

Промышленный электрообогрев и электроотопление

ISSN 2221-1772

№ 1/2023

Аналитический
научно-технический
журнал

Цифровые продукты ГК «ССТ»

стр. 6

Программный
комплекс
TraceXPro

стр. 14

Профессиональный
просчет системы
электрообогрева
с TraceXPro

стр. 22



sst-em.ru

Обращение к читателям Президента ГК «ССТ»

стр. 2

Обращение главного редактора

стр. 4

Цифровые продукты ГК «ССТ»

стр. 6

О комплексе TraseXPro

стр. 10

Системы электрообогрева трубопроводов и резервуаров

стр. 10

Программный комплекс TraseXPro – профессиональный расчет системы электрообогрева трубопроводов и резервуаров

стр. 14

Примеры использования комплекса TraseXPro для предпроектных расчетов

стр. 21

Новости отрасли

стр. 46

Резюме/Summary

стр. 56

Аналитический научно-технический журнал
«Промышленный электрообогрев и электроотопление»
№ 1/2023 г.

Учредители журнала:
ООО «ССТЭнергомонтаж», ООО «ССТинвест»

Редакционный совет:

М. Л. Струпинский – Президент ГК «ССТ», кандидат технических наук, доктор электротехники, академик Академии электротехнических наук РФ –
Председатель редакционного совета.

Н. Н. Хренков – главный редактор, главный эксперт ГК «ССТ», кандидат технических наук, академик Академии электротехнических наук РФ.

А. Б. Кувалдин – профессор кафедры «Автоматизированные электротехнологические установки и системы» Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт», заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, академик Академии электротехнических наук РФ.

Редакция:

Главный редактор – Н. Н. Хренков, главный эксперт ГК «ССТ», кандидат технических наук, академик Академии электротехнических наук РФ.

Ответственный секретарь редакции – А. В. Мирзоян, директор департамента информационной политики и коммуникаций ГК «ССТ».

А. А. Прошин – исполнительный директор ОКБ «Гамма».

Е. О. Дегтярева – Директор по спецпроектам «ССТЭнергомонтаж».

Е. А. Жукова – руководитель группы внешних коммуникаций «ССТинвест».

Дизайн и верстка:

Марина Вахромеева

Адрес редакции:

141008, Россия, Московская область,
г. Мытищи, ул. Колпакова, д. 46 А
Тел.: +7 495 989-66-61
e-mail: publish@e-heating.ru

Журнал распространяется среди руководителей и ведущих специалистов предприятий нефтегазовой отрасли, строительных, монтажных и торговых компаний, проектных институтов, научных организаций, на выставках и профильных конференциях.

Материалы, опубликованные в журнале, не могут быть воспроизведены без согласия редакции.

Мнения авторов публикуемых материалов не всегда отражают точку зрения редакции. Редакция оставляет за собой право редактирования публикуемых материалов. Редакция не несет ответственности за ошибки и опечатки в рекламных объявлениях и материалах.

Отпечатано в типографии «ТЕЛЕР»

Адрес: 125130, г. Москва, ул. Клары Цеткин, дом 28, строение 2, помещение 6

Тел. +7 495 937-86-64; +7 495 601-47-16 e-mail: teler@teler.ru
www.teler.ru

Тираж: 500 экз.

ISSN 2221-1772

Подписано в печать: 25.08.2023

Над номером работали



М. Л. Струпинский

Президент ГК «ССТ»,
к. т. н., академик АЭН РФ



Н. Н. Хренков

Главный эксперт ГК «ССТ»
главный редактор



А. Б. Кувалдин

д. т. н., профессор,
академик АЭН РФ



В. А. Бардин

Ведущий инженер
«ССТЭнергомонтаж»



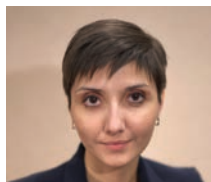
А. А. Лукина

Руководитель направления
отдела поддержки
цифровых продаж
«ССТЭнергомонтаж»



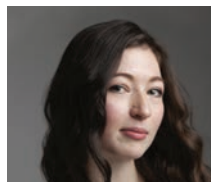
Б. В. Сычев

Начальник отдела
технической поддержки
цифровых продаж
«ССТЭнергомонтаж»



Е. О. Дегтярева

Директор
по спецпроектам
«ССТЭнергомонтаж»



К. С. Тюрина

Ведущий бизнес-аналитик
«ДельтаПроект»



А. В. Карпушин

Главный инженер-
проектировщик
«ССТЭнергомонтаж»



М. В. Борисова

Руководитель направления
комплексных продаж
«ИВС»



В. О. Каськов

Исполнительный директор
«ДельтаПроект»



А. А. Казаков

Начальник отдела
цифровых продуктов
«ДельтаПроект»



А. Ф. Командин

Главный программист
«ДельтаПроект»



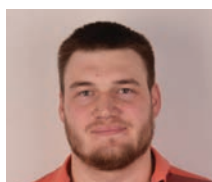
П. Н. Олиферчук

Старший бизнес-аналитик
«ДельтаПроект»



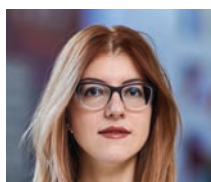
А. В. Родин

Руководитель проектов
развития информационных
систем «ДельтаПроект»



А. С. Мартыненко

Программист
«ДельтаПроект»



Е. А. Жукова

Руководитель группы
внешних коммуникаций
ГК «ССТ»



А. В. Мирзоян

Директор департамента
информационной политики
и коммуникаций ГК «ССТ»



**М. Л. Струпинский**

Президент ГК «ССТ», председатель редакционного совета журнала «Промышленный электрообогрев и электроотопление», кандидат технических наук, академик АЭН РФ

Перейти
на Warm-on Project



Дорогие друзья!

Цифровые решения и сервисы стали привычным явлением практически во всех сферах нашей жизни. Согласитесь, довольно сложно представить себе работу любого современного предприятия или учреждения без цифровых коммуникаций, документооборота, прикладных программ и сервисов. В этом номере журнала мы хотим поделиться с вами цифровыми решениями, разработанными ГК «ССТ» для повышения эффективности бизнеса и развития индустрии систем электрообогрева и антиобледенения.

Мы начали разработку цифровых продуктов и сервисов задолго до того, как это стало мейнстримом. Наши системы электрического обогрева имеют критически важное значение для непрерывности технологических процессов и экологической безопасности объектов нефтегазового комплекса, химических предприятий, в металлургии, судостроении и других отраслях промышленности. Цифровые инструменты ГК «ССТ» ведут мониторинг параметров установленных систем, обеспечивая устойчивость работы всех компонентов систем и повышая их энергоэффективность.

Важным результатом в развитии цифровизации стало внедрение глобального сервиса сопровождения жизненного цикла. Новые цифровые продукты и бизнес-модель позволили сократить сроки реализации проектов на всех стадиях: повысить качество работ в сегментах проектирования, логистики и проведения строительно-монтажных работ, синхронизировать постгарантийное и гарантийное обслуживание с циклами обслуживания оборудования у заказчика и многое другое.

В этом году мы разработали и запустили профессиональную цифровую среду Warm-on Project. Она создана для повышения точности, скорости и прозрачности взаимодействия проектных институтов, инжиниринговых компаний, компаний дистрибьюторов и специализированных монтажных организаций. Архитектура Warm-on Project обеспечивает выбор оптимальных по всем факторам решений для заказчика, минимизирующих влияние человеческого фактора. Среди них – цифровые комплексы TraceXPro для расчета характеристик систем электрообогрева, ExPro для подбора и расчета взрывозащищенного оборудования и DeiceXPro для расчета и подбора оптимальной конфигурации систем антиобледенения.

Уверены, что профессиональная цифровая среда Warm-on Project станет новым драйвером развития бизнеса компаний-резидентов и всей российской индустрии систем электрообогрева и антиобледенения!

Желаю Вам приятного чтения!

Dear friends,

Digital solutions and services have become commonplace in almost all areas of our lives. It is quite difficult to imagine any modern industrial operation or organization without digital communications, workflows, software, and services. In this issue of the Industrial Electric Heating magazine, we want to share with you some of the digital solutions developed by SST Thermal Solutions group of companies to improve business performance and further develop the electric heating and de-icing industry.

We started developing digital products and services long before these became mainstream. Our electric heating systems are of critical importance for achieving uninterruptedness of industrial processes and the environmental safety in oil and gas, chemical, metals, shipbuilding, and other industries. Digital solutions by SST Thermal Solutions group of companies monitor the system's operating parameters, ensuring the operational stability of all system components and increasing energy efficiency.

An important outcome of the digitalization process was the introduction of a global life cycle support service. New digital products and a new business model have made it possible to reduce project completion times at all stages – improve the quality of the design work, logistics, construction and installation, synchronize post-warranty and warranty service with the customer's equipment maintenance cycles, and much more.

This year, we have developed and launched a professional digital environment – the Warm-on Project. It is intended to improve the accuracy, speed, and transparency of interaction between designers, engineering companies, distributors, and installation contractors. Warm-on Project offers our customers a selection of optimal solutions, minimizing the impact of the human factor. These include such solutions as TraceXPro specifying electric heating systems, ExPro for specifying and scoping explosion-proof equipment; and DeiceXPro for designing and selecting the optimal configuration of de-icing systems.

We are confident that the professional digital environment offered by the Warm-on Project will become a new business growth driver for our customers and the entire Russian electric heating and de-icing industry.

Enjoy your new issue of Industrial Electric Heating!

Michael Strupinskiy

President of SST Thermal Solutions group of companies, Chairman of the Editorial Board, Ph. D. in Technical Sciences, Academician of the Russian Academy of Electrotechnical Sciences



Н. Н. Хренков

Главный редактор, главный эксперт
ГК «ССТ», к. т. н., кандидат техниче-
ских наук, академик АЭН РФ

Уважаемые читатели!

Приветствуем вас на страницах нашего журнала. Необходимость в подготовке специального номера журнала, посвященного программным комплексам, вызвана следующими причинами.

Разработанные в ГК «ССТ» программные комплексы, входящие в состав цифровой платформы Warm-on Project, многофункциональны и достаточно сложны для неподготовленного специалиста. Наша задача была в том, чтобы показать большие возможности данных комплексов не в виде сухой инструкции, но в виде описания основ, использованных при построении программных комплексов.

Приводимые в этом номере описания решения TraceXPro иллюстрируются примерами, что позволит читателям лучше понять его возможности.

С использованием TraceXPro выполнены проектные расчеты систем обогрева трубопроводов саморегулирующимися нагревательными кабелями нормальной и повышенной теплостойкости. Особенности расчетов системы на резистивных кабелях рассмотрены отдельно. Еще один пример описывает систему обогрева резервуара саморегулирующимися кабелями.

В случае обогрева трубопроводов и резервуаров, установленных во взрывоопасных зонах, определенную сложность представляет правильный выбор взрывозащищенного оборудования. Эта задача успешно решается с помощью комплекса ExPro, о котором мы расскажем в следующем номере.

Хотелось бы отметить, что успешная подготовка материалов для данного выпуска журнала была выполнена благодаря дружной коллективной работе следующих специалистов Группы компаний «Специальные системы и технологии»: Анастасии Александровны Лукиной, Вячеслава Анатольевича Бардина, Валентина Олеговича Каськова, Павла Николаевича Олиферчука, Екатерины Сергеевны Кривошей. От лица редакции благодарю коллег за их вклад и с гордостью представляю наш специальный номер.

Dear readers,

Welcome to this issue of the Industrial Electric Heating magazine. We decided to publish this special issue dedicated to software for the following reasons.

The software systems developed by SST Thermal Solutions group of companies that are part of the digital platform Warm-on Project, are multifunctional and quite complicated for an unprepared person. Our goal was to demonstrate the exciting capabilities of these solutions not in the form of a formal manual, but as a presentation of the software design basics.

The TraceXPro and solution will be illustrated with case studies to help you better understand their capabilities.

Using TraceXPro, design calculations of pipeline heating systems based on self-regulating heating cables of regular and increased heat resistance were performed. Features of system calculations for resistive cables will be discussed separately. Another case study is a tank heating system using self-regulating cables.

When pipelines and tanks are installed in hazardous areas, a certain challenge is to correctly specify explosion-proof equipment. This problem is successfully solved with the help of ExPro. We will illustrate its capabilities in the next issue.

I would like to note that this issue is the result of a collaboration between several staff members of SST Thermal Solutions group of companies: Anastasia Lukina, Vyacheslav Bardin, Valentin Kaskov, Pavel Oliferchuk, Ekaterina Krivoshey. On behalf of the editorial board, I would like to thank my colleagues for their contributions, and I am proud to present this special issue to you.

Nikolay Khrenkov

Editor-in-Chief, Chief Expert of
SST Thermal Solutions group of
companies, Ph.D in Technical Sciences,
Academician of the Russian Academy
of Electrotechnical Sciences

Цифровые продукты ГК «ССТ»

Обладая многолетним международным опытом в реализации проектов различной сложности и масштаба в сфере электрообогрева, глубокой экспертизой в электротехнике, Группа компаний «Специальные системы и технологии» разработала мощнейший комплекс цифровых решений для профессиональных пользователей, названный Warm-on Project. Статья рассказывает о предпосылках его создания и преимуществах.

ПЕРВЫЕ ЦИФРОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ

С момента своего основания в 1991 году в ГК «ССТ» возникла потребность в создании специализированных программ для расчета параметров систем электрообогрева, построенных на нагревательных кабелях.

Первоначально упор был сделан на программу расчета систем обогрева трубопроводов. Первая версия программы «Тепломаг» для расчета параметров систем обогрева трубопроводов была разработана более 25 лет назад. Она постоянно развивалась и совершенствовалась. До недавнего времени функционировали три варианта программ:

ТЕПЛОМАГ PRO — для расчета тепловых потерь и характеристик систем обогрева трубопроводов саморегулирующимися кабелями;

ТЕПЛОМАГ RESISTIV — аналогичная программа для случая использования резистивных кабелей;

ТЕПЛОМАГ-R — расчет тепловых потерь и характеристик систем обогрева резервуаров саморегулирующимися кабелями.

Для помощи заказчикам в определении характеристик антиобледенительных систем для крыш использовалась программа SSTRoof.

Успешное функционирование перечисленных выше программ тесно связано с использованием больших массивов информации по свойствам нагревательных и силовых кабелей, теплоизолирующих материалов, терморегуляторов и пускорегулирующей аппаратуры, крепежных элементов. Одновременно требуется оценить капитальные затраты на проект в виде стандартных спецификаций. Отсюда следует, что программные комплексы должны содержать значительные по объему и разнообразным по содержанию базы данных.

Возможности всех перечисленных программ все же не полностью удовлетворяли потребности проектировщиков и заказчиков систем электрообогрева. По этой причине и выполнена разработка ряда программных комплексов на новом техническом и программном уровне.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПРОДУКТОВ

Основой успешной деятельности по созданию новых программных продуктов служил накопленный в ГК «ССТ» опыт разработки, производства и монтажа систем электрообогрева трубопроводов и резервуаров, нашедший отражение в справочной книге «Проектирование и эксплуатация систем электрического обогрева в нефтегазовой отрасли» за авторством М. Л. Струпинского, Н. Н. Хренкова, А. Б. Кувалдина. Немалое значение имел труд ведущих специалистов компании: В. А. Бардина, А. А. Лукиной, Б. В. Сычева, Е. О. Дегтяревой, Е. С. Кривошей, Н. А. Синякова, А. В. Карпушина, М. В. Борисовой, которые помогли составить техническое задание для разработчиков.



Команда ИТ-компании «ДельтаПроект», созданная в структуре ГК «ССТ» для развития цифровых решений и сервисов, в лице В. О. Каськова, А. А. Казакова, А. Ф. Командина, С. В. Айзина, К. С. Тюриной, П. Н. Олиферчука, А. В. Родина, А. С. Мартыненко, приложила немало усилий по разработке современных программных продуктов со значительно расширенными функциональными возможностями и более дружелюбными к пользователю.

Сотрудники «ДельтаПроект» (слева направо): главный программист А. Ф. Командин, главный программист С. В. Айзин, программист А. С. Мартыненко, руководитель проектов развития информационных систем А. В. Родин, ведущий финансовый менеджер Н. Д. Курмаева, старший бизнес-аналитик П. Н. Олиферчук.

НИЖЕ МЫ ПЕРЕЧИСЛЯЕМ ТОТ МАССИВ ЗНАНИЙ И БАЗ ДАННЫХ, БЕЗ КОТОРЫХ НЕВОЗМОЖНО БЫЛО УСПЕШНО РЕАЛИЗОВАТЬ СОЗДАНИЕ НОВЫХ ЦИФРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ:

- методы (алгоритмы) расчетов параметров проектируемых изделий и систем;
- методы расчетов условий взаимодействия проектируемого изделия (системы) с окружающей средой;
- базы данных по нормативной документации, касающейся проектируемого изделия (системы);
- базы данных по свойствам используемых в системе компонентов (нагревательных кабелей, тепловой изоляции и др.) и взаимодействующих с системой веществ (вода, нефтепродукты, газы) и материалов (металлы, пластмассы и др.);
- базы данных по нормативной документации, касающейся используемых изделий, веществ и материалов;
- базы данных по свойствам окружающей среды;
- методы построения систем управления проектируемым изделием (системой);
- базы данных по свойствам датчиков и регуляторов для систем управления;
- базы данных по ценам используемых изделий и комплектующих.

