

Промышленный электрообогрев и электроотопление

ISSN 2221-1772

№3-4/2016

Аналитический
научно-технический
журнал

**Комплексное решение
ГК «ССТ» для обогрева
нефтяных скважин с вязкими
и парафинистыми нефтями,
предотвращающее образование
асфальтосмолопарафинистых
отложений**

стр. 20

Уникальные методы испытаний и контроля параметров саморегулирующихся нагревательных кабелей в ОКБ «Гамма» – основной фактор качества продукта и надежности СЭО

стр. 32

Комплексное применение систем электрообогрева и теплоизоляционных материалов InWarm – основа энергоэффективности

стр. 44

Специальные решения и технологии ОКБ «Гамма» в области электрического обогрева объектов стратегического назначения

стр. 56

Контроль температуры силового и сверхпроводящих кабелей с помощью оптического волокна.

стр. 68





Добыча



Транспортировка



Переработка

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

InWarm Wool

InWarm Foam

InWarm Flex

СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА

Резистивный кабель

Скин-система

Саморегулирующийся кабель

СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ



ПРОЕКТ • ПОСТАВКА • МОНТАЖ • ПУСКО-НАЛАДКА • СЕРВИС • ГАРАНТИИ



ООО «ССТЭнергомонтаж» является структурным подразделением холдинга «Специальные системы и технологии» с 1991 года специализирующегося на производстве кабельных систем электрообогрева и систем управления.

Многолетний опыт работы в сфере проектирования, внедрения систем электрического обогрева и тепловой изоляции позволил нам сформировать полный перечень услуг и стать лидерами отрасли.

Работая с нами Вы получаете:

- комплексные решения «под ключ»
- «единую точку» ответственности
- лучший уровень качества конечных систем
- решение самых сложных задач в установленные Вами сроки.

141008, Московская область, г.Мытищи, Проектируемый проезд 5274, стр. 7
Тел/факс: +7 (495) 627-72-55. www.sst-em.ru; www.teplomag.ru. email: info@sst-em.ru

Обращение к читателям

стр. 2

Новости отрасли

стр. 4

Рубрика «Промышленный электрообогрев»

М.Л. Струпинский

Комплексное решение ГК «ССТ» для обогрева нефтяных скважин с вязкими и парафинистыми нефтями, предотвращающее образование асфальтсмолопарафинистых отложений

стр. 20

А.А. Прошин

Уникальные методы испытаний и контроля параметров саморегулирующихся нагревательных кабелей в ОКБ «Гамма» - основной фактор качества продукта и надежности СЭО

стр. 32

А.А. Лукина

Комплексное применение систем электрообогрева и теплоизоляционных материалов InWarm — основа энергоэффективности

стр. 44

Е.О. Дегтярева

Специальные решения и технологии ОКБ «Гамма» в области электрического обогрева объектов стратегического назначения

стр. 56

Б.А. Соболев

Монтаж системы электрообогрева «Тепломаг» на установке замедленного коксования комбината «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез»

стр. 62

Ю.Т. Ларин, Ю.В. Смирнов

Контроль температуры силового и сверхпроводящих кабелей с помощью оптического волокна

стр. 68

Рубрика «Лучшие люди отрасли»

Биография Никола Тесла

стр. 80

Рубрика «Summary»

стр. 90

**Аналитический научно-технический журнал**

«Промышленный электрообогрев и электроотопление»
№ 3-4/2016 г.

Учредители журнала:

ООО «Специальные системы и технологии»
ООО «ССТЭнергомонтаж»

Редакционный совет:

М.Л. Струпинский, генеральный директор ГК «ССТ», кандидат технических наук, доктор электротехники АЭН РФ, Заслуженный строитель России — Председатель редакционного совета

Н.Н. Хренков, главный редактор, советник генерального директора ГК «ССТ», кандидат технических наук, доктор электротехники, член-корреспондент 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.

В.П. Рубцов — Профессор кафедры «Автоматизированные электротехнологические установки и системы» Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт», доктор технических наук, профессор, академик Академии электротехнических наук РФ.

А.И. Алиферов — Заведующий кафедрой «Автоматизированные электротехнологические установки и системы» государственного технического университета, доктор технических наук, профессор, академик Академии электротехнических наук РФ

В.Д. Тюлюканов — директор ООО «ССТЭнергомонтаж»

Редакция:

Главный редактор — Н.Н. Хренков, советник генерального директора ГК «ССТ», кандидат технических наук, доктор электротехники, член-корреспондент Академии электротехнических наук РФ

Ответственный секретарь редакции — А.В. Мирзоян, заместитель директора ГК «ССТ» по корпоративным коммуникациям

Заместитель главного редактора — М.В. Прокофьев, директор ООО ЦПП «Дельта Проект»

А.А. Прошин — директор ООО ОКБ «Гамма»

Е.О. Дегтярева — начальник отдела главного конструктора ООО ОКБ «Гамма»

С.А. Малахов — руководитель отдела развития ООО «ССТЭнергомонтаж»

Реклама и распространение:

Артур Мирзоян, publish@e-heating.ru, тел. (495) 728-8080, доб.346

Дизайн и верстка:

Юлия Фролова

Адрес редакции:

141008, Россия, Московская область,
г. Мытищи, Проектируемый проезд 5274, стр.7
Тел.: (495) 728-8080
e-mail: publish@e-heating.ru; web: www.e-heating.ru

Свидетельства о регистрации СМИ ПИ № ФС77-42651 от 13 ноября 2010 г.

и Эл № ФС77-54543 от 21 июня 2013 г. (электронная версия).

Свидетельства выданы Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

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.

Подписной индекс в каталоге Агентства «Роспечать» «Газеты. Журналы» - 81020.

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 «Московская Областная Типография»

ТМ (ООО «Колор Медиа»).

Адрес: 127015, Москва, ул. Новодмитровская, д.5А, стр.2, офис 43.

Тел. +7(495)921-36-42. www.mosobltp.ru, e-mail: info@mosobltp.ru

Тираж: 2 000 экз.

ISSN 2221-1772

Подписано в печать: 01.02.2017



Михаил Струпинский

Генеральный директор ГК «ССТ»,
председатель редакционного
совета журнала «Промышленный
электрообогрев и электроотопление»,
кандидат технических наук,
директор электротехники АЭН РФ

Michael Strupinskiy

CEO of SST Group, Chair of the Industrial
and Domestic Electric Heating Systems
magazine's Editorial Board, Ph.D. in
Engineering Science,
Doctor of Electrical Engineering of the
Russian Academy of Electrotechnical
Sciences

Дорогие друзья!

В 2016 году Группа компаний «Специальные системы и технологии» отметила свое 25-летие. Символично, что в прошедшем году в жизни нашей компании произошло несколько событий, которые можно считать знаковыми для всей индустрии и для отечественной промышленности.

