столы оборудованы колесной базой, стопорными механизмами. Конструкция изготовлена из металлического каркаса с порошковым покрытием

или алюминиевого каркаса, имеет две или три полки. Толщина столешницы 25 мм, высота ее регулировки (при наличии) от 650 до 950 мм. Исполнения столов различаются габаритами столешницы, которые могут составлять 700 × 500, 700 × 900, 700 × 1000, 700 × 1500 или 690 × 460 мм (последнее – для серии MODERN);

- ▶ подкатную мебель, в том числе компьютерные столы, тумбы (стационарные, подвесные и мобильные), транспортные тележки, подкатные стойки разного назначения и др.;

- ▶ подставки под клавиатуру и под системный блок;

- ▶ держатели для монитора, чертежей, хранения документов;

- ▶ шкафы и стеллажи различного назначения;

- ▶ аксессуары (в том числе антистатические подставки для печатных плат, упаковки, лотки, контейнеры и т. п.).

В заключение отметим, что АО «ПриСТ» успешно развивает еще одно направление деятельности – поставку оборудования для пайки, изготовленного на заводе ATTEN Technology Co., Ltd в г. Шэньчжэнь (КНР). АО «ПриСТ» является официальным дистрибьютором продукции этого предприятия, линейки которой включают все необходимое для выполнения высококачественных паяльных работ:

- ▶ контактные и комбинированные паяльные станции (рис. 5);

- ▶ паяльный инструмент (паяльники, жала, термопинцеты);

- ▶ термоотсосы;

- ▶ термофены;

- ▶ дымоуловители и другое оборудование.



Рис. 5. Паяльная станция MS-900 для пайки, ремонта и доработки печатных узлов

АО «ПриСТ», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 777-5591,  
e-mail: prist@prist.ru,  
сайт: prist.ru

# Инновационные разработки «Термопро»

## для мелкосерийного жгутового производства и монтажа печатных узлов



В статье представлено оборудование компании «Термопро»: столы для раскладки жгутов, в том числе с магнитными держателями, интерактивный ассистент монтажника жгутов, технологический стенд «Куст», оборудование для мелкосерийной пайки печатных плат и др.

НТФ «Техно-Альянс Электроникс», г. Москва

Научно-техническая фирма «Техно-Альянс Электроникс», также известная под названием своего бренда «Термопро», работает на российском рынке без малого 30 лет. Она была основана в 1993 году разработчиками электроники, а поскольку электроника в советские годы создавалась главным образом в интересах ВПК, можно утверждать, что эти специалисты прошли суровую школу военной приемки. Оборудование, разрабатываемое компанией, до сих пор используется для нужд ВПК, но не только. Оно непрерывно выпускается мелкими и средними сериями и применяется для оснащения предприятий, производящих электронику как гражданского, так и специального назначения. Изделиями «Термопро» оснащаются участки мелкосерийного монтажа печатных узлов любой сложности, а также опытное и мелкосерийное жгутовое производство.

### Оборудование и ПО для производства жгутов и кабельных сборок

Раскладка электрических жгутов для электронных систем — сложный процесс, который до сих пор по большей части выполняется вручную, особенно если жгуты предназначены для ответственных применений и выпускаются малыми сериями. Чтобы помочь вязальщику жгутов, компания «Термопро» разработала большой спектр уникального технологического оборудования, включая разные варианты столов для раскладки, магнитные держатели, систему для хранения проводов и другие решения, с которыми можно подробно ознакомиться на сайте компании [termopro.ru](http://termopro.ru). Рассмотрим некоторые из них.

**Стол для раскладки жгутов** (рис. 1). Под маркой «Термопро» выпускаются столы разной конструкции и размера, на колесах или регулируемых опорах. Благодаря колесам и жесткой конструкции стол легко передвигать с места на место. Сборочный плаз может быть фанерным, а также с металлизированным или стеклянным покрытием. Многие модели столов оснащаются сменными плазмами, поэтому на замену плаза требуется всего несколько минут и можно легко перестроить рабочее место на другой тип жгута. Для производства длинномерных жгутов столы можно объединять в длину, создавая большое рабочее поле.

Сборочные плазы из разных материалов предназначены для работы с разными держателями жгутов. Например, раньше для фанеры применялись традиционные держатели аме-

риканской марки Panduit. В 2022 году в «Термопро» разработали улучшенные аналоги этих держателей, которые теперь разлетаются по России, как горячие пирожки. Для стеклянной поверхности применяются вакуумные держатели. Для плаза с магнитной металлизированной поверхностью предназначены магнитные держатели. На последних хотелось бы заострить внимание.

**Магнитные держатели «Термопро»** (рис. 2) имеют запатентованную конструкцию. Они изначально были разработаны для устранения недостатков американской продукции, и теперь это полностью отечественный продукт, лишенный недостатков иностранного и имеющий функциональные преимущества.

Плаз с металлизированной поверхностью и магнитными держателями в принципе самый удобный



Рис. 1. Столы для производства жгутов «Термопро»



Рис. 2. Магнитные держатели «Термопро» на плазме с металлизированной поверхностью

вариант. Такой держатель можно установить под любым углом к другим держателям, строго там, где требуется, а при необходимости – легко и быстро переустановить в другое место. Но при этом он надежно удерживает провод. Наконец, металлизированные плазмы, в отличие от фанерных, долго служат. Кроме того, на них легко закрепить чертеж жгута в масштабе 1:1, что добавляет наглядности и существенно облегчает труд операторов.

Исходя из наработанного опыта, компания смогла запустить в серийное производство ряд типоразмеров магнитных держателей.

**Интерактивный ассистент монтажника жгутов** (рис. 3) – это комплексное решение со специальным программным обеспечением, которое позволяет создавать электронные технологические карты с пошаговыми инструкциями для монтажника, раскладывающего провода жгута на маг-

нитном плазме. Важно подчеркнуть, что это полностью, с нуля разработка «Термопро».

В этой системе технологу предоставляется возможность создать цифровую технологическую карту сборки жгута: каждый провод заносится в таблицу, указываются его длина, диаметр, сечение, марка, длина зачистки слева и справа, приведены адреса распайки провода в коннекторы. Также автоматически формируются адресные технологические бирки для маркировки концов провода. Эти бирки автоматически распечатываются в нужный момент – перед тем, как каждый провод будет уложен на свое место в соответствии с выделенной трассой, отображенной на экране компьютера. Монтажник имеет возможность самостоятельно отмерять и отрезать провода со специальных размотчиков, расположенных под плазмой, получая подсказки по раскладке жгута от первого до последнего провода. Но кроме того, эта система позволяет нарезать провода заранее, отправив задание на участок заготовки, где выполнят отмер, нарезку, маркировку проводов и развешат по адресам на промежуточной системе хранения заготовок.

ПО дает возможность прописать весь техпроцесс в деталях: где надо обмотать, где забандажировать и т. д. Таким образом, один раз отладив техпроцесс, в следующий раз можно работать по готовой схеме.

В компании «Термопро» уже перешли к тестированию сетевой версии «Ассистента» для жгутового участка,

где предусмотрены рабочие места технологов, заготовщиков, диспетчера (который может составить план производства и контролировать выполнение заданий), раскладчика жгутов. В настоящее время ведется работа над рабочим местом распайщика жгута, у которого на экране монитора будет появляться графическая подсказка, на-



а



б



в



Рис. 3. Интерактивный ассистент монтажника жгутов

Рис. 4. Системы хранения заготовок: а – роторная система; б – вешало с крючками; в – стеллаж для проводов

пример, к какому пину разъема паять провод. Таким образом, разрабатывается целая и законченная система, в которой предусмотрены планирование, заготовка, раскладка, распайка. А также может выдаваться задание для автоматических тестировочных машин, которые проверяют правильность сборки жгута и его электрические параметры.

**Система хранения** (рис. 4). В компании разработаны удобные устройства (вешала, роторные системы) для хранения проводов, жгутов и комплектов, где изделия с маркировкой можно развесить на крючки, разложить по полочкам или лоткам. Рассортированные таким образом заготовки поступают на сборочное производство, где монтажник сканирует QR-код провода и сверяет его с технологической картой перед раскладкой. При этом на его мониторе появляется чертеж, показывающий, как именно этот провод должен быть расположен в структуре жгута.

Под маркой «Термопро» выпускается несколько устройств для хранения заготовок. Роторные системы

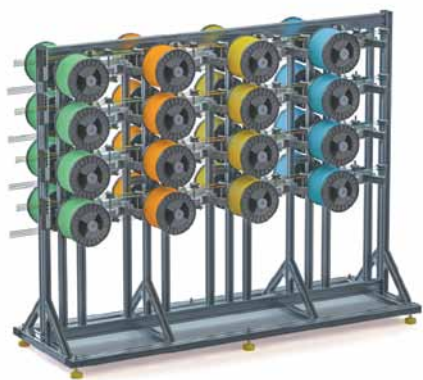


Рис. 5. Система хранения и подачи проводов на катушках

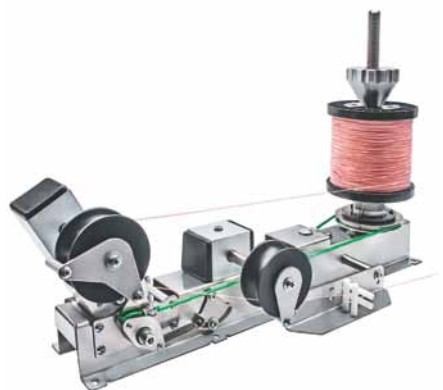


Рис. 6. Размотчик проводов «РП-200»

с лотками или стеллажами имеют несколько вращающихся барабанов, которые позволяют увеличить площадь полезной поверхности. Мобильные стойки (вешала) оснащены полками или крючками с обеих сторон.

Для серьезного производства, где предусмотрен склад и участок заготовки, предназначена система хранения и подачи проводов на катушках, которая позволяет хранить до 32 катушек и разматывать их без риска образования петель и запутывания (рис. 5).

Для этого разработан размотчик провода «РП-200» (рис. 6) с компенсатором для плавной вытяжки провода и регулируемой системой подтормаживания шпули, предотвращающей неконтролируемое разматывание провода.

#### Технологический стенд «Куст» для контроля усилия стыковки/расстыковки электрических разъемов

В некоторых случаях на отдельных ответственных производствах в процессе контроля жгутов необходимо измерение усилия, которое требуется для стыковки и расстыковки частей электрического разъема. Это очень важный показатель для надежности и работоспособности электрических соединителей, и сегодня «Термопро» – единственная российская компания, которая выпускает автоматическое оборудование и оснастку к нему, позволяющее контролировать этот параметр в целях проверки качества произведенных разъемов или жгутов.

**Технологический стенд «Куст»** (рис. 7) – это специализированная система, разработанная для предприятий, производящих электрические жгуты, кабели и разъемы. Она осуществляет проверку возникающих усилий при взаимном перемещении ответных частей бортовых разъемов и других типов электрических соединителей по заданной программе.

Технологический стенд вычисляет, проводит испытания и отображает график нагрузки в зависимости от перемещения частей разъема. По полученным графикам вычисляются реальные усилия стыковки или расстыковки двух частей каждого разъема (поскольку это отдельные параметры). Необходимые параметры для испытания разъемов вносятся в базу данных, что позволяет в дальнейшем быстро и легко выполнять тестирование.



Рис. 7. Технологический стенд «Куст» для контроля усилия стыковки/расстыковки электрических разъемов

Важно подчеркнуть, что «Куст» – система полностью собственной разработки и производства. «Термопро» изготавливает стенд, программное обеспечение, а также оснастку: так как предприятия выпускают разную продукцию, для установки испытуемого разъема на стенд используется разная типовая оснастка, которая закрепляется на рабочем столе.

#### Оборудование для мелкосерийной пайки

К основным направлениям деятельности НТФ «Техно-Альянс Электроникс» относится разработка и производство оборудования для пайки печатных узлов. Под торговой маркой «Термопро» выпускается полная линейка технологического оборудования для ручной мелкосерийной пайки: дозаторы паяльной пасты для поверхностного монтажа (SMD), вакуумные пинцеты, органайзеры для монтажников SMD-компонентов, компактные камерные печи, паяльные станции, термостолы, автоматизированные системы пайки BGA, контрольное оборудование и др. Приведем лишь несколько примеров.

**Паяльные станции.** Флагманской линейкой фирмы являются паяльные станции «Альфа-100». Поскольку значительная часть статьи была посвящена производству жгутов, логично будет рассмотреть исполнение «Альфа-102 ИТ» (рис. 8). Эта паяльная станция, лидер продаж, как раз подхо-



Рис. 8. Паяльная станция «Альфа-102 ИТ»

дит для производства жгутов и очень удобна тем, что имеет и паяльник, и устройство для термозачистки проводов в одном блоке.

Паяльная станция позволяет управлять динамикой нагрева. Она оснащена ПИД-регулятором, благодаря чему контролирует и мощность, и температуру. При необходимости станция позволяет паять очень теплоемкие соединения с помощью увеличенных паяльных насадок.

«Альфа-102 ИТ» включает в свой состав канал импульсного нагрева. К нему можно подключить до 5 различных термоинструментов, и напряжение на них подается только непосредственно на время пайки или термозачистки проводов. Отметим, что импульсные термоинструменты в свое время были разработаны для импортозамещения дорогих иностранных ана-

логов. При разработке были устранены недостатки импортных образцов, в результате были получены удобные, эргономичные инструменты.

**Видеомикроскопы для контроля печатных плат** (рис. 9) предназначены для ручного контроля качества пайки и других производственных нужд. Они оснащены разными видами подсветок, лазерной указкой, подвижным двухкоординатным столом и другими удобными функциями. Оборудованы высококачественными OEM-камерами с функцией автоматической фокусировки и макрообъективами. Встроенное ПО видеокamеры позволяет производить все виды настроек изображения, а также имеет функцию геометрических измерений с возможностью наложения результатов на графическое изображение объекта. В настоящее время выпускается ви-

деомикроскоп с разрешением  $1920 \times 1080$ , также готовится к выпуску микроскоп с разрешением 4К, дополнительно оснащенный трансфокатором, обеспечивающим быстрое изменение увеличения с помощью одного нажатия мышки, подключенной напрямую к камере. При необходимости в микроскоп можно вставить SD-карту и сохранить на ней фото- или видеоизображения дефектов, создав собственную базу данных.

В комплект поставки может быть включен наклонно-поворотный столик для осмотра объекта под любым углом, а также монитор. Компьютер для работы не обязателен, но возможность подключения камеры к компьютеру имеется.

**Термостолы.** Компания «Термопро» уже 20 лет выпускает свои знаменитые термостолы для подогрева плат и пайки по термопрофилю. Из новинок в ближайшее время ожидается выпуск «МЕГА-термостол» для работы с большими серверными платами и платами базовых станций (ожидается зона абсолютно равномерного нагрева с габаритами  $540 \times 360$  мм). Все термостолы в линейке «Термопро» унифицированы, поэтому новый «МЕГА-термостол» может быть сразу же, без настроек интегрирован в самую популярную в стране автоматизированную систему пайки BGA ИК-650 ПРО.

#### Заключение

Сегодня оборудование под торговой маркой «Термопро» с успехом заменяет подорожавшие импортные аналоги и применяется самыми разными компаниями России. Оно эксплуатируется на предприятиях корпораций «Росатом», «Роскосмос», «Ростех», АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», применяется для нужд авиационной промышленности и нефтегазового комплекса, используется компаниями МТС, «Ростелеком», сервисными центрами и другими российскими структурами для выполнения важных государственных задач.

НТФ «Техно-Альянс Электроникс»,  
г. Москва,  
тел.: +7 (499) 782-9526,  
e-mail: ta@termopro.ru,  
сайт: www.termopro.ru



Рис. 9. Видеомикроскоп для контроля печатных плат



# НЕ ПОКАЗЫВАЕМ ФОКУСЫ, А ФОКУСИРУЕМСЯ НА СОБСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Мы заботимся о том, чтобы все необходимые материалы и решения наилучшего качества всегда были в вашем распоряжении независимо от обстоятельств. В современных условиях лучшая основа для этого – собственное производство. Поэтому мы развиваем производственную программу, которая уже дает хорошие результаты. Сегодня она охватывает самые критичные продуктовые группы: отмывка, пайка и влагозащита. Часть материалов мы разработали и производим самостоятельно, часть – разрабатываем прямо сейчас, а некоторые товарные категории активно развиваем в партнерстве с зарубежными предприятиями.

Мы знаем, что делаем. А значит, у вас в любом случае будет все то, что вам необходимо.

## Мал да удал: флюс-гель «Солиус ФГ-018» на российских производствах РЭА

В 2023 году компания «Остек-Интегра» представила линейку современных паяльных материалов под брендом «Солиус» – паяльные пасты, припои для волновой и селективной пайки, флюсы, флюс-гели, трубчатые припои с флюсом. На фоне высокого интереса отечественных изготовителей радиоэлектронной аппаратуры к технологическим материалам российского производства мы решили узнать, что за продукция скрывается под брендом «Солиус» и какие продукты, произведенные в России, нашли свое применение на производственных площадках нашей страны. Для разъяснений мы обратились к директору по продажам и маркетингу ООО «Остек-Интегра» [Денису Поцелуеву](#), а также к представителям крупных предприятий, эксплуатирующих эту новинку. ■■■■■

**Паяльные материалы «Солиус» – качественный контакт в новых обстоятельствах**

*На вопросы нашего журнала отвечает директор по продажам и маркетингу ООО «Остек-Интегра» Денис Александрович Поцелуев.*

**ИСУП:** Расскажите, пожалуйста, что такое «Солиус»? Является ли это название брендом определенной группы материалов или это обозначение конкретных продуктов?

**Д. А. Поцелуев:** Давайте совершим небольшой экскурс в историю наших поставок технологических материалов. Более 15 лет компания «Остек-Интегра» поставляла на российский рынок паяльные материалы производства Indium Corporation – паяльные пасты, флюсы, флюс-аппликаторы, флюс-гели. Но в связи с введенными

ми против России санкциями и ужесточением контроля за экспортом из США и стран Евросоюза поставки продукции под брендом Indium в 2023 году были прекращены. Компания «Остек-Интегра», объективно оценивая ситуацию, в течение 2022 года подготовила полноценные замены поставляемой продукции. Но так как пул поставщиков паяльных материалов у нас не ограничивается одним-двумя производителями, включая собственное производство, мы приняли решение сделать зонтичный бренд «Солиус» для всей группы паяльных материалов.

**ИСУП:** Получается, под одним брендом у вас имеется как продукция собственного производства, так и продукты зарубежных поставщиков? Говорите ли вы об этом клиентам или все продукты позиционируете как «Сделано в России»?

**Д. А. Поцелуев:** Для клиентов главное, чтобы продукт отвечал их требованиям и задачам на производстве. Конечно же, многим потребителям важно, а зачастую и необходимо знать страну происхождения. Мы всегда были и остаемся честными с нашими клиентами и не скрываем производителя. Я слышал, что есть практика переклейки или перефасовки зарубежной продукции на территории РФ, чтобы попытаться обеспечить ей российское происхождение. На мой взгляд, это сомнительное дело, и оно остается на совести поставщика.

**ИСУП:** Расскажите подробнее о продуктах из линейки «Солиус» именно вашего производства. Какие материалы производятся серийно? Есть ли в планах расширение номенклатуры? Можете ли поделиться опытом применения ваших продуктов у клиентов?



Рис. 1. Флюс-гель «Солиус ФГ-018» производства ООО «Остек-Интегра»

**Д. А. Поцелуев:** Чтобы ответить на эти вопросы даже кратко, одного интервью не хватит! Все карты о наших производственных планах раскрывать не буду, но скажу, что на текущий момент под брендом «Солиус» мы серийно производим в России паяльные флюсы и флюс-гели. И сегодня предлагаю поговорить об одном из наших первых серийных продуктов в линейке паяльных материалов «Солиус» (хотя и не во всей линейке продуктов для сборки печатных узлов) – о флюс-геле «Солиус ФГ-018» (рис. 1).

**История появления и разработки флюс-геля «Солиус ФГ-018»**

**ИСУП:** Тогда расскажите, для чего применяются флюс-гели и какие особенности есть у флюс-геля «Солиус ФГ-018»?

**Д. А. Поцелуев:** Кто-то еще помнит, что давным-давно для пайки использовали натуральную сосновую канифоль. Со временем появились жидкие флюсы, которые сейчас повсеместно используются в процессе производства радиоэлектронной аппаратуры для различных задач. На смену жидким флюсам, хотя правильнее сказать – в дополнение к ним, пришли флюсы в виде геля, или флюс-гели. У флюс-гелей несколько основных задач: быстро передавать тепловую энер-

гию при пайке, обеспечивать хорошую смачиваемость, защищать от повторного окисления, удерживать компоненты на местах до завершения процесса пайки. Флюс-гели используют для пайки микросхем, радиодеталей, BGA-элементов, SMD-чипов и других компонентов (рис. 2, 3). Флюс-гель «Солиус ФГ-018» не только выполняет все эти стандартные задачи, но и обладает следующими особенностями:

- ▶ обеспечивает превосходное смачивание при пайке оплавлением;
- ▶ благодаря уникальному составу сочетает в себе преимущества клея для

поверхностного монтажа и флюса для пайки;

- ▶ не требует отмычки. Если же в соответствии с классом производимой продукции отмычка обязательна, то «Солиус ФГ-018» прекрасно отмывается жидкостями «Гидронол» (рис. 4);
- ▶ имеет широкий диапазон температур оплавления.

**ИСУП:** На какие ключевые свойства и критерии вы ориентировались при разработке флюс-геля?

**Д. А. Поцелуев:** При разработке флюс-геля «Солиус ФГ-018» мы стремились сделать так, чтобы наш продукт на 100% решал задачи заказчиков. До начала разработки мы плотно общались с ключевыми клиентами, выясняя все особенности применения флюс-гелей в их производстве. Узнавали, какие требования предъявляются к флюс-гелям, какие свойства продукции наиболее критичны, флюс-гели каких производителей лучше всего показали себя в эксплуатации. В итоге мы определили самые важные для клиентов характеристики (это вязкость, активность, качество пайки, коррозионные свойства остатков флюса, цвет, запах), зафиксировали эталонные параметры и приступили к разработке первых образцов.

**ИСУП:** Получилось ли с первого раза разработать опытный образец и провести успешные испытания?

**Д. А. Поцелуев:** Первый удачный результат мы получили даже не с деся-



Рис. 2. Флюс-гель «Солиус ФГ-018» до процесса пайки



Рис. 3. Флюс-гель «Солиус ФГ-018» после пайки при 380 °C

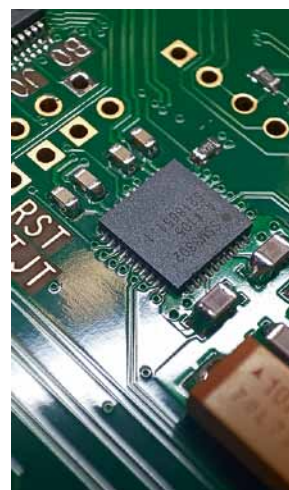


Рис. 4. Флюс-гель «Солиус ФГ-018» после отмычки в «Гидронол S10»

того раза. Только после двадцатой рецептуры было создано что-то похожее на флюс-гель. Продукт содержит более 10 компонентов, каждый из которых отвечает за свою функцию в готовом материале, но при этом они не должны мешать друг другу в составе. Требовался точный подбор каждого компонента как по составу, так и по количеству для составления работающей рецептуры. В процессе разработки флюс-геля параллельно шли его лабораторные испытания в нашем исследовательском центре, которые помогали исключать последующие ключевые ошибки в рецептуре. Так что готовый продукт для испытания у заказчиков на производствах мы с уверенностью выдали только после тридцатой итерации и подтверждения всех лабораторных испытаний.

**ИСУП:** Как осуществляется входной контроль сырья и выходной контроль готовой продукции?

**Д. А. Поцелуев:** Прежде чем допустить любой компонент на производство, проводят его химический анализ — как качественный, так и количественный, что исключает использование ошибочных и грязных компонентов в составе конечной продукции. Также мы осуществляем выходной контроль каждой партии готовой продукции по таким параметрам, как кислотное число, вязкость, клейкость, цвет, запах. Дополнительно проводим тесты на пайку и отмывку. На каждую партию изготавливается свой сертификат соответствия, в котором указаны допустимые значения по тестируемому параметру и фактический результат тестирования. В частности, обязательно проверяются кислотное число, коррозия (медное зеркало) и вязкость по Брукфильду.

**ИСУП:** Денис Александрович, благодарим вас за интересный рассказ. Желаем успехов в разработке и производстве новых технологических материалов!

Опыт применения флюс-геля «Солиус ФГ-018» на российских производствах РЭА

*Познакомившись с историей разработки флюс-геля «Солиус ФГ-018», мы решили поговорить непосредственно с теми, кто применяет этот*

*продукт на производстве ежедневно, и получить информацию из первых уст. Рассказывает мастер участка одного из ведущих производителей информационных и комплексных систем управления Надежда Ивановна К.*

**ИСУП:** Какие материалы и технологии вы применяли до внедрения на производстве флюс-геля «Солиус ФГ-018»?

**ОТВЕТ:** Исторически один из наших цехов для ручного ремонта и доработки печатных узлов применял ФКТ (флюс спиртоканифольный), который сам же и готовил. В принципе этот флюс справлялся со своей задачей, но возникали сложности с отмывкой, особенно когда проходило какое-то время после пайки. Лет десять назад мы попробовали флюс-гель Indium TACFlux 018. Он нам понравился, и мы начали использовать его для поправки компонентов SMD, частично для ремонта, для переустановки BGA. А потом этот флюс-гель распространился на весь ручной монтаж, даже монтаж выводных компонентов. Мы поняли, что он удобнее, чем ФКТ. Спиртоканифольный флюс застывает, потом его надо оттирать щеткой, можно повредить маску, потому что твердые остатки сложно отмыть.