ИТОГОМ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ПРОГРАММИСТОВ, ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ И МАРКЕТОЛОГОВ СТАЛА РАЗРАБОТКА И ВВОД В ОПЫТНУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ СЛЕДУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ:

1. **TraceXPro** — комплекс расчета характеристик систем электрообогрева трубопроводов и резервуаров, с подборкой всей необходимой комплектации, документов в составе теплового и электрического расчетов и спецификации на систему.
2. **ExPro** — специализированная программа, дополняющая возможности TraceXPro в части формирования комплектации взрывозащищенных коробок и постов управления производства ГК «ССТ».
3. **DeiceXPro** — интерактивный комплекс, позволяющий заказчику определить состав, комплектацию и стоимость антиобледенительной системы кровель, водостоков и открытых площадей.



Создание рабочего пространства для проектировщиков

Первый опыт использования новых программных комплексов показал необходимость их объединения, что и было реализовано в виде цифровой платформы Warm-on Project.

В первую очередь, ее задача — облегчить труд проектировщиков, технических специалистов, инженерного персонала и помочь быстрее и качественнее выполнять задачи по проектированию систем электрообогрева и антиобледенения, подбору взрывозащищенного оборудования и составлению спецификаций. Цифровая среда Warm-on Project востребована проектными институтами, инжиниринговыми компаниями, дистрибьюторами и монтажными организациями.

Резиденты (пользователи) новой платформы Warm-on Project получают возможность значительно повысить эффективность своих команд на всех стадиях реализации проекта: от первичной обработки заявки и подготовки вариантов проектного решения до формирования технико-коммерческого предложения и генерации инженерной документации. Функция автоматического расчета нескольких вариантов проектного решения на разных элементных базах позволяет

быстро реагировать на вызовы рынка и внешней среды. Опция генерации инженерной документации существенно сокращает время работы над проектом. Кроме того, в Warm-on Project есть возможность быстрой замены продукции производителей из недружественных стран на продукцию российского производства.

Стать резидентом Warm-on Project очень просто: достаточно пройти процедуру регистрации по ссылке. Специалисты нашего цифрового офиса ответят на все вопросы, а также организуют обучение сотрудников.

В этом специальном выпуске журнала «Промышленный электрообогрев и электроотопление» приведены описания и примеры выполнения расчетов по программному комплексу TraceXPro, входящему в цифровую среду Warm-on Project. Возможностям ExPro и DeiceXPro будет посвящен отдельный номер.

WARM-ON Project

НЕ ИМЕЕТ АНАЛОГОВ
В РОССИИ И МИРЕ!

РАБОЧЕЕ ПРОСТРАНСТВО ДЛЯ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ ЗДЕСЬ СЛОЖНОЕ СТАНОВИТСЯ ПРОСТЫМ



ПРЕИМУЩЕСТВА ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ- ПРОЕКТИРОВЩИКОВ

- Быстрый доступ к более 30 справочникам в одном месте
- Быстрая бюджетная оценка, расчет спецификаций, генерация инженерной документации
- Быстрая работа с изменениями на всех этапах проекта
- Выдача параметров системы на ранней стадии проектирования для разных типов продуктов



ПРЕИМУЩЕСТВА ДЛЯ БИЗНЕСА

- Снижение затрат на проектирование
- Минимизация человеческих ошибок при проектировании
- Возможность одновременного ведения проекта разными отделами
- Расчет по унифицированным алгоритмам: апробация на более 40 000 реализованных проектах

WARM-ON Project

Комплекс цифровых инструментов
для расчета систем промышленного
электрообогрева

TraceXpro

Профессиональный модуль
для онлайн-расчета спецификаций
и стоимости систем промышленного
электрообогрева

ExPro

Конфигуратор взрывозащищенного
оборудования с автоматическим
расчетом спецификаций для коробок
и постов управления

Системы электрообогрева трубопроводов и резервуаров

Развитие добычи газа и нефти в России связано с освоением газовых и нефтяных месторождений в районах Крайнего Севера и Западной Сибири. Эффективность работы месторождений в экстремальных климатических условиях напрямую определяется устойчивой и безаварийной работой систем транспортировки и хранения добываемых и технологических жидкостей: нефти, газа, воды. В условиях, когда теплое время года не превышает 3 месяцев, безопасная и надежная работа трубопроводов и систем КИП возможна только при условии их оснащения системами электрического обогрева.

СОСТАВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА

Системы электрообогрева трубопроводов, резервуаров и оборудования представляют собой совокупность функционально связанных между собой распределенных электронагревательных элементов (кабельных, пленочных, пластинчатых, комбинированных), терморегулирующей и управляющей

аппаратуры, кабельных линий и электропроводок для внешних соединений электронагревательных элементов со шкафом управления и источником питания, электротехнических элементов общего назначения, а также механических крепежных и защитных элементов.

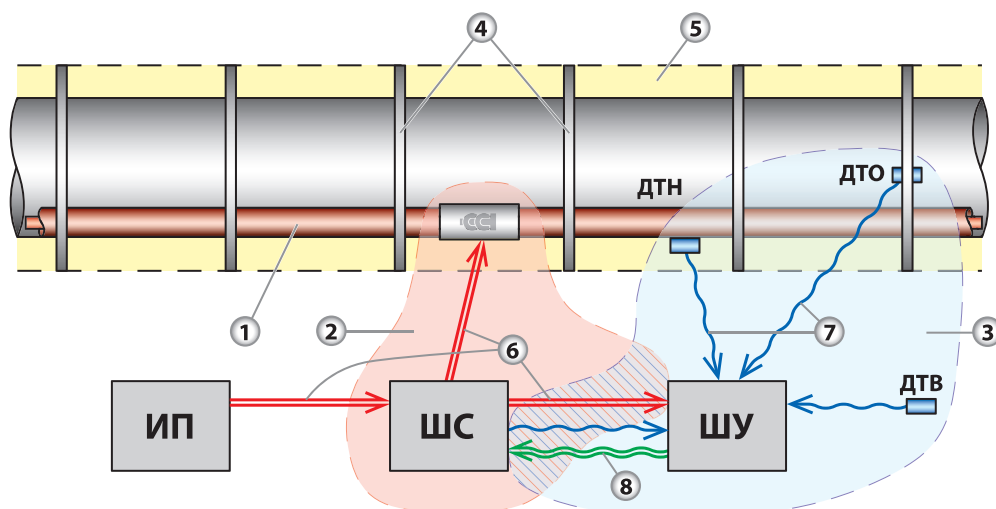


Рис. 1. Обобщенная схема системы электрообогрева:

- 1 – подсистема нагрева;
- 2 – подсистема питания;
- 3 – подсистема контроля и управления;
- 4 – подсистема крепления;
- 5 – тепловая изоляция;
- 6 – силовые кабели подсистемы питания;
- 7 – информационные кабели подсистемы контроля и управления;

- 8 – линия управляющих сигналов;
- ИП – источник питания;
- ШС – шкаф силовой;
- ШУ – шкаф управления;
- ДТН – датчик температуры нагревателя;
- ДТО – датчик температуры объекта;
- ДТВ – датчик температуры воздуха.

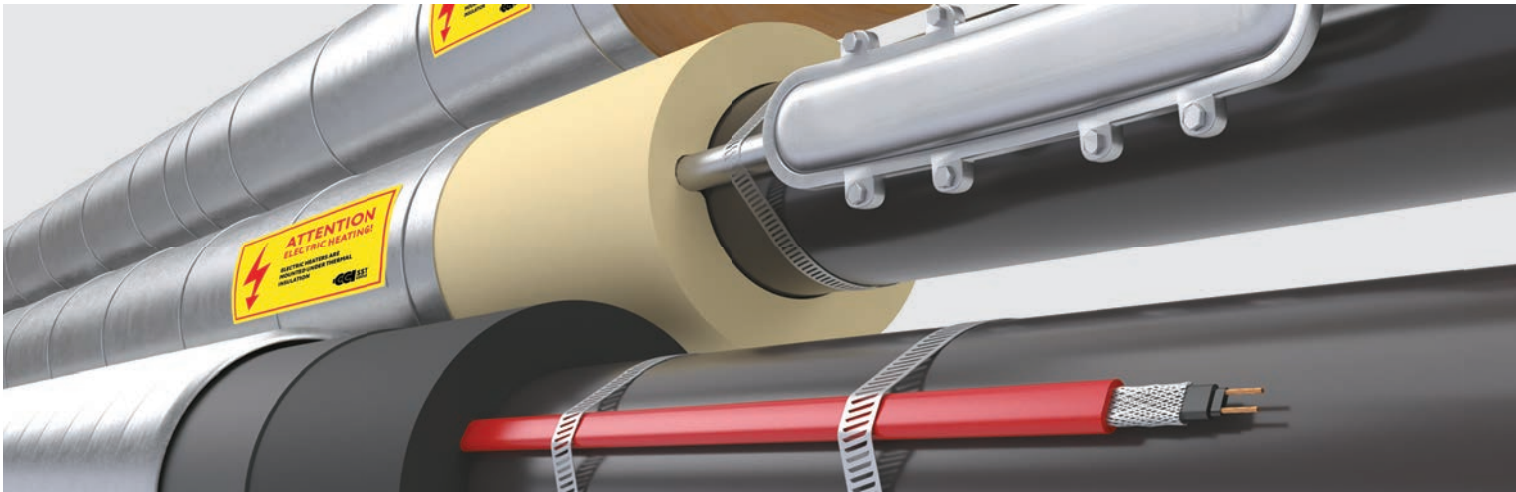


Рис. 2. Различные виды систем электрообогрева трубопроводов.

Рассмотрим типовой состав системы обогрева, схема которой представлена на рис. 1. В нее входят следующие подсистемы:

ПОДСИСТЕМА ОБОГРЕВА ВКЛЮЧАЕТ комплектные нагревательные элементы заводского изготовления или собираемые на месте монтажа. Нагревательные элементы имеют вид кабельных нагревательных секций, нагревательных матов и пластин.

ПОДСИСТЕМА ПИТАНИЯ — это комплекс устройств (кабельные силовые линии, силовые шкафы или подстанции, распределительные коробки, приборы контроля параметров системы питания, контур заземления), обеспечивающих подачу электрической энергии к нагревательным элементам и подсистеме управления. Сам источник питания в состав подсистемы не входит.

ПОДСИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ предназначена для сбора информации о характеристиках подсистем обогрева и питания и выработки управляющих сигналов, обеспечивающих устойчивую и безопасную работу системы в целом. Она включает датчики температуры объекта обогрева, окружающей среды и нагревательного элемента; электроизмерительную и терморегулирующую аппаратуру, устройства обработки и хранения получаемой информации, линии связи. Подсистема управления для выработки управляющих сигналов взаимодействует с приборами контроля параметров подсистемы питания.

ПОДСИСТЕМА КРЕПЕЖА И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ состоит из устройств и приспособлений, обеспечивающих крепление нагревательных элементов к объекту обогрева и надежную теплопередачу, размещение и крепление устройств подсистем питания и управления.

ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ является неотъемлемой частью системы обогрева, так как ее характеристики, и, прежде всего, удельная мощность обогрева, зависят от свойств тепловой изоляции. Комплексное решение, учитывающее взаимное влияние нагревательных элементов, генерирующих тепло, и тепловой изоляции, сохраняющей тепло, обеспечивает наибольшую эффективность системы обогрева.

Назначение систем электрообогрева

Системы промышленного электрообогрева, с одной стороны, обеспечивают стабильность технологических процессов, а, с другой, являются элементом обеспечения безопасности и повышения надежности работы оборудования.

Обогрев трубопроводов необходим в тех случаях, когда трубы прокладываются над землей, в земле на небольшой глубине или в вечной мерзлоте, в необогреваемых помещениях, в случаях длительной остановки движения жидкости.

Покрытие труб тепловой изоляцией, при их наружной прокладке или в холодных помещениях защищает их от замерзания только на ограниченное время. При большой длине трубопровода движущаяся жидкость, постепенно теряя накопленное тепло, может остыть до нежелательного уровня.

Системы электрообогрева позволяют решить задачу безопасного функционирования трубопровода и поддерживать температуру, при которой вязкость и свойства транспортируемой жидкости соответствуют требованиям технологического процесса. Так, при обогреве трубопроводов резервуаров, технологического оборудования поддерживаемая температура обычно лежит

в диапазоне 20–60 °С и только в редких случаях превосходит 100 °С, например при транспортировке битума или жидкой серы. Минимальная расчетная температура окружающей среды, как правило, отрицательная, характерная для региона, в котором система работает. Для территории России – это диапазон от -20 °С до -60 °С. На трубопроводах с водой независимо от условий окружающей среды требуется поддерживать положительную температуру (обычно +3...-5 °С), а в районах Крайнего Севера – до +10 °С. Такие же температуры поддерживают на газопроводах для предотвращения замерзания влаги, присутствующей в газах.

Таким образом, на многих объектах системы электрообогрева играют критически важную роль для обеспечения непрерывности технологических процессов, способствуя решению различных задач. Подбор характеристик системы осуществляется в зависимости от желаемого эффекта. Характерные величины линейной мощности систем кабельного электрообогрева, необходимой для решения конкретных задач, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики систем кабельного электрообогрева трубопроводов и резервуаров

Реализуемая задача	Достижимый эффект	Удельная мощность, Вт/м
Полная или частичная компенсация тепловых потерь с целью обеспечения стабильности технологического процесса	Система обеспечивает поддержание той температуры, с которой жидкость поступает в трубопровод или резервуар	15–80
Поддержание минимально допустимой температуры при остановке процесса	Система не допускает охлаждения ниже минимального уровня в случае длительной остановки	10–60
Разогрев трубопровода или резервуара при холодном пуске объекта	Обеспечивается разогрев до нужной температуры после длительной или аварийной остановки объекта	15–80
Разогрев движущейся в трубопроводе жидкости с целью подъема температуры	Разогрев реализуется в отдельных случаях, так как требует больших линейных мощностей или большой длины трубопровода	100–500

Линейная мощность систем обогрева трубопроводов обычно лежит в диапазоне 10–80 Вт/м. Суммарная мощность системы зависит от длины трубопровода. Удельная мощность систем обогрева резервуаров равна 10–80 Вт на 1 м² обогреваемой поверхности, а суммарная зависит от размера обогреваемой поверхности резервуара.

ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА СЛЕДУЕТ ИСХОДИТЬ ИЗ СЛЕДУЮЩИХ ПРИНЦИПОВ:

- 1 Объект обогрева должен иметь теплоизоляцию, которая снижает уровень тепловых потерь на 80–90 %.
- 2 Тепловыделение нагревательного элемента в виде нагревательной секции, мата, плоского или встроенного нагревателя должно быть достаточным для того, чтобы компенсировать максимальный остаточный уровень теплопотерь, которые будут иметь место при минимальной температуре окружающей среды в районе эксплуатации объекта.

Учесть эти и другие исходные требования обогреваемого объекта, подобрать современные и качественные компоненты для решения задачи и оперативно получить спецификацию на систему электрообогрева трубопровода или резервуаров позволяет программный комплекс TraceXPro, возможности которого представлены в следующей статье.



РАЗВЕРНУТОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМ ОБОГРЕВА ТРУБОПРОВОДОВ И РЕЗЕРВУАРОВ ПРЕДСТАВЛЕНО В КНИГЕ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОГРЕВА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ», АВТОРЫ: М. Л. СТРУПИНСКИЙ, Н. Н. ХРЕНКОВ, А. Б. КУВАЛДИН.

Купить на Warm-on



Программный комплекс TraceXPro — профессиональный расчет системы электрообогрева трубопроводов и резервуаров

Первый опыт использования новых программных комплексов показал необходимость их объединения, что и было реализовано в виде цифровой платформы Warm-on Project.

Комплекс TraceXPro предназначен для автоматизации разработки предпроектной документации на системы электрообогрева (СЭО) трубопроводов и резервуаров, что позволяет существенно упростить и ускорить их разработку. Усредненные затраты времени на обработку проекта, содержащего 50 трубопроводов, составляют от 5 до 15 минут, в зависимости от полноты исходных данных в опросном листе и уровня квалификации пользователя.

ОСНОВНЫМИ ЦЕЛЕВЫМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ ДАННОЙ СИСТЕМЫ ЯВЛЯЮТСЯ:

- проектировщики и инженеры
- технические специалисты
- сотрудники отделов продаж

ДЛЯ КАЖДОЙ ГРУППЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ КОМПЛЕКС TRACEXPRO СТАНЕТ ЭФФЕКТИВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ. СОТРУДНИКАМ ОТДЕЛА ПРОДАЖ ОН ПОЗВОЛИТ:

- рассчитать параметры и стоимость СЭО для трубопроводов любой длины и диаметра;
- рассчитать параметры и стоимость СЭО для резервуаров;
- подготовить коммерческое предложение новому заказчику;
- предоставить быстрый и аргументированный ответ действующему заказчику при изменении требований к проекту;
- оценить примерную стоимость строительно-монтажных работ;
- сократить трудозатраты.

СПЕЦИАЛИСТАМ ПРОЕКТНОГО И СЕРВИСНОГО ОФИСОВ TRACEXPRO ДАСТ ВОЗМОЖНОСТЬ:

- получить теплотехнический и электротехнический расчеты СЭО;
- подобрать оптимальные параметры системы электрообогрева на саморегулирующемся или резистивном кабеле со схемой соединения секций на всех участках обогрева;
- рассчитать количество питающих и соединительных коробок с учетом пространственного размещения элементов и конструкции объектов обогрева;
- рассчитать оптимальные параметры СЭО, исходя из возможностей заказчика по электропитанию;
- рассчитать оптимальные параметры СЭО, исходя из требований заказчика по способу управления;
- сократить трудозатраты.