Мы организовали первое и единственное в стране производство проводящих пластмасс и саморегулирующихся кабелей. Такие кабели составляют основу большинства промышленных систем обогрева и особенно востребованы в нефтегазовом комплексе. В конце 2016 года мы приступили к реализации второй фазы этого инвестиционного проекта, связанной с развитием производства. Мы планируем увеличить объем выпуска до 6 тыс. км кабелей в год, расширить линейку саморегулирующихся кабелей, проводящих пластмасс и полимерных материалов для российской промышленности. Реализация этого проекта позволит полностью обеспечить российских потребителей отечественными системами электрообогрева. Наш проект получил поддержку Фонда развития промышленности при Минпромторге РФ, который предоставил льготный заем в размере 300 млн.руб.

В начале декабря ГК «ССТ» стала участником приоритетного проекта Минэкономразвития РФ «Национальные чемпионы». Проект направлен на поддержку российских частных высокотехнологичных компаний с серьезным экспортным потенциалом. В рамках этого проекта мы планируем серьезно укрепить позиции на мировом рынке систем промышленного электрообогрева.

В 2016 году мы перешли на новый уровень развития компании и всей индустрии. Сегодня ГК «ССТ» готова полностью обеспечить полное замещение все еще импортируемых в настоящее время в Россию элементов и систем электрообогрева и начать экспансию на мировой рынок промышленных систем электрообогрева. Для этого у нас есть все необходимые ресурсы: лучшая в индустрии команда специалистов, собственное производство, сильная отраслевая экспертиза, опыт экспорта b2c продуктов и работы на зарубежных промышленных объектах.

Dear Friends!

In 2016, the Special Systems and Technologies Company Group has celebrated its twenty-fifth anniversary. It is symbolic that in the past year several events have occurred which may be considered as significant milestones for the entire industry and particularly for the home industry.

We have arranged the first and the only in the state production of conductive plastics and self-regulating cables. Such cables form the basis of most industrial heating systems; they are most in demand in oil and gas sector. In late 2016, we have gone ahead with the second stage of this investment project, related to the production development. We plan to increase the production volume to 6 thousand km of cables per year, to extend the line of self-regulating cables, conductive plastics and polymer materials for the Russian industry. The implementation of this project will make it possible to completely meet the demand of the Russian consumers for electric heating systems by supply of products of home manufacture. Our project has got the support from the Industrial Development Fund at the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation which have granted a concessional loan in the amount of 300 million rubles.

In early December, the SST Group became a party of the priority project of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation «National champions». The project is oriented to the support of Russian high-tech private companies having significant export potential. Within the frame of this project, we plan to substantially strengthen our position in the global market of industrial electric heating systems.

In 2016, we have got a new level of the company and the entire industry development. For now, the SST Group is ready to provide complete replacement of heating system elements being still imported into Russia and to start expansion in the global market of the industrial electric heating systems. For this, we have all the resources required: the specialist team - the best in the industry, the own production facilities, the strong industry expertise, the experience in the export of b2c products and in works at foreign site objects.



Ведущее информационное агентство в течение 15 лет, эксперт в области медийной и контекстной рекламы для представителей электротехнической отрасли.

ИА «Elec.ru» — это профессиональные и эффективные рекламные кампании, созданные благодаря синергии актуального контента, грамотного использования возможностей поисковых машин, соцсетей и дружной команды профессионалов.

В линейку информационных ресурсов агентства входят интернет-портал Elec.ru и печатное издание «Электротехнический рынок».

ООО «Элек.ру» | www.market.elec.ru | www.elec.ru
+7 (495) 587-40-90 (многоканальный) | info@elec.ru



A leading information agency for 15 years, an expert in the field of display and contextual advertising for representatives of electrotechnical industry — IA «Elec.ru» provides professional and effective advertising campaigns created due to synergy of essential content, a proper use of search engines' possibilities, social networks and a friendly team of professionals.

The range of information resources includes the internet portal Elec.ru and the printed publication «Electrotechnical market».

ГК «ССТ» заняла второе место в глобальном рейтинге производителей


Группа компаний «Специальные системы и технологии» (ГК «ССТ»), крупнейший в России производитель нагревательных кабелей и систем электрообогрева, подтверждает свои лидерские позиции на мировом рынке. В глобальном рейтинге производителей нагревательных кабелей, который подготовила компания QYResearch, по итогам 2015 года ГК «ССТ» заняла второе место.

ГК «ССТ» — единственная российская компания, вошедшая в мировой рейтинг производителей. Всего в рейтинге упоминается 24 компании, которые производят 65,74% мирового объема. Производители, вошедшие в первую десятку рейтинга, выпускают в совокупности 49,61% нагревательных кабелей.

В исследовании компании QYResearch отмечается, что саморегулирующиеся кабели занимают 58% от общего объема нагревательных кабелей. Этот тип кабелей является основой большинства систем электрообогрева, применяемых в нефтегазовом комплексе, в промышленности и городской инфраструктуре. Первое в России производство проводящих пластмасс и саморегулирующихся кабелей, которое было организовано в ГК «ССТ», позволит полностью решить задачу импортозамещения для отечественной промышленности и укрепить позиции ГК «ССТ» на мировом рынке.

Объем производства нагревательных кабелей, используемых в индукционно-резистивных системах обогрева (скин-системах), по мнению исследователей QYResearch, в 2016 году выра-

стет на 7% по сравнению с 2015 годом. Это самый динамично растущий сегмент мирового рынка нагревательных кабелей. ГК «ССТ» — единственный российский производитель и поставщик скин-систем для обогрева протяженных трубопроводов. Классические скин-системы ГК «ССТ» защищают трубопроводы большинства российских предприятий нефтегазового комплекса. В 2015 году в ГК «ССТ» был разработан энергоэффективный комплекс подогрева нефти для защиты нефтяных скважин от образования асфальтосмолопарафинистых отложений (АСПО). Новый комплекс на основе гибкого кабельного самонесущего СКИН нагревателя позволяет предотвратить образование в скважине АСПО, снизив энергопотребление в два раза по сравнению с нагревательным кабелем постоянной мощности.



«Высокая позиция ГК «ССТ» в мировом рейтинге обусловлена двумя факторами. Предприятия нефтегазового комплекса, которые являются крупнейшими потребителями систем электрообогрева, стали активно внедрять программы импортозамещения. Мы готовы в кратчайшие сроки полностью обеспечить отечественную промышленность российскими системами электрообогрева. Ослабление национальной валюты значительно повысило привлекательность наших систем для зарубежных потребителей, что привело к росту объемов экспорта», — отметил генеральный директор ГК «ССТ» Михаил Струпинский.

ГК «ССТ» стала «Национальным чемпионом»



Группа компаний «Специальные системы и технологии» стала победителем отборочных этапов и вошла в приоритетный проект Министерства экономического развития Российской Федерации «Поддержка частных высокотехнологичных компаний-лидеров» (проект «Национальные чемпионы»).

Министерство экономического развития РФ высоко оценило вклад Группы компаний «Специальные системы и технологии» (ГК «ССТ») в развитие российской промышленности, а также технологическую и структурную готовность к глобальной экспансии. Крупнейший в России и в Европе производитель нагревательных кабелей планирует серьезно укрепить свои позиции на мировом рынке промышленных систем электрообогрева в рамках приоритетного проекта Минэкономразвития «Поддержка частных высокотехнологичных компаний-лидеров» (проект «Национальные чемпионы»). Приоритетный проект Минэкономразвития обеспечит опережающий рост отечественных частных высокотехнологичных экспортно-ориентированных компаний, лидеров по темпам развития, и содействие в формировании на их

базе транснациональных компаний российского базирования. Горизонт планирования проекта рассчитан до конца 2020 года. Отбор участников проекта проводился экспертным советом на основе Национального рейтинга российских быстрорастущих технологических компаний «ТехУспех – 2016».