**ИСУП:** Как происходило внедрение флюс-геля «Солиус ФГ-018» на вашем производстве?

**ОТВЕТ:** В прошлом году мы узнали, что Indium TACFlux 018 поставляться не будет. Но компания «Остек-Интег-

ра» нам сразу предложила альтернативу — «Солиус ФГ-018». Мы, конечно, искали и другие варианты, отправляли запросы в разные организации, но ничего не нашли. Однако любой новый продукт перед внедрением в производство, даже если он позиционируется как аналог, должен сначала пройти внутренние испытания. У нас было время испытать флюс-гель «Солиус ФГ-018». Испытания прошли успешно (табл. 1), и мы приняли решение о переходе на этот продукт.

**ИСУП:** Какие задачи вы решаете с помощью нового флюс-геля?

**ОТВЕТ:** Сейчас флюс-гель «Солиус ФГ-018» используется на поверхностном монтаже для пайки сложных разъемов, СВЧ-элементов, при первичном монтаже и ремонте, при пайке различных подложек к критическим основаниям (рис. 5). Еще применяем его для пайки высокочастотных кабелей.

**ИСУП:** Как осуществляете входной контроль «Солиус ФГ-018» и были ли какие-либо рекламации или проблемы в процессе работы?

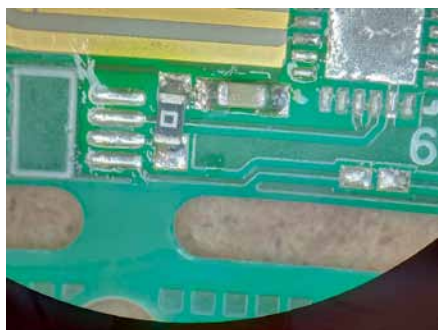
**ОТВЕТ:** Входной контроль технологических материалов у нас есть, но что касается паяльных материалов, то мы сравниваем данные на этикетке с документацией от поставщика. Это сертификат на партию, техническая документация, отгрузочные документы. Сам материал мы не проверяем, получается, что проверка проходит уже в процессе производства. Но ни одной жалобы от монтажников я не слышала. Даже по запаху все устраивает, а в этом

Таблица 1. Типовые испытания, проведенные для флюс-геля «Солиус ФГ-018», и их результаты

Этап	Ход работы	Результат
1. Обслуживание поверхностей	Припой ПОС-61 и флюс-гель, облуживание КП1206 на списанной плате	Обеспечена хорошая смачиваемость припоя, образуется глянцевая ровная поверхность
2. Пайка компонентов	Припой ПОС-61 и флюс-гель «Солиус ФГ-018», установка компонента на списанной плате	При пайке испаряется медленно
3. Отмывка	Удаление остатков «Солиус ФГ-018» спирто-бензиновой смесью, кистью с облуженных поверхностей	Удаляется без остатка. При необходимости остатки флюса можно удалить с помощью «Гидронол В20»
4. Удаление флюса через 24 часа с маски	Удаление остатков флюса спирто-бензиновой смесью, ватным диском	Удаляется без остатка. При необходимости остатки флюса можно удалить с помощью «Гидронол В20»
<b>Вывод:</b> Флюс-гель «Солиус ФГ-018» удовлетворяет внутренним требованиям к изготовлению печатных узлов с применением ручного монтажа.		



а



б

Рис. 5. Исправление дефекта «Надгробный камень» и установка компонента с помощью «Солиус ФГ-018»: а – до исправления; б – после исправления

плане у нас работники требовательные.

*Мы попросили еще одного потребителя флюс-геля «Солиус ФГ-018» поделиться опытом внедрения и применения этого продукта. Рассказывает Роман Сергеевич М., ведущий инженер-технолог одного из главных российских производителей полупроводниковых изделий.*

**ИСУП:** Роман Сергеевич, когда вы внедрили флюс-гель «Солиус ФГ-018» на производстве?

**ОТВЕТ:** На флюс в форме геля мы перешли несколько лет назад, отказавшись от применения спиртоканифольных флюсов. Переход был обусловлен более простой работой с этим материалом, в том числе более простым удалением его остатков. До появления флюс-геля «Солиус ФГ-018» мы использовали флюс-гели фирмы Indium, а именно TACFlux 018 и TACFlux 020B. При смене одного флюс-геля на другой мы проводили ряд испытаний. «Солиус ФГ-018» испытывали для пайки кабелей и жгутов разных диаметров, выводных ком-

понентов, SMD-компонентов в разных корпусах, начиная с типоразмера 0201, BGA-микросхем размером до 50 × 50 мм. Пайка проверялась на свинцовых и бессвинцовых сплавах. Все испытания прошли успешно.

**ИСУП:** Какие ключевые требования на вашем производстве предъявляются к флюс-гелям и соответствует ли «Солиус ФГ-018» этим требованиям?

**ОТВЕТ:** Ключевые требования и к флюсу, и к флюс-гелю – легко удаляемые остатки, сохранение свойств при продолжительном воздействии высоких температур, хорошая клейкость, отсутствие резкого запаха при нагреве. Исходя из собственного опыта практической работы, мы выделили ряд особенностей «Солиус ФГ-018»:

- ▶ при нагреве он становится прозрачным;
- ▶ при длительном нагреве не выгорает, не желтеет, не коптит, отсутствует едкий дым;
- ▶ после пайки выводных разъемов и BGA-микросхем флюс-гель остается прозрачным, что улучшает визуальный контроль результатов монтажа;
- ▶ гуще аналогов, лучше приклеивает компоненты;
- ▶ хорошо работает с окисленными выводами;
- ▶ при ручной отмывке ведет себя хорошо, почти не оставляет следов;
- ▶ при монтаже BGA-микросхем выявлена особенность – более быстрый прогрев платы.

**ИСУП:** Вы упомянули хорошее качество отмывки. Расскажите, пожалуйста, о процессе отмывки более подробно: как он организован, какие отмывочные жидкости используете, как оцениваете качество отмывки?

**ОТВЕТ:** После выполнения монтажных операций производится ручная отмывка жидкостью «Гидронол Р30», а также в установке струйной отмывки с использованием жидкости на водной основе «Гидронол В20». В соответствии с требованиями к качеству изделий нашего производства необходима 100-процентная очистка модулей от остатков флюсов. Исполь-

зование флюс-геля «Солиус ФГ-018» и жидкостей «Гидронол» позволяет достичь такого результата. Флюс-гель «Солиус ФГ-018» хорошо отмывается, оставляет меньше следов в сравнении не только с аналогами, но и с флюс-гелем Indium. Качество отмывки оцениваем визуально под микроскопом, в ближайшее время введем дополнительный контроль с помощью специальных наборов для оценки качества отмывки «Гидронол» КФ и КС.

**ИСУП:** Как можно оценить совместимость «Солиус ФГ-018» с другими паяльными материалами, применяемыми в процессе производства?

**ОТВЕТ:** Превосходная совместимость со свинцовыми и бессвинцовыми сплавами! На производстве мы применяем паяльную пасту «Солиус Н1» от того же производителя. Вообще здорово, что появилась линейка качественных совместимых технологических материалов одного бренда: пасты, флюсы, флюс-гели, отмывочные жидкости.

*Вот так маленький шприц с флюс-гелем находит свое применение при производстве значимых и ответственных изделий радиоэлектронной аппаратуры. С уверенностью можно сказать, что флюс-гель «Солиус ФГ-018» полностью решает ключевые задачи отечественных производителей электроники. А оценивая реальную ситуацию и опыт предприятий, можно найти гораздо больше применений для «Солиус ФГ-018». По всем вопросам о флюс-геле «Солиус ФГ-018» обращайтесь к компании-производителю ООО «Остек-Интегра».*

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



Д. А. Поцелуев, директор по продажам  
и маркетингу,  
ООО «Остек-Интегра», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 788-4444,  
e-mail: materials@ostec-group.ru,  
сайт: www.ostec-group.ru



ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

## УСТАНОВКА ДЛЯ ОТМЫВКИ В ВАКУУМЕ ТРАФАРЕТОВ И ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

# УСОТП-1



СОЗДАНИЕ РАЗРЕЖЕНИЯ  
ВНУТРИ КАМЕРЫ НА ЭТАПЕ  
СУШКИ /УДАЛЕНИЯ ВЛАГИ /  
В ПРОЦЕССЕ СТРУЙНОЙ  
ОТМЫВКИ

8 800 555 26 99  
[PROTEHNOLOGY.RU](http://PROTEHNOLOGY.RU)

ФИНИШНАЯ СУШКА  
ОТМЫВАЕМЫХ  
ИЗДЕЛИЙ ПУТЁМ  
ВАКУУМИРОВАНИЯ

АСИММЕТРИЧНОЕ  
РАСПОЛОЖЕНИЕ ФОРСУНОК  
НА ВРАЩАЮЩИХСЯ РАМПАХ

ФИЛЬТР МОЮЩЕГО РАСТВОРА  
В ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ  
СИСТЕМЕ

ВОЗМОЖНОСТЬ ОБРАБОТКИ  
ОТМЫВАЕМОГО ИЗДЕЛИЯ ПАРОМ  
ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЫ

СИСТЕМА ДЕИОНИЗАЦИИ  
ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ДЛЯ  
СТАДИЙ ОПОЛАСКИВАНИЯ

# Обзор актуального паяльного оборудования 2023–2024



Оборудование, поставляемое компанией «ПРОТЕХ» для пайки печатных плат, обеспечивает отечественных производителей электроники необходимыми инструментами. В статье рассмотрены паяльные станции марок AiXun и SeaMark, а также системы дымоудаления Duet.

«Профессиональное оборудование и технологии», г. Москва

За последние пару лет российский рынок промышленного паяльного оборудования претерпел значительные изменения. Фактически его поделили отечественные производители и производители из Китая.

Например, российские паяльные станции представлены марками «Магистр» и «Термопро». Эти бренды зарекомендовали себя исключительно с хорошей стороны и не нуждаются в дополнительном представлении. Другое дело – паяльное оборудование из Китая, пришедшее к нам взамен узнаваемых (и отсутствующих сегодня из-за санкций) западных брендов. ООО «ПРОТЕХ» занимается поставкой паяльного оборудования с 2007 года, опыт позволяет этому коллективу выбирать для своих заказчиков лучшее. Поэтому рассмотрим двух производителей из Поднебесной, достойных особого внимания, – AiXun и SeaMark.

## AiXun

Паяльные станции AiXun являются аналогами полюбившихся российскому потребителю станций JBC производства США (табл. 1). Их производитель и владелец бренда AiXun – Shenzhen AiXun Intelligent Hardware Co., Ltd. Высокотехнологичное предприя-

тие специализируется на оборудовании для прецизионной электронной пайки и является ведущим поставщиком электроники данного направления в Китае. Компания называет свою электронику интеллектуальной, постоянно вносит инновации как в сам продукт, так и в производственный процесс. Особое внимание уделяется программному обеспечению AiXun Software. На взгляд специалистов ООО «ПРОТЕХ», это одна из самых динамично развивающихся и перспективных китайских марок паяльного оборудования.

По функциональности, характеристикам и качеству пайки цифровые станции AiXun не уступают JBC. При этом цена на продукцию китай-

ского производителя позволяет оснащать данными аппаратами как крупные промышленные предприятия, так и небольшие ремонтные мастерские, мелкие и средние производства. Паяльники и картриджи-наконечники AiXun и JBC взаимозаменяемы.

Рассмотрим самые популярные модели паяльных станций от AiXun. Все они достаточно компактны, отличаются качественным и внешне стильным исполнением, интуитивно понятным интерфейсом, а также соответствуют отраслевым стандартам ESD. Программное обеспечение рассматриваемых моделей русифицировано, за исключением AiXun AX-H310D, работы над русификацией которой еще ведутся.

Таблица 1. Паяльные станции AiXun – аналоги продукции JBC

Модель AiXun	Какой модели JBC соответствует
AiXun T420D	JBC NANE-2C, NANE-2C
AiXun T420	JBC CD-2BQE, NANE-2C
AiXun T410	JBC CDE-2SQA



Рис. 1. Двухканальная паяльная станция AiXun T420D с двумя паяльниками

Двухканальная паяльная станция  
AiXun T420D

Цифровая двухканальная паяльная станция AiXun T420D совместима с паяльниками типа T210, T245, T115. При этом она позволяет работать двумя паяльниками одновременно, следовательно, применима для оснащения сразу двух рабочих мест операторов. Стандартно комплект содержит паяльники T245 и T210. Можно выбрать два паяльника T245 или T210, а в случае необходимости докупить T115. Таким образом, станция решает широкий круг задач, стоящих перед монтажником.

При подключении паяльника к блоку станция автоматически распознает его тип и выводит эту информацию на экран. AiXun T420D (рис. 1) оснащен большим цветным жидкокристаллическим дисплеем 2,4 дюйма. Кроме типа паяльника, на нем отображаются температура, сохраненные режимы пайки, загрузка станции в % от максимальной мощности 200 Вт.

Температурный рабочий диапазон составляет от +90 до +450 °С, причем отклонение от заданной температуры не превышает 1 °С. Нагрев происходит практически моментально: до +380 °С станция нагревается за 2 секунды. Кроме того, при помещении в подставку паяльник переходит в режим сна и остывает, что позволяет экономить электроэнергию и продлить срок службы наконечника. Заданные температурные режимы пайки могут быть



▲ Видеоролик: испытываем паяльную станцию AiXun T420 с паяльником T210

сохранены и использоваться в последующих сеансах.

Для поддержки своего оборудования AiXun периодически обновляет программное обеспечение. Его можно загрузить через установленный в блоке разъем USB.

Двухканальная паяльная станция AiXun T420

AiXun T420 является, по сути, той же паяльной станцией T420D, но в уменьшенной комплектации — для одного канала. Она поставляется с одной подставкой, одним паяльником T245, одним держателем и одним паяльным жалом. При этом вы всегда можете докупить необходимые комплектующие и подключить ко второму каналу.

Одноканальная паяльная станция  
AiXun T410

Одноканальная станция, уступающая модели T420 по мощности (100 Вт), но не по качеству пайки. Тот же температурный диапазон, темпера-

турная стабильность, скорость нагрева и режим сна при возвращении в подставку. Тот же экран и выводимые на него параметры. Станция совместима с двумя паяльными ручками типа T210 (в комплекте) и T115. Достойный выбор для одного оператора и конкретного процесса пайки.

Итоговое сравнение перечисленных моделей приведено в табл. 2.

Термовоздушная ремонтная станция  
AiXun AX-H310D

Модель AiXun AX-H310D (рис. 2) предназначена для поверхностного монтажа и демонтажа электронных компонентов с использованием потока разогретого воздуха. Это станция компрессорного типа, то есть поток воздуха генерируется непосредственно в ее корпусе с помощью бесшумного бесщеточного вентилятора, а затем передается в фен по специальному шлангу. Такая конструкция обеспечивает высокую скорость и стабильность воздушного потока.

Настройки позволяют задать необходимый термопрофиль перед началом работ или использовать заданный ранее с помощью установленного ПО AiXun Software. Все данные в процессе пайки выводятся на экран 3,5 дюйма IPS HD, расположенный на лицевой части корпуса. Термопрофиль отображается либо сегментно, либо графиче-ком — по выбору оператора.

Регулируемые параметры: температура +100...+500 °С, скорость

Таблица 2. Сравнение моделей паяльных станций AiXun

Параметры	Реализация в зависимости от модели		
	AiXun T420D	AiXun T420	AiXun T410
Количество каналов	2	2	1
Совместимость с паяльниками	T210, T245, T115	T210, T245, T115	T210, T115
Мощность	200 Вт	200 Вт	100 Вт
Рабочая температура, °С	+90...+450		
Комплектация	<ul style="list-style-type: none"> <li>Станция (блок) T420D 200 Вт – 1 шт.</li> <li>Подставка с губкой для очистки наконечника – 2 шт.</li> <li>Держатель из нержавеющей стали для подвески кабеля и установки паяльника – 2 шт.</li> <li>Паяльник T245 – 1 шт.</li> <li>Паяльник T210 – 1 шт.</li> <li>Картридж-наконечник C210-K030 – 1 шт.</li> <li>Картридж-наконечник C210-I010 – 1 шт.</li> <li>Картридж-наконечник C210-S020 – 1 шт.</li> <li>Картридж-наконечник C245-K200 – 1 шт.</li> <li>Картридж-наконечник C245-I030 – 1 шт.</li> <li>Картридж-наконечник C245-S030 – 1 шт.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Станция (блок) T420 200 Вт – 1 шт.</li> <li>Подставка с губкой для очистки наконечника – 1 шт.</li> <li>Держатель из нержавеющей стали для подвески кабеля и установки паяльника – 1 шт.</li> <li>Паяльник T245 – 1 шт.</li> <li>Картридж-наконечник C245-K200 – 1 шт.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Станция (блок) T410 100 Вт – 1 шт.</li> <li>Подставка с губкой для очистки наконечника – 1 шт.</li> <li>Держатель из нержавеющей стали для подвески кабеля и установки паяльника – 1 шт.</li> <li>Паяльник T210 – 1 шт.</li> <li>Картридж-наконечник C210-K030 – 1 шт.</li> </ul>



Рис. 2. Термовоздушная ремонтная станция AiXun AX-H310D

потока 10...50 м/с и время. Благодаря мощному нагревательному элементу (1000 Вт) объем проходящего воздуха полностью прогревается, и на выходе держится стабильная температура (с погрешностью  $\pm 1$  °C от заданной). Настройки позволяют задать одну из трех скоростей набора температуры: стандартную, быструю и медленную, что важно для работы с теплочувствительными компонентами.

Помимо температуры и скорости потока, процесс обдува регулируется с помощью применения насадок разного диаметра. В комплект поставки входят четыре насадки на фен диаметром 4, 6, 8 и 10 мм. При помещении в подставку фен автоматически переходит в режим охлаждения.

Итак, легкое интуитивное управление, широкий набор функций, качество исполнения позволяют рекомендовать станцию AiXun AX-H310D для проведения монтажных и демонтажных работ электронных компонентов.

Указанные выше модели имеются на складе ООО «ПРОТЕХ» в Москве.



▲ ОБЗОР: термовоздушная паяльная станция AiXun H310D

#### SeaMark

В сфере паяльных станций более профессионального уровня китайским производителям тоже есть что предложить. Безусловным лидером рынка инфракрасных паяльных платформ для печатных плат, в том числе с BGA-компонентами, является компания SeaMark.

Рассмотрим интеллектуальные системы SeaMark на примере топовой модели Seamark ZM-R7220A (рис. 3). Особенность данной станции состоит

в том, что она оснащена сразу двумя видами нагревателей: двумя термовоздушными на 1,45 и 1,2 кВт (расположены сверху и снизу) и одним инфракрасным 2,7 кВт (расположен снизу). Все три нагревателя работают независимо друг от друга, это позволяет работать с паяльными материалами разной температуры плавления. Так, термовоздушный подогрев используется в случаях, когда необходима более высокая температура, например, для компаундов. Станция оснащена выносным датчиком температуры, транслирующим параметр в режиме реального времени.

Система работает с термопрофилями. В термопрофиле можно задать до восьми этапов. На каждом этапе для термовоздушных нагревателей можно установить температуру, скорость набора температуры и длительность этапа. На каждом этапе для верхнего и нижнего нагревателя можно задать разные температуры. Стол с инфракрасным нагревом поддерживает постоянную установленную температуру на всех этапах. Термопрофили можно сохранять в памяти, а также записывать на USB-накопитель и в дальнейшем редактировать на ПК.

SeaMark предлагает модели для печатных плат различных размеров. Данная станция предназначена для плат от 6 × 6 мм до 412 × 370 мм, а также BGA-чипов от 2 × 2 до 60 × 60 мм. Держа-



Рис. 3. Инфракрасная паяльная станция Seamark ZM-R7220A

тель для крепления платы регулируется в любом направлении.

Управление осуществляется через 7-дюймовый сенсорный экран. Высокую точность установки компонентов  $\pm 0,02$  мм обеспечивает режим микрорегулировки с лазерным индикатором красной точки. За процессом пайки можно наблюдать с помощью камеры, видео с которой выводится на 15-дюймовый дисплей.

Итак, профессиональная паяльная система Seamark ZM-R7220A смешанного типа (инфракрасная + термовоздушная) позволяет автоматизировать процесс монтажа/демонтажа разных типов микросхем. Эта станция – популярное изделие не только для производства, но и для ремонта смонтированных печатных плат.

Отдельно хочется подчеркнуть, что ООО «ПРОТЕХ» работает напрямую с заводами-изготовителями в Китае. Это позволяет в короткие сроки решать вопросы по техническому обслуживанию поставляемого оборудования.

#### Дымоуловители Duet

Главное достоинство систем дымоудаления Duet заключается в том, что с ними не требуется наличия вентиляционных систем. Они фильтруют поступающий через дымоприемник воздух с паяльным дымом, а затем возвращают его в помещение, очистив

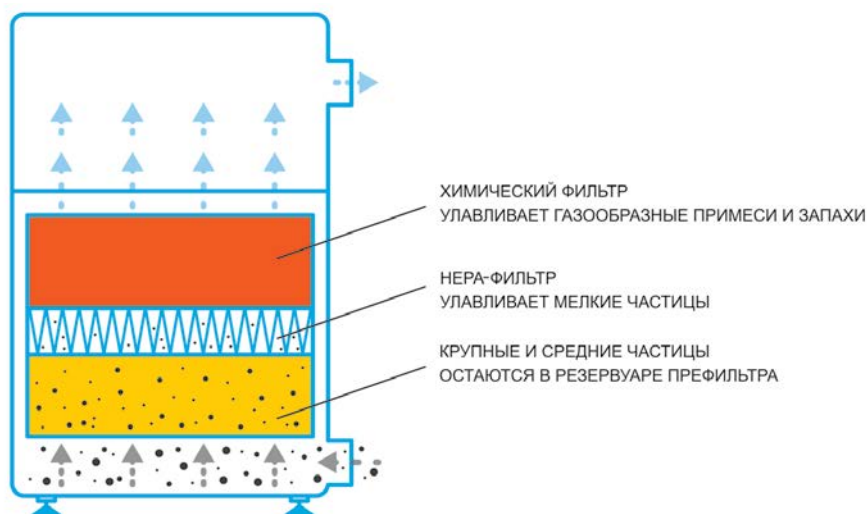


Рис. 4. Схема фильтрации воздуха в дымоуловителях для пайки Duet

на 99,997%. Это возможно благодаря фильтрам трехступенчатой очистки (рис. 4). Предварительный фильтр очищает дым от крупных частиц. Затем воздух попадает в НЕРА-фильтр, который производит основное очищение. И наконец, газовые примеси и запахи нейтрализует химический фильтр из гранул активированного угля. Последние два фильтра физически объединены в один блок, называемый комбофильтром.

Локальные дымоуловители Duet производятся в России с 2016 года, после объявления курса на импортозамещение. Изначально они являлись полными аналогами популярных сис-

тем дымоудаления BOFA V300 и V250 производства Великобритании. Однако уже сейчас можно сказать, что аналог по некоторым характеристикам превзошел оригинал, и вот почему.

Duet FE-300 (рис. 5), аналог модели BOFA V300, изначально производился в металлическом корпусе, что усложняло его транспортировку. Сейчас же модель обрела корпус из прочного, долговечного и легкого пластика. Также появилась возможность регулирования воздушного потока с помощью выбора одной из четырех скоростей. Максимальная производительность при этом составляет  $350 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Безусловным преимуществом систем Duet в сегодняшней экономической и политической ситуации является то, что как предварительные, так и комбофильтры для них производятся в России и всегда есть в наличии. Их можно использовать даже для дымоуловителей BOFA. Дымоуловители Duet выпускаются как на одно, так и на два рабочих места.

Таким образом, несмотря на то что российский рынок паяльного оборудования за последние годы изменился, на нем по-прежнему достаточно современного, функционального и качественного оборудования под любую задачу.



Рис. 5. Дымоуловитель для пайки Duet FE-300 в пластиковом корпусе

Ю. Ю. Коваль, директор по маркетингу,  
«Профессиональное оборудование  
и технологии», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 662-9625,  
e-mail: [info@protehnology.ru](mailto:info@protehnology.ru),  
сайт: [www.protehnology.ru](http://www.protehnology.ru)

# Промышленные шкафы EMS



В статье описаны промышленные корпуса серии EMS торговой марки ELBOX от компании REMER, предназначенные для организации систем автоматизации и размещения телекоммуникационного оборудования. Подробно рассмотрены компоненты шкафа-конструктора и дополнительные аксессуары, позволяющие подобрать из многообразия доступных вариантов требуемую комплектацию. Также представлен конфигуратор шкафов EMS – онлайн-сервис для удобного подбора шкафа.

Производственная группа REMER, г. Москва

Под торговой маркой ELBOX Производственная группа REMER производит электротехнические шкафы и корпуса для промышленной автоматизации. За более чем 20-летнюю историю развития компании инженеры разработали и внедрили в производство более тысячи типов изделий. Этот неоценимый опыт позволяет REMER успешно конкурировать с мировыми и отечественными производителями.

Промышленные шкафы ELBOX серии EMS предназначены для применения как в сфере электроэнергетики, так и в области обработки, хранения и передачи информации. При разработке серии особое внимание уделялось multifunctionality шкафа, унификации комплектующих,

удобству монтажа и качеству исполнения. Высокая несущая способность сварного каркаса и универсальная конструкция шкафа предоставляют широчайшие возможности для внутренней застройки и облегчают объединение шкафов в ряды. Конструкция позволяет комплектовать шкафы различным оборудованием, закрепляя его как на монтажной панели и юнитовых направляющих, так и на каркасе (рис. 1). Шкафы красятся в серый цвет (RAL 7035) полимерной порошковой краской, стойкой к механическому и химическому воздействию.