ВНЕШНИЕ ПРОЕКТНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОЕКТНЫЕ ИНСТИТУТЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ TRACEXPRO СМОГУТ:

- рассчитать параметры СЭО с применением продукции ГК «ССТ» и подготовить коммерческое предложение заказчику;
- сократить трудозатраты в проектно-монтажном отделе.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММЫ:

Программа TraceXPro позволяет обрабатывать исходные требования с различными комбинациями климатических, теплофизических и конструктивных параметров предполагаемого объекта таких, как тип системы обогрева, материал теплоизоляции, особенности питания и управления и многие другие.

Объектами обогрева могут выступать трубопроводы любой длины и резервуары разнообразной конфигурации.

Комплекс позволяет рассчитывать систему электрообогрева полностью. Помимо нагревательной части (подсистемы обогрева, куда входят нагревательные кабели, тепловая изоляция, крепеж) TraceXPro закладывает в спецификацию оборудование для подсистемы питания (силовые кабели и распределительные коробки) и подсистема управления (датчики и шкафы управления).

TRACEXPRO РАБОТАЕТ ПРАКТИЧЕСКИ СО ВСЕМИ ВОЗМОЖНЫМИ ТИПАМИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА, В ТОМ ЧИСЛЕ НА ОСНОВЕ:

- саморегулирующихся кабелей;
- низкотемпературных резистивных кабелей;
- высокотемпературных резистивных кабелей;
- индукционно-резистивных кабелей.

Основные этапы работы с программой:

РАССМОТРИМ АЛГОРИТМ ДЕЙСТВИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ TRACEXPRO.

- А** Загрузка исходных данных из опросного листа формата Excel. На данном этапе осуществляется автоматическая обработка и ручная корректировка данных, в результате которой проект подготавливается для анализа и дальнейших расчетов.
- Б** Выполнение дополнительных настроек проекта. Программа обеспечивает вариативность и возможность оптимизации настроек для нестандартных проектов. Доступно более 90 настраиваемых параметров системы электрообогрева.
- В** Расчет системы электрообогрева. Программа рассчитывает конфигурацию системы электрообогрева в автоматическом режиме, включая силовую и питающую часть, а также систему управления. На этом этапе пользователь может вручную скорректировать параметры оборудования. В случае невозможности расчета или наличия ошибок в исходных данных отображаются предупреждения.
- Г** Печать комплекта документов.

ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТА В ПРОГРАММЕ ДОСТУПНА ПЕЧАТЬ КОМПЛЕКТА ДОКУМЕНТОВ НА СИСТЕМУ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА:

- таблица с теплотехническими параметрами (теплотехнический расчет);
- таблица с электротехническими и конструктивными параметрами (базовый расчет);
- технико-стоимостное предложение (спецификация элементов системы с первоначальной оценкой стоимости).

ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММЫ:

- А** Расчет оптимальных параметров, спецификации и стоимости системы электрообогрева трубопроводов.
- Б** Получение быстрого и аргументированного ответа при изменении требований к проекту.
- В** Расчет оптимальных параметров системы электрообогрева, исходя из возможностей заказчика по электропитанию.
- Г** Расчет оптимальных параметров системы электрообогрева, исходя из требований заказчика по способу управления.
- Д** Расчет количества питающих и соединительных коробок с учетом пространственного размещения элементов и конструкции объектов обогрева.
- Е** Подготовка коммерческого предложения на систему электрообогрева.



Рис. 3. Индукционно-резистивная система электрообогрева (скин-система) ИРСН-15000 на трубопроводе.

Комплекс TraceXPro допускает разнообразие температурных диапазонов, толщин теплоизоляции и других параметров системы, а также различные комбинации систем обогрева в проекте (в одном проекте могут быть системы на саморегулирующихся и резистивных кабелях), что не влияет на скорость получения результата.

На расчет одного варианта (итерации) проекта системы электрообогрева и связанной с этим вариантом спецификации уходит 3–5 минут. Под итерациями понимается вариативность технико-коммерческого предложения, представляемого заказчику – с разными методами управления, на разных типах нагревательного кабеля, с разными параметрами теплоизоляции.

Конечное значение тепловых потерь существенно зависит от окружающей температуры, поэтому в программе TraceXPro предусмотрено несколько способов задания в настройках проекта расчетной минимальной температуры окружающей среды в зависимости от типа и условий расположения объекта обогрева.

TraceXPro предусматривает возможность задания в настройках проекта такой расчетной минимальной температуры окружающей среды, которая учитывает тепловую инерцию объекта и зависимость от типа и условий его расположения. При отсутствии расчетных климатических параме-

тров в техническом задании заказчика расчетные температуры принимаются согласно СП131.13330.2020 «Строительная климатология» по ближайшей метеостанции. Это справедливо только для объектов, расположенных на территории России. Аналогичные климатические нормативные документы есть в Беларуси, в Казахстане. Если в техзадании заказчика указаны расчетные температуры, то при проведении расчета эти данные являются приоритетными.

При расчете надземных трубопроводов на открытом воздухе диаметром более 100 мм и резервуаров, в качестве минимальной расчетной температуры принимается температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92. Для надземных трубопроводов малого диаметра (до 100 мм) принимается абсолютная минимальная температура воздуха.

Для надземных трубопроводов и резервуаров, расположенных в помещении, принимается минимальная температура воздуха по данным заказчика.

При расчете подземных трубопроводов учитывается глубина прокладки. При глубине прокладки более 0,7 м в расчете теплотерь трубопроводов на поверхности грунта принимается средняя температура наиболее холодного месяца. При глубине прокладки менее 0,7 м расчет выполняется как для надземного расположения.

Для подводных трубопроводов в расчете принимается минимальная температура воды, обычно по данным заказчика.

Помимо расчета тепловых потерь и подбора кабелей и коробок для нагревательной части системы программа предоставляет возможность подобрать оборудование для системы управления.

Применение системы управления СЭО позволяет сокращать энергопотребление при работе СЭО, включая и выключая обогрев по определенному алгоритму, учитывающему температуру окружающей среды, обеспечивая поддержание на объекте требуемой температуры и исключая превышение допустимой температуры. Разумная система управления экономит электроэнергию.

При проведении тепловых и электрических расчетов программа анализирует тепловой режим рассчитываемого объекта (трубопровода или резервуара): ожидаемую максимальную температуру на стенке объекта, на оболочке нагревательного кабеля. Рассчитанные температуры сопоставляются с заданной температурой под-

держания, с минимальной и максимальной температурой окружающей среды, с максимальной температурой, которую объект может приобретать в процессе эксплуатации.

На основании данного анализа программа выдает решение по тому, какой метод управления наилучшим образом будет соответствовать вычисленному температурному режиму объекта. В том случае, когда в исходных требованиях однозначно задается определенный метод управления, он берется за основу. Если указанный в задании метод управления не будет соответствовать температурному режиму, то выдается рекомендация на изменение метода управления.



Рис. 4. Нагревательный кабель постоянной мощности и взрывозащищенная соединительная коробка РТВ.

ПОДБОР ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

В комплексе TraceXPro предусмотрено несколько методов управления, каждому из которых соответствует тот или иной тип датчика температуры. Описание методов управления и рекомендуемых типов датчиков температуры приведено в таблице.

Метод управления, обозначение	Описание метода
Защита от замерзания W (P)	В исходных требованиях задается значение температуры, ниже которого не должна опускаться температура объекта. Обычно используется метод управления по температуре окружающей среды, и программа предусматривает соответствующий датчик. При приближении температуры к заданному уровню выдается сигнал на включение обогрева с целью не допустить снижения температуры объекта ниже температуры поддержания. Данный метод часто используется для трубопроводных систем с водой, чтобы не допустить их замерзания.
Температурный ограничитель (ТО)	В исходных требованиях задается максимальная температура объекта, называемая температурной отсечки. Если температура поддержания объекта обогрева ниже заданной температурной отсечки, то применяется управление СЭО по температуре воздуха и выбирается соответствующий датчик. Если температура объекта обогрева выше заданной, то способ управления СЭО определяется автоматически, исходя из максимальной расчетной температуры объекта.
По температуре окружающего воздуха (ТОВ)	Метод управления объектом обогрева по температуре окружающего воздуха выбирается в том случае, когда максимальная расчетная температура объекта обогрева не превышает максимальную допустимую температуру продукта. Данный способ управления характерен для относительно простых низкотемпературных СЭО с температурой поддержания, как правило, плюс 5 °С. Если при этом может иметь место перегрев обогреваемого объекта, то следует применить другой способ управления СЭО, например по температуре поверхности объекта (ТП) или по температуре поверхности объекта плюс ограничитель (лимитер) (ТП+Л).
По температуре поверхности (ТП)	Метод управления объектом обогрева по температуре поверхности обогреваемого объекта применяется в том случае, когда максимальная расчетная температура обогреваемого объекта превышает максимальную допустимую температуру продукта. Программа предусматривает установку датчиков температуры на поверхности трубопроводов и резервуаров. Если в системе несколько трубопроводов, то каждый из них оснащается датчиком, а кроме того, в системе должен быть предусмотрен датчик температуры воздуха для системы управления мощностью обогрева.
По температуре поверхности + ограничитель (ТП+Л)	Метод управления объектом обогрева по температуре поверхности обогреваемого объекта с ограничителем применяется с целью повышения надежности системы. В том случае, когда максимальная расчетная температура обогреваемого объекта за счет СЭО превышает максимальную допустимую температуру продукта, что может иметь место при отказе основного регулятора, или для совместного контроля температуры обогреваемого объекта и температуры нагревательного кабеля, устанавливается два датчика на каждый объект. В системе также должен быть предусмотрен датчик температуры воздуха для системы управления мощностью обогрева.

ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОМИМО ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ ПРИБОРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ОБОГРЕВА. МОГУТ ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ СЛЕДУЮЩИЕ ВИДЫ СИСТЕМ:

- без оборудования;
- управление с помощью термостатов;
- управление с помощью регуляторов температуры;
- управление с помощью ПЛК;
- управление с помощью приборов ConTrace.

Для систем «БЕЗ ОБОРУДОВАНИЯ» предполагается расчет спецификации только оборудования нагревательной части, то есть нагревательные кабели, соединительные коробки, аксессуары для изготовления нагревательных секций, аксессуары для крепления нагревательных кабелей и соединительных коробок, метиз. В зависимости от настроек возможен расчет количества силовых и контрольных кабелей, распределительных коробок.

Для систем «УПРАВЛЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ТЕРМОСТАТОВ» помимо выше перечисленного оборудования рассчитывается необходимое количество термостатов и крепежные изделия для них. В зависимости от настроек, выбранных пользователем, рассчитываются электронные или капиллярные термостаты, а также подключение нагревательных секций через соединительные коробки или напрямую к термостатам. Настройки системы позволяют предусмотреть и учесть в спецификации щиты силового электропитания и кабели распределительной сети.

Для систем «УПРАВЛЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ РЕГУЛЯТОРОВ ТЕМПЕРАТУРЫ» программный комплекс TraceXPro, как и в предыдущих вариантах систем, рассчитывает оборудование и аксессуары для подсистемы обогрева, выполняет расчет необходимого количества щитов управления, оснащенных регуляторами температуры типа РТМ-2000, количество датчиков температуры TST01, соединительных коробок для их подключения, либо определяет необходимое количество термопреобразователей сопротивления с выходным сигналом 4...20 мА. Термопреобразователи используются в тех случаях, когда расстояние от датчика до терморегулятора (и, соответственно, длина контрольного кабеля) превышает 100 м, а также в случае размещения оборудования во взрывоопасной зоне. Тип термопреобразователей зависит от температурных режимов обогреваемого объекта. Щиты силового электропитания и кабели распределительной сети также учитываются и вносятся в спецификацию.

Для систем «УПРАВЛЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ПЛК» выполняется расчет необходимого количества щитов управления, оснащенных программируемыми логическими контролерами(ом), позволяющими практически без вмешательства человека управлять работой СЭО. Щиты с ПЛК оснащаются жидкокристаллической (ЖК) панелью. В системах управления технологическими объектами логические команды, как правило, преобладают над арифметическими операциями над числами с плавающей точкой, что позволяет при сравнительной простоте, получить мощные системы, действующие в режиме реального времени. Оборудование подсистемы обогрева, датчики и распределительная сеть также определяется.

В системах «УПРАВЛЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ CONTRACE» основным преимуществом является использование оборудования системы ConTrace. Система ConTrace – это первая специализированная многоуровневая интегрированная система управления электрообогревом отечественного производства. Разработана специально с учетом специфики отрасли промышленного электрообогрева, с целью обеспечения стабильности и предсказуемости деятельности промышленных предприятий. Представляет собой комплекс устройств для анализа, контроля и управления системой электрообогрева. Система управления ConTrace – это симбиоз концепций централизованного и децентрализованного типов. Модули контроля и управления ConTrace MS являются полноценными самодостаточными одноканальными терморегуляторами с универсальным искробезопасным измерительным входом и широким набором аналитических инструментов по сбору данных о состоянии конкретной линии обогрева.

При объединении модулей MS в сеть получается многоканальная система с полным функционалом удаленного мониторинга и управления. При этом управление осуществляется модулями MS, а не общим центральным контроллером (ПЛК). При выходе из строя ПЛК, обрыве связи или неисправности других модулей системы, модули MS гарантируют автономную работу каждой отдельной линии обогрева.

Итоговая спецификация СЭО сопоставима с проектной, так как в программе TraceXPro реализован модуль полуавтоматического расчета и расстановки коробок. Инженер выполняет группировку линий без детальной проработки чертежей, но в итоге получает спецификацию, позволяющую оценить расходы на будущий проект.

ДАЛЕЕ В НОМЕРЕ – НЕСКОЛЬКО ПРИМЕРОВ РАСЧЕТОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА TRACEXPRO.



Рис. 5. Модули системы управления электрообогревом ConTrace.

Примеры использования комплекса TraceXPro для предпроектных расчетов

При работе с программой TraceXPro пользователю требуется не более часа на разбор технического задания и исходных данных, около 30 минут на составление загрузочного файла (linelist) в том случае, если он не получен от заказчика. На следующем этапе 3–5 минут уходит на расчет

одной итерации спецификации системы электрообогрева. Под итерациями понимается инвариантность технико-коммерческого предложения, представляемого заказчику, с разными методами управления, на разных типах нагревательного кабеля, с разными параметрами теплоизоляции.

Пример 1. Расчет параметров системы электрообогрева трубопровода с водой, проложенного над землей, саморегулирующимися кабелями

ЗАДАНИЕ НА РАСЧЕТ:

- Схема трубопроводов, по которым перекачивается жидкость (технологическая вода с нефтью), показана на рис. 1.
- Трубопроводы соединяют технологическую емкость 10А с резервуарами Е1 и Е2. Трубопроводы нуждаются в обогреве, так как температура окружающего воздуха для самой холодной пятидневки равна минус 40 °С и может понижаться до минус 52 °С.
- Исходные данные по трубопроводам приведены в табл. 1.

ПАРАМЕТРЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ:

- материал теплоизоляции – вспененный каучук InWarm Flex BT;
- значение коэффициента теплопроводности – 0,036 Вт/(м·К).

Обогреваемые трубопроводы стальные, коэффициент теплопроводности – 56 Вт/(м·К).

ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РАСЧЕТЕ:

Т самой холодной пятидневки	-40 °С
Т абсолютная минимальная	-52 °С
Тмакс окружающей среды	+30 °С
Тпуск системы обогрева	-20 °С
Т требуемая	+5 °С
Тмакс технологическая	+20 °С
Т пропарки	нет

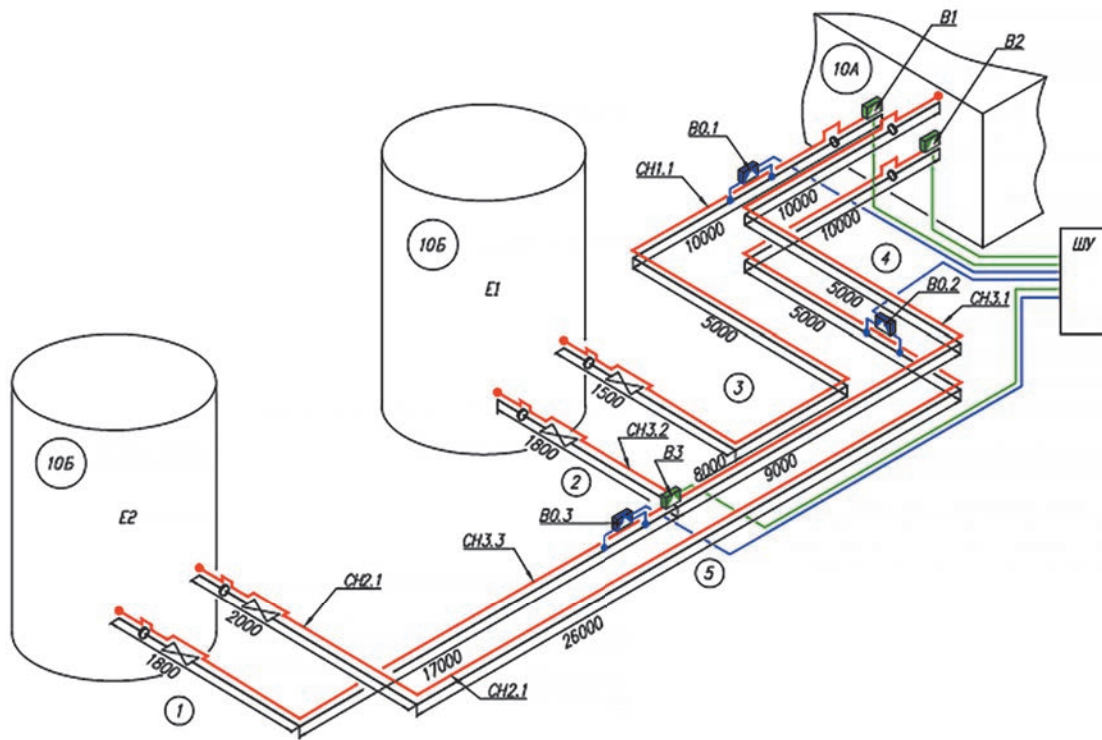


Рис. 1. Система обогрева трубопроводов кабельными нагревательными секциями.