ГК «ССТ» стала лауреатом рейтинга в категории компаний с годовой выручкой свыше 2 млрд рублей. ГК «ССТ» в ходе отборочных процедур подтвердила полное соответствие критериям проекта «Национальные чемпионы».

В ГК «ССТ» сформирован национальный центр компетенций в области разработки и производства нагревательных кабелей и систем электрообогрева. Компания является лидером российского рынка систем электрообогрева и экспортирует продукцию в 47 стран мира.

В 2015 году в ГК «ССТ» организовано первое в России производство проводящих пластмасс и саморегулирующихся кабелей. Этот проект стал драйвером процесса импортозамещения систем электрообогрева промышленного назначения в России и технологической платформой для усиления

позиций компании на мировом рынке. В ближайшее время ГК «ССТ» завершит формирование трех макрорегиональных офисов в Европе, на Ближнем Востоке и в Китае для комплексного обслуживания зарубежных потребителей систем промышленного электрообогрева.

«Запуск проекта «Национальные чемпионы» демонстрирует намерение государства поддерживать российские технологические компании с высоким экспортным потенциалом. В России мы достигли лидерских позиций, которые будем и дальше удерживать. Дальнейшее развитие компании мы связываем с экспансией на глобальный рынок. Для этого в ГК «ССТ» созданы все возможности: технологические, производственные и интеллектуальные. Убежден, что потенциал «Национальных чемпионов» и системная интеграция мер поддержки со стороны Минэкономразвития создадут необходимые условия для кратного роста экспорта высокотехнологичной продукции», — отметил генеральный директор ГК «ССТ» Михаил Струпинский.

Пресс-служба ГК «ССТ»

Фонд развития промышленности поддержит расширение производства российских саморегулирующихся кабелей



Экспертный совет Фонда развития промышленности при Минпромторге РФ одобрил выделение льготного займа на реализацию инвестиционного проекта «Увеличение производства проводящих пластмасс и саморегулирующихся нагревательных кабелей на их основе». Проект реализуется Группой компаний «Специальные системы и технологии» (ГК «ССТ»), крупнейшим в России и в Европе производителем нагревательных кабелей и систем электрообогрева.

В ГК «ССТ» сформирован национальный центр компетенций в области разработки и производства нагревательных кабелей и систем электрообогрева. Компания является лидером российского рынка систем электрообогрева и экспортирует продукцию в 47 стран мира. ГК «ССТ» включена в перечень организаций, оказывающих существенное влияние на отрасли промышленности и торговли, и является исполнителем

государственной программы импортозамещения Минпромторга РФ. В 2016 году ГК «ССТ» стала участником приоритетного проекта Минэкономразвития РФ «Поддержка частных высокотехнологичных компаний-лидеров» (проект «Национальные чемпионы»).

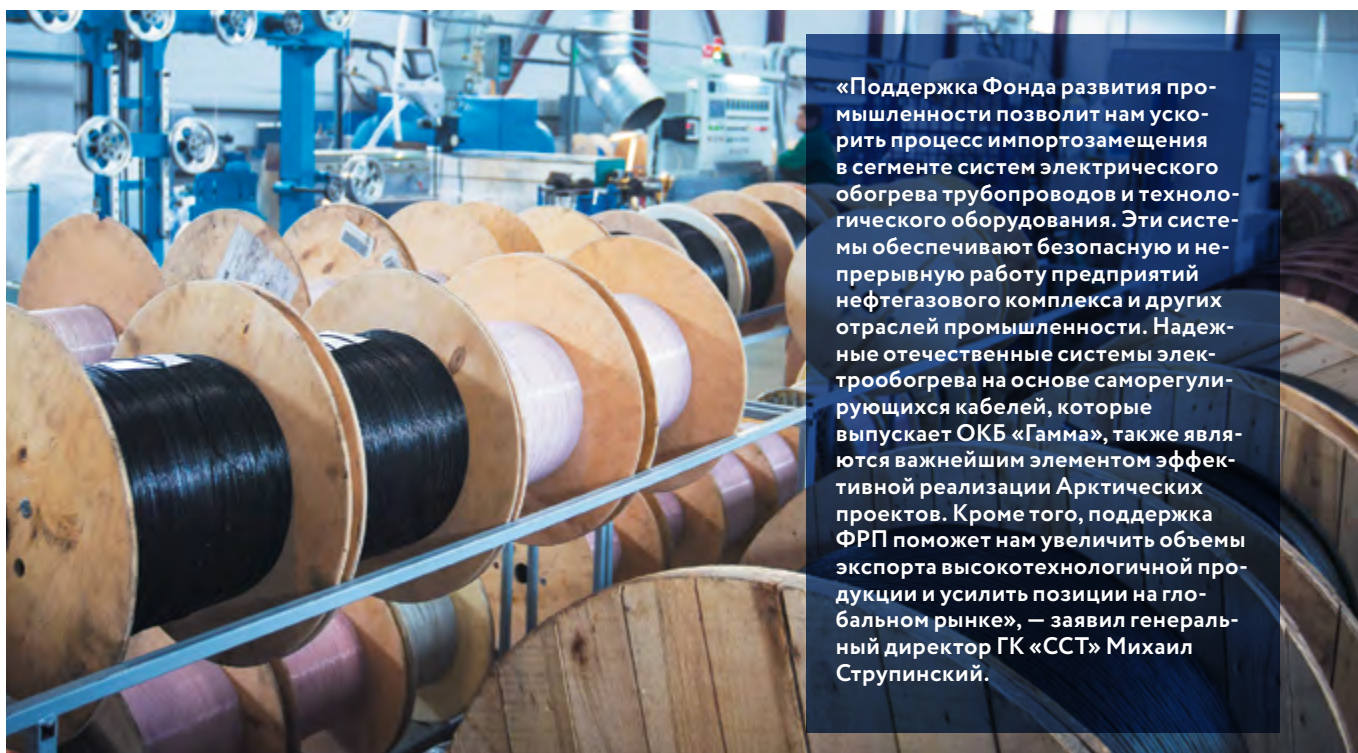
На первом этапе инвестиционного проекта, который был реализован с 2013 по 2016 год, на базе ОКБ «Гамма» был создан полный цикл производства проводящих пластмасс и саморегулирующихся нагревательных кабелей на их основе. Локализация производства саморегулирующихся кабелей в России позволила снизить технологическую зависимость предприятий нефтегазового комплекса от зарубежных поставщиков и значительно ускорить процесс импортозамещения.

В 2016 году ГК «ССТ» приступила к реализации второго этапа инвестиционного проекта, связанного с развитием производства. До 2021 года ОКБ «Гамма» увеличит суммарный

объем выпускаемой продукции до 6 тысяч километров кабелей в год, а также расширит продуктовую линейку саморегулирующихся нагревательных кабелей, проводящих пластмасс и полимерных материалов для российской промышленности. Реализация этого проекта позволит полностью обеспечить российских потребителей отечественными системами электрообогрева, что повысит уровень энергетической и технической безопасности промышленных предприятий.