## Инновационный профиль MS

В основе конструкции корпусов EMS лежит инновационный оцинкованный профиль MS. Это замкнутый

профиль сложной формы с двумя перпендикулярными друг другу монтажными плоскостями (рис. 2). В профиле предусмотрены стандартные монтажные отверстия с шагом 25 мм (согласно DIN 43660) для крепления к каркасу дополнительных конструктивных элементов. Перфорация рассчитана на использование самонарезных винтов M5 и специальных гаек M6 или M8. С внешней стороны каркаса расположены отверстия, позволяющие фиксировать петли, ответные части замка, кронштейны стенок без сверления. Также они позволяют стыковать шкафы между собой, сокращая время монтажа.

Замкнутый сварной профиль обладает повышенной несущей способностью и прочностью на изгиб и кручение, что критически важно при монтаже промышленного оборудования.

Высокая точность изготовления профиля – это необходимое условие для создания качественного шкафа.



а



б

Рис. 1. Внешний вид шкафа EMS: а – без стенок и с монтажной панелью; б – со стенками и вертикальными юнитовыми направляющими



Рис. 2. Внешний вид профиля MS

В процессе производства оцинкованная стальная лента толщиной 1,5 мм подвергается поэтапной обработке: перфорации, гибу и сварке. Готовый профиль проходит жесткий контроль качества. Не допускаются трещины на поверхности, складки, непровары сварного шва, заусенцы, окалина и т. д. Отслеживаются прямолинейность, скручивание, форма поперечного сечения (выпуклость, вогнутость), углыгиба.

#### Шкаф-конструктор

Каркас шкафа полностью сварной. Эта универсальная симметричная конструкция обладает высокой несущей способностью – более 2000 кг при равномерно распределенной статической нагрузке. Каркас позволяет производить монтаж дверей и стенок в любой плоскости. Высота шкафов варьируется от 1600 до 2200 мм, ширина – от 600 до 1200 мм, глубина – от 400 до 1200 мм. К каркасу крепятся крыша, дно и цоколь. Съёмные элементы конструкции оснащены шпильками заземления. Для обеспечения степени защиты до IP65 применяется цельнолитой полиуретановый уплотнитель двери. В большинстве вариантов комплектации шкафы в заводских условиях оснащаются монтажными панелями или юнитовыми направляющими для оборудования 19-дюймового формфактора.

Монтажная панель выполнена из оцинкованной листовой стали и имеет двойную окантовку, повышающую ее нагрузочную способность. Панель устанавливается в проем каркаса на скользящие направляющие, благодаря которым можно регулировать положение панели по глубине.

Вертикальные направляющие для организации монтажного пространства под установку телекоммуникационного оборудования могут быть установлены на различную глубину. Все элементы вертикальных направляющих изготовлены из оцинкованной стали.

Ключевая особенность шкафа-конструктора EMS – это возможность выбора необходимых опций из набора основных взаимозаменяемых элементов (табл. 1).

Двери монтируются на каркас в любой плоскости на четырех петлях и фиксируются замком с четырьмя точками запираения. На внутренней

стороне дверей устанавливается монтажная рама с перфорацией. В зависимости от ширины корпусы могут оборудоваться одностворчатыми или двухстворчатыми дверями.

Стенки имеют симметричную конструкцию, их можно переворачивать и менять местами. Монтируются стенки на каркас с помощью крепежных винтов.

Крыша предлагается в трех вариантах. В вентилируемой крыше предусмотрена установка вентиляторных модулей. Их количество определяется габаритами шкафа. Модули не препятствуют монтажу оборудования в пределах внутреннего пространства каркаса. Крыша под кондиционер имеет монтажное окно под установку кондиционеров различных типов.

Дно также доступно в трех вариантах исполнения. Стандартное и дно с фильтром имеют окна под кабельные вводы. Эти окна закрываются стальными панелями. В панелях дна с фильтром организуется кабельный ввод со щетками и устанавливается фильтр. Дно, как и все прочие эле-


менты шкафа, можно не устанавливать или снять при эксплуатации. При демонтированном дне получается кабельный ввод размером с проем каркаса.

Цоколь предназначен для создания дополнительного свободного пространства в нижней части корпуса, что существенно облегчает организацию кабельных вводов. Он имеет разборную конструкцию, в вентилируемом варианте снабжен отверстиями в виде жалюзи.

Шкафы могут быть оборудованы комплектом сейсмостойкости, состоящим из сейсмоцоколя и комплекта усиления каркаса. Такой шкаф способен выдержать колебания до 9 баллов по шкале MSK-64.

Компания REMER производит широкий ассортимент дополнительных аксессуаров для организации внутреннего пространства шкафов EMS: монтажные панели, профили, шины, направляющие, полки, DIN-рейки, кабельные зажимы. При проектировании этих элементов определяющим фактором стало удобство

Таблица 1. Комплектация шкафа EMS

 <p style="text-align: center;"><b>Шкаф EMS</b></p>	Дверь передняя	<ul style="list-style-type: none"> <li>• без двери</li> <li>• металлическая</li> <li>• металлическая двойная</li> <li>• перфорированная</li> <li>• перфорированная двойная</li> <li>• со стеклом</li> <li>• под вентилятор</li> </ul>
	Дверь задняя	<ul style="list-style-type: none"> <li>• без двери</li> <li>• металлическая</li> <li>• металлическая двойная</li> <li>• перфорированная</li> <li>• перфорированная двойная</li> <li>• под вентилятор</li> <li>• со стеклом</li> <li>• стенка сплошная</li> <li>• стенка под вентилятор</li> </ul>
	Стенки	<ul style="list-style-type: none"> <li>• без стенок</li> <li>• сплошные</li> <li>• под вентилятор</li> <li>• под кондиционер</li> </ul>
	Крыша	<ul style="list-style-type: none"> <li>• без крыши</li> <li>• сплошная</li> <li>• вентилируемая</li> <li>• под кондиционер</li> </ul>
	Дно	<ul style="list-style-type: none"> <li>• без дна</li> <li>• сплошное</li> <li>• стандартное</li> <li>• с фильтром</li> </ul>
	Цоколь	<ul style="list-style-type: none"> <li>• без цоколя</li> <li>• сейсмостойкий</li> <li>• стандартный 100 мм</li> <li>• стандартный 200 мм</li> <li>• вентилируемый 100 мм</li> <li>• вентилируемый 200 мм</li> </ul>

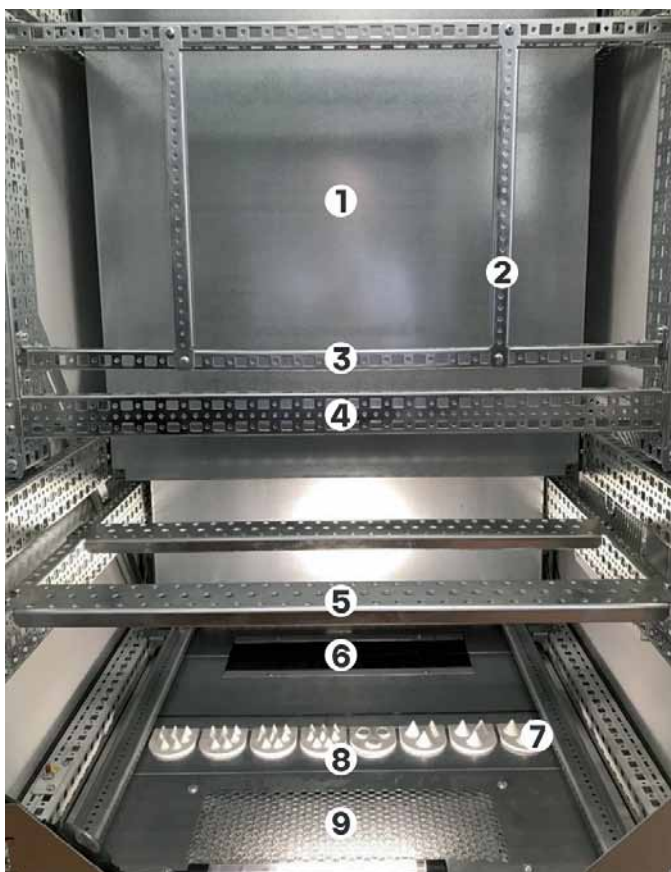


Рис. 3. Аксессуары для организации внутреннего пространства шкафа: 1 – панель монтажная, 2 – перемычка монтажная, 3 – шина монтажная, 4 – профиль монтажный, 5 – шина несущая для тяжелого оборудования, 6 – щеточный кабельный ввод, 7 – кабельный ввод, 8 – панель для ввода кабеля, 9 – фильтр

монтажа в ограниченном пространстве (рис. 3). Так, некоторые шины снабжены зацепами для крепления на каркас. Для установки аксессуаров может применяться крепеж различных типов на выбор. Это могут быть винты с закладными гайками, самонарезающие винты и другие метизы.

Шкафы поставляются в полностью собранном виде, укомплектованные элементами, выбранными в конфигураторе. Потребуется лишь монтаж дополнительных аксессуаров.

Отгружаются шкафы EMS на деревянных палетах в индивидуальной упаковке. Дополнительные аксессуары поставляются в собственных упаковках. Транспортировать изделие может один человек с помощью гидравлической тележки или вилочного погрузчика.

#### Блочные пункты управления

На базе профиля MS изготавливаются также блочные пункты управления (БПУ). Компоненты БПУ (рис. 4) предназначены для организа-

ции, устройствами дистанционного управления и автоматики, системами связи, компьютерными системами.

Ассортимент этой линейки включает в себя ряд модулей: пульты управления со столешницей (одинарный и сдвоенный), шкафы (управления, контроля, серверный и др.) со столешницей и без, угловые промежуточные вставки, позволяющие закруглять конструкцию.

Блочные пункты обладают высокой сейсмостойкостью (категория I по Нормам проектирования сейсмостойких атомных станций) и выдерживают внешние механические воздействия до 9 баллов по шкале MSK-64.

Модули покрываются цинксо-держим грунтом, поверх него наносится полимерно-порошковая краска. Благодаря такой обработке они приобретают высокую коррозионную стойкость, соответствующую нормативным требованиям к данному типу изделий.

#### Климат-контроль

Колебания температуры внутри металлических шкафов, влажность, конденсат, а в дальнейшем и коррозия могут значительно сократить срок службы оборудования. Для поддержания микроклимата в шкафу применяются следующие способы: отведение тепла за счет естественной конвекции, путем принудительной вентиляции и с помощью замкнутого контура охлаждения.

При естественной конвекции отведение тепла во внешнюю среду про-



Рис. 4. Компоненты блочного пункта управления

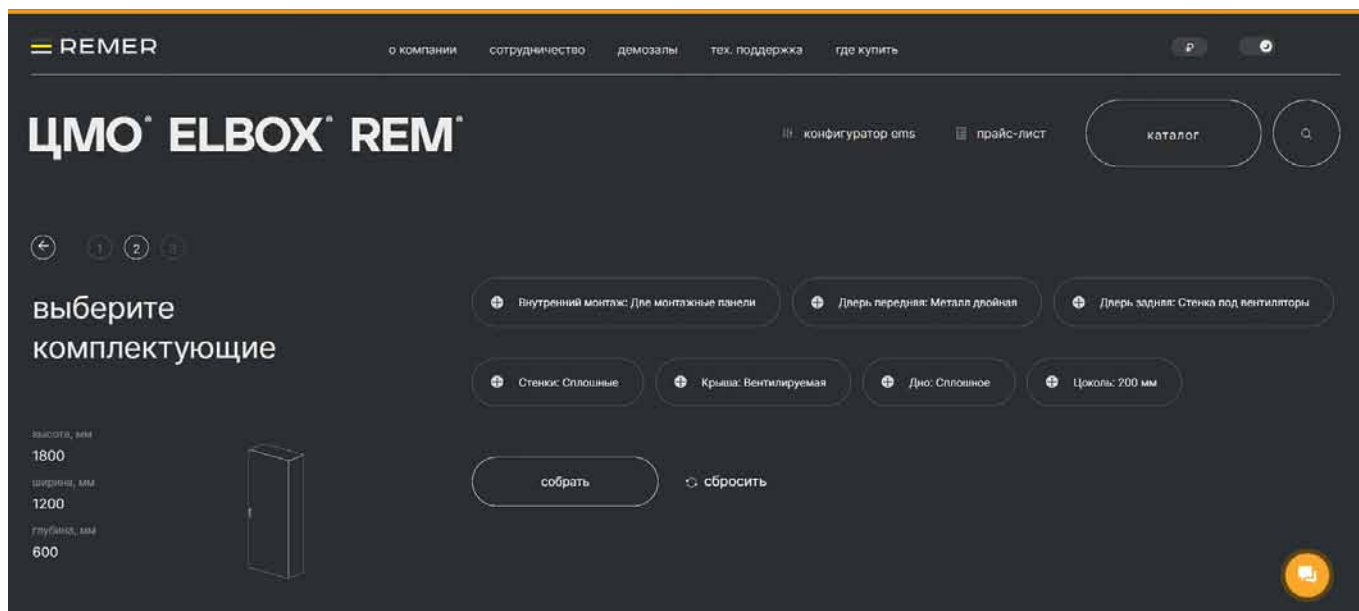


Рис. 5. Страница подбора комплектующих шкафа EMS в конфигураторе

исходит через поверхность шкафа. Этот способ эффективен, если требуемая температура внутри шкафа более чем на 25 °С превышает наружную.

Принудительная вентиляция применяется в чистых помещениях с приемлемыми колебаниями температуры, то есть когда требуемая температура внутри шкафа более чем на 10 °С выше температуры окружающей среды. Для реализации этого способа используют вентиляторы и фильтры. Они могут устанавливаться в крышу, дно, двери. Однако наиболее универсальное решение — это размещение нагнетающего вентилятора и выпускного фильтра в боковых стенках шкафа. В таком случае в нижнюю часть стенки устанавливается вентилятор, а в верхнюю — фильтр. Изделия крепятся защелкиванием без применения дополнительных крепежных элементов. Отметим, что в любом варианте организации принудительной вентиляции обеспечивается степень защиты корпуса IP55.

При замкнутом контуре охлаждения внутренняя воздушная среда изолирована от внешней, обеспечиваются охлаждение и циркуляция воздуха внутри электротехнического шкафа, а температура внешней среды превышает необходимую температуру внутри корпуса. Такое активное охлаждение осуществляется с помощью кондиционеров. При проектировании этого варианта следует учитывать размер шкафа и температуру окружающей среды. Холодопроизводитель-

ность должна примерно на 10% превышать величину тепловых потерь от установленных компонентов.

Все перечисленные способы охлаждения могут быть реализованы в шкафах EMS с помощью дополнительных компонентов и аксессуаров ELBOX.

#### Конфигуратор

Подобрать вариант исполнения шкафа EMS под конкретный проект наиболее удобно с помощью конфигуратора ([www.cmo.ru/configurator](http://www.cmo.ru/configurator)). Этот простой в использовании инструмент позволяет в два простых шага «собрать» шкаф, полностью соответствующий техническому заданию, и получить актуальные артикул и цену.

Процедура начинается с выбора размеров шкафа из списка доступных вариантов.

Второй шаг позволяет указать дополнительные компоненты, которыми будет оборудован шкаф уже на заводе (рис. 5). Если необходим электротехнический шкаф, то можно установить одну или две монтажные панели. Одна применяется в шкафах с односторонним обслуживанием, две — в шкафах с двухсторонним обслуживанием. Они разделяют внутреннее пространство шкафа на функциональные отсеки с фронтальной и тыльной стороны, при этом глубину отсеков можно регулировать. Если собирается телекоммуникационный шкаф, то выбирают вертикальные на-

правляющие. Они позволяют организовать монтажное пространство для 19-дюймового оборудования, а также при необходимости для 21- и 23-дюймового оборудования в шкафах шириной от 800 мм. Возможна одновременная установка вертикальных направляющих и монтажной панели. Затем выбирают и другие элементы шкафа: двери, стенки, крышу, дно и цоколь.

На основе полученных данных конфигуратор автоматически формирует спецификацию шкафа с указанием артикула и актуальной ценой. Все элементы шкафа, указанные в артикуле, монтируются на заводе. По полученному артикулу можно заказать шкаф у любого официального поставщика продукции ELBOX.

#### Заключение

Промышленные корпуса EMS — флагман торговой марки ELBOX, и компания REMER прикладывает максимум усилий для развития этой продуктовой линейки: специалисты предприятия продолжают кропотливую работу по расширению ассортимента аксессуаров, совершенствованию конструкции шкафа и технологии его производства.

А. А. Кваснюк, к. т. н., ведущий инженер,  
Производственная группа REMER,  
г. Москва,  
тел.: +7 (495) 363-9333,  
e-mail: [info@remergroup.ru](mailto:info@remergroup.ru),  
сайт: [www.remergroup.ru](http://www.remergroup.ru)

## Цифровые возможности и интеграция в систему диспетчеризации



# Воздушные автоматические выключатели ARMAT для диспетчеризации систем энергораспределения



Новые воздушные автоматические выключатели линейки ARMAT – это устройства, способные интегрироваться в системы диспетчеризации. В статье перечислены их элементы и основные характеристики. Представлена новая серия автоматических выключателей в литом корпусе серии ARMAT для контроля на отходящих линиях.

IEK GROUP, г. Москва

### Цифровые автоматические выключатели

Автоматические выключатели, защищающие электрическую цепь от перегрузки и короткого замыкания, имеют давнюю историю и много раз модифицировались. Наша эпоха привнесла в конструкцию этих устройств электронику: контроллеры и цифровые интерфейсы. И это закономерно. Во-первых, цифровые технологии позволяют обеспечить контроль параметров электросети, безопасность на всех типах

объектов и повысить общую энергоэффективность за счет распределения энергоресурсов и оптимизации потерь. Во-вторых, появляется возможность интегрировать воздушные автоматические выключатели в систему диспетчеризации.

Компания IЕК, известный производитель и поставщик электротехнической продукции, представляет на российском рынке широкую линейку таких устройств – воздушные автоматические выключатели ARMAT.

Основным блоком воздушного автоматического выключателя является электронный расцепитель (контроллер), предназначенный для управления выключателем. В серии ARMAT представлено несколько типов электронных расцепителей: TD, TY и TT – к их возможностям мы вернемся чуть позже. Электронные расцепители TY и TT оснащены блоком интерфейсов для интеграции с системой диспетчеризации. В базовой версии они поддерживают передачу данных по прото-

колу Modbus RTU. В качестве опции можно установить блоки интерфейсов с поддержкой протоколов Modbus TCP, Profibus, CAN, DeviceNet, IEC 61850, Wi-Fi, NB-IoT.

Еще одним элементом воздушного автоматического выключателя ARMAT является блок питания для бесперебойной работы устройства. Он также входит в комплектацию ТУ и ТТ.

### Диспетчеризация системы энергораспределения

В системах распределения электроэнергии на напряжение 0,4 кВ часто недостаточно обеспечить диспетчеризацию одних вводных устройств, например, в главном распределительном щите. Также необходим контроль на отходящих линиях, особенно это важно на промышленных объектах. ИЕК предлагает новые автоматические выключатели ARMAT в литом корпусе (рис. 1), которые можно применять во всех типах низковольтных комплектных устройств – от распределительных щитов до ВРУ 1600 А. Также есть модели с расцепителем, имеющим возможность подключения по Modbus RTU, что дополняет полноту технического решения.

Наряду с аппаратным обеспечением специалисты компании ИЕК разрабатывают специализированное ПО для управления работой выключателей. В помощь заказчикам и проектировщикам разрабатываются типовые схемы построения НКУ (низковольтных распределительных устройств). Эти схемы окажут помощь конструкторам НКУ, которые смогут воспользоваться приложенными чертежами и списком комплектующих. Кроме того, специалисты компании ИЕК всегда готовы ответить на вопросы и помочь решить нестандартные задачи.

### Исполнения воздушных выключателей ARMAT

В линейке воздушных автоматических выключателей ARMAT представлены модели на номинальные токи от 630 до 6300 А, в 3- и 4-полюсном исполнении, выдвигного и стационарного монтажа. Все они отличаются высокой отключающей способностью до 150 кА – как максимальной ( $I_{cu}$ ), так и рабочей ( $I_{cs}$ ), о которых необходимо сказать особо. Отключающая способность – это максимальный ток



Рис. 1. Автоматические выключатели ARMAT в литом корпусе: примеры исполнений

при коротком замыкании, который может выдержать автоматический выключатель. Если описать простыми словами, разница между максимальной и рабочей отключающей способностью состоит в том, что при уровне тока до значения  $I_{cu}$  аппарат отработает функции защиты, но в дальнейшем его нельзя будет использовать. При уровне тока  $K3$  до  $I_{cs}$  аппарат сможет работать дальше. Но перед дальнейшим использованием автоматического выключателя необходимо проверить причины происшествия.

Производители указывают оба значения, а потребитель при выборе автоматического выключателя встает перед дилеммой: выбрать надежный и долговечный вариант с высокой отключающей способностью  $I_{cs}$  или более дешевый, но с более низкой отключающей способностью, которая означает более высокую вероятность замены в случае  $K3$  и, следовательно, частые простои оборудования.

Преимущество автоматических выключателей ARMAT в том, что  $I_{cu} = I_{cs}$ , и это значение достаточно велико – вплоть до 150 кА. Ориентируясь только на данный показатель, потребитель всегда может быть уверенным, что устройство выдержит заложенные при проектировании параметры.

### Электронные расцепители

Одним из преимуществ цифровизации является возможность отображения текущих параметров – визуализация, позволяющая своевременно узнавать о предаварийных ситуациях

и принимать соответствующие решения.

Электронные расцепители воздушных автоматических выключателей ARMAT обеспечивают такую функциональность. Устройство может управляться одним из трех упомянутых выше расцепителей:

- ▶ TD – классический, с минимальным набором функций. Этот расцепитель не поддерживает интеграцию в системы диспетчеризации, но зато одним из его преимуществ является температурный диапазон: автоматические выключатели с расцепителем TD можно применять при температурах от  $-40^{\circ}\text{C}$ ;

- ▶ ТУ – профессиональный, поддерживает обмен данных по протоколу Modbus, оснащен дисплеем. На дисплее на двухцветных диаграммах отображается значение тока по отношению к номинальному (потребитель должен



Рис. 2. Расцепители серий ТТ и ТУ с отображением параметров

ориентироваться на высоту столбцов и цифры);

► ТТ – продвинутый, оснащенный цветным дисплеем с функцией тач-скрин, кроме того, выполняется измерение напряжения и мощности. На цветной диаграмме отображаются значения параметров по разным линиям, поэтому потребитель также может ориентироваться на цвет диаграммы: зеленый – норма, красный сигнализирует о приближении параметров к критическим значениям (рис. 2).

#### На что обратить внимание при выборе

Выбирая воздушный автоматический выключатель, нужно найти устройство с оптимальным соотношением номинального тока и отключающей способности. Например, устройство с отключающей способностью 50–60 кА подойдет для многих гражданских объектов, а для промышленного объекта требуется не меньше 80 кА.

В серии воздушных автоматических выключателей ARMAT (рис. 3) найдутся исполнения и для первого, и для второго варианта, а сориентироваться в выборе поможет табл. 1. В ней видно, что на токи от 630 до 1600 А следует выбрать устройство типоразмера А (до 1600 А) с отключающей способностью 55 или 66 кА, и т. д.

Поскольку выбор воздушного автоматического выключателя – задача ответственная, компания предлагает целый ряд инструментов:

- на сайте [iek.ru](http://iek.ru) в разделе «Продукция» помимо каталогов представлена различная техническая документация и схемы;
- в разделе «Поддержка» сайта [iek.ru](http://iek.ru) имеется конфигуратор для расчета и подбора оборудования;
- в лаборатории и техническом отделе ИЕК представлен широкий набор



Рис. 3. Модельный ряд воздушных автоматических выключателей ARMAT

образцов продукции, с помощью которых можно смоделировать разные задачи, в том числе нестандартные. В работе над проектами помогут специалисты компании;

- разработаны CAD- и 3D-модели для проектирования и конструирования.

Однако два фактора мы хотим рассмотреть более детально. Это температурный диапазон и высота.

#### Температура и высота

Зависимость рабочего тока автоматического воздушного выключателя от температуры окружающей среды – фактор, который часто не учитывают. В ряде технических материалов такое явление называют «дерейтинг», то есть ухудшение параметров и выход их из диапазона.

Сразу возникает вопрос – насколько это критично? Как известно, автоматический выключатель калибруется при +40 °С. На первый взгляд, температура окружающего воздуха вряд ли поднимется выше, если не ставить НКУ под прямое воздействие солнечных лучей или рядом с источником тепла. Но это только на первый взгляд. Высокие температурные режимы возможны на многих типах объектов.

Приведем пример. Специалисты ИЕК как-то посетили один из целлю-

лозно-бумажных комбинатов России. На этом предприятии температура производственного процесса составляет от +40 °С и выше. Помимо этого, потолки обрабатываются сухим горячим воздухом, чтобы избежать образование конденсата.

Конечно, НКУ не стоят в производственных цехах, но огромная масса тепла распространяется по всем помещениям здания, включая щитовые. В итоге температура уже близка к +40 °С. Кроме того, нагревается и само электротехническое оборудование. А если при этом слабая вентиляция, то в помещениях, где расположены НКУ вместе с воздушными автоматическими выключателями, будет достаточно высокая температура.