Красные линии – кабельные нагревательные секции CH1.1, CH2.1, CH3.1, CH3.2, CH3.3;

Зеленые линии – линии питания нагревательных секций;

B1, B2, B3 – питающие силовые коробки;

Синие линии – линии связи датчиков температуры с шкафом управления (ШУ);

B01, B02, B03 – коробки подключения датчиков температуры.

Таблица 1. Исходные данные по трубопроводам (пример 1)

Трубопровод	Диаметр, мм	Длина, м	Толщина теплоизоляции, мм	Вентили, шт.	Фланцы, шт.	Опоры, шт.
V1	89	18,8	30	1	1	5
V2	89	1,8	30	1	1	1
V3	108	24,5	30	1	2	7
V4	89	24	30	1	1	6
V5	108	43	50	1	2	9

На основании вышеуказанных исходных данных в программном комплексе TraceXPro выполняется расчет теплотерь обогреваемых трубопроводов при поддержании требуемой температуры плюс 5 °С и характеристики системы электрического обогрева, реализуемой на основе саморегулирующихся нагревательных кабелей.

Расчетная мощность обогрева определяется с учетом заданного коэффициента запаса. Длина секции зависит как от длины обогреваемого трубопровода, так и от количества установленных на нем фитингов. Дополнительная длина, требуемая для обогрева каждого фитинга, определяется в зависимости от диаметра трубопровода и типа арматуры: вентиль (задвижка), фланец, опора. Таблица дополнительных длин содержится в базе данных TraceXPro.

Полная длина нагревательной секции для конкретного трубопровода определялась из соотношения:

$$L_{сн} = (L_{тр} \cdot 1,03 + N_{фл} \cdot L_{фл} + N_з \cdot L_з + N_н \cdot L_н + N_ф \cdot L_ф + N_{оп} \cdot L_{оп}) \cdot M + L_{разд} + N_{сн} \cdot L_{сн} + L_{доп}$$

где: $L_{сн}$ — длина нагревательной секции;

коэффициент 1,03 — строительный запас, учитывающий неточность измерения длины трубы и секции;

$L_{тр}$ — длина трубопровода (сумма длин вертикальных и горизонтальных участков с учетом длин отводов и пр.);

$L_{фл}, L_з, L_н, L_ф, L_{оп}$ — добавочные длины нагревательного кабеля на фланцы, задвижки, насосы, фильтры и опоры;

$N_{фл}, N_з, N_н, N_ф, N_{оп}$ — количество фланцев, задвижек (вентилей), насосов, фильтров и опор;

M — коэффициент расхода нагревательного кабеля на один погонный метр трубы, учитывающий спиральность укладки;

$L_{разд}$ — запас на разделку и ввод под теплоизоляцию (0,5–1 м);

$L_{сн}$ — длина кабеля на спускники и воздушники;

$N_{сн}$ — количество спускников и воздушников;

$L_{доп}$ — дополнительная длина (прочий запас при необходимости).

Результаты расчета длин нагревательных кабелей и линейных тепловых потерь приводятся в табл. 2. Длина кабеля рассчитывается по приведенной формуле с учетом строительного запаса и дополнительного расхода кабеля на обогрев фитингов. Расчетная линейная мощность потерь умножается на коэффициент запаса и полученное значение мощности используется для дальнейших расчетов.

Полученные значения мощности потерь программа сопоставляет с линейными мощностями нагревательных кабелей при температуре поддержания. Программа TraceXPro содержит обширную библиотеку саморегулирующихся и резистивных нагревательных кабелей. Марка нагревательного кабеля выбирается программой с тем расчетом, чтобы при температуре поддержания мощность его тепловыделения была равна или больше расчетной мощности теплотерь трубопровода.

Таблица 2. Расчет длин нагревательных кабелей и линейной мощности обогрева

Трубопровод	Длина,	Расход кабеля на фитинги, м			Длина	Мощн.
	м	Вентили	Фланцы	Опоры	кабеля	потерь
					м	Вт/м
B1	18,8	1,1	0,5	3,5	24,46	27,17
B2	1,8	1,1	0,5	0,7	4,15	27,17
B3	24,5	1,4	1,2	5,6	33,93	24,55
B4	24	1,1	0,5	4,2	31,02	27,17
B5	43	1,4	1,2	7,2	54,59	16,79

При выборе типа нагревательного кабеля учитывается температура поддержания, а также то, что возможно воздействие нефти на нагревательный кабель. В данном случае программа предлагает решение на основе обычных саморегулирующихся нагревательных кабелей марки НТР, но с оболочкой из фторполимеров.

Если исходить из заданных значений толщины тепловой изоляции и размеров труб, то мы получаем (табл. 3), что мощность обогрева труб диа-

метром 89 мм (B1, B2, B4) превосходит мощность обогрева труб диаметром 108 мм (B3, B5). Это связано с тем, что для труб диаметром менее 100 мм, расчет должен выполняться с учетом абсолютной минимальной температуры для данного региона. Для более крупных труб, с учетом их тепловой инерционности, в расчете мощности тепловых потерь используется значение температуры самой холодной пятидневки.

В табл. 3. показаны результаты подбора кабеля при его линейной укладке, расчета рабочей мощности системы и стартового тока при температуре включения -20°C .

Таблица 3. Подбор нагревательных кабелей и мощность обогрева при линейной укладке

Трубопровод	Мощн. потерь	Длина кабеля	Марка кабеля	Коэф. запаса мощности	Уд. мощн. кабеля	Рабочие мощ-ность/ток	Стартовый ток, -20°C
	Вт/м	м			Вт/м	Вт/А	А
B1	27,17	24,46	33НТР2-ВР	1,12	35,05	857/3,9	7,876
B2	27,17	4,15	33НТР2-ВР	1,12	35,05	145/0,7	1,336
B3	24,55	33,43	25НТР2-ВР	1,10	27,04	904/4,1	8,658
B4	27,17	30,52	33НТР2-ВР	1,12	35,05	1070/4,9	9,827
B5	16,79	54,09	25НТР2-ВР	1,10	27,04	1463/6,7	14,009

Из табл. 3 видно, что мощность, выделяемая кабелем при температуре поддержания, превышает расчетную мощность потерь. Большое достоинство программы TraceXPro состоит в том, что она позволяет рассмотреть несколько вариантов реализации системы обогрева. Один из возможных вариантов – это использовать спиральную укладку кабеля. Хотя при этом расход кабеля увеличивается, но имеется возможность снизить рабочую мощность системы. Вариант системы обогрева со спиральной укладкой кабеля показан в табл. 4

Таблица 4. Подбор нагревательных кабелей и мощность обогрева при спиральной укладке

Трубо-провод	Мощн. потерь	Коэф. М	Длина кабеля	Марка	Уд. мощн. кабеля	Рабочие мощность/ток	Стартовый ток, -20°C	Сниж. мощн.
	Вт/м	м/м	м		Вт/м	Вт/А	А	
B1	27,17	1,1	26,91	25НТП2-ВР	29,74	800/3,6	6,97	0,93
B2	27,17	1,1	4,57	25НТП2-ВР	29,74	136/0,6	1,184	0,94
B3	24,55	1,0	33,43	25НТП2-ВР	27,04	904/4,1	8,658	1,0
B4	27,17	1,1	33,57	25НТП2-ВР	29,74	998/4,5	8,695	0,93
B5	16,79	1,1	59,50	15НТП2-ВР	17,92	1066/4,8	10,769	0,73

Данный пример наглядно показывает возможность снижения рабочей мощности системы при разумном использовании спиральной укладки. В данном примере суммарная рабочая мощность системы снизилась на 12%.

Из таблиц 3 и 4 видно, что пусковой ток при -20 °С существенно превосходит рабочий ток при поддерживаемой температуре. Это характерная особенность саморегулирующихся кабелей. Для снижения значений пусковых токов саморегулирующихся кабелей и одновременного уменьшения номиналов автоматических выключателей и сечений питающих силовых кабелей программа дает возможность предусмотреть использо-

вание устройства плавного пуска, например, УПСК-30 или более современного устройства снижения пусковых токов ConTrace SSH (см. рисунок 5 на стр. 21).

Программный комплекс TraceXPro помимо тех расчетов, результаты которых приведены выше, позволяет подготовить спецификацию элементов, входящих в систему обогрева. Примеры спецификаций для систем обогрева с линейной и спиральной укладкой нагревательных кабелей, показанных в табл. 3 и 4, приводятся в табл. 5 и 6.

Таблица 5. Расчетная итоговая спецификация оборудования СЭО трубопроводов для варианта линейной укладки нагревательного кабеля с учетом арматуры трубопроводов и управлением по температуре трубопровода

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Подсистема обогрева		
1.1	Саморегулирующийся нагревательный кабель 25НТР2-ВР	м	89
1.2	Саморегулирующийся нагревательный кабель 33НТР2-ВР	м	61
2	Подсистема питания		
2.1	Питающий кабель 5х1,5	м	45
2.2	Коробка соединительная РТВ 401-1Б/0	шт.	5
2.3	Коробка соединительная РТВ 404-1П/0	шт.	5
3	Подсистема управления		
3.1	Шкаф управления тип А1.LC.05 / ЕТ1 / ОВЕН	шт.	1
3.2	Контрольный кабель 4х1,5	м	250
3.3	Датчик температуры ТСТ01-0,3-П (-55 °С до +60 °С)	шт.	2
3.4	Термопреобразователь сопротивления 90.2820/20-999-26/399,226,331,679.1210	шт.	5
3.5	Регулятор температуры электронный РТМ-2000	шт.	2
4	Подсистема крепления		
4.1	Устройство ввода под теплоизоляцию УВК.0200	шт.	5
4.2	Стяжка 150х3 (черная)	шт.	17
4.3	Грунтовка	кг	1
4.4	Этикетка «Внимание электрообогрев»	шт.	45
4.5	Шайба 6.016 ГОСТ 6958-78	шт.	30
4.6	Шайба 6 65Г 016 ГОСТ 6402-70	шт.	15
4.7	Хомут PFS/3	шт.	4
4.8	Трубка термоусаживаемая PBF 9,5/4,8 мм (3/8")	м	1
4.9	Бирка маркировочная У 134 (квадратная большая)	шт.	5
4.10	Провод ПуГВ 6 ж/з	м	13
4.11	Наконечник медный ТМЛ 6-6-4	шт.	20
4.12	Лента крепежная FT/НТМ	шт.	12
4.13	Герметик силиконовый Пентэласт 1101 (прозрачный) 310 мл	шт.	2
4.14	Гайка М6.016 ГОСТ 5915-70	шт.	25
4.15	Болт М6х30.016 ГОСТ 7798-70	шт.	10
4.16	Бирка маркировочная У 136 (треугольная)	шт.	12

Итоговая спецификация нагревательной части СЭО сопоставима с проектной, т. к. в программе TraceXPro реализован модуль полуавтоматического расчета и расстановки коробок. Инженер выполняет группировку линий без детальной проработки чертежей, но в любом случае получаемая спецификация значительно точнее той, что выдавала TerpmagPro и близка к проектной.



Рис. 2. Программный комплекс TraceXPro позволит в разы сократить время на расчеты систем электрообогрева.

Таблица 6. Расчетная итоговая спецификация оборудования СЭО трубопроводов для варианта спиральной укладки нагревательного кабеля с учетом арматуры трубопроводов и управлением по температуре трубопровода

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Подсистема обогрева		
1.1	Саморегулирующийся нагревательный кабель 15НТР2-ВР	м	60
1.2	Саморегулирующийся нагревательный кабель 25НТР2-ВР	м	100
2	Подсистема питания		
2.1	Питающий кабель 5х1,5	м	45
2.2	Коробка соединительная РТВ 401-1Б/0	шт.	5
2.3	Коробка соединительная РТВ 404-1П/0	шт.	5
3	Подсистема управления		
3.1	Шкаф управления тип А1.LC.05 / ЕТ1 / ОВЕН	шт.	1
3.2	Контрольный кабель 4х1,5	м	250
3.3	Датчик температуры ТСТ01-0,3-П (-55 до +60)	шт.	2
3.4	Термопреобразователь сопротивления 90.2820/20-999-6/399,226,331,679.1210	шт.	5
3.5	Регулятор температуры электронный РТМ-2000	шт.	2
4	Подсистема крепления		
4.1	Комплект ТКР	шт.	5
4.2	Комплект для соединения СР-6	шт.	2
4.3	Провод ПуГВ 6 ж/з	м	13
4.4	Грунтовка	кг	1
4.5	Этикетка «Внимание электрообогрев»	шт.	45
4.6	Шайба 6.016 ГОСТ 6958-78	шт.	30
4.7	Шайба 6 65Г 016 ГОСТ 6402-70	шт.	15
4.8	Хомут PFS/3	шт.	2
4.9	Трубка термоусаживаемая PBF 9,5/4,8мм (3/8")	м	1
4.10	Стяжка 150х3 (черная)	шт.	10
4.11	Бирка маркировочная У 134 (квадратная большая)	шт.	5
4.12	Наконечник медный ТМЛ 6-6-4	шт.	20
4.13	Лента крепежная FT/НТМ	шт.	12
4.14	Герметик силиконовый Пентэласт 1101 (прозрачный) 310 мл	шт.	2
4.15	Гайка М6.016 ГОСТ 5915-70	шт.	25
4.16	Болт М6х30.016 ГОСТ 7798-70	шт.	10
4.17	Бирка маркировочная У 153 (квадратная маленькая)	шт.	5

Пример 2.**Расчет параметров системы электрообогрева трубопровода, заполненного битумом, саморегулирующимися кабелями****Задание на расчет:**

На рис. 3 представлена схема трубопроводов, по которым перекачивается жидкий битум. Трубопроводы нуждаются в обогреве даже при положительных температурах, чтобы поддерживать вязкость битума на требуемом уровне. Значение тепловых потерь следует определять с учетом того, что температура окружающего воздуха может понижаться до минус 45 °С.

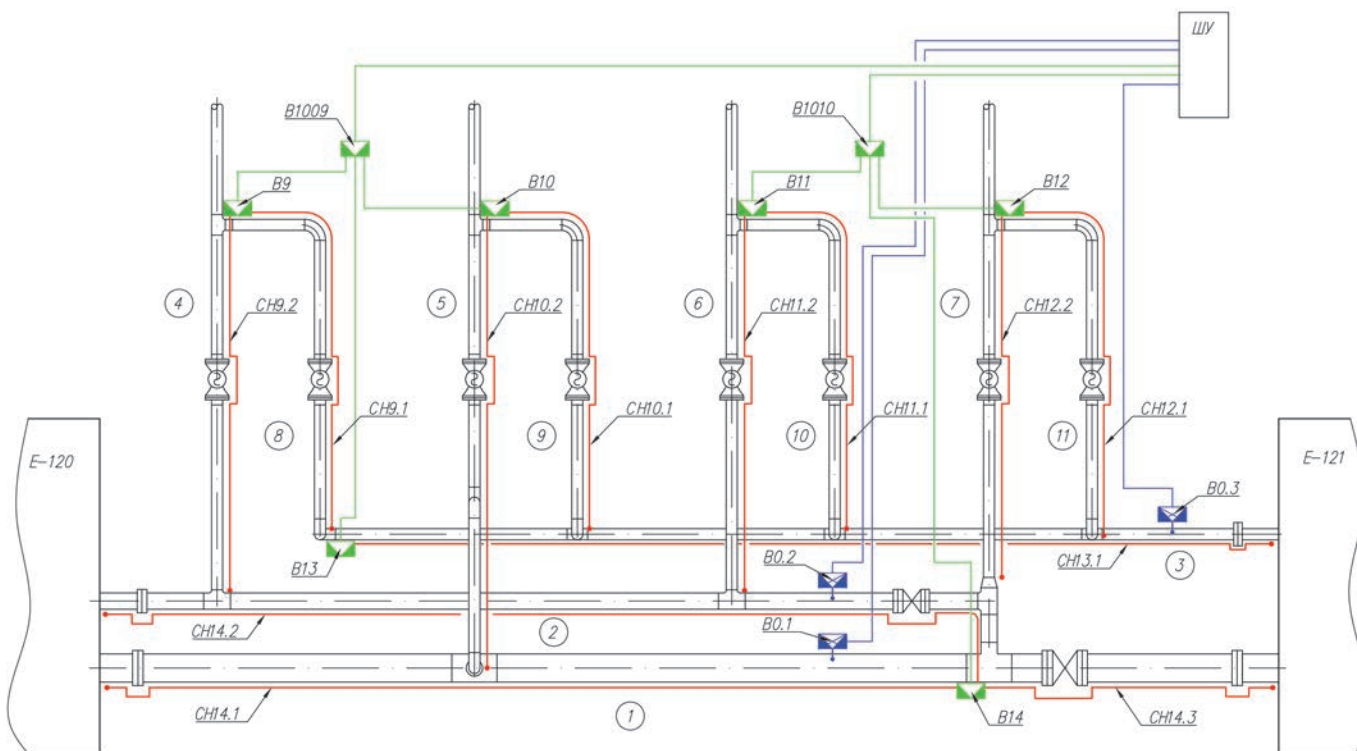


Рис. 3. Схема трубопроводов для перекачки битума.