Общая стоимость второго этапа проекта составляет 615 млн руб., из которых 300 млн руб. будут предоставлены Фондом развития промышленности в виде льготного займа. Реализация этого этапа инвестпроекта позволит создать в ОКБ «Гамма» дополнительно 30 рабочих мест для квалифицированных специалистов.

Пресс-служба ГК «ССТ»



«Поддержка Фонда развития промышленности позволит нам ускорить процесс импортозамещения в сегменте систем электрического обогрева трубопроводов и технологического оборудования. Эти системы обеспечивают безопасную и непрерывную работу предприятий нефтегазового комплекса и других отраслей промышленности. Надежные отечественные системы электрообогрева на основе саморегулирующихся кабелей, которые выпускает ОКБ «Гамма», также являются важнейшим элементом эффективной реализации Арктических проектов. Кроме того, поддержка ФРП поможет нам увеличить объемы экспорта высокотехнологичной продукции и усилить позиции на глобальном рынке», — заявил генеральный директор ГК «ССТ» Михаил Струпинский.

ГК «ССТ» полностью обеспечит ПАО «Газпром» российскими системами электрообогрева



На IV Петербургском международном газовом форуме ГК «ССТ» представила руководству ПАО «Газпром» линейку саморегулирующихся кабелей и системы электрообогрева полностью российского производства.

Петербургский международный газовый форум является ведущей площадкой, которая позволяет повысить эффективность взаимодействия лидеров газовой индустрии. Частью экспозиции Форума в 2016 году стала специализированная выставка «Импортозамещение в газовой отрасли». На выставке, которая была организована Минпромторгом РФ и ПАО «Газпром», представлены лучшие образцы техники и технологий, раскрывающие потенциал российской промышленности в замещении импортного оборудования для нефтегазовой отрасли.

Группа компаний «Специальные системы и технологии» (ГК «ССТ»), крупнейший в России и второй в мире производитель нагревательных кабелей и систем электрообогрева, презентовала на Газовом форуме линейку

российских саморегулирующихся нагревательных кабелей и систем промышленного электрообогрева на их основе. Делегации ПАО «Газпром» во главе с Председателем Правления Алексеем Миллером был представлен потенциал ГК «ССТ» в области импортозамещения. ГК «ССТ» успешно сотрудничает с ПАО «Газпром» с 2002 года. Системы электрического обогрева трубопроводов, резервуаров и технологического оборудования производства ГК «ССТ» установлены на объектах большинства мегапроектов ПАО «Газпром», среди которых: «Ямал», Восточная программа, Континентальный шельф России.

Реализованный в конце 2015 года проект по 100% локализации в России производства проводящих пластмасс и саморегулирующихся нагревательных кабелей позволит полностью обеспечить отечественный нефтегазовый комплекс российскими системами электрообогрева. Для реализации этого проекта в ГК «ССТ» были проведены фундаментальные работы в области исследования свойств проводящих материалов, сформирована

производственная инфраструктура, разработан комплекс уникальных методик испытаний и измерения свойств саморегулирующихся кабелей и оборудована не имеющая аналогов в России испытательная лаборатория.

Новый производственный комплекс ГК «ССТ» обеспечит предприятия топливно-энергетического комплекса России современными системами электрообогрева полностью российского производства. Эти системы обеспечивают непрерывную круглогодичную эксплуатацию объектов нефтегазовой инфраструктуры во всех климатических поясах, на суше, под землей и на море. Переход российской промышленности на отечественное оборудование исключит технологическую зависимость от зарубежных поставщиков и повысит уровень технической безопасности ТЭК.

Руководство ПАО «Газпром» высоко оценило потенциал и возможности ГК «ССТ», как одного из мировых лидеров индустрии и надежного поставщика систем электрообогрева.

Пресс-служба ГК «ССТ»

Новая разработка ГК «ССТ» снижает энергозатраты при добыче высоковязкой нефти на 50%



Группа компаний «Специальные системы и технологии» (ГК «ССТ»), крупнейший в России и один из крупнейших в мире производителей нагревательных кабелей и систем электрообогрева, представляет свою новую разработку — комплекс Stream Trace для повышения эффективности добычи нефти с высоким содержанием асфальтеновых смол и парафинов.

Учитывая сокращение российских запасов легких и средних нефтей, а также прогнозируемый рост добычи высоковязкой нефти с большим количеством примесей, новинка ГК «ССТ» представляет собой актуальное решение для нефтедобывающего комплекса. Асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО), возникающие при добыче высоковязкой нефти, сужают проходное сечение колонн насосно-компрессорных труб (НКТ), образуя парафиновые пробки. АСПО также затрудняют добычу из «старых» скважин с пониженным дебитом. Образование АСПО приводит к увеличению гидравлического сопротивления, уменьшению производительности скважинного фонда и ускоряет износ

подземного и насосного оборудования. Новая разработка ГК «ССТ», получившая название Stream Trace, защищает нефтяные скважины от образования АСПО. Комплекс Stream Trace обеспечивает поддержание температуры добываемой нефти выше критического уровня, что препятствует образованию АСПО на стенках НКТ. Помимо этого, в результате нагрева извлекаемая нефть становится менее вязкой, что снижает энергозатраты на ее добычу.

«Сердцем» нового комплекса является специальный гибкий самонесущий скин-нагреватель, который имеет зоны повышенной и пониженной мощности, что позволяет существенно снизить энергопотребление системы обогрева скважины. Специалисты ГК «ССТ» первыми в мире разработали и запатентовали решение по подогреву нефти в скважинах таким нагревательным элементом. Разработка уникального нагревательного кабеля с переменной по длине мощностью стала первой фазой создания готового решения, которое не требует отвлечения дополнительных ресурсов заказчиков.

Stream Trace представляет собой передвижной комплекс на базе грузового автомобиля повышенной проходимости. В перечень оборудования такого модуля входят: нагревательный кабель для обогрева скважин, силовой трансформатор, станция управления нагревом, а также мобильный комплекс для установки, наладки и монтажа нагревательного кабеля. Применение комплекса Stream Trace увеличивает межремонтный период эксплуатации скважины и повышает эффективность использования энергоресурсов. Таким образом, новая разработка ГК «ССТ» позволяет снизить затраты на эксплуатацию скважины и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Опытно-промышленные испытания комплекса на Казаковском месторождении ОАО «ЛУКОЙЛ-Пермь» подтвердили эффективность и надежность всех элементов системы. Stream Trace обеспечил увеличение температуры добываемой нефти на уровне устья и стабильный дебит скважины. При этом энергопотребление комплекса Stream Trace для поддержания оптимальной температуры нефти уменьшилось на 47% по сравнению с системами подогрева на основе нагревателя постоянной мощности.