И таких предприятий много, особенно в металлургии, химической промышленности, производстве стекла и других отраслях. Да и на обычных объектах вполне достижимы высокие температуры, особенно в условиях недостаточной вентиляции и собственного нагрева электрооборудования. Байки старых энергетиков о том, как их сотрудники разогревали себе обед на вводных автоматах, – не всегда просто фольклор.

Почему же необходимо учитывать дерейтинг? Дело в том, что рабочий ток снижается при повышении температуры окружающей среды. И номинальный ток выключателя, рассчитанного, например, на 2500 А, при температуре +50 °С окажется 2400 А. В результате могут быть ложные срабатывания автомата или, что еще хуже, он сам выйдет из строя. Причем самое неприятное, что на некоторых объектах только после начала эксплуатации становится понятно, что температура окружающей среды выше запланированной.

Чтобы понять причины этого явления, вспомним школьный курс фи-

Таблица 1. Типоразмеры воздушных автоматических выключателей ARMAT

Типоразмер	Обозначение типоразмера	$I_n$ , А, минимум	$I_n$ , А, максимум	$I_{cu}$ , кА
1600	A	630	1600	55, 66
2000	B	630	2000	85
2500	D		2500	85
3200	E	1600	3200	85, 100
4000	F	2500	4000	85, 100, 125
5000	G	4000	5000	125, 135
6300	H	4000	6300	125, 150

зики. Как известно, при повышении температуры сопротивление проводника возрастает из-за большего количества столкновений электронов с вибрирующими атомами. Таким образом, при повышении температуры сила тока в электрической цепи уменьшается.

Эта проблема имеет несколько вариантов решения:

- ▶ первый – поставить автоматический выключатель на номинал выше. Однако переплата может оказаться весьма значительной, особенно если потребуется переходить на больший типоразмер. Соответственно, это может привести еще и к увеличению габаритов НКУ в целом, и очень повезет, если в щитовой будет достаточно места;

- ▶ второй – поставить дополнительную систему охлаждения или принудительной вентиляции. Как и в первом случае, это дополнительные затраты и увеличение габаритов НКУ. К тому же для такого решения должна быть техническая возможность теплоотведения, чтобы не пришлось гонять по кругу горячий воздух;

- ▶ третий и самый правильный способ – изначально установить воздушный автоматический выключатель с минимальной зависимостью рабочего тока от температуры – такой, как ARMAT IEK.

Реальная зависимость рабочего тока от температуры у воздушного выключателя ARMAT IEK начинает

Таблица. 2. Зависимость тока от высоты для выключателей серии ARMAT IEK

Параметр	Значение для высоты, м			
	2000	3000	4000	5000
Максимальное выдерживаемое напряжение промышленной частоты, В	3500	3150	2800	2650
Максимальное рабочее напряжение, В	690	690	690	690
Понижающий коэффициент для номинального тока	1	0,98	0,93	0,87

проявляться только при +60 °С и выше. При этом у автоматов из низкого ценового сегмента дерейтинг начинает активно проявляться уже при +45 °С.

Еще один критерий, который приходится учитывать, выбирая воздушный автоматический выключатель для ряда объектов, – зависимость его тока от высоты. Физическая причина этой зависимости – разреженность воздуха на больших высотах, которая приводит к снижению реальных параметров вводного автоматического выключателя. В табл. 2 перечислены показатели устройств ARMAT IEK, на которые можно ориентироваться, выбирая выключатели для систем электроснабжения горнолыжных курортов или других объектов, расположенных в высокогорье. Отметим, что у выключателей экономсегмента зависимость тока от высоты проявляется значительно сильнее.

#### Комплектация

В базовой версии воздушные автоматические выключатели ARMAT поставляются уже укомплектованны-

ми всеми необходимыми элементами, и этот комплект поставляется под одним артикулом. В комплект поставки входят:

- ▶ сам воздушный автоматический выключатель;
- ▶ корзина для выдвижного исполнения;
- ▶ электронный расцепитель (контроллер);
- ▶ мотор-привод 230 В;
- ▶ катушка включения;
- ▶ катушка отключения;
- ▶ набор из 6 перекидных контактов;
- ▶ контакт положения в корзине;
- ▶ клеммы для подключения медной шины.

Помимо этого, воздушные автоматические выключатели могут быть оснащены механической блокировкой на 2 и 3 автомата, а также рядом дополнительных аксессуаров.

IEK GROUP, г. Москва,  
тел.: +7 (495) 542-2222,  
e-mail: info@iek.ru,  
сайт: www.iek.ru

**interlight**  
RUSSIA

**intelligent building**  
RUSSIA

interlight-building.ru

# 29 лет в России

Международная выставка освещения,  
автоматизации зданий, электротехники  
и систем безопасности

## 17–20.09.2024

ЦВК «Экспоцентр», Москва

**ВЫСТАВКА 2023:**  
**20 000 м<sup>2</sup>** выставочная площадь, **498** экспонентов  
**23 617** посетителей, **41%** посетили выставку впервые

+7 495 649 87 75 • interlight@gefera.ru



Отправь промокод **INTERLIGHT\_BUILDING**  
и получи бонус к участию!





*Заморозка*

*ЦЕН*



Реклама

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

# Установочные электротехнические изделия Koros для утепленных фасадов зданий и сооружений



Представлены распределительные коробки, электромонтажные панели и монтажные корпуса бренда Koros, предназначенные для установки в утепленных фасадах зданий. Изделия отличаются разнообразием конструкций и степеней жесткости, а также безопасностью и экологичностью. Рассмотрены характеристики изделий KEFZ 80, MDZ, MDX XL, MDFZ 80 и других серий, их достоинства, особенности монтажа.

ООО «Копос Электро», г. Москва

Использование энергосберегающих технологий в современных зданиях и сооружениях сегодня стало необходимым условием для компаний, занятых их строительством и эксплуатацией. Это предусмотрено Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», разработанным для создания правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Одно из направлений деятельности, позволяющее реализовать положение этого нормативного документа, — утепление фасадов зданий и сооружений, как новых, так и находящихся в эксплуатации. Утепление решает сразу несколько задач: предотвращает холод в помещении зимой, снижает расходы на отопление, уменьшает потребление электроэнергии при кондиционировании и вентиляции, защищает от жары летом.

Размещение слоя теплоизоляции снаружи фасада всеми без исключения технологами считается наиболее правильным решением (внутренняя теплоизоляция выполняется

только в тех случаях, когда внешняя по каким-либо причинам невозможна). Однако часто бывает, что в процессе утепления фасада кабельную сеть прокладывают сквозь утеплитель (а его толщина обычно колеблется в пределах от 50 до 300 мм) незащищенными способами, без использования специальной арматуры. Если и применяются какие-либо защищающие кабель втулки, то они выбираются случайно, без соблюдения требований к электробезопасности, жесткости конструкции, экологичности. Такой выбор может привести к повреждению как кабеля и установочных изделий, так и самого фасада. Кроме того, при этом повышен риск случайного повреждения кабеля, его возгорания и поражения людей электрическим током.

Для устранения перечисленных недостатков компания Koros разработала и запустила в серийное производство линейку специальных установочных изделий, предназначенных для прокладки кабельной сети в утепленных фасадах зданий и сооружений. Монтаж системы выполняется после установки несущей конструкции фасада. Распределительные ко-

робки, электромонтажные панели, монтажные корпуса и другие изделия Koros позволяют надежно и аккуратно смонтировать различные устройства и электротехническую арматуру. Они выполнены из экологически чистого прочного пластика и имеют долгий срок службы. Рассмотрим новинки Koros подробнее.

## Распределительная коробка KEFZ 80

Распределительные коробки серии KEFZ 80 (рис. 1) с герметичными мембранными входами используются для установки в утепленных фасадах, толщина слоя изоляции которых не превышает 80 мм. Изделия подходят для большинства видов фасадных утеплителей, таких как минеральная вата, полистирол, пенопласт и др.

Коробка с отверстием для выполнения окончатального этапа теплоизоляции изготовлена из самозатухающего полипропилена светлого цвета (RAL 7035). Пластиковая коробка прошла испытание раскаленной петлей с температурой +850 °С. При возгорании самозатухание происходит в течение 30 с. Характеристики изделия: допустимая температура эксплуатации от -25 до +60 °С, класс



Рис. 1. Комплект поставки распределительной коробки серии KEFZ 80 и установленное изделие

огнестойкости А1-Е, масса коробки 79 г. Специальные пластиковые мембранные вводы создают высокую герметичность конструкции, а значит, и теплоизоляцию, и удерживают кабель в коробке при монтаже.

На рис. 1 можно видеть комплект поставки, включающий монтажную коробку, набор для ручного сверления, держатели для шурупов и шурупы. В комплект входит и схема установки монтажной коробки. Для исполнения KEFZ 80/VDZ в комплекте предусмотрена многоразовая ручная дрель.

#### Электромонтажные панели MDZ и MDX XL

Панели серий MDZ и MDX XL (рис. 2) используются при подготовке утепленного фасада для распределительной системы бытовой электросети с напряжением до 400 В и крепления таких внешних устройств, как

таблички, камеры видеонаблюдения, датчики движения, лампы наружного освещения, а также электророзеток (до 400 В) для подключения различных приборов. Использование панелей MDZ и MDX XL в конструкции фасада исключает появление тепловых мостов.

Предельно допустимая нагрузка на панель составляет 40 Н на расстоянии 180 мм от фасада, поэтому на них нельзя размещать тяжелые устройства, например спутниковые антенны. Панели монтируются в фасады толщиной от 50 до 200 мм (для исполнений MDZ300 и MDX XL-300 — до 300 мм), при этом обеспечивается надежное крепление устанавливаемых устройств и исключение тепловых мостов (рис. 3). Особенности конструкции позволяют стыковать несколько панелей вместе и получить

сборную электромонтажную панель требуемой площади. Размеры панели серии MDZ 120 × 120 мм. Серия MDX XL разработана для крепления внешних приборов большого диаметра, например ламп наружного освещения, поэтому ее размер составляет 240 × 240 мм. Для установки панели подходят саморезы диаметром 4–5 мм.

С точки зрения материала изготовления характеристики панелей такие же, как и у распределительных коробок серии KEFZ 80. Вес изделий серий MDZ и MDX XL составляет 440 и 940 г соответственно.

#### Электромонтажная панель MDFZ 80 (MDFZ 80/VDZ)

Назначение конструкции, состав ее элементов, способ монтажа и основные характеристики такие же, как и у электромонтажных панелей MDZ

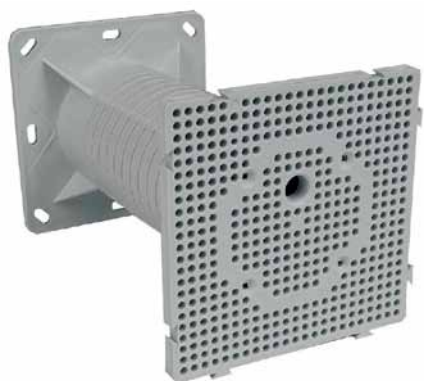


Рис. 2. Электромонтажная панель MDZ (MDX XL) в сборе

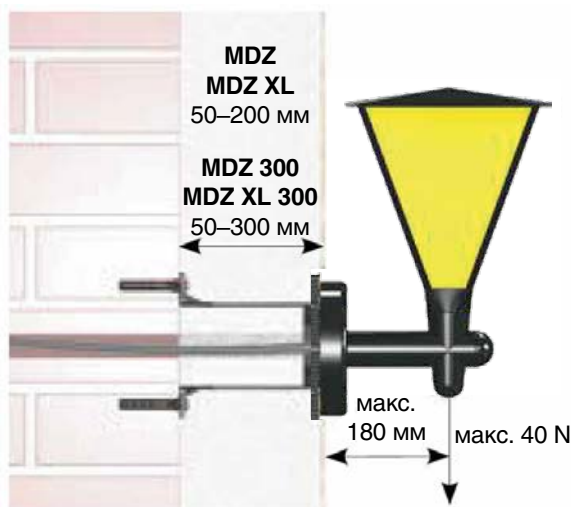


Рис. 3. Схема монтажа панели серии MDZ (MDX XL)



Рис. 4. Электромонтажная панель MDFZ 80

и MDX XL. Отличие заключается в форме самой панели – цилиндрической (рис. 4). Диаметр изделия составляет 70 мм, длина – 80 мм. Кроме того, панель выдерживает меньшую максимальную нагрузку – 15 Н.

В комплект поставки входят электромонтажная панель, набор для ручного сверления, держатели для шурупов и шурупы диаметром от 4 до 5 мм. Для исполнения MDFZ 80/VDZ в комплекте предусмотрена многоходовая ручная дрель, использующаяся при сверлении отверстий для установки коробки.

#### Установочные изделия серий TEZ, KEZ-3 и KUZ

И, конечно, под торговой маркой Koros продолжают выпускаться проверенные многолетним опытом эксплуатации серийные установочные изделия:

► электромонтажная коробка TEZ (рис. 5а) для монтажа в утепленных фасадах толщиной от 50 до 300 мм и установки розеток и выключате-

лей. Для предотвращения появления тепловых мостов конструкция предусматривает внутреннюю и внешнюю теплоизоляцию;

► электромонтажная коробка KEZ-3 (рис. 5б), по назначению и конструкции аналогичная предыдущей. Она используется для установки сразу двух или трех розеток, выключателей и других подобных устройств. Эта линейка коробок предназначена для утепленных фасадов, толщина изоляционного слоя в которых составляет от 100 до 250 мм;

► универсальный многоцелевой монтажный корпус KUZ (рис. 5в), устанавливаемый в утепленные фасады толщиной от 80 до 300 мм. В него могут монтироваться самые разные электроустановочные устройства – розетки, терминалы молниеотводов, автоматические выключатели и т. п. Конструкция универсального корпуса KUZ предусматривает возможность ступенчатого регулирования глубины с помощью специальных пазов, поэтому устройства можно устанавливать на разной глубине.

#### Особенности монтажа

Электротехнические изделия бренда Koros имеют конструкцию в виде раздвигающегося тубуса, это позволяет осуществлять их монтаж заподлицо с фасадом. При этом одна сторона конструкции прикрепляется к стене здания, а вторая – к наружному отделочному покрытию, например, сайдингу или сэндвич-панели. Установочные изделия Koros отличаются уни-

версальностью, они могут подгоняться по длине прямо на месте установки.

Основание изделия (тубус) отрезается по размеру глубины утеплителя до крепления на фасадную часть и крепится к стене с помощью анкеров и дюбель-гвоздей в зависимости от типа поверхности стены. Затем через основание (тубус) протягивается кабель и вставляется изолятор в форме цилиндра (поставляется в комплекте). Окончательная фиксация выполняется с помощью четырех дополнительных винтов (саморезов).

#### Преимущества

В числе основных достоинств продукции Koros следует назвать следующие:

- обеспечение защиты пользователей от поражения электрическим током;
- защита конечных устройств от механических повреждений;
- пожаростойкость;
- экологичность;
- простота монтажа;
- удобство пользования установленными розетками и выключателями;
- защита утепленного фасада от разрушения;
- увеличение жесткости всей конструкции;
- эстетичный внешний вид.

В заключение отметим, что установочные электротехнические изделия бренда Koros могут использоваться не только в утепленных фасадах современных зданий и сооружений. Они также идеально подойдут для монтажа розеток, выключателей, креплений осветительных приборов, приборов видеонаблюдения и других устройств на утепленных участках лоджий и балконов. Кроме того, эта продукция используется для утепленных поверхностей стен и перегородок.



а

б

в

Рис. 5. Установочные изделия Koros: а – электромонтажная коробка TEZ; б – электромонтажная коробка KEZ-3; в – универсальный многоцелевой монтажный корпус KUZ

ООО «Копос Электро», г. Москва,  
тел.: +7 (499) 947-0197,  
e-mail: info@kopos.ru,  
сайт: kopos.com



## О компании

Компания «БЭК» работает на рынке телекоммуникаций и электронных компонентов с 1997 года.

**Деятельность компании – разработка, производство, поставка моточных изделий.**

**Поставка изделий из ферритов и магнитодиэлектриков, поставка постоянных магнитов и изделий из магнитов, поставка радиоэлектронных компонентов и источников питания.**

На предприятии внедрена и действует система менеджмента качества, отвечающая требованиям ГОСТ РВ 0015-002-2020, ГОСТ ISO 9001-2015. Органом по сертификации системы ВОЕННЫЙ СТАНДАРТ выдан СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ, удостоверяющий, что система менеджмента качества, распространяющаяся на разработку, производство и поставку продукции ВВТ в соответствии с кодами ЕКПС, соответствует требованиям ГОСТ РВ 0015-002-2020.

Компания «БЭК» представляет на рынке и в странах СНГ продукцию известных зарубежных фирм:

- Pin-Shine
- Ferriwo Electronics
- Shinhom
- Cosmoferrites
- DMEGC

И крупнейших в России производителей ферритовых изделий:

- ОАО НИИ «Феррит-Домен»
- ОАО «Магнетон»
- ОАО «Ферроприбор», и др.

## Разработка и производство моточных изделий

Компания БЭК имеет технический отдел и производственные цеха для разработки и производства трансформаторов, дросселей, катушек индуктивности, для телекоммуникационного оборудования, источников вторичного электропитания и другой радиоэлектронной аппаратуры производственного и бытового назначения.

Мы производим моточные изделия по документации или техническому заданию заказчика. Постоянно расширяется техническая база производства, разрабатываются новые типы моточных изделий, дополняется номенклатура поставляемой продукции.

Компания БЭК осуществляет как серийный выпуск, так и производство штучных изделий по индивидуальным заказам.

В случае необходимости импортозамещения специалисты БЭК готовы разработать и изготовить аналоги импортных индуктивных элементов и трансформаторов.



Изделия производства ООО «БЭК»



## Контакты

### АДРЕС:

Россия, 196191, г. Санкт-Петербург, Ленинский пр. 168, БЦ «Энергия», 2 этаж, офис 202

### E-MAIL:

info@bec.spb.ru

### РЕЖИМ РАБОТЫ:

Пн-Чт 09:00-17:00  
Пт 09:00-16:00

### ТЕЛЕФОНЫ:

+7 (812)-370-17-88  
+7 (812)-449-02-70

### САЙТ:

www.bec-shop.ru

# Выбор сердечников длямоточных изделий импульсных источников питания



При разработке моточных изделий (трансформаторов, дросселей) импульсных источников питания, а также фильтров цепей питания необходимо выбрать материал магнитопровода и конфигурацию сердечника с учетом всех технических и экономических факторов, что непросто сделать. В статье приведены выводы, основанные на многолетнем опыте разработчика.

ООО «Балтийская электронная компания», г. Санкт-Петербург

ООО «Балтийская электронная компания» (ООО «БЭК»), основанная в 1997 году, специализируется на разработке и изготовлении моточных изделий (трансформаторов, катушек индуктивности, дросселей, дифференциальных разветвителей), а также источников питания, изделий из магнитов и других радиоэлектронных компонентов, которые применяются для оборудования телекоммуникационных систем. Много лет работая над изделиями разных габаритов и конструктивного исполнения, как серийными, так и выполненными по ТЗ заказчиков, специалисты компании приобрели большой опыт, позволяющий решать сложные проблемы, опираясь не только на теорию, но и на богатую

практику. Одной из таких проблем являются сложности выбора при разработке моточных изделий импульсных источников питания, а также фильтров цепей питания. Всегда встает вопрос: какой материал магнитопровода выбрать, какая конфигурация сердечника предпочтительна в данном изделии с учетом технических и экономических факторов? Статья отвечает на эти вопросы.

Импульсные источники питания могут быть выполнены как с гальванической развязкой, так и без нее. Первые, как правило, содержат регулируемый или нерегулируемый инвертор либо конвертер, наиболее важным моточным узлом которых является трансформатор. Исполнение трансформа-

тора зависит от вида и режима работы инвертора или конвертера. Рассмотрим некоторые виды моточных изделий для различных видов таких преобразователей.

Нерегулируемые и регулируемые двухтактные инверторы (преобразователи постоянного напряжения в переменное) и конвертеры (преобразователи постоянного напряжения в постоянное) могут быть выполнены по схеме со средней точкой (рис. 1а), по полумостовой (рис. 1б) и мостовой (рис. 1в) схемам. В полумостовой схеме инвертора первичная обмотка трансформатора подключается через конденсаторы, поэтому постоянная составляющая тока (ток подмагничивания) полностью отсутствует. В двух

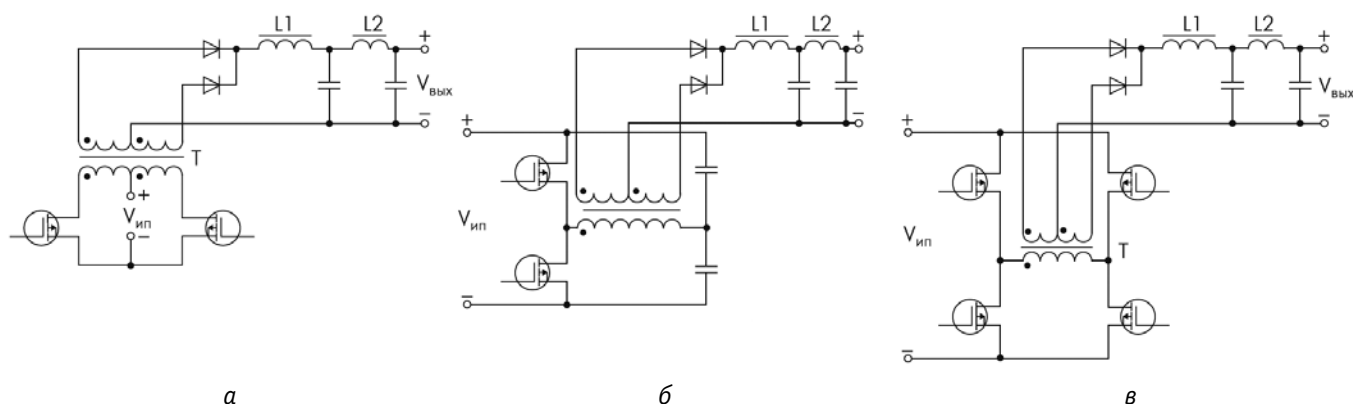


Рис. 1. Схемы, по которым могут быть выполнены двухтактные прямоходовые преобразователи напряжения: а – со средней точкой; б – полумостовая; в – мостовая

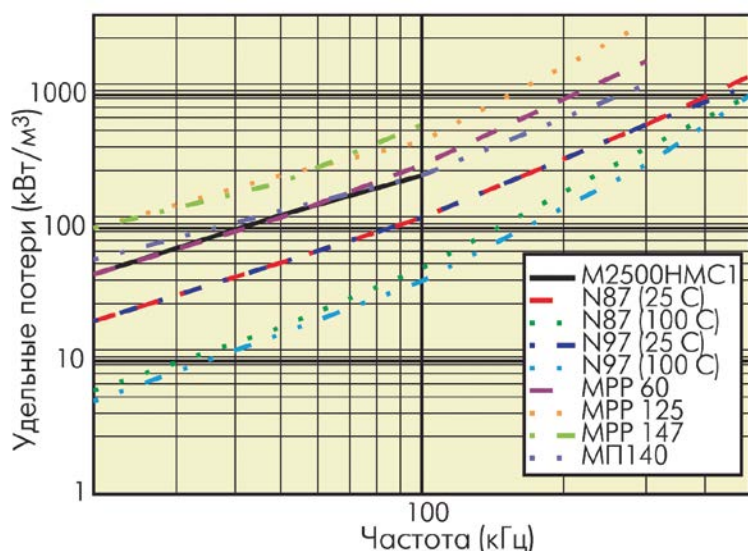


Рис. 2. Сравнительные зависимости величины удельных потерь от частоты для некоторых магнитных материалов при магнитной индукции 0,1 Тл

других схемах, а также в полумостовом конвертере, в котором трансформатор нагружен на выпрямитель, подмагничивание сердечника полностью отсутствует только в идеальном случае — при полной симметрии схемы, при равенстве падения напряжения на открытых ключах и выпрямительных диодах и при одинаковом времени включения, выключения, восстановления обратного сопротивления ключевых элементов и диодов обоих плеч. При невыполнении этих условий возможно появление некоторой постоянной составляющей, что приведет к несимметричному режиму работы сердечника трансформатора, и это обстоятельство в ряде случаев необходимо учитывать.

Поскольку сердечник трансформатора работает в сильных полях при большом размахе магнитной индукции, целесообразно выбирать так называемые силовые марки марганцево-цинковых ферритов, например N87 или N97 производства фирмы TDK (EPCOS) до частоты 500 кГц, или N49 фирмы TDK до 1 МГц, или их аналоги производства других фирм. При частоте преобразования до 30 кГц можно использовать отечественный материал M2500HMC2, а также аморфные магнитные сплавы. Применять порошковые магнитные материалы (Мо-пермаллой и т. п.) нецелесообразно, так как они имеют низкое значение магнитной проницаемости и многие из них дороже ферритов. При выборе материала сердечника необходимо учитывать величину потерь в сердечнике,

которая зависит от частоты, магнитной индукции и растет с увеличением обоих параметров. Сравнительные зависимости величины удельных потерь от частоты для некоторых магнитных материалов при магнитной индукции 0,1 Тл приведены на рис. 2.