Красные линии – кабельные нагревательные секции CH9.1–CH14.3;

Зеленые линии – линии питания нагревательных секций;

B9–B14 – силовые коробки подачи питания на нагревательные секции;

B1009, B1010 – силовые распределительные коробки;

Синие линии – линии связи датчиков температуры с шкафом управления (ШУ);

B01, B02, B03 – коробки подключения датчиков температуры.

Характеристики трубопроводной системы приведены в табл. 7. Для всех трубопроводов: материал тепловой изоляции – минеральная вата и требуемая температура $T_{\text{реб}} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Значения температур, используемые в расчете:

Т самой холодной пятидневки	-45 °С
Т абсолютная минимальная	-52 °С
Тмакс окружающей среды	+30 °С
Тпуск системы обогрева	-20 °С
Т требуемая	+60 °С
Тмакс технологическая	+130 °С
Т пропарки	+150 °С

Таблица 7. Исходные данные по трубопроводам (пример 2)

Трубопровод №	Диаметр, мм	Длина, м	Толщина теплоизоляции, мм	Вентили, шт.	Фланцы, шт.	Опоры, шт.
1	273	20	80	1	2	4
2	159	16	50	1	1	3
3	108	15	50	0	1	3
4	108	4	50	1	0	1
5	108	5,4	50	1	0	1
6	108	4	50	1	0	1
7	108	4	50	1	0	1
8, 9, 10, 11	108	5	50	1	0	1

Значения коэффициента теплопроводности:

- материал трубопроводов (сталь) – 56 Вт/(м·К);
- материал теплоизоляции (минеральная вата) – 0,04 Вт/(м·К).

Расчет:

На основании исходных данных определяем значения тепловых потерь (табл. 8) с учетом коэффициента запаса, равного в данном случае 1,1, и длины нагревательных кабелей. При расчете длин программа TraceXPro учитывает количество фланцев, вентиля и опор на каждом трубопроводе.

Таблица 8. Расчет длин нагревательных кабелей и линейной мощности потерь (пример 2)

Трубо-провод	Длина,	Расход кабеля на фитинги, м			Коэф. запаса мощности	Коэф. спиральности	Длина кабеля	Мощн. потерь
	м	Вентили	Фланцы	Опоры				
1	20	3,4	2,0	3,2	1,1	1,3	37,96	62,10
2	16	2,1	0,6	2,4	1,1	1,2	25,90	58,26
3	15	0	0,6	2,4	1,1	1,3	23,99	43,44
4	4	1,4	0	0,8	1,1	1,3	8,22	43,44
5	5,4	1,4	0	0,8	1,1	1,3	10,09	43,44
6	4	1,4	0	0,8	1,1	1,3	8,22	43,44
7	4	1,4	0	0,8	1,1	1,3	8,22	43,44
8	5	1,4	0	0,8	1,1	1,3	9,56	43,44
9	5	1,4	0	0,8	1,1	1,3	9,56	43,44
10	5	1,4	0	0,8	1,1	1,3	9,56	43,44
11	5	1,4	0	0,8	1,1	1,3	9,56	43,44

Далее программа выбирает марку нагревательного кабеля с тем расчетом, чтобы его мощность при температуре поддержания была равна или больше расчетной мощности потерь (табл. 9). В данном примере программа предусмотрела на трубопроводах спиральную укладку кабеля с одинаковым коэффициентом спиральности, равным 1,3 для всех труб, кроме 2-ой, для которой коэффициент $M = 1,2$.

При выборе типа нагревательного кабеля учитывается температура поддержания, температура пропарки, а также возможность воздействия агрессивной среды (битума) на нагревательный кабель. С учетом ограничений, предусмотренных в проекте, программа TraceXPro предлагает

вариант, при котором обогрев будет реализован посредством среднетемпературных саморегулирующихся нагревательных кабелей с матрицей и оболочкой из фторполимеров. Применение подобных кабелей диктуется требованием компенсации достаточно больших тепловых потерь и необходимостью выдерживать воздействие пропарки с температурой 150 °С.

Результаты расчетов, представленные в табл. 9, получены с использованием расчетной программы TraceXPro. Программа выбирает из базы данных по нагревательным кабелям конкретную марку, соответствующую условиям задачи.

Таблица 9. Подбор нагревательных кабелей и мощность обогрева (пример 2)

Трубопровод	Мощн. потеря	Длина кабеля	Марка кабеля	Уд. мощн. кабеля	Лин. мощн. обогрева	Рабочие мощность/ток	Стартовый ток, -20°C
	Вт/м	м		Вт/м	Вт/м	кВт/А	А
1	62,10	37,96	60ВТХ2-ВТ	50,36	65,48	2,486/11,3	16,968
2	58,26	25,90	60ВТХ2-ВТ	50,36	60,44	1,565/7,10	11,577
3	43,44	23,99	45ВТХ2-ВТ	35,79	46,53	1,116/5,10	8,444
4	43,44	8,22	45ВТХ2-ВТ	35,79	46,53	0,383/1,73	2,893
5	43,44	10,09	45ВТХ2-ВТ	35,79	46,53	0,470/2,14	3,552
6	43,44	8,22	45ВТХ2-ВТ	35,79	46,53	0,383/1,73	2,893
7	43,44	8,22	45ВТХ2-ВТ	35,79	46,53	0,383/1,73	2,893
8	43,44	9,56	45ВТХ2-ВТ	35,79	46,53	0,445/2,05	3,365
9	43,44	9,56	45ВТХ2-ВТ	35,79	46,53	0,445/2,05	3,365
10	43,44	9,56	45ВТХ2-ВТ	35,79	46,53	0,445/2,05	3,365
11	43,44	9,56	45ВТХ2-ВТ	35,79	46,53	0,445/2,05	3,365

Длина каждой секции зависит от длины обогреваемой трубы, от коэффициента запаса, а также от количества установленных на трубе фитингов. Дополнительные длины, требуемые для обогрева фитингов, показаны в табл. 8. Полная длина секций показана в табл. 8 и 9.

Полная длина секции не может превышать максимально допустимую длину, установленную для конкретной марки при заданной минимальной температуре включения секции. Максимально допустимые длины выбранных кабелей при температуре -20 °С следующие: 60ВТХ2-ВТ – 67 м; 45ВТХ2-ВТ – 82 м.

Имея данные по системе обогрева, обеспечивающей компенсацию тепловых потерь, с помощью программы TraceXPro можно рассчитать время разогрева трубопровода, заполненного жидкостью или пустого, от заданной стартовой температуры до температуры поддержания. В случае отключения системы обогрева трубопровод и содержащаяся в нем жидкость начнут остывать.

Программа TraceXPro позволяет рассчитать время остывания от начальной температуры до заданной конечной.

Для трубопровода № 1 диаметром 273 мм выполнены расчеты времени разогрева и остывания. Если принять, что стартовая температура равна 30 °С, то для разогрева до температуры 60 ° при температуре окружающей среды -45 °С понадобится 104 часа. Остывание того же трубопровода, при отключенном обогреве, с 60 °С до 30 °С при температуре воздуха -45 °С произойдет за 18,4 часа.

Программный комплекс TraceXPro помимо тех расчетов, результаты которых приведены выше, позволяет подготовить спецификацию элементов, входящих в систему обогрева. Пример спецификаций для системы обогрева по примеру 2 приводятся в табл. 10.

Таблица 10. Расчетная итоговая спецификация оборудования СЭО трубопроводов (пример 2) с учетом арматуры трубопроводов и управлением по температуре трубопровода.

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Подсистема обогрева		
1.1	Саморегулирующийся нагревательный кабель 45ВТХ2-ВР	м	101,50
1.2	Саморегулирующийся нагревательный кабель 60ВТХ2-ВР	м	64,90
2	Подсистема питания		
2.1	Коробка соединительная РТВ 1006-1Б/2Б	шт.	1,00
2.2	Коробка соединительная РТВ 401-1Б/0	шт.	11,00
2.3	Коробка соединительная РТВ 404-1Б/1П	шт.	11,00
2.4	Коробка соединительная РТВ 604(П)-1Б/6Б	шт.	2,00
2.5	Питающий кабель 5x16	м	30,00
2.6	Питающий кабель 5x2,5	м	45,00
2.7	Питающий кабель 5x6	м	55,00
3	Подсистема управления		
3.1	Шкаф управления тип А1.LC.06 / ЕТ1 / ОВЕН	шт.	1,00
3.2	Контрольный кабель 24x1,5	м	60,00
3.3	Контрольный кабель 4x1,5	м	55,00
3.4	Термопреобразователь сопротивления ДТС224-РТ100.В3.43/2.Ехi-Т3	шт.	11,00
4	Подсистема крепления		
4.1	Z-профиль К-241 УТ1,5 ТУ 36-1434-82	шт.	1,00
4.2	Бирка маркировочная У 134 (квадратная большая)	шт.	12,00
4.3	Бирка маркировочная У 136 (треугольная)	шт.	41,00
4.4	Бирка маркировочная У 153 (квадратная маленькая)	шт.	11,00
4.5	Болт М6x30.016 ГОСТ 7798-70	шт.	26,00
4.6	Гайка М6.016 ГОСТ 5915-70	шт.	66,00
4.7	Герметик силиконовый Пентэласт 1101(прозрачный) 310 мл	шт.	3,00
4.8	Грунтовка	кг	1,00
4.9	Комплект ТКВ	шт.	11,00
4.10	Комплект для соединения СР-7	шт.	2,00
4.11	Кронштейн ПЛ.РТВ0606-10	шт.	11,00
4.12	Лента крепежная FT/НТМ	шт.	16,00
4.13	Наконечник медный ТМЛ 6-6-4	шт.	52,00

Таблица 10. Продолжение

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
4.14	Провод ПуГВ 6 ж/з	м	32,50
4.15	Стяжка 150x3 (черная)	шт.	64,00
4.16	Труба гофрированная ППЛ тяж. с прот.-20мм (11520)	м	11,00
4.17	Трубка термоусаживаемая PAS 38,0/19,0	м	1,10
4.18	Трубка термоусаживаемая PBF 9,5/4,8мм (3/8")	м	2,00
4.19	Устройство для ввода кабеля под теплоизоляцию LEK/U	шт.	11,00
4.20	Хомут PFS/3	шт.	10,00
4.21	Шайба 6 65Г 016 ГОСТ 6402-70	шт.	40,00
4.22	Шайба 6.016 ГОСТ 6958-78	шт.	80,00
4.23	Этикетка «Внимание электрообогрев»	шт.	26,00

В приведенном варианте спецификации показаны все необходимые элементы системы и их количество. В программе также имеется база данных по ценам на все элементы системы, поэтому кроме количества составляющих элементов расчетчик получает информацию о стоимости системы.

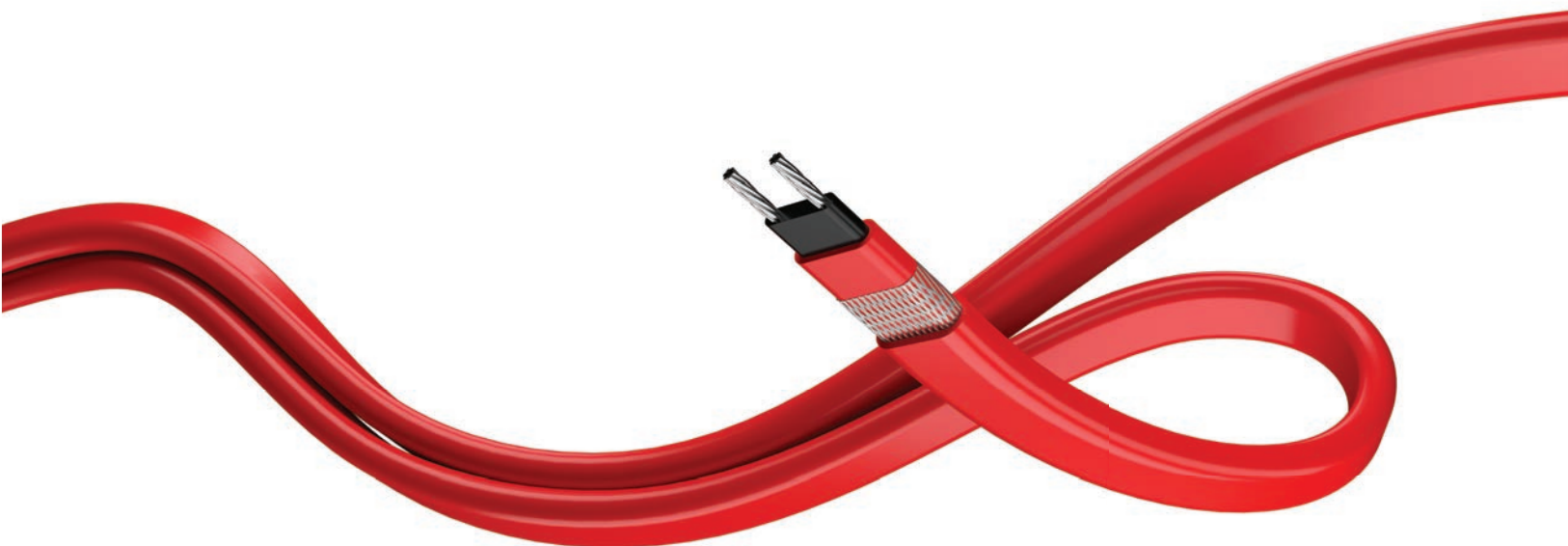


Рис. 4. Среднетемпературный саморегулирующийся кабель ВТС с теплостойкостью 200 °С и мощностью от 8 до 60 Вт/м.

Пример 3.**Расчет параметров системы электрообогрева трубопровода, заполненного битумом, резистивными кабелями СНФ**

Данный пример интересен тем, что в нем показана возможность использования для обогрева длинных трубопроводов, подобных тем, что рассмотрены в примере 2 (рис. 3), среднетемпературных резистивных кабелей марки СНФ. Хотя диаметр труб и толщина теплоизоляции такие же как в примере 2, но значительно большая длина труб делает применение саморегулирующихся кабелей неэффективным из-за необходимости построения разветвленной сети питания. Применение резистивных кабелей позволяет построить схему питания каждого из рассмотренных трубопроводов только из одной (головной) точки.

Кабели данной марки одножильные. Отдельные представители отличаются конструкцией нагре-

вательной жилы; всего более 30 маркоразмеров, т. е. представлены широкой номенклатурой, что позволяет решать задачи обогрева трубопроводов самой разной длины. Материал изоляции и оболочки кабелей СНФ выполнен из фторполимеров и может выдерживать длительное воздействие температуры до 260 °С.

Подключение резистивных кабелей к питанию из одной точки выполняется либо в виде петли, либо звездой. Как было показано ранее по трубопроводам перекачивается жидкий битум, и они нуждаются в обогреве даже при положительных температурах, чтобы поддерживать вязкость битума на требуемом уровне. Характеристики трубопроводной системы приведены в табл. 11.

Таблица 11. Исходные данные по трубопроводам (пример 3)

Трубопровод №	Диаметр, мм	Длина, м	Толщина теплоизоляции, мм	Задвижки, шт.	Фланцы, шт.	Опоры, шт.
1	273	200	80	1	2	28
2	159	160	50	1	1	32
3	108	155	50	0	1	38
4	108	40	50	1	0	10
5	108	54	50	1	0	14
6	108	48	50	1	0	12
7	108	41	50	1	0	10
8, 9, 10, 11	108	57	50	1	0	14

Для всех трубопроводов: материал тепловой изоляции – минеральная вата ($\lambda=0,044$ Вт/м·К), требуемая температура $T_{\text{треб}} = 60$ °С, а значение тепловых потерь следует определять с учетом того, что температура окружающего воздуха может понижаться до минус 45 °С. Значения температур, используемые в расчете, также были представлены в примере 2.

Далее показана последовательность расчетов в программе TraceXPro. Исходные данные формируются в виде таблицы Linelist и загружаются в программу TraceXPro. На рис. 5 показан вид экрана после загрузки Linelist.

На основе загруженного файла выводится окно исходных данных (рис. 6), причем следует обратить внимание, что программа уже определила схемы построения систем обогрева рассматриваемых трубопроводов. Так, для первых трех трубопроводов большой длины предусмотрена схема «звезда», а для остальных – схема «петля».