«Мы использовали многолетний опыт работы с нефтедобывающими компаниями и нашу уникальную экспертизу в области электрообогрева для решения проблемы образования АСПО. Разработанный нашими специалистами комплекс позволяет вести эксплуатацию осложненных парафинами и другими примесями нефтяных скважин и увеличить их межремонтный период. Уникальный кабельный самонесущий скин-нагреватель с изменяемой по длине мощностью успешно решает проблему образования АСПО без неоправданно высокого расхода электроэнергии», — отметил генеральный директор ГК «ССТ» Михаил Струпинский.

Пресс-служба ГК «ССТ»

Компания «ССТ» удостоена Премии «Лучшее для жизни» за теплые полы и терморегуляторы «Теплолюкс»



ПРЕМИЯ
И ФОРУМ

ЛУЧШЕЕ
ДЛЯ ЖИЗНИ
2016



Торжественная церемония награждения Лауреатов Премии в области строительства, архитектуры и дизайна «Лучшее для жизни» прошла 14 октября 2016 года на площадке «Трехгорная мануфактура». Цель Премии — подчеркнуть важность обеспечения потребительского рынка качественными товарами и услугами в сфере строительства, ремонта, дизайна интерьера и ландшафта, благодаря которым пространство для жизни, работы и отдыха становится комфортным и экологически безопасным.

Компания «Специальные системы и технологии» стала Лауреатом Премии за инновационные разработки в области систем домашнего комфорта.

Теплые полы и терморегуляторы «Теплолюкс» победили в номинации «Умный дом. Системы подогрева пола».

Электрические теплые полы и терморегуляторы «Теплолюкс» производятся в России компанией «Специальные системы и технологии» с 1994 года.

Бренд «Теплолюкс» олицетворяет комфорт и надежность для миллионов потребителей во всем мире.

В линейке теплых полов «Теплолюкс» представлены одножильные и двухжильные нагревательные маты и секции, уникальная серия теплых полов с пожизненной гарантией Теплолюкс Profi, ультратонкий кабельный теплый пол Теплолюкс Alumia, мобильный теплый пол Теплолюкс Express.

В линейке терморегуляторов «Теплолюкс» есть модели для любого стиля жизни и особенностей семейного уклада. Самые доступные электромеханические модели с простой регулировкой, работают на поддержание температуры, если у пользователя нет необходимости создавать сценарий работы системы обогрева. Цифровые модели информируют потребителей о температуре нагрева.

Программируемые терморегуляторы обеспечивают до 70% экономии энергии, а модели с Wi-Fi модулем дают возможность управлять домашним комфортом из любой точки мира через приложение для мобильных устройств.

Пресс-служба ГК «ССТ»

ТЕПЛЫЙ ПОЛ

с пожизненной гарантией

ТЕПЛОЛЮКС PROFI

Уникальная серия «Теплолюкс Profi» —

Модернизированная конструкция кабеля и специальных прессованных соединительных муфт, новые материалы, уникальная технология крепления кабеля к основе нагревательного мата — инновации, воплощенные в серии «Теплолюкс Profi».

Пожизненная гарантия

Первый продукт на российском рынке с гарантийной поддержкой производителя на весь жизненный цикл изделия!

Уникальная пришивная технология крепления

нагревательного кабеля к основе мата обеспечивает максимально эффективную теплоотдачу за счет равномерной укладки и четкой фиксации кабеля, а также повышает надежность и срок эксплуатации



ССС СПЕЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

ГК «ССТ» - крупнейший российский производитель электрообогревательных систем и признанный мировой эксперт кабельного обогрева, предлагает эксклюзивные условия работы с новым продуктом:

- Профессиональные консультации и индивидуальный подход к каждому заказчику в федеральной сети салонов продаж и сервисных центров

(495) 728-80-80
www.sst.ru

КОНСТРУКЦИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНОГО КАБЕЛЯ ТЕПЛОЛЮКС ПРОФИ



Коллектив и друзья ГК «ССТ» отметили «Первые 25 лет вместе»



Группа компаний «Специальные системы и технологии» (ГК «ССТ»), крупнейший в России и второй в мире производитель нагревательных кабелей и систем электрообогрева отметила свое 25-летие. На праздничный вечер «Первые 25 лет вместе», который прошел во Дворце культуры «Яуза» города Мытищи, собрались работники предприятий и филиалов группы, партнеры и заказчики из всех федеральных округов России, стран ближнего зарубежья, Европы и Юго-Восточной Азии.

Первыми поздравили коллектив ГК «ССТ» с юбилеем байкеры из клуба «Ночные Волки», которые проехали по улицам города Мытищи от центрального офиса компании до ДК «Яуза» с флагами компании. Во Дворце культуры, оформленном в корпоративной стилистике ГК «ССТ», гостей ожидали многочисленные активности: необычные фотозоны, шоу «Арт-Наука», видеопоздравления от коллег и партнеров, совместная экспозиция ГК «ССТ» и Мытищинской картинной галереи, чеканка юбилейных монет и праздничный фуршет.

Официальную часть юбилейного вечера открыл генеральный директор ГК «ССТ» Михаил Струпинский. В своем выступлении он отметил, что лидерские позиции ГК «ССТ» в мировом рейтинге производителей являются результатом слаженной и ответственной работы всего коллектива группы и прекрасным подарком к 25-летию. М. Струпинский выразил благодарность за многолетний труд и вручил памятные подарки и золотые знаки отличия заслуженным работникам ГК «ССТ», чей стаж работы в компании превышает 20 лет.

Заместитель заведующего отделом промышленной политики Министерства инвестиций и инноваций Московской области Андрей Симичёв зачитал со сцены поздравление от заместителя Председателя Правительства Московской области Дениса Буцаева, после чего вручил



А.Симичёв, Министерство инвестиций и инноваций Московской области



А.Гореликов, Председатель Совета депутатов городского округа Мытищи



С.Ганиев, Управляющий Северным отделением Сбербанка России по МО



работникам ГК «ССТ» награды Губернатора Московской области и Московской областной Думы.

Председатель Совета депутатов городского округа Мытищи Андрей Гореликов поздравил коллектив ГК «ССТ» с юбилеем и наградил работников предприятий группы Почетными грамотами и Благодарностями Главы Городского округа Мытищи.

Поздравление коллективу ГК «ССТ» от Главы города Ивантеевка Сергея Гриднева зачитала первый заместитель руководителя Администрации города Ивантеевка Маргарита Шейко. Благодарности Главы города Ивантеевка получили работники ОКБ «Гамма» и компании «Интеллектуальные Водяные Системы». Глава городского поселения Софрино Игорь Гороховский поздравил ГК «ССТ» с 25-летием и вручил Благодарственные письма Администрации Пушкинского района работникам «Завода КСТ».

Церемония награждения завершилась вручением памятных наград лучшим работникам ГК «ССТ».

Награды вручили исполнительный директор компании «ССТ» Надежда Дедяева и директор компании «ССТЭнергомонтаж» Валерий Тюлюканов.

С поздравлениями коллективу ГК «ССТ» на сцене ДК «Яуза» выступили управляющий Северным отделением Среднерусского банка Сбербанка РФ Сергей Ганиев и CEO компании i-warm GmbH Аксель Девор.