Конфигурация сердечника для двухтактных преобразователей может быть любая. Наиболее часто применяются кольцевые (тороидальные) сердечники (рис. 3а), особенно для устройств малой и средней мощности. Трансформаторы на них при прочих равных условиях обладают минимальной индуктивностью рассеяния, что уменьшает выбросы напряжения на силовых ключах, излучение помех, снижает выходное сопротивление трансформатора. Кроме того, кольце-

вые сердечники дешевы. Недостатки тороидальных катушек: более высокая трудоемкость намотки и необходимость изоляции сердечника (отечественные сердечники выпускаются без покрытия, импортные — как без покрытия, так и с изоляционным покрытием, рассчитанным на определенное значение испытательного напряжения). Возможно также применение разъемных сердечников броневой и стержневой конструкции. Широко применяются отечественные сердечники типа КВ (импортные аналоги RM), а также Ш-образные сердечники (рис. 3б) и их модификации: отечественные Ш, импортные EE, EI, EFD, ER, ETD и т. п. Сердечники КВ (RM) вписываются в квадрат в плане, что удобно для их размещения на плате. Они имеют круглую катушку как с одной секцией, так и с двумя и более, удобную и технологичную в намотке (рис. 3в). Однако из-за большей индуктивности рассеяния в некоторых случаях необходимо применять технологические ухищрения в намотке, а также увеличивать демпфирующие цепи в схеме преобразователя, что, в свою очередь, несколько снижает КПД. Сердечники типа Б (импортные аналоги Р) подобны КВ, но круглые в плане, менее удобны при размещении на плате и применяются реже. Достаточно удобны сердечники EP (рис. 3з), которые вписываются в прямоугольник (почти квадрат), имеют удобную в намотке катушку, которую сердечник закрывает со всех сторон, кроме одной, обращенной к плате. Сердечники типа EFD (рис. 3д) расположены

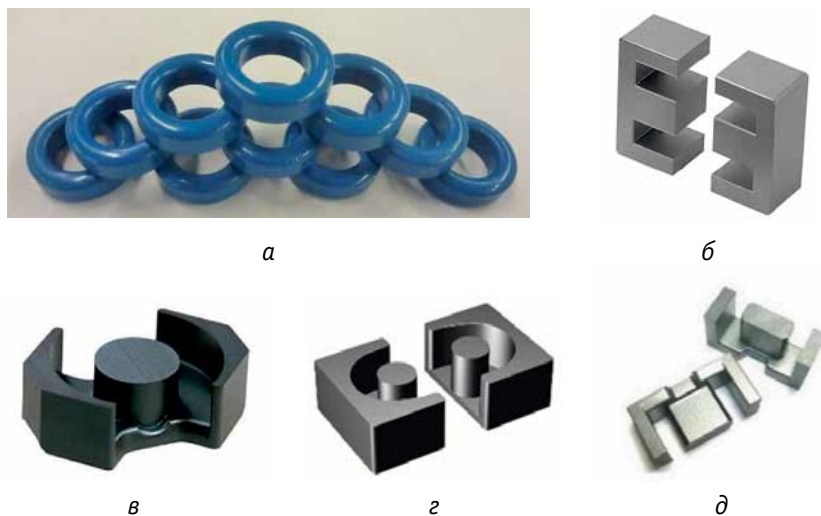


Рис. 3. Конфигурации сердечников трансформатора: а — тороидальные (кольцевые); б — Ш-образные; в — КВ (RM); г — EP; д — EFD

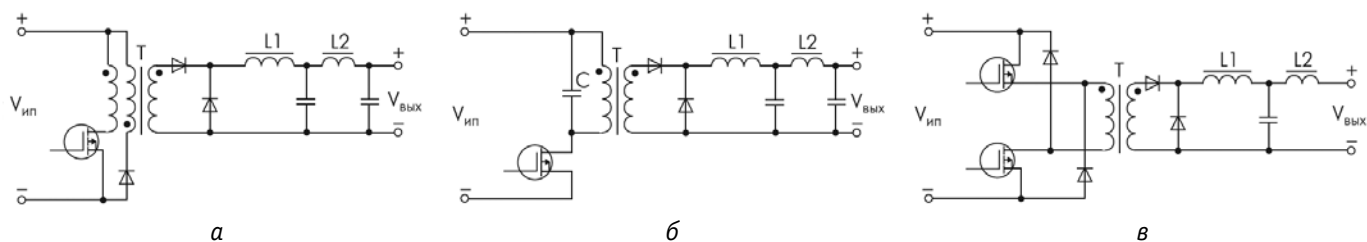


Рис. 4. Схемы, по которым выполняются одноктактные прямоходовые конвертеры: а – с размагничивающей обмоткой; б – без размагничивающей обмотки; в – одноктактная полумостовая

горизонтально и имеют уменьшенную высоту. Низкопрофильные сердечники с индексами LP применяются в тех случаях, когда требуется особо маленькая высота изделия. При этом часто применяются печатные обмотки в виде многослойных печатных плат. Для трансформаторов повышенной мощности и высоковольтных трансформаторов могут использоваться П-образные сердечники. Повышенная индуктивность рассеяния при высоких выходных напряжениях и маленьких токах не является большим недостатком, но зато такая конструкция с большим окном позволяет разместить высоковольтную обмотку, в которой много места занимает изоляция.

Одноктактные прямоходовые конвертеры выполняются в основном по одной из трех схем: с размагничивающей обмоткой (рис. 4а), без размагничивающей обмотки с рекуперацией энергии в емкость, в том числе паразитную (рис. 4б), и на двух транзисторах и двух диодах по так называемой одноктактной полумостовой схеме (рис. 4в). В любом из этих случаев энергия от источника питания передается в нагрузку на прямом ходе, без накопления энергии в трансформаторе, в котором накапливается лишь небольшая энергия за счет тока намагничивания первичной обмотки. Рекуперация (возврат) этой энергии, при которой происходит размагничивание трансформатора, в каждой из схем происходит по-разному.

В первом случае для этого служит размагничивающая обмотка, и при разработке трансформатора необходимо обеспечить максимально возможную связь между нею и первичной обмоткой, учитывая при этом рабочее напряжение. Во втором случае рекуперация происходит в емкость, и на обмотке во время обратного хода возникает выброс значительной величины, который необходимо учитывать при выборе элементов схемы и проектиро-

вании трансформатора. При одноктактной полумостовой схеме рекуперация энергии происходит в источник питания через открывающиеся рекуперационные диоды, причем через ту же самую первичную обмотку, что обеспечивает отсутствие выброса на ней и наиболее надежное размагничивание трансформатора. В любом случае имеется постоянная составляющая тока первичной обмотки, а сердечник трансформатора перемагничивается по частному циклу петли гистерезиса от максимальной индукции  $B_m$  до остаточной индукции  $B_r$ . При этом, чем больше разность  $B_s - B_r$  (где  $B_s$  – индукция насыщения материала), тем лучше. Для этого применения также предпочтительно использовать марки ферритов, предназначенные для работы в сильных полях. Конфигурация сердечника может быть любой: могут быть использованы как кольцевые сердечники, так и другие, упомянутые выше.

Схема одноктактных обратных конвертеров приведена на рис. 5. Трансформатор работает с накоплением энергии на прямом ходе и передачей энергии в нагрузку на обратном ходе. Режим работы трансформатора аналогичен режиму работы дросселя, то есть имеется постоянная составляющая тока обмоток и подмагничивающее поле. Намагничивание происходит посредством первичной обмотки, а размагничивание – при передаче энергии в нагрузку через вторичную обмотку. Возможны три режима работы трансформатора по аналогии с дросселем: режим непрерывных токов, при котором энергия, запасенная в магнитном поле трансформатора, не уменьшается до нуля за время обратного хода; режим прерывистых токов, когда энергия передается в нагрузку полностью за часть длительности обратного хода; граничный режим между первыми двумя. Наиболее часто используется граничный режим и ре-

жим прерывистых токов. Иногда выбирается непрерывный режим, однако он возможен только при определенной нагрузке, а при снижении тока нагрузки режим работы трансформатора неизбежно становится прерывистым.

Поскольку такой трансформатор всегда работает с подмагничиванием, он может быть выполнен либо на разъемном сердечнике из феррита «силовых» марок с немагнитным зазором, либо на кольцевом или разъемном сердечнике из магнитодиэлектрика без зазора. Конфигурация ферритовых сердечников может быть любой, но зазор должен быть обязательно. Различия в зависимости от конфигурации будут состоять в разной индуктивности рассеяния, разных габаритах, технологичности и стоимости.

Трансформаторы на ферритовых сердечниках с зазором имеют более стабильную индуктивность при изменении тока, но затем при достижении насыщения сердечника их индуктивность резко падает. У трансформаторов с сердечниками из магнитодиэлектриков при изменении тока индуктивность изменяется плавно, но в большей степени, и резкого насыщения не наблюдается. Последняя характеристика предпочтительнее, хотя для обратных конвертеров подходит и та и другая.

В данном применении теряется преимущество ферритов в более высокой магнитной проницаемости, так как величина эквивалентной прони-

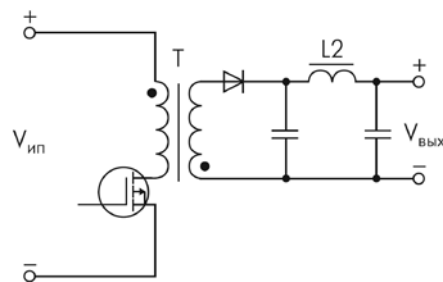


Рис. 5. Схема одноктактного обратного конвертера

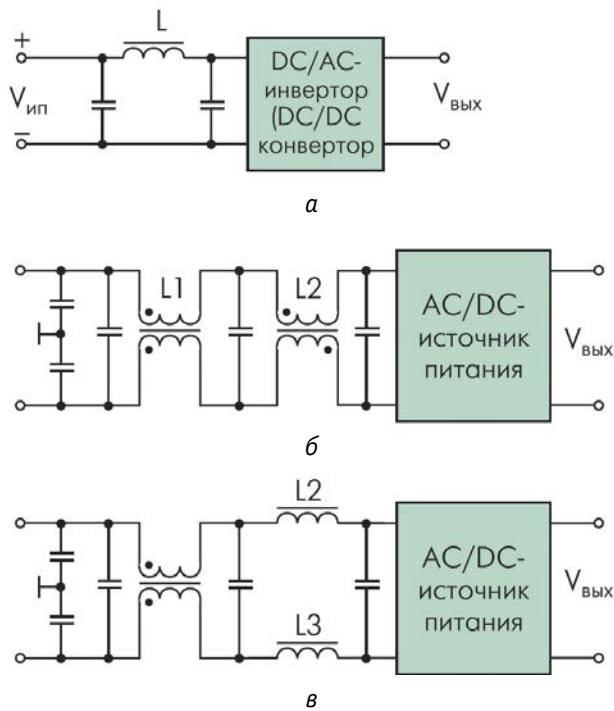


Рис. 6. Схемы дросселей: а – входных фильтров DC/DC-конвертеров и DC/AC-инверторов; б, в – тококомпенсированных, для подавления синфазных помех

цаемости невелика и определяется в основном величиной немагнитного зазора.

Поскольку трансформатор работает в сильных полях, важное значение имеет величина потерь в сердечнике. Среди магнитоэлектриков наилучшими техническими параметрами обладает Мо-пермаллой, но этот материал относительно дорог. Если требуется снизить цену, то используется Sendust или Cool Мц, но при этом могут вырасти габариты изделия, так как для снижения потерь до той же величины, что и у Мо-пермаллоя, придется снизить магнитную индукцию в сердечнике. В крайнем случае можно использовать сердечники из распыленного железа, но при этом габариты трансформатора могут еще больше возрасти, зато цена будет меньше. Трансформаторы на кольцевых сердечниках из магнитоэлектриков обладают минимальной индуктивностью рассеяния по сравнению с разъемными сердечниками и обеспечивают минимальную величину паразитных выбросов напряжения.

Дроссели прямоходовых двухтактных и однотактных конвертеров с гальванической развязкой (L1 на рис. 1 и 4) работают примерно в одинаковых режимах. В двухтактных схемах режим более легкий, так как дроссель работает на удвоенной частоте

преобразования и с меньшей длительностью паузы (как правило). Дроссель работает с накоплением энергии, как и трансформатор обратногоходового преобразователя, но имеет в общем случае одну обмотку, посредством которой осуществляется и накопление энергии, и передача ее в нагрузку. В сходном режиме работают дроссели конвертеров без гальванической развязки и дроссели корректоров коэффициента мощности. Сердечник дросселя работает в сильных полях при большой постоянной составляющей тока. Поэтому, как и в предыдущем случае, подходят любые разъемные сердечники из ферритов с зазором либо сердечники из магнитоэлектриков без зазора с учетом всех соображений, высказанных ранее.

Дроссели фильтров питания, которые используются обычно во втором и последующих звеньях фильтрации (второе звено выходного фильтра источника питания, развязывающие фильтры питания на платах функциональной аппаратуры и т. п.), — L2 на рис. 1, 4 и 5 — работают при большом уровне тока подмагничивания, но при маленьком уровне переменной составляющей. При этом рабочий размер магнитной индукции в сердечнике невелик и потери в дросселе определяются больше потерями в меди, чем потерями в сердечнике. Для этого

случая могут использоваться ферритовые незамкнутые сердечники (стержни, гантели), ферритовые сердечники с зазорами, а также ферритовые кольца, бусины, трубочки (в основном для одновитковых дросселей). В последнем случае, несмотря на то что сердечник работает с подмагничиванием, оставшейся магнитной проницаемости вполне достаточно для снижения уровня пульсаций, шумов и помех в несколько раз, а стабильность индуктивности при изменении тока не имеет принципиального значения. С успехом могут применяться также дроссели на сердечниках из магнитоэлектриков, причем наиболее подходящим материалом в данном случае будет распыленное железо, так как при маленькой переменной составляющей нет никакого смысла применять дорогие материалы, например Мо-пермаллой.

Повышенная величина потерь в сердечнике будет даже играть положительную роль и способствовать переводу энергии шумов и помех в тепло. Все сказанное выше относится и к дросселям входных фильтров DC/DC-конвертеров и DC/AC-инверторов (рис. 6а), так как они имеют сходный режим работы.

Дроссели сетевых фильтров AC/DC-источников питания применяются в трех вариантах:

- ▶ тококомпенсированные дроссели, предназначенные для подавления синфазных составляющих помех (L1 на рис. 6б и 6в), содержат две одинаковые обмотки, связанные между собой через магнитное поле сердечника. Подмагничивание сердечника током частоты 50 Гц в них не происходит, так как токи в обеих обмотках создают поля, направленные навстречу и компенсирующие друг друга. Для такого дросселя могут быть применены ферритовые сердечники без зазора, причем предпочтительны высокопроницаемые марки ферритов, так как сердечник работает в слабых полях, создаваемых токами помех, и для получения максимально возможной резонансной частоты дросселя желательно получить заданную индуктивность с минимальным числом витков. Применение магнитоэлектриков нецелесообразно ввиду низкой магнитной проницаемости и отсутствия подмагничивания, а также невысокой стоимости ферритов. Конструктив-

но дроссель часто выполняется на двухсекционном каркасе с П- или Ш-образным сердечником или на кольцевом сердечнике с намоткой обмоток на разных сторонах кольца;

► одно- и двухобмоточные дроссели (L2 на рис. 6б; L2 и L3 на рис. 6в), в которых обмотки для токов низкой частоты (50 Гц) включаются согласно, предназначены для подавления дифференциальных (противофазных) составляющих помех в проводах питающей сети. Здесь при небольшом уровне напряжения помех имеет место подмагничивание большим током потребления источника питания, действующим с частотой 50 Гц, что в данной ситуации эквивалентно подмагничива-

нию постоянным током. Поэтому для таких дросселей необходимо применять ферритовые сердечники с зазором или сердечники из магнитоэлектриков. Проницаемость ферритовых сердечников не имеет принципиального значения, так как коэффициент индуктивности конкретного сердечника определяется в основном его геометрией и величиной немагнитного зазора. Сердечники по переменной составляющей высокой частоты работают в слабых полях, и потери в материале сердечника не имеют большого значения и даже играют положительную роль. Из магнитоэлектриков целесообразно использовать кольцевые сердечники или Ш-образные без зазора,

из распыленного железа (Iron Powder) как наиболее дешевые и хорошо удовлетворяющие предъявляемым требованиям.

Таким образом, для каждого точного изделия, работающего в составе импульсного источника питания, можно подобрать наиболее подходящую конфигурацию и материал сердечника.

Н. С. Ковалёв,  
ООО «Балтийская электронная компания»,  
г. Санкт-Петербург,  
тел.: +7 (812) 370-1788,  
e-mail: info@bec.spb.ru,  
сайт: www.bec.spb.ru



## НАВИГАЦИЯ И СВЯЗЬ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПРЕДПРИЯТИЯ РОССИИ — ЗАЩИТНИКАМ ОТЕЧЕСТВА!

12–13 МАРТА 2024  
МОСКВА, КОНГРЕСС-ЦЕНТР  
ПРЕЗИДЕНТ-ОТЕЛЯ

ОРГАНИЗАТОР



NAVICOMEXPO.RU



## Преобразователи частоты «СИРИУС-С8»: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ

**КОМПАНИЯ  
ТЭС**

Компания «ТЭС» предлагает потребителям собственные высокоэффективные преобразователи частоты серии «СИРИУС-С8». В статье рассмотрены основные технические особенности ПЧ этой серии, а также новые возможности управления, связанные с применением энкодеров – датчиков скорости вращения электродвигателей.

000 «ТЭС», г. Воронеж

**Преобразователи частоты «СИРИУС-С8»:  
основные функциональные возможности  
и характеристики**

«СИРИУС-С8» – это серия векторных преобразователей частоты, которые позволяют точно выдерживать различные режимы управления работой электродвигателей (ЭД), выполнять регулировку и осуществлять защитные функции.

Одной из особенностей преобразователей частоты (ПЧ) серии «СИРИУС-С8» является возможность выбора типа управления электродвигателем – по скорости или крутящему моменту. В первом случае ПЧ использует в качестве опорного значения заданную скорость вращения электродвигателя (частоту его питающей сети) и осуществляет управление, поддерживая

требуемую выходную частоту. Во втором случае в качестве опорного значения используется задание по крутящему моменту на валу электродвигателя и ПЧ осуществляет управление, поддерживая это предустановленное значение момента. В режиме управления по моменту обороты ЭД (скорость вращения) могут быть величиной, переменной во времени, однако при

Таблица 1. Технические и функциональные возможности преобразователей частоты «СИРИУС-С8»

Характеристика	Реализация в устройствах	
Параметры питающей сети	3ф × 380 / 660–690 В ± 15 %, 50/60 Гц ± 5 %	
Выходное напряжение ПЧ, В	3ф × 0–380 / 0–660–690	
Максимальная выходная частота ПЧ, Гц	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Векторное управление: 0–300</li> <li>• U/f -управление: 0–3000</li> </ul>	
Несущая частота ПЧ, кГц	0,5–16	
Разрешение по частоте задания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Цифровое задание: 0,01 Гц</li> <li>• Аналоговое задание: 0,025 % от максимальной частоты</li> </ul>	
Режимы управления ЭД	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Векторное управление без датчика скорости ЭД</li> <li>• Векторное управление с датчиком скорости ЭД</li> <li>• Скалярное U/f -управление</li> <li>• Управление скоростью: режим задания и поддержания скорости ЭД</li> <li>• Управление моментом: режим задания и поддержания крутящего момента на валу ЭД</li> </ul>	
Поддерживаемые типы ЭД	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Асинхронный ЭД с короткозамкнутым ротором</li> <li>• Синхронный ЭД на постоянных магнитах</li> </ul>	
Возможность управления несколькими ЭД	Имеется возможность подключения к ПЧ до двух ЭД (с индивидуальными настройками параметров этих ЭД)	
Автоматическая настройка ПЧ на параметры ЭД	Имеется функция автонастройки ПЧ на параметры двух ЭД (с индивидуальными настройками на их параметры)	
Тормозной прерыватель	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Встроенный: для ПЧ мощностью 37/45 кВт и ниже</li> <li>• Опциональный: для ПЧ мощностью 45/55 кВт и выше</li> </ul>	
Пусковой момент	<ul style="list-style-type: none"> <li>• При работе на нагрузку с постоянным моментом на валу ЭД (общепромышленная нагрузка): 0,5 Гц / 150 % – при векторном управлении без датчика скорости ЭД; 0 Гц / 180 % – при векторном управлении с датчиком скорости ЭД</li> <li>• При работе на нагрузку с переменным моментом на валу ЭД (насосы и вентиляторы): 0,5 Гц / 100 %</li> </ul>	
Глубина регулирования скорости ЭД	1 : 100 при векторном управлении без датчика скорости ЭД)	1 : 1000 при векторном управлении с датчиком скорости ЭД
Точность поддержания скорости ЭД, %	±0,5 при векторном управлении без датчика скорости ЭД	±0,02 при векторном управлении с датчиком скорости ЭД
Точность поддержания момента, %	±5 при векторном управлении с датчиком скорости ЭД	
Перегрузочная способность ПЧ	<p>При работе на нагрузку с постоянным моментом на валу ЭД (общепромышленная нагрузка):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 с при 150 % от номинального выходного тока;</li> <li>• 3 с при 180 % от номинального выходного тока.</li> </ul> <p>При работе на нагрузку с переменным моментом на валу ЭД (насосы и вентиляторы):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 с при 120 % от номинального выходного тока;</li> <li>• 3 с при 150 % от номинального выходного тока</li> </ul>	
Усиление момента	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Автоматическое усиление</li> <li>• Ручное усиление в диапазоне 0,1–30,0%</li> </ul>	
U/f-зависимость в скалярном режиме управления	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прямолинейная U/f-зависимость</li> <li>• Ручное задание U/f-зависимости по точкам</li> <li>• Квадратичные U/f-зависимости (<math>U/f^{1,2}</math>, <math>U/f^{1,4}</math>, <math>U/f^{1,6}</math>, <math>U/f^{1,8}</math>, <math>U/f^2</math>)</li> <li>• Два режима независимого задания U и f: полностью раздельное задание U и f; частично независимое задание U и f</li> </ul>	
Кривые разгона/торможения ЭД	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прямолинейный разгон/торможение</li> <li>• S-образный разгон/торможение</li> <li>• 4 группы времен разгона/торможения с диапазоном установки 0,00–65 000 с</li> </ul>	
Режим торможения ЭД постоянным током	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Частота перехода в режим торможения постоянным током: 0,00 Гц ~ максимальная выходная частота</li> <li>• Время торможения постоянным током: 0,0–36,0 с</li> <li>• Ток в режиме торможения постоянным током: 0,0–100,0%</li> </ul>	
Шаговый режим управления ЭД	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Опорная частота в шаговом режиме: 0,00–50,00 Гц</li> <li>• Время разгона/торможения в шаговом режиме: 0,00–65 000 с</li> </ul>	
Режим ПЛК, многоскоростной режим	Возможно предопределение до 16 скоростей ЭД	
ПИД-регулирование	Имеются 2 встроенных ПИД-регулятора с независимыми настройками	
Автоматическая регулировка напряжения	ПЧ автоматически поддерживает выходное напряжение неизменным при колебаниях входной питающей сети	
Предотвращение перенапряжения и токовых перегрузок	ПЧ автоматически предотвращает перенапряжение на шине постоянного тока и токовые перегрузки ЭД во время работы путем корректировки выходной частоты	
Функция токоограничения	Возможно ограничение выходного тока ПЧ во время его работы путем корректировки выходной частоты	
Контроль и ограничение момента	Возможны контроль и ограничение выходного момента ПЧ во время его работы путем корректировки выходной частоты. Данная функция возможна при векторном управлении с датчиком скорости ЭД	

Таблица 1 (окончание)

Характеристика	Реализация в устройствах
Защита от перегрева ЭД	Поддержка датчиков перегрева ЭД типа РТ100, РТ1000 (опционально)
Поддерживаемые протоколы при сетевом обмене	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modbus RTU (стандартно)</li> <li>• PROFIBUS-DP (опционально с коммуникационным модулем СИРИУС-С8.PB-DP)</li> <li>• Прочие коммуникационные интерфейсы и протоколы (опционально)</li> </ul>
Программное обеспечение	Позволяет осуществлять управление, настройку, мониторинг работы ПЧ
Режимы управления ПЧ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• С пульта управления</li> <li>• С клемм цепей управления</li> <li>• По интерфейсу RS-485</li> <li>• Комбинированный режим управления</li> </ul>
Режимы задания опорного значения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Цифровое задание</li> <li>• Аналоговое задание</li> <li>• Задание через высокочастотный импульсный вход</li> <li>• Задание через интерфейс RS-485</li> <li>• Комбинированный режим задания</li> </ul>
Пульт управления	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стандартно: пульт управления с LED-дисплеем. Допускается выносить на расстояние до 100 м с применением обычной витой пары (Ethernet RJ-45), допускается одновременно подключать 2 пульта управления</li> <li>• Опционально: пульт управления с LCD-дисплеем</li> </ul>
Защитные функции	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Защита от короткого замыкания в нагрузке, защита при обрыве входной/выходной фазы, защита от перегрузки по току, защита от перенапряжения, индикация низкого уровня напряжения, защита от перегрева ПЧ, защита от чрезмерной механической перегрузки и т. д.</li> <li>• Степень защиты корпуса: IP20 (стандартно), IP21 (опционально)</li> </ul>
Соответствие требованиям по ЭМС и безопасности, ТУ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования»</li> <li>• ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств»</li> <li>• IEC/EN61800-5-1 : 2003 «Требования по безопасности, предъявляемые к системам электроприводов с регулируемой скоростью»</li> <li>• IEC/EN61800-3 : 2004 «Системы электроприводов с регулируемой скоростью (часть 3). Стандартные требования к электромагнитной совместимости продукции и специальные методы испытаний»</li> <li>• Номер технических условий: НВПЧС.435421.001 ТУ «Преобразователи частоты. Технические условия»</li> </ul>
Место размещения при эксплуатации	Внутри незапыленного помещения, при отсутствии прямых солнечных лучей, не выше 1000 м над уровнем моря
Температура и влажность при эксплуатации	-10...+40 °С при относительной влажности до 95 %, без конденсата
Вибрации при эксплуатации, g, не более	0,6
Температура хранения, °С	-20...+60
Способ охлаждения	Воздушное, принудительное

этом крутящий момент на валу – фиксированная величина.