Наименование трубопровода	Диаметр, мм	Длина, м	1-й слой теплоизоляции	Толщина теплоизоляции, мм	Материал теплоизоляции	Коеф. теплопроводности, Вт/(м·К)
1.0	273	200	80	80	Минеральная вата	0.044
2.0	159	160	50	50	Минеральная вата	0.044
3.0	108	155	50	50	Минеральная вата	0.044
4.0	108	40	50	50	Минеральная вата	0.044
5.0	108	54	50	50	Минеральная вата	0.044
6.0	108	48	50	50	Минеральная вата	0.044
7.0	108	41	50	50	Минеральная вата	0.044
8,9,10,11	108	57	50	50	Минеральная вата	0.044

Рис. 5. Вид экрана после загрузки Linelist в программу TraceXPro.

№	Наименование трубопровода	Диаметр, мм	Длина, м	Тип СЭО	Тип кабеля (СРК/СНФ/МОИС/ЛЛС/ИРСН)	Схема соединения	Кол-во участков обогрева	Материал трубы	Коеф. теплопроводности трубы, Вт/(м·К)	Размещение трубы (ОВ, ВП, ПП, ПВ)	Глубина прокладки, м	Монтаж ТИ (Объект, Завод)	1-й слой теплоизоляции - Материал	1-й слой теплоизоляции - Толщина, мм	1-й слой теплоизоляции - Коеф. теплопроводности, Вт/(м·К)
1	1.0	273	200	Rezistiv	СНФ	Звезда	1	Сталь углеродистая	56	ОВ		МОНТАЖ ТИ НА ОБЪЕКТЕ	Минеральная вата	80	0.044
2	2.0	159	160	Rezistiv	СНФ	Звезда	1	Сталь углеродистая	56	ОВ		МОНТАЖ ТИ НА ОБЪЕКТЕ	Минеральная вата	50	0.044
3	3.0	108	155	Rezistiv	СНФ	Звезда	1	Сталь углеродистая	56	ОВ		МОНТАЖ ТИ НА ОБЪЕКТЕ	Минеральная вата	50	0.044
4	4.0	108	40	Rezistiv	СНФ	Петля	1	Сталь углеродистая	56	ОВ		МОНТАЖ ТИ НА ОБЪЕКТЕ	Минеральная вата	50	0.044
5	5.0	108	54	Rezistiv	СНФ	Петля	1	Сталь углеродистая	56	ОВ		МОНТАЖ ТИ НА ОБЪЕКТЕ	Минеральная вата	50	0.044
6	6.0	108	48	Rezistiv	СНФ	Петля	1	Сталь углеродистая	56	ОВ		МОНТАЖ ТИ НА ОБЪЕКТЕ	Минеральная вата	50	0.044
7	7.0	108	41	Rezistiv	СНФ	Петля	1	Сталь углеродистая	56	ОВ		МОНТАЖ ТИ НА ОБЪЕКТЕ	Минеральная вата	50	0.044
8	8,9,10,11	108	57	Rezistiv	СНФ	Петля	1	Сталь углеродистая	56	ОВ		МОНТАЖ ТИ НА ОБЪЕКТЕ	Минеральная вата	50	0.044

Рис. 6. Окно исходных данных в TraceXPro.

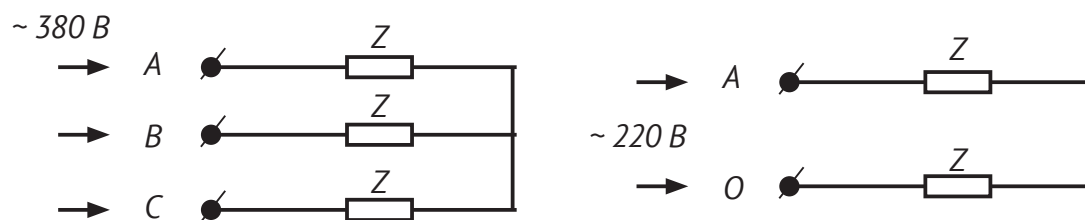


Рис. 7. Принципиальные схемы нагревателей в виде «звезды» и «петли».

Принципиальные схемы, показанные на рис. 7, обладают тем достоинством, что питание подается из одной точки. При этом схема «звезда» обеспечивает равномерную загрузку всех фаз источника. Показанная на рис. 7 схема «петля» предусматривает подключение к контактам «фаза» и «ноль». В обоих случаях обогреватель формируется из одинаковых ниток одного и того же кабеля.

Расчетная мощность обогрева определяется с учетом заданного коэффициента запаса. Марка нагревательного кабеля выбирается с тем расчетом, чтобы его мощность тепловыделения при температуре поддержания была равна или больше расчетной мощности теплотерь трубопровода. Длина секции зависит от длины обогреваемого трубопровода, а также от типа и количества установленных на нем фитингов. Дополнительная длина, требуемая для обогрева каждого фитинга, определяется в зависимости от диаметра трубопровода и типа арматуры – вентиль (задвижка), фланец, опора.

№	Мощность теплотерь	Мощность обогрева	Рабочая мощность, кВт	Стартовый ток	Марка нагревательного кабеля	Расход кабеля на метр трубы	Число ниток	Расход кабеля на единицу, м - задвижка	Расход кабеля на единицу, м - фланец	Расход кабеля на единицу, м - опора	Длина нагревательного кабеля, м	Количество секций (нагревательного кабеля)	Общая длина, м
1	68.22	82.32	6.32	51.26	СНФ 24R8		3	3.4	1	0.8	690.78	3	690.78
2	63.95	87.84	5.57	45.999	СНФ 32R7		3	2.1	0.6	0.8	570.8	3	570.8
3	47.69	52.37	3.28	24.926	СНФ 0062		3		0.6	0.8	563.72	3	563.72
4	47.69	50.4	2.51	14.544	СНФ 0178		2	1.4		0.8	99.78	1	99.78
5	47.69	48.62	3.27	18.879	СНФ 0100		2	1.4		0.8	134.53	1	134.53
6	47.69	61.05	3.64	21.31	СНФ 0100		2	1.4		0.8	119.18	1	119.18
7	47.69	48.52	2.47	14.255	СНФ 0178		2	1.4		0.8	101.81	1	101.81
8	47.69	58.05	4.08	33.404	СНФ 0062		2	1.4		0.8	140.6	1	140.6

Рис. 8. Окно результатов расчета в TraceXPro.

На основе исходных данных программа формирует результаты расчетов. Окно результатов показано на рис. 8. На данном рисунке представлена не вся таблица результатов. Кроме того, программа позволяет получить результаты тепловых и электрических расчетов в виде таблицы Excel. Для большей наглядности полученные результаты представлены в табл. 12 и 13, которые желательно сопоставить с табл. 8 и 9 соответственно.

Таблица 12. Расчет длин нагревательных кабелей и линейной мощности потерь (пример 3)

Трубо- провод	Длина трубы м	Расход кабеля на фитинги, м			Коэф. запаса мощности	Длина секции м	Длина кабеля всего м	Мощн. потерь Вт/м
		Вентили	Фланцы	Опоры				
1	200	3,4	2,0	22,4	1,1	230,3	690,8	68,22
2	160	2,1	0,6	25,6	1,1	190,3	570,8	63,95
3	155	0	0,6	30,4	1,1	187,9	563,7	47,69
4	40	1,4	0	8	1,1	49,9	99,8	47,69
5	54	1,4	0	11,2	1,1	67,3	134,5	47,69
6	48	1,4	0	9,6	1,1	59,6	119,2	47,69
7	41	1,4	0	8	1,1	50,9	101,8	47,69
8	57	1,4	0	11,2	1,1	70,3	140,6	47,69
9	57	1,4	0	11,2	1,1	70,3	140,6	47,69
10	57	1,4	0	11,2	1,1	70,3	140,6	47,69
11	57	1,4	0	11,2	1,1	70,3	140,6	47,69

При выборе типа нагревательного кабеля учитывается температура поддержания, температура пропарки, а также возможность воздействия агрессивной среды (битума) на нагревательный кабель. С учетом ограничений, предусмотренных в проекте, программа TraceXPro предлагает вариант, при котором обогрев будет реализован посредством среднетемпературных резистивных нагревательных кабелей серии СНФ. Применение подобных кабелей диктуется требованием компенсации достаточно больших тепловых потерь и необходимостью выдерживать воздействие пропарки с температурой 150 °С.

Результаты расчетов, представлены в табл. 13. Программа выбирает из базы данных по нагревательным кабелям конкретную марку, соответствующую условиям задачи. Кроме того, вычисляются рабочая мощность системы, фазный ток в рабочем режим и в момент включения системы.

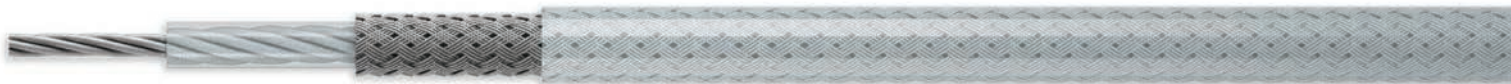


Рис. 9. Среднетемпературный резистивный нагревательный кабель СНФ с фторопластовой изоляцией и оболочкой, рабочая температура до 260 °С.

Таблица 13. Подбор нагревательных кабелей и мощность обогрева (пример 3)

Трубо-провод	Мощн. потерь Вт/м	Длина кабеля м	Марка кабеля	Мощн. кабеля Вт/м	N	Лин. мощн. обогрева Вт/м	Рабочие мощность/ток кВт/А	Стартовые мощность/ток кВт/А
1	68,22	690,8	СНФ 24R8	27,44	3	82,32	18,95/28,80	33,83/51,26
2	63,95	570,8	СНФ 32R7	29,28	3	87,84	16,71/25,39	30,36/46,00
3	47,69	563,7	СНФ 0062	17,46	3	52,37	9,84/14,95	16,45/24,93
4	47,69	99,8	СНФ 0178	25,20	2	50,40	2,51/11,43	3,20/14,54
5	47,69	134,5	СНФ 0100	24,31	2	48,62	3,27/14,87	4,15/18,88
6	47,69	119,2	СНФ 0100	30,53	2	61,05	3,64/16/54	4,69/21,31
7	47,69	101,8	СНФ 0178	24,26	2	48,52	2,47/11,23	3,14/14,25
8	47,69	140,6	СНФ 0062	29,03	2	58,05	4,08/18,55	7,35/33,40
9	47,69	140,6	СНФ 0062	29,03	2	58,05	4,08/18,55	7,35/33,40
10	47,69	140,6	СНФ 0062	29,03	2	58,05	4,08/18,55	7,35/33,40
11	47,69	140,6	СНФ 0062	29,03	2	58,05	4,08/18,55	7,35/33,40

Примечание: Мощн. кабеля – линейная мощность одной нитки кабеля, Вт/м; рабочие мощность и ток – показатели рабочего режима: мощность системы, кВт и ток в каждой фазе, А; стартовые мощность и ток – мощность нагревателя, кВт и фазный ток, А в момент включения системы при –20 °С.

Программный комплекс TraseXPro кроме расчетов, результаты которых приведены выше, позволяет подготовить спецификацию элементов, входящих в систему обогрева. Пример спецификации для системы обогрева по примеру 3 приводится в табл. 14.

Таблица 14. Расчетная итоговая спецификация оборудования СЭО трубопроводов (пример 3) с управлением по температуре трубы

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Подсистема обогрева		
1.1	Соединитель СНФ МФ-03-01-1	шт.	49,00
1.2	Электрический нагревательный кабель постоянной мощности СНФ 0062	м	704,30
1.3	Электрический нагревательный кабель постоянной мощности СНФ 0100	м	253,70
1.4	Электрический нагревательный кабель постоянной мощности СНФ 0178	м	201,60
1.5	Электрический нагревательный кабель постоянной мощности СНФ 04R4	м	4,00
1.6	Электрический нагревательный кабель постоянной мощности СНФ 07R1	м	2,00
1.7	Электрический нагревательный кабель постоянной мощности СНФ 11R9	м	10,00
1.8	Электрический нагревательный кабель постоянной мощности СНФ 24R8	м	690,80

1.9	Электрический нагревательный кабель постоянной мощности СНФ 32R7	м	570,80
2	Подсистема питания		
2.1	Кабель силовой ВБШвнг(А)-LS 3х2,5ок (N,PE)-0,66	м	150,00
2.2	Кабель силовой ВБШвнг(А)-LS 4х6ок (PE)-0,66	м	90,00
2.3	Коробка соединительная РТВ 405-0/0	шт.	2,00
2.4	Коробка соединительная РТВ 405-1Б/0	шт.	7,00
2.5	Коробка соединительная РТВ 605-0/0	шт.	1,00
2.6	Коробка соединительная РТВ 605-1Б/0	шт.	1,00
3	Подсистема управления		
3.1	Шкаф электрический низковольтный	шт.	1,00
3.2	Коробка соединительная РТВ 404-1Б/1П	шт.	8,00
3.3	Термопреобразователь сопротивления ДТС224-РТ100.В3.43/2.Ехi-Т3	шт.	8,00
3.4	Кабель контрольный КВБШвнг(А)-LS 4х1,5ок	м	240,00
4	Подсистема крепления		
4.1	Бирка маркировочная У 134 (квадратная большая)	шт.	11,00
4.2	Бирка маркировочная У 153 (квадратная маленькая)	шт.	16,00
4.3	Болт М6х30.016 ГОСТ 7798-70	шт.	19,00
4.4	Гайка М6.016 ГОСТ 5915-70	шт.	46,00
4.5	Герметик силиконовый Пентэласт 1101 (прозрачный) 310 мл	шт.	1,00
4.6	Грунтовка	кг	1,00
4.7	Лента крепежная FT/НТМ	шт.	359,00
4.8	Наконечник медный ТМЛ 6-6-4	шт.	38,00
4.9	Пластина ПДТ5х140х70	шт.	1,00
4.10	Провод ПуГВ 6 ж/з	м	23,75
4.11	Стяжка 150х3 (черная)	шт.	27,00
4.12	Трубка термоусаживаемая PBF 9,5/4,8мм (3/8")	м	2,00
4.13	Хомут PFS/3	шт.	4,00
4.14	Шайба 6 65Г 016 ГОСТ 6402-70	шт.	27,00
4.15	Шайба 6.016 ГОСТ 6958-78	шт.	54,00
4.16	Этикетка «Внимание электрообогрев»	шт.	432,00

Пример 4. Расчет параметров системы электрообогрева горизонтального резервуара с дизельным топливом саморегулирующимися кабелями

Рассмотрим случай обогрева горизонтального резервуара. В резервуарах отношение площади наружной поверхности к объему намного меньше, чем у трубопроводов, поэтому они обладают достаточно большой тепловой инерционностью. Основная задача обогрева резервуаров – компенсация тепловых потерь с целью поддержания температуры жидкости, находящейся в резервуаре. Общая величина тепловых потерь через стенки надземного резервуара с тепловой изоля-

цией будет определяться разностью температур жидкости и наружного воздуха, деленной на термическое сопротивление тепловой изоляции и умноженной на площадь стенок, покрытых тепловой изоляцией. Должны быть также учтены потери тепла через опоры и нетеплоизолированные конструктивные элементы резервуара, такие как смотровые люки, огнепреградительные клапаны, лестницы. Типовое решение по обогреву горизонтального резервуара показано на рис 10.

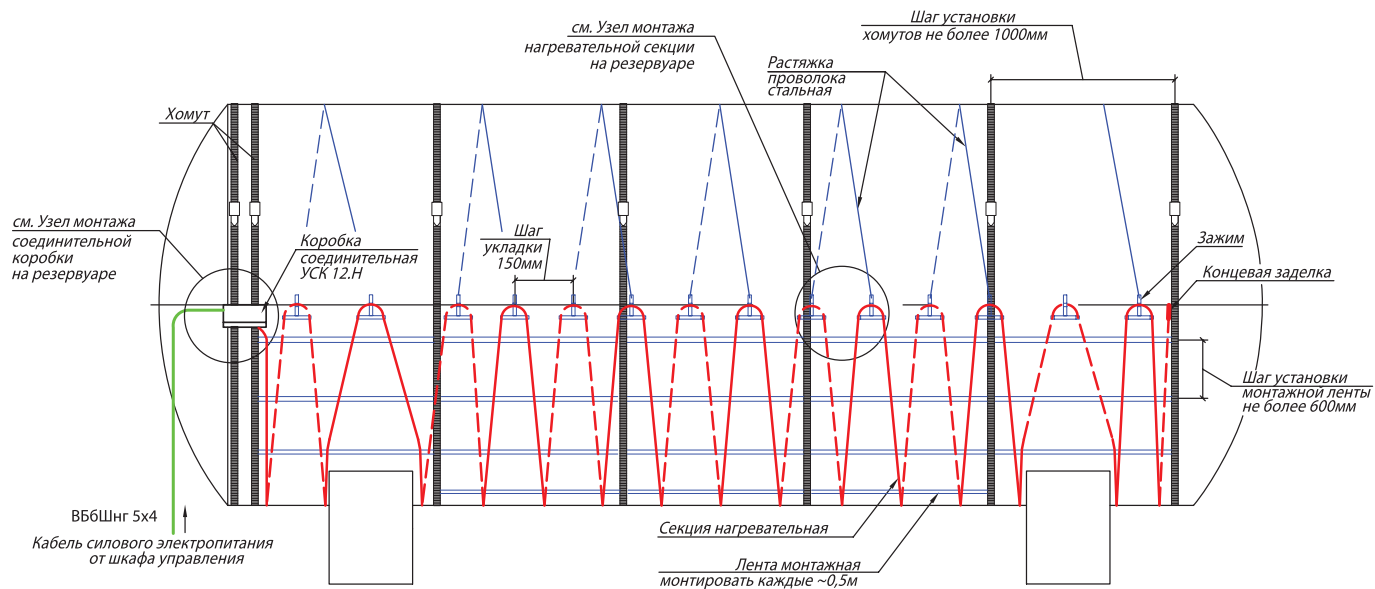


Рис. 10. Вид типового горизонтального резервуара, обогреваемого нагревательным кабелем, смонтированным на растяжках.