В перерывах между награждениями, гости праздника увидели несколько эффектных номеров, подготовленных работниками ГК «ССТ», рассуждения и поздравления от детей в сюжете «Взгляд снизу» и впечатляющее лазерное шоу об истории и достижениях компании.

После официальной части гости были приглашены на премьерный показ фильма «Тепло против холода», который был создан телеканалом Наука 2.0 при участии топ-менеджеров и экспертов ГК «ССТ». Завершился юбилейный вечер выступлением группы «УмаТурман» и огненным шоу.

Заместитель заведующего отделом промышленной политики Министерства инвестиций и инноваций Московской области **Андрей Симичёв зачитал со сцены поздравление от заместителя Председателя Правительства Московской области Дениса Буцаева**, после чего **вручил работникам ГК «ССТ» награды Губернатора Московской области и Московской областной Думы.**



Итоги XI форума «Промышленный электрообогрев»



Ведущие эксперты отрасли обсудили на XI Международном форуме «Промышленный электрообогрев» ускорение темпов импортозамещения с учетом новых разработок и возможностей ГК «ССТ».

XI Международный форум «Промышленный электрообогрев» прошел 21-23 октября в отеле Swissotel Resort Сочи Камелия. Организатором главного отраслевого мероприятия выступила компания «ССТЭнергомонтаж», крупнейшая российская инженеринговая компания в области систем электрического обогрева и теплоизоляции. Информационными партнерами форума выступили отраслевой журнал «Промышленный электрообогрев и электроотопление» и портал E-heating.ru.

Участие в работе форума приняли ведущие эксперты в области проектирования, производства и эксплуатации систем промышленного электрообогрева. В числе участников — топ-менеджеры и ведущие специалисты предприятий нефтегазового комплекса, проектных институтов и инженеринговых компаний.

В 2016 году Группа компаний «Специальные системы и технологии» отмечает 25-летие. Основные достижения ГК «ССТ» и перспективы развития отрасли в условиях импортозамещения участникам форума представил корпоративный директор «ССТЭнергомонтаж» Александр Чирка. Он обратил внимание на то, что по итогам 2015 года в мировом рейтинге производителей нагревательных кабелей, который подготовила исследователь-

Комплекс Stream Tracer успешно прошел опытно-промышленные испытания на Казаковском месторождении ОАО «ЛУКОЙЛ-Пермь». Комплекс обеспечил увеличение температуры добываемой нефти на уровне устья скважины до необходимых значений.



ская компания QYResearch, ГК «ССТ» заняла 2 место. Причем ГК «ССТ» стала единственной российской компанией в этом рейтинге. Важнейшим событием для российской индустрии электрообогрева стал запуск первого в стране производства проводящих пластмасс и саморегулирующихся нагревательных кабелей. Уникальное для России производство, организованное на базе ОКБ «Гамма» (входит в ГК «ССТ»), позволит полностью обеспечить российские промышленные предприятия качественными отечественными системами обогрева.

Доклад о реализации этого проекта представил на форуме в Сочи директор ОКБ «Гамма» Андрей Прошин. Он рассказал о проведенных исследованиях и уникальных технологиях, которые были реализованы при подготовке нового производства. В ОКБ «Гамма» созданы производственный комплекс и испытательная лаборатория, не имеющие аналогов в стране. Разработанные специалистами ГК «ССТ» методики и оборудование испытательного центра ОКБ «Гамма» позволяют проводить полномасштабные испытания кабеля на соответствие требованиям национальных и международных стандартов, а также непрерывно контролировать качество

кабеля в процессе всех стадий его производства. Саморегулирующиеся кабели российского производства являются драйвером процесса импортозамещения в сегменте промышленных систем электрообогрева. На прошедшем в Санкт-Петербурге Международном газовом форуме руководство ПАО «Газпром» высоко оценило разработки ГК «ССТ» и потенциал по замещению импортных систем обогрева.

Начальник конструкторско-технологического бюро ГК «ССТ» Екатерина Дегтярева представила на форуме новое решение ГК «ССТ» для эффективной эксплуатации нефтяных скважин и обогрева подводных трубопроводов. Комплекс Stream Tracer для подогрева нефти в скважинах, предотвращающий образование отложений, создан на базе гибкого скин-нагревателя третьего поколения. ГК «ССТ» обладает уникальной технологией производства таких нагревателей, которые обеспечивают поддержание технологических температур на трубопроводах подземной и подводной прокладки, а также защиту от выпадения парафиновых отложений на нефтяных скважинах. Комплекс Stream Tracer в 2016 году успешно прошел опытно-промышленные испытания на Казаковском месторождении

ОАО «ЛУКОЙЛ-Пермь». Комплекс обеспечил увеличение температуры добываемой нефти на уровне устья скважины до необходимых значений. При этом энергопотребление системы для поддержания оптимальной температуры нефти уменьшилось на 47% по сравнению с системами подогрева на основе нагревателя постоянной мощности.

Главный редактор журнала «Промышленный электрообогрев и электроотопление» Николай Хренков представил участникам форума обзор публикаций единственного в России отраслевого издания. Он также рассказал о справочной книге «Проектирование и эксплуатация систем электрического обогрева в нефтегазовой отрасли» (М.Л. Струпинский, Н.Н. Хренков, А.Б. Кувалдин), которая вышла в 2015 году в издательстве «Инфра-Инженерия».

После завершения деловой части форума, участники продолжили общение в неформальной обстановке в рамках экскурсионной и культурной программы, подготовленной организаторами мероприятия.

XVI Международная конференция МКЭЭЭ-2016 «Электромеханика, Электротехнологии, Электротехнические материалы и компоненты»



В представленных докладах **рассматривались результаты исследований материалов и изделий**, достижения в области **конструирования электрических машин и аппаратов, развитие систем управления электротехническими комплексами**, а также вопросы теоретической электротехники.

Основным организатором XVI Международной конференции МКЭЭЭ-2016 выступал Национальный исследовательский университет «МЭИ» совместно с Академией электротехнических наук РФ и другими ведущими научными организациями и касался широкого круга вопросов электротехнической науки, о чем свидетельствует представленная ниже тематика конференции.

Тематика конференции

1. Электротехнические материалы и компоненты.

- Наноматериалы и нанотехнологии.
- Полупроводниковые и сверхпроводниковые материалы и изделия.
- Магнитные материалы.
- Электроизоляционные и кабельные материалы и изделия.

2. Электромеханика. Электрические машины.

- Электрические приводы и системы.
- Электрический транспорт.
- Электрические и электронные аппараты.

3. Электротехнологии.

4. Теоретическая электротехника.

5. Современная математика и ее применение в электротехнике

6. Подготовка и переподготовка кадров в области электротехники

В работе конференции участвовали специалисты по широкому кругу вопросов электротехники, электротехнологии и электротехнических материалов.

В представленных докладах рассматривались результаты исследований материалов и изделий, достижения в области конструирования электриче-

ских машин и аппаратов, развитие систем управления электротехническими комплексами, а также вопросы теоретической электротехники. Ряд докладов был посвящен разработкам и исследованиям различных видов электрооборудования и процессов в электротехнологических установках.

Всего на конференцию было представлено 160 докладов, некоторые из которых заслуживают особого внимания наших читателей.