Основные технические и функциональные возможности преобразователей частоты серии «СИРИУС-С8» сведены в табл. 1.

При использовании различных математических моделей векторные частотные преобразователи способны не только контролировать работу статора и ротора ЭД, но и учитывать их взаимодействие, обеспечивая адаптацию крутящего момента и скорости вращения к требуемому режиму управления, благодаря чему достигается наибольшее значение КПД. Частотные преобразователи серии «СИРИУС-С8» поддерживают работу в трех режимах управления электродвигателями, в числе которых векторное в замкнутой (с датчиком скорости) и разомкнутой (без датчика скорости)

системах, а также скалярное (вольт-частотное) управление, обеспечивающее поддержание предопределенной зависимости  $U/f$  – соотношения частоты питающей сети электродвигателя и уровня его напряжения питания.

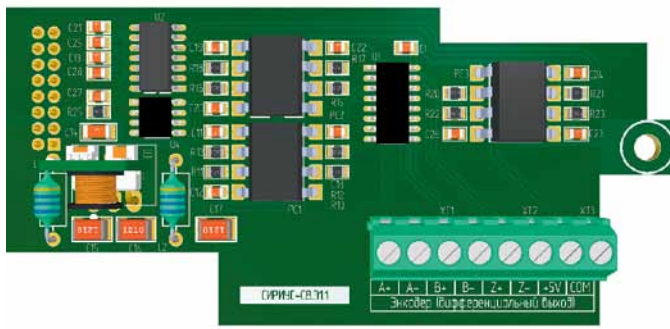
#### Повышение точности управления с помощью энкодеров

Для прецизионного регулирования скорости и позиционирования вала электродвигателя в состав электропривода включаются энкодеры. Использование частотно-регулируемого привода с датчиками скорости и положения позволяет выйти от эксплуатации дорогостоящих сервоприводов.

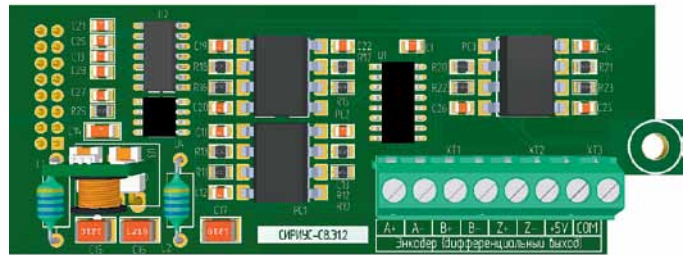
В настоящее время широко применяются и наиболее популярны АВЗ-энкодеры. Рассмотрим принцип работы преобразователя частоты серии «СИРИУС-С8» в системе электропри-

вода, в состав которой входит АВЗ-энкодер с дифференциальным выходом или N-P-N-выходом.

Основные различия между АВЗ-энкодерами с дифференциальным выходом и АВЗ-энкодерами с N-P-N-выходом сводятся к типу выходных сигналов и способу их интерпретации преобразователем частоты. Для физической интеграции преобразователей частоты «СИРИУС-С8» в системы электроприводов с АВЗ-энкодерами компания «ТЭС» спроектировала и в настоящий момент серийно производит специализированные платы расширения, позволяющие осуществлять подключение энкодеров напрямую к ПЧ. Тем самым обеспечена возможность реализовать алгоритмы высокоточного векторного управления в режиме замкнутого контура с каналом обратной связи по скорости электро-

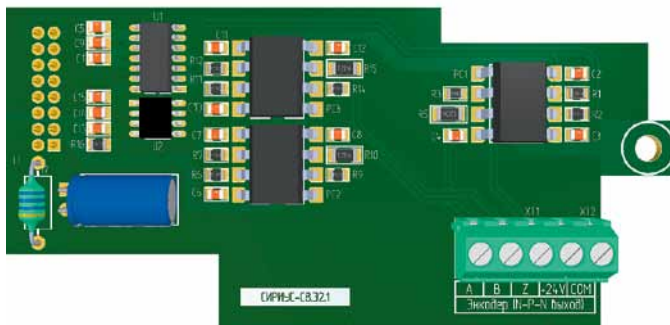


а

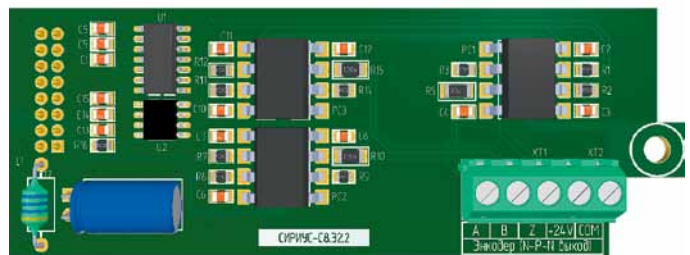


б

Рис. 1. Платы сопряжения для подключения АВЗ-энкодеров с дифференциальным выходом: а – СИРИУС-С8.91.1; б – СИРИУС-С8.91.2



а



б

Рис. 2. Платы сопряжения для подключения АВЗ-энкодеров с N-P-N-выходом: а – СИРИУС-С8.92.1; б – СИРИУС-С8.92.2

двигателя. Речь идет об устанавливаемых в преобразователи частоты «СИРИУС-С8» платах СИРИУС-С8.91.1, СИРИУС-С8.91.2 для сопряжения с АВЗ-энкодерами с дифференциальным выходом (рис. 1) и платах СИРИУС-С8.92.1, СИРИУС-С8.92.2 для сопряжения с АВЗ-энкодерами с N-P-N-выходом (рис. 2).

В основе функционирования системы частотно-регулируемого привода с АВЗ-энкодером лежит измерение и кодирование положения вращающегося вала ротора электродвигателя. Энкодер воспринимает вращение и формирует сигналы, которые затем подаются на преобразователь частоты. ПЧ принимает сигналы от энкодера и интерпретирует их для определения текущего положения вала ротора (скорости его вращения).

Выход АВЗ-энкодера имеет три набора сигналов: А и В – две фазы (каналы) сигналов и Z – сигнал обратного обнуления (reference mark). АВЗ-энкодер с дифференциальным выходом выдает сигналы в виде пары синусоидальных сигналов, которые смещены по фазе на 90 градусов и дают информацию о положении и направлении вращения в аналого-

вом виде. АВЗ-энкодер с N-P-N-выходом представляет собой трехфазное устройство с сигналами А, В и Z, однако в отличие от дифференциального энкодера N-P-N-энкодер имеет выходные сигналы, которые представлены состоянием транзисторов: открытый или закрытый. Состояние открытого транзистора соответствует логическому уровню «1», а закрытого – «0». Таким образом, N-P-N-энкодер генерирует цифровые сигналы, имеющие логический уровень. Комбинация АВЗ-сигналов обеспечивает возможность контроля обратного обнуления или конкретного положения вала ротора электродвигателя с помощью сигнала Z. Это может быть полезно, например, при необходимости вернуть механизм в определенное начальное положение или при потребности сориентироваться относительно опорной метки.

Выбор между АВЗ-энкодерами с дифференциальным или N-P-N-выходом зависит от требований конкретной электроприводной системы, ее бюджета и возможностей используемого оборудования. В общем случае дифференциальные энкодеры обеспечивают более высокую точность и шу-

моподавление, но требуют более сложного физического подключения, в то время как N-P-N-энкодеры проще в подключении, но могут быть менее точными в некоторых случаях.

Преобразователи частоты серии «СИРИУС-С8» способны принимать и интерпретировать наборы АВЗ-сигналов как от дифференциальных, так и от N-P-N-энкодеров, используя их для определения изменений положения вала ротора и, соответственно, скорости электродвигателя. Расшифровка АВЗ-сигналов позволяет преобразователям частоты «СИРИУС-С8» осуществлять высокоточное управление циклами работы электропривода (скоростью вращения или перемещения механизма) за счет быстрого реагирования на его пространственные изменения в реальном времени.

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

# УЗИП серии «РИФ»

ЗАЩИТА ОТ МОЛНИЕВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ  
И ПОМЕХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ДО 1 кВ  
И ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЕЙ



2  
года  
гарантия



30  
лет  
срок  
службы



Производство  
и испытательный центр  
в г. Санкт-Петербург



Декларация соответствия  
требованиям ГОСТ IEC 61643-11



Пропускная способность импульса  
тока молнии формой волны  
10/350 мкс, моделирующая прямой  
удар молнии — до 25 кА



Широкая продуктовая линейка



Легкость монтажа



## УЗИП СЕРИИ «РИФ-Э»

Для защиты систем  
электропитания по цепям  
переменного и постоянного тока  
с креплением на DIN-рейку

Для защиты светодиодных  
светильников с креплением  
на/в опору освещения:  
РИФ-Э-I-II 275/12.5 (1+1)-LED IP66

Штепсельное УЗИП  
для установки в розетку:  
РИФ-Д-I-II 275/7 (1+1)



## УЗИП СЕРИИ «РИФ-И»

Для защиты аналоговых  
и цифровых сигналов:  
RS-485/422, RS-232, 4-20 мА,  
0-20 мА, MULTIBUS, PROFIBUS и др.

Для защиты Ethernet с технологией  
PoE, Ethernet Powerlink



Реклама



# Разнообразие условий и решений по применению УЗИП



Использование устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) требует определенных знаний. В статье разъясняются ключевые моменты, связанные с выбором и применением УЗИП.

АО «НПО «Стример», г. Санкт-Петербург

Выбор устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) даже для тех, кто знаком с назначением устройства, обычно связан с множеством вопросов при определении конструкции, модульности, электрических параметров, схемы подключения и места установки УЗИП. Помимо вопросов о функциональности, волнуют озвученные интернет-пространством риски повысить вероятность возгорания шитка, неоправданно отключить нагрузку, израсходовать преждевременно ресурс рабочих элементов, пропустить мимо счетчика ток утечки или снизить надежность всей схемы из-за установки в нее аппарата под названием УЗИП.

Следует отметить, что международные документы, например [1, 2], сосредоточены не на обосновании применения УЗИП, а исключительно на выборе их параметров, поскольку установка УЗИП практикуется наравне с выключателями, реле напряжения, УЗО. И основная проблема для потребителя — это сделать выбор между УЗИП для защиты от разрушающего, но редкого прямого воздействия молнии и УЗИП для защиты от менее мощного, но более частого индуктированного воздействия.

При этом многолетний опыт работы компании АО «НПО «Стример» на рынке низковольтной молниезащиты показывает актуальность разъяснения российским потребителям некоторых

ключевых моментов, связанных с выбором и применением УЗИП.

## Назначение и принцип работы УЗИП

УЗИП — аппаратное средство многократного действия, предназначенное для ограничения перенапряжений микросекундной длительности на безопасном для оборудования уровне с нужным быстродействием. Область применения УЗИП — внутренняя защита от вторичных воздействий молнии изоляции кабельных линий и оборудования напряжением до 1000 В переменного тока и до 1500 В постоянного тока.

В момент удара молнии непосредственно в объект «под управлением» внешней молниезащиты, в питающую линию или в землю поблизости возникает задача предотвратить последствия растекания тока молнии. Кондуктивные и индуктированные перенапряжения, сопровождающие ток молнии, распространяются по питающим и информационным кабелям, создавая разность потенциалов между рабочими и заземляющим проводниками. Приложенное в итоге к оборудованию перенапряжение может превысить его импульсную стойкость и привести к повреждению.

Назначение УЗИП схоже с назначением высоковольтных устройств молниезащиты линий электропередачи — мультикамерных разрядников типа РМК [3] и нелинейных огра-

нителей перенапряжения (ОПН), которые подключаются параллельно изоляторам и предотвращают их перекрытие.

Принцип работы УЗИП основан на свойствах его нелинейных рабочих элементов — варисторов, разрядников и диодов. При появлении волны перенапряжения пробивается искровой промежуток разрядника или «открывается» варистор, УЗИП резко снижает сопротивление и пропускает ток молнии, ограничивая тем самым перенапряжение на оборудовании. Уровень этого ограничения определяется разрядным или остаточным напряжением УЗИП. После окончания импульса УЗИП восстанавливает свое высокое сопротивление и не оказывает влияния на рабочие характеристики сети.

УЗИП не предназначены для решения ряда задач, смежных с обсуждаемой, а именно:

- ▶ УЗИП не работает с электромагнитным импульсом ядерного взрыва, где длительность нарастания фронта волны исчисляется единицами наносекунд, потому что рабочие элементы УЗИП обладают гораздо меньшим быстродействием — порядка 100 нс у разрядников и 25 нс у варисторов;
- ▶ УЗИП не сможет защитить сеть при длительных стационарных перенапряжениях;
- ▶ УЗИП не коммутрует нагрузку, не заменяет УЗО, УДТ, реле напряжения или фильтры;

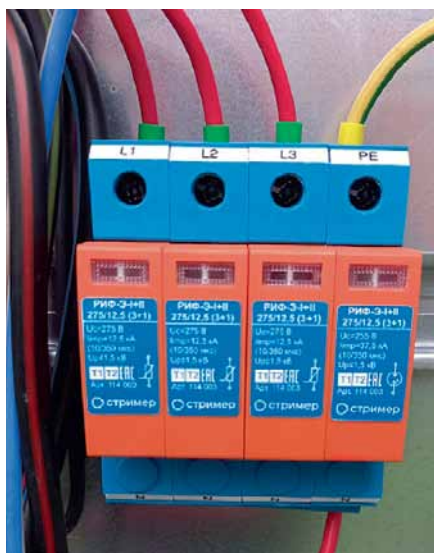
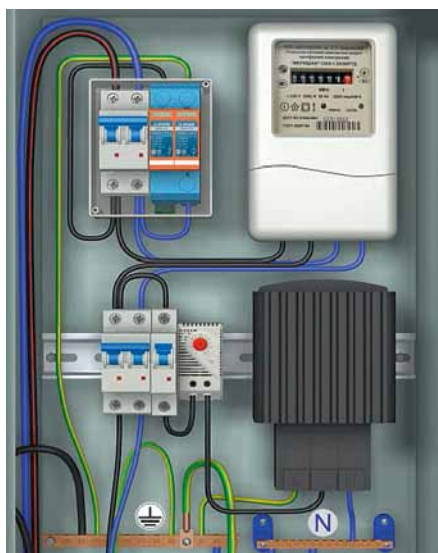


Рис. 1. Монтаж УЗИП на DIN-рейку

► в УЗИП нет индикатора срабатывания и встроенного счетчика импульсов (хотя такие разработки уже ведутся).

#### Предпосылки для применения УЗИП

Установка УЗИП обязательна, если:

► объект имеет систему внешней молниезащиты. Это подразумевает, что выполненная на этапе проектирования оценка, например, по методикам [4, 5], показала высокий риск поражения объекта молнией;

► отказ оборудования из-за влияния перенапряжений несет угрозу жизни или здоровью людей, окружающей среде, нарушает деятельность ответственных систем (дата-центров, медицинских центров, АЗС, средств обеспечения безопасности, источников энергоснабжения, коммунальных, коммерческих, культурных и промышленных предприятий и т. д.);

► здание относится к категории высотных (высотные здания могут поражаться молнией ежегодно, а наиболее опасными становятся нисходящие молнии, которые прорываются ниже кровли и поражают боковые поверхности здания).

В остальных случаях решение об установке УЗИП принимается на основе технико-экономического анализа. Суммарные затраты на замену/ремонт поврежденного оборудования с учетом ожидаемого количества прямых и удаленных ударов молнии в объект за срок его эксплуатации сравниваются с затратами на установку комплекта УЗИП. Применение УЗИП целесообразно, если стоимость оборудования превышает стоимость защиты.

#### Выбор конструктивного исполнения УЗИП

Выбор начинается с определения типа защищаемого объекта и форм-

фактора УЗИП. За небольшим исключением, силовые и информационные УЗИП монтируются в щиток на DIN-рейку (рис. 1). Таким способом можно установить сразу нужное количество модулей УЗИП для сети 230/380 В с любой системой заземления. Другим вариантом силового УЗИП внутренней установки является штепсельный тип, когда УЗИП включается в розетку 230 В с заземляющим контактом (рис. 2а), причем эта розетка может располагаться как во вводном щитке, так и в любом помещении. Остальные варианты имеют специальное назначение, например УЗИП для защиты светодиодного освещения, которое монтируется снаружи опоры в разрыв питающего кабеля (рис. 2б). Для нужд РЖД широко применяются УЗИП с креплением под винт на двухштырные клеммы (рис. 2в).

Конструктивное разнообразие УЗИП, кроме того, связано с вариациями числа модулей в одном устрой-



а



б



в

Рис. 2. Формфакторы УЗИП: а – штепсельное для установки в розетку; б – с креплением на опору освещения для защиты LED-светильников; в – с креплением к двухштырной клемме для защиты оборудования РЖД

стве и опцией сменного модуля с рабочим элементом. Условие сменности рабочего модуля не должно быть приоритетным при выборе УЗИП. Число необходимых модулей УЗИП определяется количеством защищаемых проводников и обеспечивается одним УЗИП в монолитном корпусе или набирается одномодульными устройствами. Если разделение PEN-проводника выполнено рядом с точкой установки УЗИП, то модуль между N- и PE-проводниками не устанавливается.

Для выбора конкретной модели УЗИП нужно выстроить концепцию защиты, определившись с компоновочной и электрической схемами объекта, его прилегающей территорией и категориями защищаемого оборудования. Это даст ответ на вопросы о схеме защиты (одиночное УЗИП, несколько одиночных УЗИП, каскадная схема) и классах испытаний УЗИП.

#### Выбор УЗИП по классу испытаний

УЗИП для защиты оборудования по цепям питания классифицируются по классам испытаний I, II и III. Класс испытаний характеризует способность УЗИП поглощать энергию импульсов тока молнии, сохраняя работоспособность и не изменяя уровня защиты. Информационным УЗИП для этой же цели присваиваются категории.

Для формализации испытательной процедуры в стандартах принято, что импульс с формой 10/350 мкс моделирует ток молнии при прямом ударе, сопровождающемся кондуктивными перенапряжениями, а импульс с формой 8/20 мкс – ток молнии при удаленном ударе, сопровождающемся индуктированными перенапряжениями.

Основное отличие силовых УЗИП I класса (и информационных УЗИП категории D1) заключается в том, что они проходят дополнительные испытания импульсом 10/350 мкс, удельная энергия которого в 17 раз больше, чем у импульса 8/20 мкс, используемого для многократных испытаний УЗИП всех классов и категорий. Если УЗИП выдержал испытание током 10/350 мкс с любой амплитудой, ему присваивается I класс.

Соответственно, если прямого удара молнии (ПУМ) в объект или элементы электроустановки не ожида-

ется, то для ограничения индуктированных перенапряжений достаточно УЗИП класса II, а если объект оснащен системой внешней молниезащиты или питающая линия выполнена СИП, то нужно УЗИП класса I. УЗИП же класса III обычно позиционируется как дополнительное средство для защиты особо помехочувствительного оборудования, если УЗИП I или II классов обеспечивают недостаточно глубокое ограничение перенапряжения или расстояние по кабелю между основным УЗИП и оборудованием превышает 30–50 м.

Совмещение классов I+II или II+III подразумевает, что устройство имеет высокую стойкость к току молнии и глубокий уровень ограничения перенапряжения, причем конструктивно это не означает наличия внутри УЗИП рабочих элементов разных классов. На практике задачи обеспечения высокой пропускной способности тока молнии и низкого уровня ограничения перенапряжения являются скорее взаимоисключающими, поэтому применение УЗИП класса I+II или II+III не должно внушать иллюзию универсальной защиты от всех проблем. Маркировка же УЗИП классом испытаний I+II+III должна рассматриваться как чисто коммерческая.

#### Выбор максимального рабочего напряжения и параметров тока молнии

Линейка УЗИП одного класса может содержать несколько модификаций, различающихся максимальным длительным рабочим напряжением  $U_c$ . В любом случае,  $U_c$  не должно быть ниже наибольшего рабочего напряжения системы. Предпочтительные значения  $U_c$  для сетей 220/380 В приводит стандарт [6]: 255; 275; 320; 385; 400; 420 В. Воздействие максимального длительного рабочего напряжения не должно изменять характеристики УЗИП в нормальных условиях. Этот параметр очень важен, особенно для УЗИП на базе варисторов, потому что от него зависит работоспособность УЗИП в течение срока службы. В то же время параметры выдерживаемых импульсных токов ( $I_{imp}$ ,  $I_n$ ,  $I_{max}$ ) обычно предлагаются с большим запасом, заложенным производителем для повышения конкурентоспособности и коммерческой позиции продукта на рынке.

Согласно [7], для каждого модуля УЗИП принимаются следующие зна-

чения импульсного  $I_{imp}$  тока 10/350 мкс и номинального  $I_n$  разрядного тока 8/20 мкс:

▸ для УЗИП I+II класса  $I_{imp} = 12,5$  кА;

▸ для УЗИП II класса  $I_n = 5$  кА в качестве минимального значения,  $I_n = 20$  кА как оптимальное значение, обеспечивающее более продолжительный срок службы.

#### Основные правила применения УЗИП

Применяются две основные схемы включения УЗИП, обозначаемые как X + Y. Если Y = 0 (схемы 2 + 0, 3 + 0, 4 + 0), то модули УЗИП соединяют каждый рабочий проводник с PE-проводником. Такая схема предназначена для защиты от синфазных перенапряжений (провод – земля), когда помеха развивается со стороны заземляющего устройства, например, при ударе молнии в молниеприемник. Если Y = 1 (схемы 1 + 1, 3 + 1), то один модуль УЗИП подключается между нейтральным и PE-проводником, остальные – между фазными и нейтральным проводниками. Такая схема применяется для защиты от дифференциальных перенапряжений, когда помеха развивается по фазным проводникам (провод – провод), а также во всех случаях, когда источник помех не определен. Схема (1 + 0), подразумевающая одномодульное УЗИП, может упрощенно обозначаться как (1).

Применение УЗИП на базе разрядников для защиты фазных проводников ограничено из-за сопровождающего тока сети, который потечет через разрядник по окончании импульсного тока. Прервать сопровождающий ток, величина которого примерно равна току КЗ электроустановки, способен только разрядник специальной конструкции, обычно такие разрядники являются многоззорными. Желательно, чтобы способность гашения сопровождающего тока у такого разрядника была не ниже 5 кА. Применение УЗИП на базе стандартного двухэлектродного газонаполненного разрядника допускается только для выравнивания потенциалов между N- и PE-проводниками в системах TT или TN, где отсутствует источник для поддержания тока КЗ, либо в сетях, где ожидаемый ток КЗ не превышает 100 А.

В системах постоянного тока для защиты полюсов, как правило, не применяются УЗИП на базе разряд-

ников из-за отсутствия перехода тока через ноль и связанной с этим проблемы гашения сопровождающего тока. Исключение — защита фотоэлектрических систем на стороне постоянного тока, где сопровождающий ток источника (ФЭ-батарея) не превышает 100 А [8].

Риск отключения нагрузки в случае повреждения УЗИП можно снизить, если последовательно с устройством защиты включить предохранители типа gG с номиналом, рекомендованным производителем УЗИП. Однако в случае невозможности обеспечения селективности между предохранителем в цепи УЗИП и вышестоящим выключателем, предохранитель не устанавливаются. Отсутствие предохранителя оправданно допускается, потому что УЗИП на базе варисторов всегда содержат встроенный расцепитель, а УЗИП на базе разрядников не подвержены деградации и обладают высокой механической и электрической прочностью.

Вероятна ситуация, когда в оборудовании (светильники, источники питания, видекамеры и др.) уже встроена защита от импульсных перенапряжений, это может быть варистор или комбинация варисторов и разрядников. Надо иметь в виду, что встроенная защита не способна работать во всем диапазоне параметров молниевых воздействий. Кроме того, перед встроенной защитой устанавливаются предохранители с низким номиналом, которые выходят из строя при срабатывании встроенной защиты и протекании тока молнии. Грамотно подобранное внешнее УЗИП позволит сохранить в работе оборудование с существенно большей надежностью.

#### Варисторы – ключевой рабочий элемент УЗИП

Варистор представляет собой резистор, сопротивление которого нелинейно зависит от напряжения: чем выше напряжение, тем меньше сопротивление. В отличие от разрядника, остаточное напряжение (уровень защиты  $U_p$ ) варистора определяется максимальным значением протекающего через него тока, то есть зависит от его вольт-амперной характеристики (ВАХ): чем ниже ток, тем ниже напряжение ограничения и тем выгоднее смотрится УЗИП. Поэтому важно понимать, при каком значении тока мар-

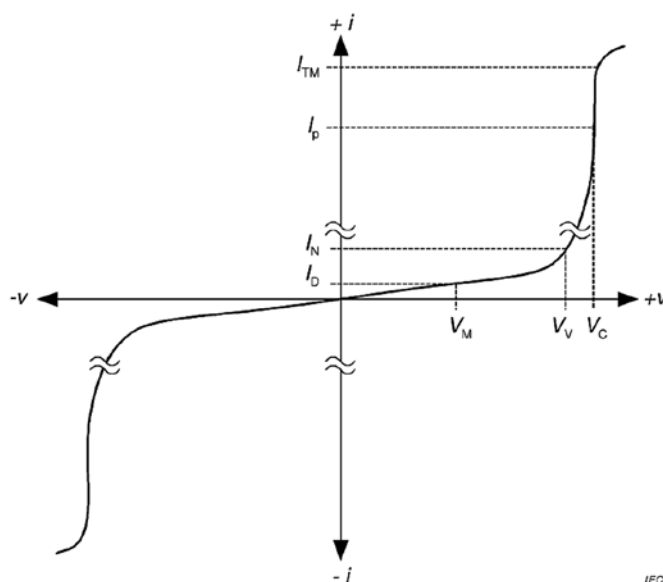


Рис. 3. Условная ВАХ варистора из стандарта 61643-331:  $V_M$  – максимальное длительное напряжение,  $I_D$  – ток утечки при  $V_M$ ,  $V_V$  – классификационное напряжение варистора (при постоянном токе  $I_N = 1$  мА),  $V_C$  – остаточное напряжение при токе  $I_p$ ,  $I_{TM}$  – амплитуда максимального разрядного тока

кируется уровень защиты УЗИП на базе варисторов. ГОСТ [6] содержит указания, что остаточное напряжение всегда определяется при воздействии тока 8/20 мкс, но для УЗИП I класса его амплитуда должна соответствовать уровню импульсного тока  $I_{имп}$ , а для УЗИП II класса – уровню номинального разрядного тока  $I_n$ . Соответственно, при измерении уровня защиты УЗИП I+II класса появляется неявная возможность выбора значения тока в пользу меньшего из двух значений и получения тем самым более низкого  $U_p$ .