ЗАДАНИЕ НА РАСЧЕТ:

Горизонтальный цилиндрический резервуар на седловых опорах.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Диаметр резервуара	2800 мм
Длина резервуара	4300 мм
Толщина теплоизоляции	100 мм
Напряжение питания	380 В
Вид жидкости	дизельное топливо
Тмакс технологическая	+130 °С
Т пропарки	+150 °С

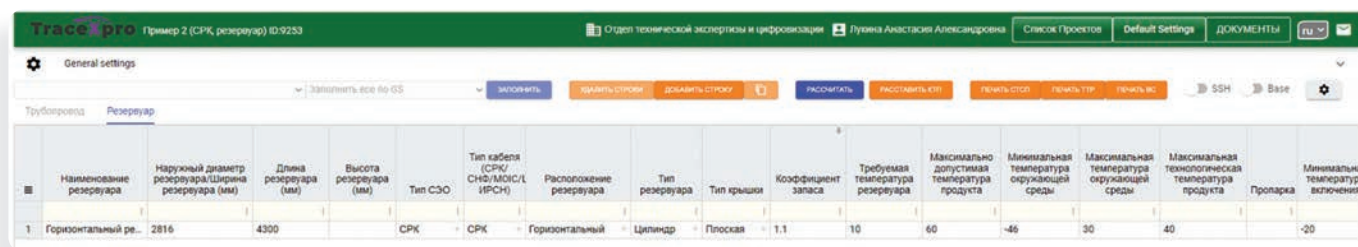
ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РАСЧЕТЕ:

Т самой холодной пятидневки	-46 °С
Т абсолютная минимальная	-52 °С
Тмакс окружающей среды	+30 °С
Тпуск системы обогрева	-20 °С
Т требуемая	+10 °С
Тмакс технологическая	+40 °С
Тдоп допустимая	+60 °С

Параметры теплоизоляции: материал теплоизоляции минеральная вата, значение коэффициента теплопроводности 0,05 Вт/(м·К).

Обогреваемый резервуар: стальной, коэффициент теплопроводности – 56 Вт/(м·К).

На основании вышеуказанных исходных данных, загруженных в ПО TraceXPro (рис. 11), выполняется расчет теплотерь обогреваемого резервуара при поддержании требуемой температуры плюс 10 °С и конфигурации системы электрического обогрева, реализуемой посредством саморегулирующихся нагревательных кабелей.



Наименование резервуара	Наружный диаметр резервуара/Ширина резервуара (мм)	Длина резервуара (мм)	Высота резервуара (мм)	Тип СЗО	Тип кабеля (СРК/СНБ/МОИС/Л/ИРСН)	Расположение резервуара	Тип резервуара	Тип крышки	Коэффициент запаса	Требуемая температура резервуара	Максимально допустимая температура продукта	Минимальная температура окружающей среды	Максимальная температура окружающей среды	Максимальная технологическая температура продукта	Пропарка	Минимальная температур включения
1 Горизонтальный ре...	2816	4300		СРК	СРК	Горизонтальный	Цилиндр	Плоская	1,1	10	60	-46	30	40		-20

Рис. 11. Окно исходных данных резервуара после загрузки в TraceXPro.

Расчетная мощность обогрева определяется с учетом заданного коэффициента запаса. Марка нагревательного кабеля, шаг раскладки и высота обогреваемой поверхности выбираются с тем расчетом, чтобы общая мощность тепловыделения кабеля при температуре поддержания была равна или больше расчетной мощности теплотерь резервуара. Общая длина кабеля зависит как от расчетных теплотерь с поверхности резервуара, так и от расчетных теплотерь через опоры и арматуру резервуара.

При выборе типа нагревательного кабеля программа учитывает то, что возможно воздействие дизельного топлива на нагревательный кабель. По этой причине предусматривается, что система обогрева выполняется на обычных саморегулирующихся нагревательных кабелях марки НТР, но с оболочкой из фторполимеров.

Таблица 15. Расчетные характеристики системы обогрева резервуара

Показатель	Расчет
Потери через теплоизолированные стенки	1724 Вт
Потери через опоры и арматуру	2050 Вт
Тепловые потери общие	3774 Вт
Рабочая мощность системы	3952 Вт
Марка нагревательного кабеля	40НТР2-ВР
Линейная удельная мощность кабеля	38,0 Вт/м
Рабочий ток в кабеле	17,96 А
Стартовый ток	41,66 А
Расчетная длина нагревательного кабеля	104 м
Максимальная температура кабеля	79 °С

Предельная длина выбранного кабеля при стартовой температуре -20 °С равна 72 м, по этой причине система обогрева реализуется из двух секций. Под максимальной температурой понимается температура, до которой может разогреться кабель, если не будет работать система терморегулирования, а температура окружающей среды будет максимальной.

Программа позволяет не только выполнить расчет элементов системы, но и получить расчетную спецификацию на СЭО обогреваемого горизонтального резервуара с системой управления по температуре резервуара (табл. 16)

Таблица 16. Расчетная итоговая спецификация оборудования СЭО резервуаров (пример 4)

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Подсистема обогрева		
1.1	Саморегулирующийся нагревательный кабель 40НТР2-ВР	м	104,00
2	Подсистема питания		
2.1	Кабель силовой ВБШвнг(А)-LS 5x2,5ок (N,PE)-0,66	м	35,00
2.2	Коробка соединительная РТВ 402-1Б/2П	шт.	1,00
3	Подсистема управления		
3.1	Шкаф электрический низковольтный	шт.	1,00
3.2	Коробка соединительная РТВ 404-1Б/1П	шт.	1,00
3.3	Термопреобразователь сопротивления ДТС224-РТ100.В3.43/2.Ехi-Т3	шт.	1,00
3.4	Кабель контрольный КВБШвнг(А)-LS 4x1,5ок	м	35,00

4	Подсистема крепления		
4.1	Z-профиль К-241 УТ1,5 ТУ 36-1434-82	шт.	1,00
4.2	Бирка маркировочная У 134 (квадратная большая)	шт.	1,00
4.3	Бирка маркировочная У 153 (квадратная маленькая)	шт.	2,00
4.4	Болт М6х20.016 ГОСТ 7798-70	шт.	1,00
4.5	Болт М6х30.016 ГОСТ 7798-70	шт.	2,00
4.6	Винт М5х40.016 ГОСТ 17473-80	шт.	4,00
4.7	Гайка М5.016 ГОСТ 5915-70	шт.	4,00
4.8	Гайка М6.016 ГОСТ 5915-70	шт.	5,00
4.9	Герметик силиконовый Пентэласт 1101 (прозрачный) 310 мл	шт.	1,00
4.10	Грунтовка	кг	1,00
4.11	Зажим ЗМ.100	шт.	67,00
4.12	Комплект ТКР	шт.	2,00
4.13	Комплект для соединения СР-6	шт.	1,00
4.14	Крепежные элементы для хомута PFS/30	шт.	18,00
4.15	Лента алюминиевая монтажная самоклеящаяся	шт.	3,00
4.16	Лента монтажная 25 10м	шт.	5,00
4.17	Наконечник медный ТМЛ 6-4-4	шт.	4,00
4.18	Пластина УВ.70х50х1.20	шт.	2,00
4.19	Провод ПуГВ 6 ж/з	м	2,00
4.20	Проволока 1,6-О-1Ц ГОСТ 3282-74	кг	2,31
4.21	Стяжка 150х3 (черная)	шт.	3,00
4.22	Труба гофрированная ППЛ тяж. с прот.-20 мм (11520)	м	2,00
4.23	Трубка термоусаживаемая PAS 38,0/19,0	м	0,40
4.24	Трубка термоусаживаемая PBF 9,5/4,8 мм (3/8")	м	0,14
4.25	Устройство для ввода кабеля под теплоизоляцию LEK/U	шт.	2,00
4.26	Хомут PFS/30	шт.	2,00
4.27	Шайба 5 65Г 016 ГОСТ 6402-70	шт.	4,00
4.28	Шайба 5.016 ГОСТ 6958-78	шт.	4,00
4.29	Шайба 6 65Г 016 ГОСТ 6402-70	шт.	3,00
4.30	Шайба 6.016 ГОСТ 6958-78	шт.	6,00
4.31	Этикетка «Внимание электрообогрев»	шт.	6,00

Российские системы электрообогрева для рыболовных траулеров

Компания «Промышленный обогрев», входящая в Группу компаний «Специальные системы и технологии», ведет проект по оснащению рыболовных траулеров по проекту СТ-192 системами электрообогрева.

Проект СТ-192 – это десять современных крупнотоннажных траулеров для промысла минтая и сельди на Дальнем Востоке, безотходной обработки и хранения вылова на борту, а также транспортировки готовой рыбной продукции в порт. Эти промысловые суда поражают не только своими габаритами (длина более 100 метров), но и техническим оснащением, уникальным для российского судостроения. В число инноваций входит система рекуперации траловых лебедок, современные гидроакустические и телевизионные комплексы для поиска минтая и сельди, морозильные установки без использования фреона. На сегодняшний момент изготовлено и спущено на воду шесть супертраулеров.

Строительство судов ведет АО «Адмиралтейские верфи» в Санкт-Петербурге.

Компания «Промышленный обогрев», центр компетенций ГК «ССТ» в сфере судостроения, выполнила теплотехнические расчеты, спроектировала и поставила системы электрообогрева. Три серийных судна переданы заказчику и на них ведется вылов рыбы. Общая длина саморегулирующегося нагревательного кабеля составила 7,5 км.

Российские системы электрообогрева ГК «ССТ» защищают от замерзания трубопроводы топливной системы, сточных и хозяйственно-бытовых вод, пожарной системы, осушительные трубопроводы в морозильных трюмах и трубопроводы перекачки рыбьего жира. Нагревательный кабель также установлен во влажных помещениях траулера: в раздевалках, камбузе, душевых, санузлах.



КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА СУДОВ

- Проектирование
- Производство
- Доставка
- Шефмонтаж
- Гарантийное и сервисное обслуживание



СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА ОБЕСПЕЧИВАЮТ:



НЕПРЕРЫВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Подогрев специализированных трубопроводов и резервуаров на судах различного назначения.



БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ СУДОВЫХ СИСТЕМ

Обогрев палуб, лееров, трапов, комингсов, взлетно-посадочных площадок, топливопроводов, сливноналивных трубопроводов, антенн, мачт.



КОМФОРТ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПАССАЖИРОВ И ЭКИПАЖА

Обогрев путей эвакуации, спасательного оборудования, полов влажных помещений (душевых, гальюнов, прачечных).

Компания «ССТЭнергомонтаж» реализует ЕРС-проект в Египте

Инжиниринговая компания «ССТЭнергомонтаж» завершила первую стадию проекта для Measuresoft Oil Services Egypt по оснащения системами обогрева трубопроводов завода по производству смазочных материалов компании «Шелл» в г. Каире, Египет.



Предприятие расположено недалеко от Каира в Египте и реализует программу по увеличению производственных мощностей. Подрядчик проекта Measuresoft Oil Services Egypt заключил ЕРС-контракт с «ССТЭнергомонтаж» на проектирование, поставку, шефмонтажные и пусконаладочные работы, запуск и гарантийное обслуживание систем электрообогрева.

На реализации поставленных задач были выбраны системы на основе саморегулирующихся нагреватель-

ных кабелей, взрывозащищенные соединительные коробки, датчики. Для управления и контроля параметров системы на объекте установлены шкафы управления с автоматизированным рабочим местом (АРМ) оператора.

Данный проект – первое комплексное решение компании «ССТЭнергомонтаж» в области электрообогрева на территории Африки. Реализация проекта продолжается.

Решения ГК «ССТ» получили применения в порту Фуджейра

Системы ГК «ССТ» обеспечивают поддержание технологических температур для безостановочной и безопасной транспортировки нефтепродуктов по терминальным трубопроводам порта Фуджейра в Объединенных Арабских Эмиратах.

Порт Фуджейра — глубоководный многоцелевой порт, расположенный в Фуджейре, Объединенных Арабских Эмиратах. Это второй по величине бункерный узел в мире и третье крупнейшее нефтехранилище. Терминал Фуджейра считается одним из важнейших экономических, торговых и логистических центров Ближнего Востока. Терминал осуществляет перевалку насыпных и наливных грузов, контейнеров и проектных грузов, а также предлагает услуги морского терминала, состоящего из четырех точечных рейдовых причалов.

Компания SST Thermal Solutions, входящая в состав ГК «ССТ», стала участником программы расширения порта Фуджейра. Она осуществила поставку решений для поддержания заданной температуры в мазутопроводах. По этим трубопроводам мазут подается от коллектора к причалам терминала Фуджейра. Проект включал в себя проектирование, поставку, монтаж, испытания и пусконаладку систем электрообогрева, проектирование и изготовление девяти панелей питания и управления, а также поставку комплектующих и теплоизоляции.

Проектные работы в объеме 200 часов выполнили инженеры индийского офиса ГК «ССТ».

Для данного проекта были выбраны системы обогрева на основе саморегулирующихся нагревательных кабелей ВТС и кабелей постоянной мощности СНФ. Общая длина поставленного кабеля составила 5900 метров. Суммарная мощность систем электрообогрева — 260 кВт.

ГК «ССТ» ранее уже участвовала в проекте по расширению инфраструктуры порта Фуджейра. В 2012 году компания поставила компании Vopak Horizon Fujairah Limited систему электрообогрева на основе скин-эффекта ИРСН-1500 для трубопроводов протяженностью 5241 метр.



IndAstro ARM и НТР ARM – бескомпромиссная надежность систем электрообогрева

ГК «ССТ» выводит надежность систем электрообогрева на новый уровень – с нагревательным саморегулирующимся кабелем в металлической оболочке. Механическая прочность новинки в 3 раза выше изделия без брони!

Группа компаний «Специальные системы и технологии», входящая в топ-3 мировых производителей систем электрообогрева, первой в России разработала и запатентовала конструкцию нагревательного саморегулирующегося кабеля в металлической оболочке. Новинка имеет два варианта исполнения: взрывозащищенное и общепромышленное.

Для обеспечения надежной и безостановочной работы нефтегазовых, нефтехимических, химических и добывающих предприятий в условиях взрывоопасных и агрессивных сред предназначен НТР ARM. Исполнение для систем антиобледенения кровли и водостоков любых типов зданий получило название IndAstro ARM.

Саморегулирующиеся кабели в металлической оболочке IndAstro ARM (инфраструктурного применения) и НТР ARM (промышленного применения) не имеют аналогов на российском рынке. Главная особенность новинки – это наличие металлической оболочки из нержавеющей или оцинкованной стали, придающей кабельному изделию уникальные прочностные характеристики. Броня защищает нагревательный кабель от повреждений, возможных во время монтажа и эксплуатации. Металличе-

ская оболочка IndAstro ARM и НТР ARM обеспечивает реальный срок службы всей системы до заявленного производителем (до 45 лет), обеспечивает невосприимчивость к ультрафиолету, абсолютную устойчивость к механическим нагрузкам. Прочность новинки до 3 раз выше, чем у кабеля без брони. Также металлическая оболочка увеличивает эффективность нагрева до 25% в сравнении с обычной из эластомера за счет более эффективной теплоотдачи.

Нагревательный кабель НТР ARM в броне позволит закрыть потребность судостроительных, судоремонтных, химических предприятий, объектов топливно-энергетического, агропромышленного комплексов и железнодорожной инфраструктуры в максимально надежных, вандалоустойчивых, взрывозащищенных решениях для обеспечения безопасной и безостановочной работы оборудования.

Подробнее
о НТР ARM



ГК «ССТ» возобновляет производство российских теплых полов

Группа компаний «Специальные системы и технологии» (ГК «ССТ»), крупнейший в России и один из ведущих в мире производителей нагревательных кабелей, систем электрообогрева и специальной электротехники, сообщает о возобновлении выпуска электрических теплых полов под торговыми марками «Русское Тепло» и OneKeyElectro.



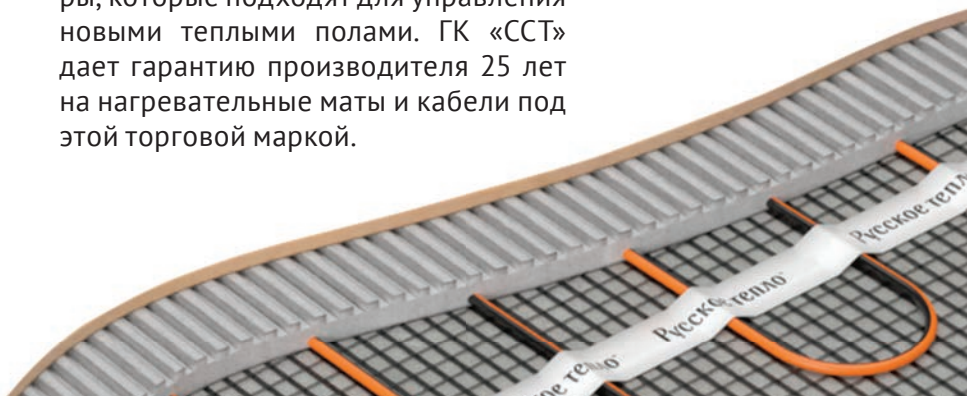
ГК «ССТ» первой в России в 1993 году наладила выпуск полностью отечественных систем обогрева типа теплый пол, добавив в жизни миллионов россиян новый уровень домашнего комфорта. ГК «ССТ» фактически создала российский рынок электрических теплых полов, сделав этот продукт надежным, доступным каждой семье и удобным в использовании. В 2019 году, по условиям сделки с европейской компанией, ГК «ССТ» временно приостановила производство теплых полов. В 2023 году, отвечая на растущий запрос российских потребителей на качественную электротехническую продукцию отечественного производства, компания возобновляет производство электрических теплых полов нового поколения. Ассортимент включает электрические нагревательные кабели, нагревательные маты и терморегуляторы.