С.А. Грузков в докладе «Небо завтрашнего дня» показал сегодняшний уровень электротехнического оснащения гражданских самолетов и перспективы ожидаемого роста электрооснащенности летательных аппаратов. Прогнозируется постепенная замена механических и пневматических приводов на электрические. В частности, в докладе показано применение электронагрева стекол кабины пилотов и хвостового оперения самолетов.

А.Н. Макаров в докладе «Опыт концерна «Русэлпром» в создании асинхронных электродвигателей массовых серий, их модификаций и специальных исполнений» показал как в последние годы повысился к.п.д. асинхронных электродвигателей и расширились области их применения.

Среди уникальных решений можно отметить двигатели огромной мощности для привода гребных винтов ледоколов. Среди задач на будущее отметил необходимость значительного повышения теплостойкости обмоточных проводов. Есть потребность в системах обогрева двигателей, работающих при воздействии влаги, с целью предотвращения выпадения конденсата на изоляции обмоток.

М.Ю. Шувалов с необычной стороны подошел к рассмотрению процессов в изоляции высоковольтных кабелей в докладе «Аналогия между процессами, происходящими в природе

и в кабельной технике, а также между явлениями различной природы в кабельных изделиях».

Он показал, что предложенный им метод аналогий позволяет лучше понять процесс развития разрядов и триингов в изоляции кабелей.

Очень необычным был доклад Ю.А. Баурова «О теплотергетических установках на буюнной энергии». Автор утверждает — им установлено, что окружающий мир образован за счет взаимодействия ненаблюдаемых объектов буюнов. Если правильно организовать движение материальных тел, то можно получить «некалибровочную» силу от этих буюнов, за счет которой либо обеспечивать перемещение материальных тел, либо получать тепловую энергию.

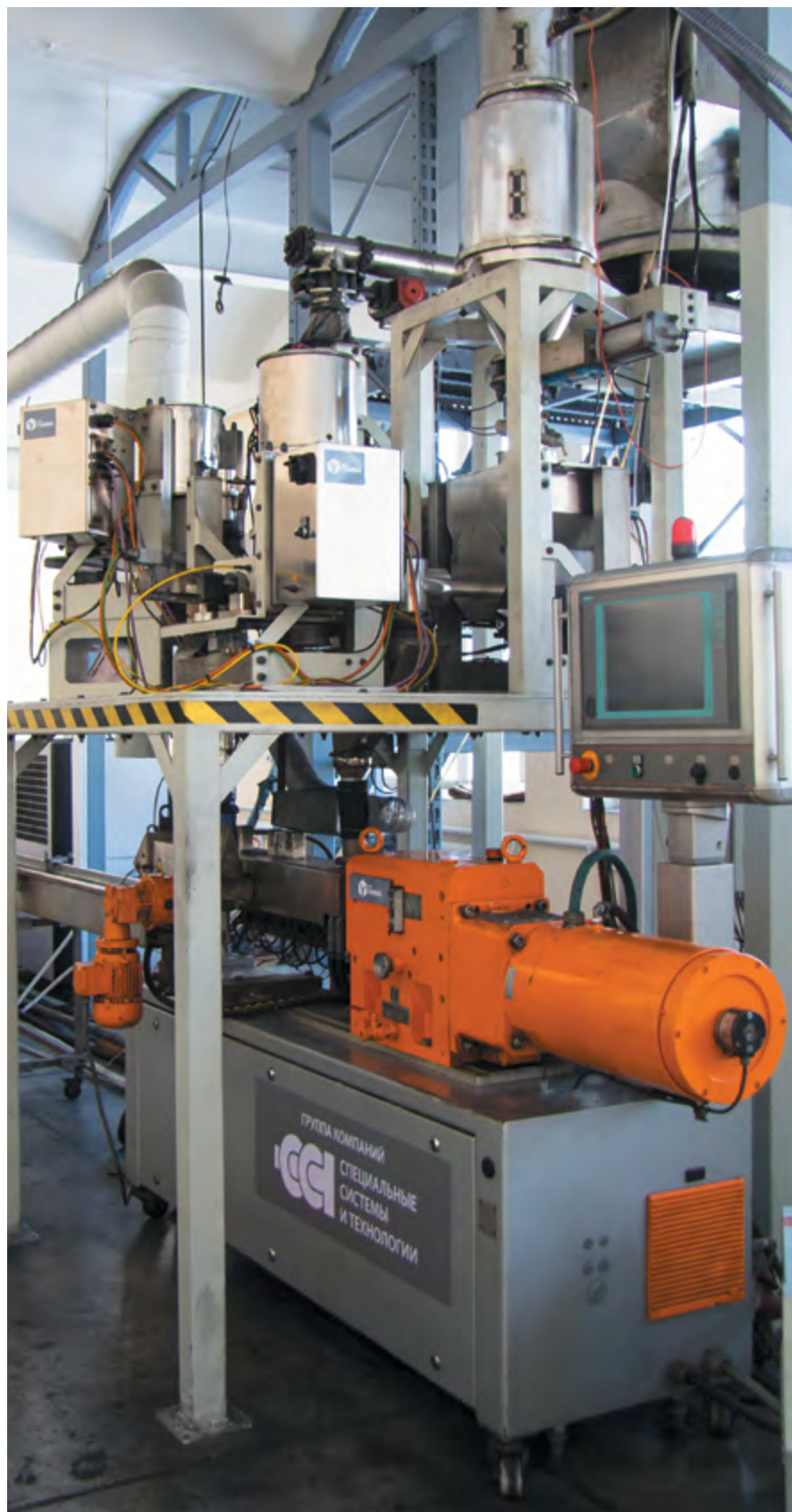
В частности, если гонять по замкнутому контуру воду, то можно получить нагрев не только от трения жидкости о стенки трубы, но и за счет этой самой силы. Установка должна быть выполнена из трубы диаметром 100 мм, скорость прокатки 1 м/с. Трубный контур должен располагаться вертикально, высота вертикального отрезка не менее 5 м.

Определенный интерес представляют предложенные А.Г. Корякиным методы испытания кабелей на сейсмические воздействия в докладе «Методы и методики испытаний оптических кабелей на сейсмостойкость»

Группа компаний «Специальные технологии и системы» (ГК «ССТ») представила на пленарном заседании доклад «Организация первого в России полного цикла производства проводящих пластмасс и саморегулирующихся кабелей» (авторы: М.Л. Струпинский, Н.Н. Хренков, С.Н. Блинов, А.А. Прошин), который явился обобщением докладов, заслушанных на научнопрактической конференции, состоявшейся в ГК «ССТ» в марте этого года.

Также были представлены доклады «Разработка и внедрение индукционнорезистивной системы обогрева длинных трубопроводов» (авторы: М.Л. Струпинский, Н.Н. Хренков, А.Б. Кувалдин) и «Особенности использования линейных индукторов для обогрева трубопроводов»

Автор — Н.Н. Хренков.