Схематично ВАХ варистора показана на рис. 3, где обозначения параметров соответствуют принятым в стандарте 61643-311 [9].

Ключевыми параметрами варистора являются классификационное напряжение ( $U_{кл}$ ,  $V_v$ ), измеряемое при подаче постоянного тока 1 мА, и ток утечки ( $I_r$ ,  $I_D$ ), измеряемый при подаче максимального длительного рабочего напряжения  $U_c$ . Соответственно, критерием, определяющим надежность работы и отсутствие деградации варистора, является стабильность классификационного напряжения и тока утечки после импульсных испытаний.

Полный ток утечки, измеренный на переменном напряжении, содержит резистивную (порядка 10%) и емкостную (порядка 90%) составляющие. Деградация варистора может происхо-

дить из-за локального перегрева точечных неоднородностей в объеме варисторной керамики, и судить о сохранении теплового равновесия варисторов можно только по активной составляющей тока утечки. При воздействии на варистор напряжения, меньшего, чем наибольшее рабочее, в нем протекает в основном емкостный ток, а активной составляющей тока практически нет – ток утечки имеет порядок микроампер. Контроль же полного тока утечки может быть интересен эксплуатирующей организации при координации работы УЗИП и УЗО (УДТ), реле контроля изоляции (РКИ), а также при установке УЗИП перед прибором учета электроэнергии. Можно оценить потери от безучетного потребления за год тока утечки 0,5 мА при установке одного УЗИП на базе варисторов перед счетчиком:

$$\Delta W = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ (А)} \cdot 220 \cdot 10^{-3} \text{ (кВ)} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 365 \text{ дн.} = 1,0 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Если принять стоимость электроэнергии 10 руб/кВт·ч, то получим 10 руб/год, что несопоставимо ниже совокупных годовых потерь электроэнергии.

#### Заключение

Выбор УЗИП для защиты конкретного объекта, как правило, не оставляет выбора – в конце процесса не останется даже двух вариантов.

Разнообразие конструкций УЗИП, представленных на рынке, объясняется в первую очередь параметрами электрической сети – фазностью, системой заземления, номинальным и наибольшим рабочим напряжениями. Определение нужных схемотехники и параметров УЗИП в большинстве случаев остается за производителем и основывается на анализе электрической схемы и топологии объекта заказчика. Некоторые конструктивные опции УЗИП обычно не влияют на его функциональность.

УЗИП – устройство защиты, которое целесообразно применять наравне с выключателями, реле напряжения, УЗО и т.д. Оно богаче по назначению, потому что способно защитить любую силовую или информационную сеть от последствий удара молнии без отключения нагрузки.

Перед применением УЗИП проконсультируйтесь со специалистами!

#### Литература

1. C62.41.2. IEEE Recommended Practice on Characterization of Surges in Low-Voltage (1000 V and Less) AC Power Circuits.
2. ГОСТ Р 55630-2013 Перенапряжения импульсные и защита от перенапряжений в низковольтных системах переменного тока. Общие положения.
3. Подпоркин Г. В., Енькин Е. Ю., Пильщиков В. Е. Молниезащита воздушных линий электропередачи мультикамерными разрядниками нового поколения. Известия Российской академии наук // Энергетика. 2015. № 3.
4. ГОСТ Р 50571.4.44-2019 Электроустановки низковольтные. Часть 4.44. Защита для обеспечения безопасности. Защита от резких отклонений напряжения и электромагнитных возмущений.
5. ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010 Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска.
6. ГОСТ IEC 61643-11-2013 Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным

тним системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний.

7. ГОСТ Р МЭК 61643-12-2022 Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 12. Устройства защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Принципы выбора и применения.

8. ГОСТ IEC 61643-31-2022 Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 31. Требования и методы испытаний устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) для фотоэлектрических систем (ФЭС).

9. IEC 61643-311 Components for low-voltage surge protective devices – Part 331: Performance requirements and test methods for metal oxide varistors (MOV). Edition 2.0. 2017-12.

Н. Б. Кутузова, эксперт направления низковольтных защитных устройств, АО «НПО «Стример», г. Санкт-Петербург, тел.: +7 (812) 327-0808, e-mail: info@streamer.ru, сайт: www.streamer.ru



**XXI межрегиональная  
специализированная выставка**

**г. ЯКУТСК, 27 - 29 февраля 2024 г.**

**Стройиндустрия СЕВЕРА.  
Энергетика. ЖКХ**



#### Организаторы:



Союз «Торгово-промышленная палата Республики Саха (Якутия)»



Выставочная компания ООО «Сахаэкспосервис» г. Якутск



ООО «Выставочная компания Сибскпосервис г. Новосибирск»

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



**КЛЮЧЕВОЙ  
КОМПОНЕНТ**

ЭНЕРГИЯ ВЕРНЫХ РЕШЕНИЙ

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ  
КОМПАНИЯ



**УЗИП**

**ОКСИДНО-ЦИНКОВЫЕ  
ВАРИСТОРЫ**



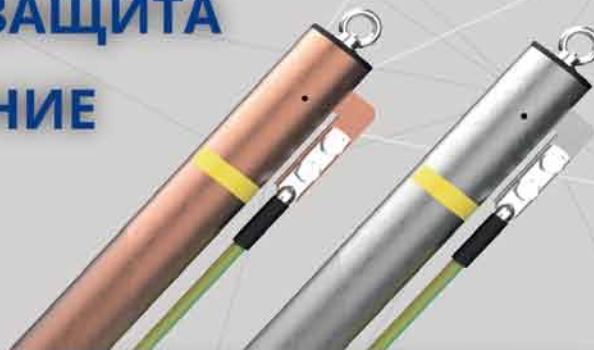
**ПРОМЫШЛЕННАЯ  
АВТОМАТИКА**



**МОЛНИЕЗАЩИТА**



**ЗАЗЕМЛЕНИЕ**



АО «ХАКЕЛЬ»  
8 800 333-28-29  
WWW.HAKEL.RU



## «Ключевой Компонент» – новый период в истории известного производителя электротехники

С 1 ноября 2023 года вся продукция известного российского производителя электротехники АО «Хакель» реализуется на российском рынке под новым брендом «Ключевой Компонент» – К2. Что означает для крупной и известной компании долгосрочный ребрендинг? Чем он вызван? Что меняет в ее деятельности, подходе к производству? На эти непростые темы с нами рассуждает генеральный директор АО «Хакель» **Виктор Вдов**.

**ИСУП:** Виктор Петрович! Ваша компания прошла ребрендинг. С чем было связано такое решение?

**В. П. Вдов:** Решение о ребрендинге было логичным. Еще в 2016 году АО «Хакель» стал стопроцентно российской компанией. Новое название – это новое позиционирование, новое видение направлений развития. Бренд НАКЕЛ был сфокусирован в большей степени на УЗИП, продукции для защиты объектов от прямых ударов молний, заземляющих устройствах. В «Ключевом Компоненте» появляются новые продуктовые линейки. На российском рынке с определенного момента возник дефицит электротехники, поэтому с учетом нашего потенциала мы можем охватывать не только сегмент грозозащиты, но и другие направления. В частности, это рынки с вертикальной интеграцией и локализацией, начиная от полупроводниковой керамики, варисторов и других компонентов до готовых изделий, таких как реле, источники

питания и пр. То есть мы подходим к вопросу решения задач комплексно. Сейчас все наши силы направлены как на выпуск существующей стандартной продукции под новым брендом, так и на новые разработки. После того как мы наработаем этот продуктовый ассортимент, он будет уже работать сам за себя, на новый бренд – «Ключевой Компонент».

**ИСУП:** Значит, ребрендинг подразумевает изменения в работе компании. Это только развитие новых направлений или, может быть, что-то еще?

**В. П. Вдов:** Как я уже сказал, мы планомерно работаем над расширением ассортимента продукции. Но кроме того, одна из главных задач ближайших лет – это максимальная локализация производства на территории России. В АО «Хакель» появляются не только новые направления, такие как промышленная автоматика или производство оксидно-цинковых варисторов. Под новым брендом «Ключевой



▲ В. П. Вдов, генеральный директор

Компонент» мы модернизируем нашу базовую продукцию – УЗИП. Предлагаем рынку новые решения, более современные, более конструктивно логичные.

Также не можем не учитывать в своей работе такой аспект, как технологический суверенитет. В связи с этим осуществляем плавный переход производства на отечественные комплектующие и материалы, на элементную базу из дружественных государств. Перед нами стоит амбициозная задача по основным видам продукции: там, где это возможно, довести степень локализации до максимальной величины – 100%. То есть мы становимся не только производителями готовых решений, но и готовы предложить российскому рынку комплектующие.

**ИСУП:** Означает ли технологический суверенитет независимость от компании-«прародителя»? Продолжается ли какая-то совместная работа с фирмой HAKEL?

**В. П. Вдов:** Компания была учреждена в 2002 году в Санкт-Петербурге как совместное российско-чешское предприятие, представительство чешской компании HAKEL. И мы с благодарностью вспоминаем ныне покойного собственника компании HAKEL – Ярослава Гудеца. Благодаря его доверию и поддержке наша компания АО «Хакель» (рис. 1) не только встала на ноги, но и стала ключевым игроком на российском рынке и уже более 20 лет успешно работает на благо нашей экономики.

Толчок нашему самостоятельному развитию дали высокие требования к продукции, предъявляемые российским рынком и компаниями – лидерами различных, в первую очередь системообразующих отраслей экономики, соответствовать которым иностранные производители в полной мере не могли. Кроме того, свою роль сыграли климатические особенности России, обусловленные ее географическим положением, протяженностью и большим разнообразием рельефов и грунтов. Сегодня основными потребителями нашей продукции являются такие компании, как ПАО «Газпром», ПАО «Транснефть», ОАО «РЖД», ГК по атомной энергии «Росатом» и многие другие.

Что же касается совместной работы, мы давно разошлись с HAKEL по про-

дуктовому ассортименту. А с 2022 года в связи с введенными санкциями, наложенными на Россию Европейским союзом, наши чешские партнеры максимально сократили взаимодействие.

**ИСУП:** Но вы будете продолжать техническую поддержку продукции HAKEL, находящейся в эксплуатации?

**В. П. Вдов:** Конечно. При этом мы поддерживаем гарантированно высокий уровень технической поддержки изделий, произведенных под ТМ HAKEL, но в большинстве своем это уже давно устройства российско-го производства.

**ИСУП:** Над чем работаете для достижения импортозамещения и импортонезависимости? И с какими сложностями сталкиваетесь на этом пути?

**В. П. Вдов:** Еще с 2016 года мы планомерно включились в программу импортозамещения, или, как теперь более точно принято говорить, технологической независимости. Для этого мы развиваем три направления: первое – это производство собственных корпусов, второе – контактные группы и третье – нелинейные элементы. Для корпусов мы разработали новые пресс-формы, сейчас уже выводим на рынок новые виды продукции в собственных корпусах. Наша цель однозначна: все корпуса, необходимые для производства нашей продукции, должны производиться в России.

Для изготовления контактной группы мы инвестируем в оборудование: закуплена линия штамповки, совсем скоро она будет введена в эксплуатацию. Планируемая доля локализации металлических деталей – до 98%.

Для реализации третьего направления, производства оксидно-цинковых варисторов полного цикла, мы собираемся расширять производство. Запустить автоматическую линию сборки варисторов для общепромышленного применения планируем в первой половине 2025 года. Расчетный объем выпуска – 3 млн изделий в год. Производство варисторов запущено прежде всего для удовлетворения собственных нужд, а также для производственных предприятий РФ.

Соответственно по мере выполнения этих задач мы проводим процесс аккредитации, в том числе в Государственной информационной системе промышленности. По нескольким группам устройств процент локализации уже доведен до 80%.

**ИСУП:** Покажите, пожалуйста, на примере одного из ваших изделий, как происходит импортозамещение. Пусть это будут УЗИП – устройства защиты от импульсных перенапряжений. Что изменилось в их комплектации за последнее время?

**В. П. Вдов:** Для примера возьмем силовой УЗИП К2Р СВ30-230 3+1С (рис. 2). Он более чем на 90% российского происхождения. Более того,



Рис. 1. АО «Хакель»

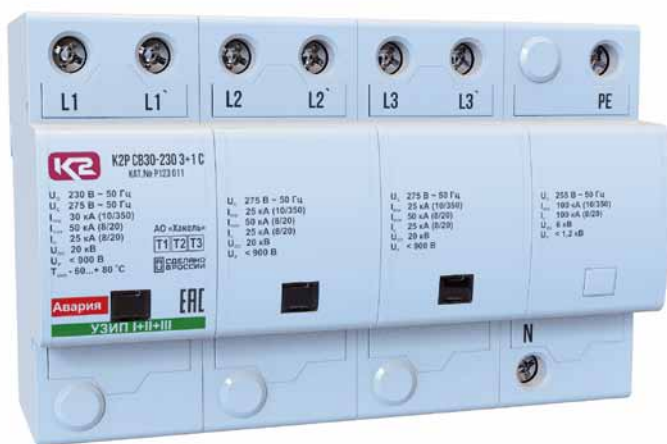


Рис. 2. Силовой УЗИП K2P CB30-230 3+1C

корпус, нелинейный элемент (варистор), контактная группа (контакты + + внутренняя механика) произведены и брендированы K2 на нашем заводе. Я только что говорил о производственных линиях, на которых мы их изготавливаем. А вот микроэлементы и крепеж сами пока не производим. Сейчас находимся в активном поиске российских производителей этих элементов.

**ИСУП:** Планирует ли компания расширять производство?

**В. П. Вдов:** С 2020 года производственный комплекс АО «Хакель» общей площадью 11 000 м<sup>2</sup> размещен в Ленинградской области. Сегодня на предприятии работают 190 человек. Главная задача для нас – производство продукции, отвечающей высоким требованиям импортозамещения и достижения технологического суверенитета страны, на собственной производственной базе. Это требует применения преимущественно отечественных материалов и комплектующих.

С учетом того, что объем производимой нами продукции еще в 2022 году превысил плановые показатели в 1,5 раза, встал вопрос о расширении производственных площадей. Было принято решение о строительстве второй очереди производственного комплекса общей площадью более 4000 м<sup>2</sup>. Рассчитываем к концу 2024 года ввести его в эксплуатацию, что позволит нам увеличить объем выпускаемой продукции в 2 раза и запустить серийное производство оксидно-цинковых варисторов, в первую очередь для собственных нужд.

**ИСУП:** Расширение производства связано с увеличением спроса. Спрос

увеличивается за счет традиционных для вас заказчиков или вы захватываете новые сегменты рынка?

**В. П. Вдов:** Изначально наш продуктовый ассортимент был ориентирован на самый широкий круг потребителей и рынки. Сегодня в нем более 20 продуктовых групп, в общем количестве это 1200–1300 наименований продукции, что позволяет нам в полной мере удовлетворять потребности рынка.

Сейчас оборудование АО «Хакель» можно встретить везде: на линейной части магистральных газопроводов и нефтепроводов, в инфраструктуре РЖД, на атомных станциях, на объектах транспортной инфраструктуры, в гражданской промышленности. Схемотехнические решения, которые мы разрабатываем, предназначены практически для всех отраслей нашей экономики.

Также отмечу, что мы постоянно отслеживаем веяния и тенденции развития рынков электротехники и информационных технологий.

Продуктовая линейка и компетенции АО «Хакель» расширяются, появляются новые возможности, и мы начинаем активную работу на новых для себя рынках – тех, где видим перспективы. Для этого у нас имеется все необходимое: развитая инфраструктура, высококвалифицированный персонал, современное оборудование и, самое главное, здоровые амбиции.

Кроме того, могу добавить, что сам рынок сейчас переформатируется, появилось много заказчиков, которые выбирают оборудование исключительно по ценовому критерию. Например, у кого-то в требованиях прописано использование УЗИП информационных систем, но не указана схемотехни-

ческая детализация: с трехкаскадной схемой (разрядник-варистор-супрессор) или однокаскадной (только на разряднике). Мы с пониманием относимся к запросам таких заказчиков и для удовлетворения их потребностей разработали более экономичные продуктовые решения.

**ИСУП:** Вы сказали, что отныне компания позиционирует себя не только как производителя УЗИП и систем молниезащиты, но шире – как производителя электротехнического оборудования. Какое еще электротехническое оборудование компания планирует выпускать?

**В. П. Вдов:** От предприятия, которое занималось преимущественно тематикой защиты от импульсных перенапряжений, молниезащиты и заземления, мы трансформируемся в полноценную электротехническую компанию. Активно развиваем продуктовый потенциал по таким направлениям, как полупроводниковая керамика, варисторы и другие компоненты, а также устройства промышленной автоматики: реле, источники питания и пр.

Мы видим для себя возможность производить электротехническую продукцию не только для собственных нужд, но со временем и для реализации на российском рынке. Это унифицированные алюминиевые и пластиковые корпуса, оксидно-цинковые варисторы, продукция по направлению «Молниезащита и заземление». То есть мы подходим к решению задач комплексно.

Все это подразумевает расширение производства, повышение эффективности, улучшение качества продукции и удовлетворение потребностей современного рынка, появление новых рабочих мест, постоянное развитие компетенций.

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



**В. П. Вдов,** генеральный директор, АО «Хакель», г. Санкт-Петербург, тел.: 8 (800) 333-2829, e-mail: info@hakel.ru, сайт: www.hakel.ru

## Самая действенная защита от коротких замыканий

Продукция научно-производственного предприятия «ПРОЭЛ» хорошо известна не только на российском рынке энергетического оборудования, но и за рубежом. Компания специализируется на выпуске устройств дуговой защиты (УДЗ), в которых используются возможности оптоэлектроники и волоконной оптики. Устройства, выпускаемые НПП «ПРОЭЛ», уже четверть века спасают энергетические объекты от серьезных аварий, обеспечивая гарантированную защиту от коротких замыканий. Мы попросили рассказать генерального директора НПП «ПРОЭЛ» [Антон Викторович Рожков](#), над чем предприятие работает сейчас. ■■■■■

**ЦИТАТА:** теперь в числе потребителей нашей продукции самые разнообразные объекты, начиная от БКРТП районного значения и заканчивая атомными ледоколами и АЭС.

**ИСУП:** Антон Викторович! Ваша компания уже более четверти века занимается проектированием и выпуском УДЗ для объектов производства и распределения электроэнергии, постоянно расширяя ассортимент выпускаемой продукции. Что становится основанием для принятия решения о выпуске новых устройств?

**А. В. Рожков:** В основном на принятие решений о выпуске новой продукции влияют пожелания потребителей. У нас выстроена хорошая обратная связь с клиентами, именно от них и поступают сигналы о том, что сейчас нужно энергетикам. А значит, много идей приходит прямо с объектов. Мы тонко чувствуем заказчика и в соответ-

ствии с его запросами ставим перед собой новые задачи.

Помимо этого, когда специалисты нашей компании выполняют проектно-исследовательские работы по применению наших устройств на строящихся и существующих энергообъектах, то сами видят, какое оборудование необходимо, что нуждается в модернизации. В ходе проектирования специалисты внимательно изучают требования заказчика, особенности объекта и готовят техническое решение, оптимальное как с инженерной, так и с экономической точки зрения.

**ИСУП:** Какие задачи на данный момент стоят перед коллективом НПП «ПРОЭЛ»?

**А. В. Рожков:** Основной на сегодня задачей мы считаем совершенствование продукции с учетом тех ограничений, с которыми в последние годы столкнулась Россия. Несмотря ни на что мы планируем расширять нашу продуктовую линейку, делать новое оборудование.

**ИСУП:** А на каких объектах сейчас используется продукция «ПРОЭЛ»?

**А. В. Рожков:** В основном на предприятиях электросетевого хозяйства России и стран СНГ, на заводах-производителях распределительных устройств. Кроме того, в 2022 году наша компания получила лицензию Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному

надзору на изготовление оборудования для ядерных установок. Лицензия дает предприятию право на изготовление УДЗ для распределительных устройств напряжением до 1 кВ и выше, второго и третьего класса безопасности по НП-001-15. Также у нас есть лицензии на право выполнения проектных работ по оснащению этими устройствами объектов использования атомной энергии и на право выполнения монтажных и пусконаладочных работ на них.

Так что теперь в числе потребителей нашей продукции самые разнообразные объекты, начиная от БКРТП районного значения и заканчивая атомными ледоколами и АЭС. Сегодня УДЗ, разработанные нашей компанией, защищают от короткого замыкания, вызванного электрической дугой, множество распределительных устройств – КРУ, КРУН, КСО и т.д.

**ИСУП:** На сайте вашей компании в марте этого года появилось уведомление о том, что прекращено производство устройств дуговой защиты «ОВОД-М» и комплектующих к ним. С чем это связано?

**А. В. Рожков:** Это объясняется несколькими причинами. Во-первых, это оборудование мы начали выпускать 15 лет назад и морально оно уже устарело, нуждается в серьезной модернизации. Во-вторых, производители, которые поставляли нам комплектующие к этим изделиям, сняли их с производства. А делать на современной базе эти комплектующие нецелесообразно, экономически невыгодно.



Рис. 1. УДЗ «ОВОД-МД»

Мы сейчас предлагаем нашим пользователям три семейства устройств дуговой защиты: «ОВОД-МД» (рис. 1), «ОВОД-Л» (рис. 2) и «ПРОЭЛ-МИНИ» (рис. 3). Эти системы различаются способом установки, что позволяет заказчику выбрать оптимальный вариант для своего проекта. А вот чувствительность и время срабатывания одинаковы у всех УДЗ. Чувствительность датчиков точечного типа – не хуже 0,5 мВт/см<sup>2</sup>, датчиков петлевого типа – 10000 люкс. Собственное время срабатывания устройств составляет 9,0 мс (для моделей с электро-

механическими реле) или 0,8 мс (для моделей с твердотельными реле). Эти характеристики позволяют практически мгновенно обнаружить высоковольтный дуговой разряд и предотвратить его последствия: анализирующее устройство выдает команду на приведение в действие высоковольтных выключателей, и участок электрической цепи, на котором возник дуговой разряд, обесточивается.

**ИСУП:** 0 сериях УДЗ «ОВОД-МД» и «ОВОД-Л» вы раньше рассказывали довольно подробно, а вот о «ПРОЭЛ-



Рис. 2. УДЗ «ОВОД-Л»

МИНИ» всегда говорили кратко. Расскажите о нем, пожалуйста, подробнее.

**А. В. Рожков:** «ПРОЭЛ-МИНИ» – третье семейство УДЗ. Это компактные устройства с возможностью подключения до четырех датчиков ВОД. Применяются для защиты от дуговых замыканий, сопровождаемых открытой электрической дугой, ячеек НКУ, КРУ (КРУН) и КСО напряжением 0,4–35 кВ, комплектных трансформаторных подстанций КТП (КТПСН), подстанций объектов газовой и нефтяной промышленности, метрополитена, на тяговых подстанциях электрифицированных железных дорог, на промышленных предприятиях. Устройства предназначены для непрерывной работы как в отапливаемых, так и в неотапливаемых помещениях. Выпускаются в модификациях для монтажа на DIN-рейку и дверцу ячейки. Могут встраиваться в распределительное устройство в заводских условиях. Также устройство может поставляться с опцией для подключения к координированным системам контроля или АСУ ТП с использованием протокола Modbus RTU по шине RS-485. Обладает высоким быстродействием при максимальной защите от помех. Позволяет запрограммировать нужный алгоритм работы.

«ПРОЭЛ-МИНИ» срабатывает до появления столба электрической дуги или в крайнем случае в самый начальный момент возникновения дуги. Тем самым не только обеспечивается защита оборудования от разрушения, но даже его повреждения сводятся к минимуму, практически исключаются. И, конечно, гарантируется безопасность обслуживающего персонала. С помощью ВОД радиального типа устройство фиксирует в инфракрасном диапазоне световую вспышку от электрической дуги, формирует сигнал (или сигналы) отключения питающего напряжения от распределительного устройства и сигналы запрета АПВ или АВР (если необходимо). Волоконно-оптические датчики регистрируют возникновение электрической дуги и дают мгновенную команду на отключение напряжения.

«ПРОЭЛ-МИНИ» поставляются в корпусах из негорючего пластика, в исполнении для монтажа на дверь ячейки могут дополняться декоративной рамкой. Датчики могут быть размеще-



Рис. 3. УДЗ «ПРОЭЛ-МИНИ»

ны в любых зонах ячейки – к примеру, в отсеке выключателя, сборных шин и ввода/вывода плюс шинный мост. Работая в ближнем инфракрасном диапазоне, ВОД/ВОДП не требуют регулярного обслуживания: сервисные мероприятия можно проводить раз в 3–6 лет.