Установленные в помещении, теплые полы «Русское Тепло» и OneKeyElectro позволяют создать дополнительные комфортные условия в гостиной, на кухне, коридоре, ванной, на балконе и в детской комнате. Такое решение не сушит воздух в квартире, тепло поступает снизу, что является более

полезным для здоровья человека, по мнению медиков. В основе теплого пола – нагревательный кабель. Он укладывается непосредственно под напольное покрытие в слой плиточного клея или в слой цементно-песчаной стяжки – в зависимости от технических характеристик.

Характерная особенность линейки «Русское Тепло» – это двухцветный кабель, произведенный по уникальной технологии, исключающей подделку, и максимальная надежность с гарантией производителя 50 лет. Кроме того, нагревательные маты этой торговой марки при скрытой установке в стене ванной комнаты или совмещенного санузла выполняют роль встроенного полотенцесушителя.

Еще одна новинка компании – электрические теплые полы собственного производства торговой марки OneKeyElectro, известной потребителям по дизайнерским электроустановочным изделиям. В линейке OneKeyElectro уже представлены аналоговые и цифровые терморегуляторы, которые подходят для управления новыми теплыми полами. ГК «ССТ» дает гарантию производителя 25 лет на нагревательные маты и кабели под этой торговой маркой.



Решения для инженерных систем оптом и в розницу

ГК «ССТ» запустила собственную торговую сеть Warm-on. Она объединяет в себе оптовые и розничные продажи широкого ассортимента продукции Группы, в том числе с использованием онлайн-каналов.



В торговой сети представлены инженерные решения для правильного ремонта – продукция ГК «ССТ».

В ассортименте Warm-on – официальная сертифицированная продукция, прошедшая строгий многоступенчатый контроль качества и отлично зарекомендовавшая себя на рынке. В интернет-магазине по адресу b2b.warm-on.ru можно купить более 2500 товаров для организации инженерных систем ком-

фортного и безопасного дома таких известных торговых марок, как Stahlmann, OneKeyElectro, RetroElectro и других.

Для оптовых клиентов запущен B2B-портал. Зарегистрированные пользователи получают специальные условия для покупки продукции. B2B-портал – это программы лояльности, акции, закрытые распродажи, быстрый заказ продукции в режиме 24/7.

WARM-ON

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ
ДЛЯ ПРАВИЛЬНОГО
РЕМОНТА



Зарегистрируйтесь
на B2B-портале Warm-on
и получите:



прозрачные
коммерческие
условия



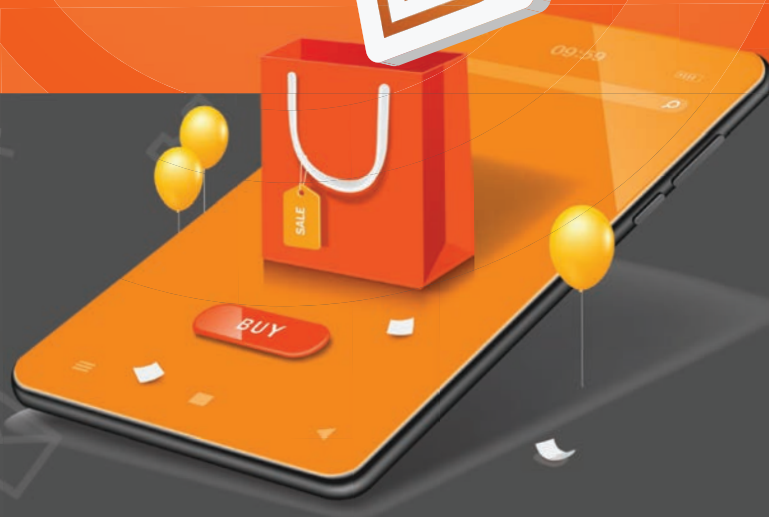
полную информацию
о продуктах и решениях
в одном месте



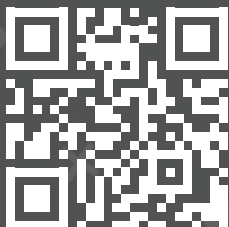
простой
и быстрый
заказ продукции
в режиме 24/7



прямой доступ
к информации
об остатках, ценах
и сроках поставки



Подробнее о B2B-
портале



Готовые комплекты водяного теплого пола для малых площадей

В линейке решений на основе гибкой гофрированной трубы Stahlmann российского производства появились готовые комплекты водяного теплого пола для обогрева малых площадей Stahlmann WHS.

Ранее специалисты рекомендовали к установке водяные теплые полы в помещениях площадью свыше 60 кв. м. Однако комплекты Stahlmann WHS полностью разрушают это утверждение, так как созданы специально для малых площадей – до 10 кв. м. Это могут быть ванная, санузел или прихожая в коттеджах, таунхаусах, гостиницах. Специалисты ГК «ССТ» разработали решение, которое не требует от собственника покупки и установки смесительного узла, коллектора и насоса.

Комплект также будет востребован в домах, где уже применяется водяной теплый пол. Например в ситуации, когда система уложена на первом этаже, а требуется обогреть ванную на втором. Stahlmann WHS станет также идеальным решением, когда выходы на распределительном коллекторе уже заняты, а необходимо подключить еще одну петлю водяного теплого пола.

В состав комплекта Stahlmann WHS входит: терморегулирующий модуль, гофрированная труба из нержавеющей стали марки AISI304 диаметром 15A и фитинги (муфты) с евроконусом. Идеальная совместимость комплектующих обеспечивает максимальную надежность и долгий срок службы. Монтаж системы не требует проведения огневых работ – все соединения выполняются быстросборными латунными фитингами. Комплект поставляется в коробке с ручкой, удобной для переноски.

Продукция Stahlmann известна на рынке с 2013 года, выпускается в России. Нержавеющие гофротрубы производства ГК «ССТ» превосходят трубы из пластика по ряду характеристик, что делает их идеальным решением для устройства водяного теплого пола. В частности, теплоотдача труб из нержавеющей стали на 20% выше пластика. Кроме того, производитель дает пожизненную гарантию. Трубы Stahlmann не боятся заморозки, что особенно актуально для загородных домов.

Перейти
на stahl-mann.ru



Система защиты от протечек воды Stahlmann — от создателей отрасли

ГК «ССТ» сообщает о расширении продуктовой линейки бренда Stahlmann и старте производства систем защиты от протечек воды.

Первые российские системы защиты от протечек воды компания выпустила еще в 1998 году, но под другим брендом. За более чем 20 лет работы над продуктом ГК «ССТ» фактически сформировала индустрию этих систем, разъяснив потребителю их преимущества, сделав установку и эксплуатацию простыми и удобными.

В 2019 году, по условиям сделки с европейской компанией, ГК «ССТ» временно приостановила производство систем защиты от протечек воды, а в 2023 году возобновляет его под брендом Stahlmann.

Торговая марка Stahlmann известна благодаря гофрированным трубам из нержавеющей стали широкого спектра применения. Продукция Stahlmann помогает в предотвращении внештатных ситуаций, таких как пожары – гофрированные трубы ГК «ССТ» применяются для систем пожаротушения – а теперь и протечки.

Ценности бренда Stahlmann наилучшим образом отражают задачи нового продукта – обеспечивать безопасные и комфортные условия жизни в домах и квартирах.

Уже не первое десятилетие и застройщики, и потребители осознают преимущества и даже необходимость применения систем защиты от протечек воды в современном жилье. Для застройщиков это повышение клас-



са жилья и конкурентное преимущество в условиях свободного рынка, для потребителей – комфорт и инвестиция в спокойное будущее.

Состав систем защиты от протечек Stahlmann традиционен и проверен временем. Он включает датчик, сигнализирующий о протечке, модуль, принимающий сигнал, и шаровые краны, осуществляющие остановку подачи воды.

Продажи новой линейки систем защиты от протечек воды Stahlmann производства ГК «ССТ» стартуют с модели Stahlmann Base.

Узнать
подробнее



Интеллектуальная система «Трибоник» для охраны периметра промышленных объектов

ГК «ССТ» представила новейшее решение на рынке систем охраны периметра – извещатели серии «Трибоник™» (Triboniq™), которые позволяют повысить безопасность объектов промышленности, топливно-энергетического комплекса и электроэнергетики.

ГК «ССТ» запустила новое направление бизнеса – системы охраны периметра. Компания представила рынку интеллектуальное решение «Трибоник™», в которое входит трибоэлектрический кабель и два вида извещателей. Главные преимущества новинки – интеллектуальное управление чувствительностью извещателя и цена за метр периметра вне конкуренции в России.

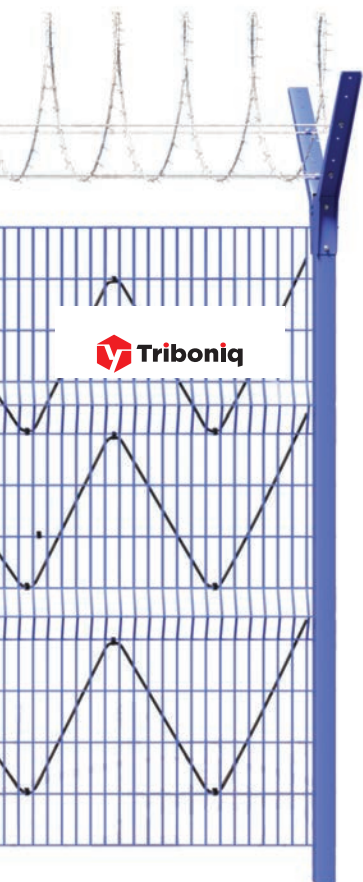
Предпосылкой создания новинки стала высокая актуальность обеспечения безопасности периметра объектов ТЭК, нефтегаза и электроэнергетики. На них чрезвычайно высоки риски несанкционированного доступа посторонних лиц, спланированного хищения, врезов, диверсионной деятельности. Также ГК «ССТ» к созданию собственной разработки в сфере систем охраны периметра побудил запрос рынка на решение российского производства, обладающее высокой вероятностью обнаружения и адаптивной настройкой чувствительности под изменения внешних факторов.

Извещатели «Трибоник™» воплотили в себе новейшие технические решения, представленные на мировом рынке трибоэлектрических систем. Они обладают высокой надежностью, стойкостью к условиям окружающей среды и могут самостоятельно, без какого-либо участия человека, устанавливать

чувствительность, необходимую для конкретного ограждения и уровня воздействия внешних факторов.

ГК «ССТ» предлагает решения в комплексе, поэтому помимо извещателя освоила производство трибоэлектрического кабеля марки КТПЭВВ 2×0,35 (Gamma-4CBL1041) в качестве чувствительного элемента. Он отличается низким уровнем собственных шумов. Широкий диапазоном рабочих температур – от -60 °С до +80 °С – позволяет использовать его на объектах в самых суровых климатических зонах.

«Трибоник™» рекомендован к применению на объектах ПАО «Транснефть». На продукцию получен сертификат соответствия транспортной безопасности МВД.



Подробнее
на сайте





ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРА

на основе трибоэлектрического кабеля
от лидера электротехнического рынка

Преимущества системы Triboniq™



Низкая стоимость
за 1 п. м.



Простая интеграция с другими
системами безопасности



Экономия расходов
на обслуживании



Искусственный интеллект —
минимум ложных срабатываний

ПОДБОР СИСТЕМЫ ПОД УСЛОВИЯ ЗАКАЗЧИКА

Наши технические специалисты приедут к вам на объект и подберут оптимальное решение для обеспечения безопасности с учетом ваших потребностей.



Области применения

ТЭК • Энергосети • Коттеджи • Заводы

Варианты установки

На ограждении • В земле • На/в воде •
На трубопроводе



+7 495 627-72-55 доб. 8483
sst-triboniq.ru

РЕЗЮМЕ / SUMMARY

Цифровые продукты ГК «ССТ»

Статья рассказывает о предпосылках создания комплекса цифровых решений для профессиональных пользователей, разработанного специалистами Группы компаний «Специальные системы и технологии» и названного Warm-on Project. Материал рассматривает первые специализированные программы для расчета параметров систем электрообогрева, существовавшие в Группе, и переходит к краткому описанию программных комплексов, входящих в Warm-on Project.

Digital products by SST Thermal Solutions group of companies

The article discusses the background for the development at SST Thermal Solutions group of companies of a kit of digital solutions for professionals – the Warm-On Project. Programs for calculating the parameters of electric heating systems that SST Thermal Solutions group of companies used before are presented, followed by a brief description of the software included in the Warm-on Project.

Системы электрообогрева трубопроводов и резервуаров

В журнале приводится отрывок из книги «Проектирование и эксплуатация систем электрического обогрева в нефтегазовой отрасли» (авторы: М. Л. Струпинский, Н. Н. Хренков, А.Б. Кувалдин) к котором обсуждается проблема поддержания бесперебойной работы оборудования в сложных климатических условиях на объектах нефтегазового комплекса и востребованности систем электрического обогрева для ее решения.

Electric heating systems for pipelines and tanks

The issue contains an excerpt from the book "Design and operation of electric heating systems in the oil and gas industry" by Michael Strupinsky, Nikolay Khrenkov, Alexander Kuvaldin, discussing the problem of maintaining the uninterrupted operation of equipment in challenging climatic conditions in the oil and gas industry and the relevance of electric heating solutions.

Программный комплекс TraceXPro – профессиональный расчет системы электрообогрева трубопроводов и резервуаров

Статья представляет собой краткое описание программного комплекса TraceXPro: возможности цифрового продукта для решения задач разных целевых групп пользователей.

TraceXPro digital solution for professional design of electric heating systems for pipelines and tanks

The article is a brief presentation of the TraceXPro software and its capabilities when addressing problems relevant to specific target user groups.

Примеры использования комплекса TraceXPro для предпроектных расчетов

Для демонстрации удобства выполнения расчетов в программе TraceXPro в статье приведены четыре примера:

- 1) системы электрообогрева трубопровода с водой, проложенного над землей, саморегулирующимися кабелями;
- 2) системы электрообогрева трубопровода, заполненного битумом, саморегулирующимися кабелями;
- 3) системы электрообогрева трубопровода, заполненного битумом, резистивными кабелями СНФ;
- 4) системы электрообогрева горизонтального резервуара с дизельным топливом саморегулирующимися кабелями.

Case studies of using TraceXPro for pre-design calculations

To demonstrate the advantages of performing calculations in TraceXPro, four case studies are presented:

- 1) electric heating systems for a water pipeline laid above the ground using self-regulating cables;
- 2) electric heating systems for bitumen pipelines using self-regulating cables;
- 3) electric heating systems for bitumen pipelines using SNF series-resistance cables;
- 4) electric heating systems for a horizontal diesel fuel tank using self-regulating cables.

НАСТОЛЬНАЯ КНИГА СПЕЦИАЛИСТА ПО ЭЛЕКТРООБОГРЕВУ

Первое специализированное издание в России, посвященное этапам создания систем электрообогрева трубопроводов, резервуаров, шкафов управления и другого оборудования.

Группа компаний «Специальные системы и технологии» систематизировала свой многолетний опыт и экспертизу в области проектирования и производства систем промышленного электрообогрева, выпустив в 2015 году уникальный справочник. Его авторы Михаил Леонидович Струпинский, Николай Николаевич Хренков и Александр Борисович Кувалдин провели большую работу,

структурировав результаты исследований и практические рекомендации в настольную книгу для специалистов проектных, строительного-монтажных и эксплуатационных организаций топливно-энергетического комплекса. Второе издание, дополненное и переработанное, вышло в 2022 году.



Заказать книгу



WARM-ON

Международная торговая сеть ГК «ССТ»

8 800 500-11-03

b2b.warm-on.ru

2-Е ИЗДАНИЕ

дополненное
и переработанное

СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭЛЕКТРООБОГРЕВА МИРОВОГО УРОВНЯ



ПОЛНОЕ
СОПРОВОЖДЕНИЕ
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
ПРОДУКЦИИ



СОБСТВЕННЫЙ R&D
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
КОМПЛЕКС



30 ЛЕТ
УСТОЙЧИВОГО
РОСТА



ЕДИНАЯ ТОЧКА
ОТВЕТСТВЕННОСТИ

ПРОЕКТ • ПОСТАВКА • МОНТАЖ • ПУСКОНАЛАДКА • СЕРВИС

«ССТЭнергомонтаж» — крупнейшая инжиниринговая компания в области электрообогрева для промышленности. Входит в Группу компаний «Специальные системы и технологии», которая включена в топ-3 мировых производителей систем электрообогрева*.



141008, Московская область,
г. Мытищи, Проектируемый проезд 5274, стр. 7
www.sst-em.ru, www.sst.ru
info@sst-em.ru