**ИСУП:** А что обеспечивает высокую помехозащищенность этого устройства?

**А. В. Рожков:** Нижняя граница полосы пропускания оптоэлектронного тракта устройства превышает 100 Гц, что позволяет исключить влияние низкочастотного изменения освещенности, а также воздействие солнечного света на волоконно-оптические датчики (ВОД) при эксплуатации устройства вне помещения. В высоковольтных отсеках КРУ, то есть в зоне действия наибольших электромагнитных помех, находятся только пассивные компоненты, обладающие абсолютной невосприимчивостью к электромагнитным помехам. Этим в совокупности с гальванической развязкой блоков, входящих в состав устройства, от цепей оперативного тока обеспечивается его высокая помехозащищенность.

**ИСУП:** И последний вопрос: над чем сейчас работаете?

**А. В. Рожков:** В ближайшее время наша главная задача – пройти аттестацию в ПАО «Россети». Эта процедура является важным этапом ввода

оборудования объектов энергетики в эксплуатацию и определения его ответственности требованиям безопасности и надежности. В связи с происходящими изменениями в отрасли и усилением требований к энергетической безопасности «Россети» регулярно обновляют список оборудования, требующего аттестации, и разрабатывают новые стандарты и методы проверки. В перечень необходимого оборудования добавляются новые функции, уделяется особое внимание вопросам безопасности, в том числе пожарной безопасности. Это очень важный для нас момент. Надеемся, что успешное прохождение аттестации приведет к повышению интереса к нашей продукции на рынке.

**ИСУП:** Спасибо за содержательный разговор! Желаем НПП «ПРОЭЛ» не только успешного прохождения аттестации, но и расширения линейки продукции и клиентской базы.

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



А. В. Рожков, генеральный директор,  
ООО НПП «ПРОЭЛ», г. Санкт-Петербург,  
тел.: +7 (812) 331-5033,  
e-mail: info@proel.spb.ru,  
сайт: proel.spb.ru

# Новое испытательное и измерительное оборудование ZETLAB

## Z E T L A B

В статье представлен ряд новинок ZETLAB – датчиков и систем, с помощью которых выполняются как измерения отдельных параметров, так и многопараметрический контроль состояния. Рассмотрены характеристики вибрационной установки на базе пьезокерамического стенда ZET 6150, многоканальной измерительной системы ZET 037, портативного спектроанализатора ZET 030, многоканальных измерительных модулей, вибропреобразователей, акселерометров и другого оборудования.

ООО «ЭТМС», г. Зеленоград

Зеленоградское предприятие «ЭТМС» (компания ZETLAB) наращивает производство высокотехнологичной продукции. За последнее время компания, стремясь ответить на все запросы потребителя, произвела настолько большой ряд новинок – установок, многопараметрических систем, стационарных и портативных устройств, датчиков, что рассказать подробно о каждом изделии не позволяет формат журнальной статьи. Так что приведем обзор нового оборудования ZETLAB, обозначив лишь его общие характеристики. Подробнее о новых продуктах компании можно узнать на сайте: [www.zetlab.com](http://www.zetlab.com).

### Измерительные системы

**Вибрационная установка на базе пьезокерамического стенда ZET 6150** (рис. 1) представляет собой измерительную систему, которая применяется для усталостных испытаний лопаток газотурбинных двигателей (ГТД) и других объектов в условиях стационарного симметричного цикла нагружения на резонансных частотах. В состав системы входят: сам пьезокерамический вибростенд, оборудованный рамкой с зажимным устройством, усилитель мощности ZET 461000, компрессор, комплект

датчиков и контроллер СУВ ZET 028. Кратко рассмотрим функции каждого устройства.

Зажимное устройство служит для установки испытуемого объекта. Усилитель мощности ZET 461000 приводит вибростенд в действие. Выходная мощность усилителя может достигать 1000 Вт, и его задача – усиление по мощности и согласование с вибростендом по амплитуде электрического сигнала, поступающего с генератора

контроллера СУВ. Усилитель мощности работает в широком диапазоне частот и оснащен воздушным охлаждением. От перегрузки его защищает система мониторинга.

Колебания вибростенда с испытуемым объектом вызывает синусоидальный сигнал, поступающий на вход усилителя мощности с выхода контроллера СУВ ZET 028. Менять параметры испытаний можно с персонального компьютера, на котором



Рис. 1. Вибрационная установка для усталостных испытаний лопаток ГТД



Рис. 2. Многоканальная измерительная система ZET 037



Рис. 3. Портативный анализатор спектра ZET 030

установлено ПО ZETLAB. Проводить испытания можно как в ручном, так и в автоматическом режимах.

Виброустановка оснащена датчиками, которые осуществляют контроль уровня нагружения и механических напряжений. Это могут быть как контактные датчики (тензорезисторы, акселерометры), так и бесконтактные (лазерные датчики перемещения, проксиметры, микрофоны).

**Многоканальная измерительная система ZET 037** (рис. 2), благодаря модульному принципу построения, позволяет измерять большой ряд параметров:

- ▶ электрические величины (напряжение постоянного и переменного тока);
- ▶ виброакустические характеристики (в комплекте с вибропреобразователями измеряются вибрация, акустический шум, звуковое давление в воздушной и водной средах);
- ▶ частоту;
- ▶ механические величины (в комплекте с тензометрическими датчиками измеряются сила, крутящий момент, деформация);
- ▶ теплотехнические характеристики (в комплекте с термометрическими датчиками и датчиками давления измеряются температура и давление).

Конструктивно система представляет собой модули, смонтированные в единый корпус размером  $450 \times 256 \times 133$  мм, который устанавливается в стандартную 19-дюймовую стойку. Заказчик имеет возможность выбрать модули в зависимости от стоящих перед ним задач. В качестве управляющего устройства измерительной системы используется контроллер сбора данных ZET 037A или несколько контроллеров.

Наряду с перечисленными параметрами измерительная система

ZET 037 контролирует целостность измерительных каналов, фиксируя обрыв или короткое замыкание при включенном ICP. Также система может осуществлять поддержку датчиков ICP и TEDS.

Когда требуется масштабировать количество измерительных каналов, можно объединить несколько систем и синхронизировать их работу. Если одна система ZET 037, каждый модуль которой имеет не более 4 каналов, может быть расширена до 56 измерительных каналов, то добавление блоков регистрации позволяет достичь 1000 каналов измерения. Для регистрации, обработки и анализа результатов измерений используется ПО ZETLAB ANALIZ на ключе ZETKEY, которое устанавливается на внешнем ПК. Допустимый диапазон эксплуатационных температур составляет  $+5...+45$  °C.

**Портативный анализатор спектра ZET 030** (рис. 3) используется как компактная система для сбора информации при выполнении вибродиагностики и виброиспытаний динамического оборудования, а также при акустических измерениях. Анализатор работает в частотном диапазоне от 0 до 160 Гц, имеет 4 аналоговых выхода. Измеренные значения записываются во внутренний архив емкостью до 32 Гб. Основная приведенная погрешность

измерений составляет  $\pm 0,06\%$  по напряжению постоянного тока и  $\pm 0,10\%$  по напряжению переменного тока.

Анализатор спектра – компактное и легкое устройство: его габариты составляют  $80 \times 150 \times 30$  мм, масса – 0,5 кг. Такой прибор удобно перевозить в сумке для ноутбука, что позволяет пользоваться им в любом месте.

#### Измерительные модули

**Многоканальный измерительный модуль ZET 7010-16** (рис. 4а) предназначен для измерения таких характеристик элементов строительных конструкций и узлов машин, как напряженность, относительная деформация, крутящий момент и сила. Используется вместе с тензометрическими первичными преобразователями (термопарами). Это относительно компактное устройство с размерами  $210 \times 115 \times 35$  мм и массой 700 г.

Модуль имеет до 16 измерительных каналов, результаты измерений передаются по RS-485 (протокол Modbus). Оборудован светодиодным OLED-дисплеем, на котором отображаются результаты измерений и анализа данных по каждому каналу, а также текущие настройки. Питание устройства – от источника постоянного тока с напряжением от 9 до 24 В.



Рис. 4. Многоканальные измерительные модули: а – ZET 7010-16; б – ZET 7020-16

**Многоканальный измерительный модуль ZET 7020-16** (рис. 4б) используется вместе с термоэлектрическими преобразователями (термопарами). Он применяется для измерения температуры твердых, сыпучих, жидких и газообразных сред. В зависимости от применяемой термопары измерительный диапазон меняется, но в целом он охватывает пределы от  $-270$  до  $+2500$  °С.

Устройство оборудовано встроенным компенсатором холодного спая. Абсолютная погрешность измерения составляет 0,5% (термопара типа Т, класс допуска – 1). Данные передаются по Ethernet (протокол Modbus TCP).

#### Датчики

Для оснащения описанных систем, а также для выполнения других измерений компания ZETLAB производит широкий ряд различных датчиков. В последнее время линейка пополнилась большим числом новых исполнений.

**Тензодатчик силы сжатия/растяжения ZET 910** (рис. 5а). В основе работы измерительного устройства – преобразование действующей вдоль оси симметрии силы сжатия (либо растяжения) в пропорциональный электрический сигнал. Датчик можно устанавливать как в горизонтальном, так и в вертикальном положении. Номинальные диапазоны измерений силы составляют 20, 50 кг и 1 т (в зависимости от исполнения). Степень защиты датчика IP65. Может входить в состав цифровых тензодатчиков.

**Трехкомпонентный вибропреобразователь ZET 139** (рис. 5б) со встроенным метрологическим самоконтролем применяется при мониторинге состояния промышленного оборудования с целью выявления и предупреждения таких неисправностей, как несоосность,

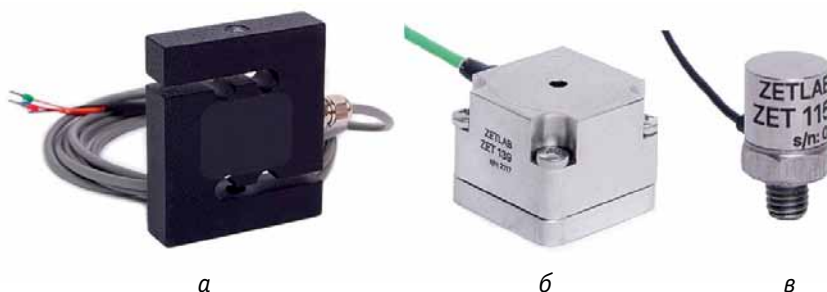


Рис. 5. Датчики ZETLAB для механических испытаний: а – тензодатчик силы сжатия/растяжения ZET 910; б – трехкомпонентный вибропреобразователь ZET 139; в – ударный вибропреобразователь ZET 115

дисбаланс, поломка подшипника и т. п. Измерительное устройство работает в диапазоне частот от 0,5 до 1000 Гц и позволяет измерять виброскорость, линейное ускорение, виброперемещение и температуру. Для передачи информации могут использоваться интерфейсы RS-485 (протокол Modbus) или USB 2.0. Компактность прибора позволяет контролировать характеристики оборудования даже в труднодоступных местах.

**Ударный вибропреобразователь ZET 115** (рис. 5в) с выходом по напряжению используется для измерения постоянных высокоамплитудных вибраций и ударных ускорений. Отличается низкой чувствительностью к изменениям температуры и стабильностью характеристик в широком амплитудном диапазоне. Максимальная величина амплитуды измеряемого ускорения составляет 50 тыс. м/с<sup>2</sup>, пиковое значение удара  $\pm 10000$  g, коэффициент преобразования 0,01 мВ/м·сек<sup>-2</sup>, температура эксплуатации от  $-60$  до  $+150$  °С. Может использоваться в составе диагностических систем.

**Промышленный акселерометр ZET 117** (рис. 6а) со встроенной электроникой (стандарт ICP), позволяющей подключать устройство непосредственно к анализаторам спектра, предназначен для измерений вибра-

ционного и ударного ускорения в процессе диагностического вибромониторинга.

Измеряемый амплитудный диапазон устройства составляет  $\pm 50$  g, пиковое значение удара  $\pm 500$  g, чувствительность 100 мВ/g в частотном диапазоне от 0,5 до 7000 Гц. Опционально возможно исполнение акселерометра с интерфейсом USB 2.0.

**Трехкомпонентные акселерометры емкостного типа ZET 136 и ZET 137** (рис. 6б и 6в) со встроенной электроникой (стандарт ICP) различаются чувствительностью (4/10/20/40 мВ/g и 40/200/400 мВ/g соответственно), диапазоном рабочих частот (от 0,5 до 10000 Гц и от 0,5 до 1000 Гц) и амплитудным диапазоном (от  $\pm 50$  до  $\pm 500$  g и от  $\pm 2$  до  $\pm 20$  g).

Для регистрации откликов на перемещения по осям X, Y и Z конструкция акселерометров предусматривает наличие трех независимых чувствительных элементов. В процессе диагностики устройства обеспечивают получение объемного фазового портрета виброускорений в точке их расположения на исследуемом объекте. Масса акселерометра ZET 136 составляет 35 г, ZET 137 – 15 г.

**Трехкомпонентный сейсмический акселерометр, или сейсмоприемник, ZET 138** (рис. 6з) со встроенной элек-

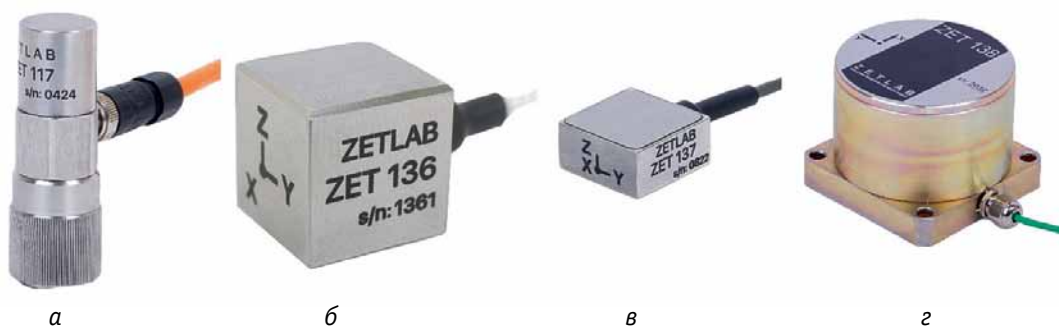


Рис. 6. Промышленные акселерометры ZETLAB: а – ZET 117; б – ZET 136; в – ZET 137; з – ZET 138



а



б

Рис. 7. Датчики ZETLAB: а – внутрискважинный геофон ZET 1315; б – сферический гидрофон ZET 311

троникой (стандарт ICP) используется для измерения низкочастотных низкоамплитудных вибрационных воздействий. Исполнения устройства различаются номиналом чувствительности (2000 и 10000 мВ/г) и, соответственно, диапазонами: частотным (от 0,3 до 400 Гц и от 0,3 до 300 Гц) и амплитудным ( $\pm 2$  г и  $\pm 0,5$  г). Измеряемый акселерометром параметр – виброускорение. Для определения действительного значения коэффициента преобразования без демонтажа датчика в устройстве предусмотрена система электрического возбуждения чувствительного элемента, изготовленного из керамики, с помощью актуатора.

**Внутрискважинный геофон ZET 1315** (рис. 7а) предназначен для фиксации сейсмозврывной волны в агрессивных полевых условиях. Трехосный датчик измеряет поперечные, продольные и вертикальные колебания грунта (виброскорость по трем направлениям) при опускании его в скважину в земной коре. Чувствительность гео-

фона находится в диапазоне от 0,5 до 5 мВ/мм/с, диапазон виброскорости до 3000 мм/с, частотный диапазон – от 10 до 2000 Гц.

Устройство является всенаправленным, высокая чувствительность и качество сигнала обеспечиваются независимо от расположения датчика в пространстве и угла его наклона, что является значимым преимуществом при использовании в условиях, где отсутствует возможность обеспечить жесткую ориентацию геофона. Габаритные размеры датчика 50 × 50 × 50 мм, масса 300 г, эксплуатационный температурный диапазон –10... +40 °С.

**Сферический погружной/врезной малогабаритный гидрофон ZET 311** (рис. 7б) без встроенного усилителя представляет собой обратимое устройство (используется как излучатель и как приемник), применяемое при исследовании слабых сигналов в широком диапазоне частот, а также при изучении сверхдальнего распространения акустических сигналов.

Гидрофон измеряет давление звука, распространяющегося в рабочей среде. Максимальное значение амплитуды измеряемого звукового давления без аттенюатора составляет 100 кПа, с аттенюатором – до 10 МПа. Номинальная чувствительность гидрофона по напряжению 65 мкВ/Па, уровень чувствительности (относительно 1 В/мкПа) 204 дБ, частотный диапазон 3...100 000 Гц. Устройство обладает всенаправленными характеристиками в угловом диапазоне шириной 270° в плоскости X-Z и 360° в плоскости X-Y.

Гидрофон погружного исполнения для выполнения измерений погружается под воду на кабеле, врезное исполнение устанавливается с помощью врезки в стенку трубы или герметичного сосуда.

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

**СПГ 2024**  
конгресс **РОССИЯ**

10-й юбилейный конгресс и выставка

**3–4 апреля, Москва**

Престижная и единственная  
площадка для руководителей  
крупно-, средне- и малотоннажных  
СПГ-заводов

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

+7 (495) 109 9 509 (Москва)  
events@vostockcapital.com



**VOSTOCK CAPITAL**  
— 21 год динамичного успеха —

#### Ключевые моменты конгресса:

- **250+ участников: руководители предприятий в СПГ-индустрии** и представители проектов по производству водорода в России, операторы проектов, компании-разработчики и производители оборудования и технологий для предприятий, регуляторные органы
- **30+ проектов**, среди которых крупнейшие заводы по СПГ, проекты по средне- и малотоннажным СПГ-заводам, проекты по производству водорода
- **40+ докладчиков и участников дискуссий:** представители проектов, регуляторные органы, эксперты отрасли

- **Современные технологии и решения для СПГ:** актуальные запросы бизнеса и предложения отечественных и зарубежных производителей
- **Действующие водородные проекты.** Водородные технологии и возобновляемые источники энергии
- **Малотоннажные СПГ-проекты в России**, новые малотоннажные заводы
- **Эффективная эксплуатация имеющихся производственных мощностей СПГ** – лучшие примеры

- **Актуально!** Логистика и новые каналы сбыта
- **Круглый стол.** Перспективы развития рынка потребления: газомоторное топливо и другие направления
- **Специализированная выставка** технических, технологических и сервисных решений от лидеров отрасли
- **30+ часов делового и неформального общения!** Встречи один на один, деловые обеды, кофе-брейки, приветственный коктейль для всех участников и многое другое.

# Нестандартные характеристики испытательных климатических камер «ТЕХНОЛОГИЯ»



Рассматриваются конструктивные особенности и характеристики, которые могут быть реализованы в испытательных климатических камерах «ТЕХНОЛОГИЯ», выполненных по индивидуальному техзаданию.

ООО «ТЕХНОЛОГИЯ», г. Санкт-Петербург

В современном мире, где инновации и технологический прогресс играют ключевую роль, все более востребованным становится производство нестандартного испытательного оборудования на заказ. Индивидуальные разработки по техническому заданию позволяют компаниям получить уникальное и специализированное решение, которое полностью соответствует их потребностям.

Производство нестандартного испытательного оборудования требует высокой технической экспертизы и глубокого понимания специфики проводимых испытаний. Так, например, климатическое тестирование позволяет оценить, как изделие будет работать в условиях высоких и низких температур, влажности, под воздействием солнечного излучения, соли, пыли и многих других факторов. Оно является неотъемлемой частью процесса разработки и производства огромного числа продуктов, начиная от строительных материалов и закан-

чивая медицинским оборудованием, электроникой и радиоаппаратурой. И разработчику, создающему испытательное климатическое оборудование на заказ, надо учитывать специфику испытаний.

Испытательные климатические камеры производства ООО «ТЕХНОЛОГИЯ» давно известны на рынке и зарекомендовали себя как надежное и функциональное решение. Компания выпускает их как серийную продукцию, но, во-первых, может вносить изменения в конструкцию серийного изделия по требованию заказчика (например, это может быть дополнительное смотровое окно, расширенный диапазон температур или нестандартный рабочий объем), а во-вторых, может с нуля изготовить нестандартную испытательную камеру по отдельному техническому заданию. Опыт и знания позволяют коллективу компании разрабатывать и производить уникальное испытательное оборудование, в том числе специфические термобарока-

меры и камеры глубокого вакуума для изделий аэрокосмической отрасли.

Эта тема показалась нам достаточно объемной, охватывающей большой круг вопросов, поэтому мы решили разбить их на несколько интервью. Первое, посвященное конкуренции на этом рынке и дополнительным услугам для клиентов, было опубликовано в одном из предыдущих выпусков журнала<sup>1</sup>. Сегодня же на первый план выходят функциональные возможности оборудования. Мы продолжаем разговор с коммерческим директором ООО «ТЕХНОЛОГИЯ» Григорием Сигаловым о климатических испытательных установках бренда «ТЕХНОЛОГИЯ», и он рассказывает о том, какие конструктивные особенности и характеристики могут быть реализованы в камерах, выполненных по индивидуальному техзаданию.

<sup>1</sup> Испытательные камеры «НПФ Технологии» // ИСП. 2022. № 3.

# Интервью с Г. В. Сигаловым, коммерческим директором ООО «ТЕХНОЛОГИЯ»

**ИСУП:** Григорий Вячеславович! Какой максимальный диапазон температур и максимальные размеры, какой набор функций возможны для камер, выполненных по индивидуальному ТЗ?

**Г. В. Сигалов:** Максимальный диапазон температур может составлять от  $-85$  до  $+180$  °С. Такие температуры обеспечиваются за счет использования полугерметичных поршневых компрессоров, работающих на озонобезопасных хладагентах, испарителя и электронагревателей. Размер камер, по сути, неограничен, поскольку мы делаем и настольные, и напольные передвижные, и стационарные камеры, и даже камеры входного типа.

**ИСУП:** Используете ли вы преимущественно оборудование российского производства?

**Г. В. Сигалов:** Комплектуя оборудование отечественного производства мы стараемся использовать как можно больше. Но, например, холодильное оборудо-

вание в России производится в очень ограниченном ассортименте. Поэтому мы вынуждены приобретать компрессоры иностранных марок.

**ИСУП:** Насколько глубокой может быть модификация серийных камер по требованию заказчика? Уменьшает ли это сроки изготовления по сравнению с камерами, выполненными с нуля?

**Г. В. Сигалов:** Если речь идет, например, о нестандартном размере рабочего объема, то сроки производства остаются в пределах обычных, поскольку на сегодняшний день на нашем предприятии осуществляется полный цикл производства – мы располагаем собственным листогибочным оборудованием и станком лазерной резки. Возможно незначительное увеличение сроков производства, связанное с разработкой конструкторской документации. Существенно сроки могут затянуться, если требуется закупить дополнительно оборудо-

вание импортного производства, не заготовленное на нашем складе.

**ИСУП:** Возможно ли применение части оборудования, предоставленного заказчиком?

**Г. В. Сигалов:** Иногда заказчики заинтересованы в том, чтобы сохранить свою старую установку, удачно встроенную в их рабочее помещение, но несколько модернизировать ее. Если у заказчика установка с нестандартным корпусом и технологической оснасткой, то мы можем модернизировать или заменить системы управления, охлаждения, нагрева или откачки.

**ИСУП:** Изготавливаете ли климатические камеры с выносным охлаждением?

**Г. В. Сигалов:** Да, такие камеры разрабатываются индивидуально, по техническому заданию заказчика. В типовых камерах у нас встроенная воздушная система охлаждения, а в изготовленных по индивидуальному ТЗ может быть либо водяное охлаждение, либо выносные конденсаторы. Такое



а



б



в

Рис. 1. Климатическая камера КТХ-150: а – общий вид; б – дополнительное окно; в – внутренний объем



ОРГАНИЗАТОР



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЫСТАВОЧНЫЙ ОПЕРАТОР



МКВ  
МЕЖДУНАРОДНЫЕ  
КОНГРЕССЫ И ВЫСТАВКИ

**ARMY**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ «АРМИЯ-2024»**

**12–18 АВГУСТА  
ПАТРИОТ ЭКСПО**

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

# Щитовые газоанализаторы кислорода ПКГ-4

диапазоны  
измерений

$\pm 1\%$   
0...100%

$\pm 0,4\%$   
0...30%



ИПК 02  
проточная  
камера

ИПК 01  
Настенный  
«микрофон»



Госреестр СИ РФ  
**62615-15**

- Питание 220 В, 50 Гц или 12...24 В
- Возможность измерений в подвижных и неподвижных газовых средах
- Интерфейсы: USB, RS-485, RS-232
- Накопление статистики (до 8000 точек)
- До двух встроенных реле для управления внешними исполнительными устройствами
- До двух аналоговых (токовых) выходов 4...20 (0...5, 0...20) мА
- Звуковая и световая сигнализация
- Врезной корпус DIN 1/2

АО «ЭКСИС»  
г. Москва, Зеленоград  
проезд 4922-й, дом 4, строение 2



[www.eksis.ru](http://www.eksis.ru)  
**8 800 222 97 07**



# ПОЛАР-7

Переносной многокомпонентный  
газоанализатор для настройки  
топливосжигающих установок  
и оптимизации процесса  
горения топлива

- $O_2$
- $^{\circ}C$
- $\Delta P$
- м/с
- CO  
НИЗ
- CO
- NO
- NO<sub>2</sub>
- NO<sub>x</sub>
- SO<sub>2</sub>
- H<sub>2</sub>S
- CO<sub>2</sub>
- CH