М.Л. Струпинский,
генеральный директор ГК «ССТ»,
к.т.н., доктор электротехники
АЭН РФ



**Комплексное решение ГК «ССТ»
для обогрева нефтяных скважин
с вязкими и парафинистыми нефтями,
предотвращающее образование
асфальтосмолопарафинистых
отложений**





По материалам доклада на Второй ежегодной встрече по подводным силовым и нагревательным кабелям для нефтегазовой промышленности (27-28 сентября 2016, Осло)

Нефтедобывающая отрасль заинтересована в технологических решениях, которые повысят рентабельность добычи тяжелых нефтей. **Статья посвящена** одному из таких решений – **комплексу Stream Tracer для защиты скважин от асфальтосмолопарафиновых отложений** на основе гибкого нагревателя с переменной по длине мощностью.

Новая реальность — рост доли скважин с «тяжелой» нефтью в общей структуре мировой добычи

По прогнозам экспертов, к 2050 году мировое потребление энергии вырастет на 100%, по сравнению с сегодняшним уровнем. Несмотря на бурное развитие альтернативной энергетики, основным источником энергии останется нефть. Пик добычи так называемых легких и средних нефтей планируется на следующие 10-15 лет, после чего добыча данных нефтей будет падать.

Для удовлетворения потребностей общества в энергии, мировой нефтедобывающий комплекс обращает все большее внимание на дорогостоящие нетрадиционные и труднодоступные источники углеводородов. Тяжелые нефти и газовые гидраты в условиях истощения традиционных нефтей приобретают все большее значение в мировой экономике. Их добыча все еще представляет трудности, но она уже стала рентабельной.

В мировой практике чаще всего используется следующая классификация:

- Тяжелыми нефтями считаются углеводородные жидкости с плотностью 920 – 1000 кг/м³ и вязкостью от 10 до 100 мПа·с.
- К природным битумам относят слаботекучие или полутвердые смеси преимущественно углеводородного состава с плотностью более 1000 кг/м³ и вязкостью выше 10000 мПа·с.
- Промежуточную группу между битумами и тяжелыми нефтями образуют так называемые сверхтяжелые нефти с вязкостью от 100 до 10000 мПа·с и плотностью около или несколько более 1000 кг/м³. Тяжелые и сверхтяжелые нефти часто объединяют под общим названием — тяжелые или высоковязкие нефти.

По разным оценкам запасы тяжелых нефтей и природных битумов составляют от 790 млрд. тонн до 1 трлн. тонн, что в 5-6 раз больше остаточных извлекаемых запасов нефтей малой и средней вязкости, которые составляют около 162 млрд. тонн. Разведанных запасов тяжелых нефтей и природных битумов гораздо меньше, но и эти запасы на 6% превышают известные на сегодня запасы легких и средних нефтей.

Наибольшими запасами тяжелых нефтей и природных битумов обладают Венесуэла, Канада и Россия. После истощения мировых запасов обычной нефти и при условии эффективного применения методов добычи тяжелых нефтей и битумов, эти страны смогут усилить свою роль на глобальном рынке энергоресурсов.

В России запасы тяжелой нефти составляют около 55% от общего объема нефтяных запасов. Российские месторождения высоковязкой нефти расположены в Пермском крае, Татарстане, Башкирии, Удмуртии в Республике Коми. Помимо энергетической составляющей, тяжелая нефть содержит большое

количество редких металлов: таких как ванадий, никель, молибден и других.

Нефтедобывающая отрасль заинтересована в технологических решениях, которые повысят рентабельность добычи тяжелых нефтей. Статья посвящена одному из таких решений — комплексу Stream Tracer для защиты скважин от асфальтосмолопарафиновых отложений на основе гибкого нагревателя с переменной по длине мощностью.

Защита скважины от образования АСПО — критически важная задача ближайших лет

Проблема образования АСПО в нефтедобывающих скважинах известна давно. Она связана с тем, что при понижении температуры и разгазировании флюида, поднимающегося по НКТ, нефть теряет способность растворять содержащиеся в ней парафин и смолы.

При добыче парафинистой нефти в верхней части скважины на стенках НКТ происходит отложение парафина и смол. Из-за этого поперечное сечение НКТ сужается, возрастает сопротивление движению жидкости, увеличивается нагрузка на насос.

Образование АСПО приводит к таким негативным факторам как:

- сокращение добычи нефти
- неэффективное использование нефтяных ресурсов
- преждевременный выход из строя дорогостоящего оборудования
- сокращение межремонтного периода оборудования
- ухудшение технико-экономических показателей месторождений

Учитывая возрастающее значение добычи тяжелых нефтей, предотвращение образования АСПО в НКТ сегодня является одной из ключевых технологий эффективной добычи нефти.

Разработка конструкции такого нагревательного кабеля является сложнейшей инженерной задачей, в особенности при учете комплекса требований, которые предъявляются к скважинным кабелям. Нам удалось решить эту задачу и разработать гибкий кабельный самонесущий СКИН-нагреватель, а также комплексное решение для защиты скважин от АСПО на его основе.

Для решения данной проблемы в настоящее время используются следующие методы:

- обработка скважин химическими реагентами
- очистка от отложений механическими скребками
- тепловая обработка.

Каждый из данных способов имеет свои преимущества и недостатки. Но наиболее эффективным способом тепловой обработки является обогрев ствола скважины электрическим нагревательным кабелем.

Система обогрева скважин на основе нагревательного кабеля — поиск оптимального решения

Системы кабельного электрообогрева скважин используются на нефтяных месторождениях России с начала 2000-х годов. Основная задача таких систем — обеспечить поддержание

температуры движущегося флюида выше температуры выпадения парафина.

Как правило для обогрева скважин используются двух- или трехжильные резистивные кабели постоянной мощности. Данные нагревательные кабели решают задачу обогрева, но не являются оптимальными с точки зрения энергоэффективности. Длина таких нагревательных кабелей подбирается с большим запасом, мощность тепловыделения кабеля определяется зачастую только теплостойкостью изоляции кабеля, а не реальными теплопотерями флюида в насосно-компрессорной трубе (НКТ).

Внешние граничные условия, определяющие теплопотери НКТ, переменны по глубине скважины — геотерма грунта имеет наклон около 20 – 30°C на километр. Соответственно, обогрев скважины нагревательным кабелем с линейной мощностью, постоянной по всей длине приводит к избыточному энергопотреблению системы электрообогрева.

Оптимальным с точки зрения энергопотребления является решение, когда система обогрева работает только в той зоне, где температура флюида в обычных условиях опускается ниже температуры выпадения парафина, а нагревательный кабель имеет переменное тепловыделение по глубине скважины. Причем мощность такого кабеля должна изменяться плавно в широком диапазоне: линейная мощность нижней части кабеля будет близка к нулю, тогда как в приповерхностной части мощность может достигать 70 Вт/м.

Разработка конструкции такого нагревательного кабеля является сложнейшей инженерной задачей, в особенности при учете комплекса требований, которые предъявляются к скважинным кабелям. Нам удалось решить эту задачу и разработать гибкий кабельный самонесущий СКИН-нагреватель, а также комплексное решение для защиты скважин от АСПО на его основе.

Нагревательный кабель с переменной по длине мощностью — основа энергоэффективной защиты скважины от АСПО

В 2015 году специалисты ГК «ССТ» разработали и презентовали комплексное решение для защиты нефтяных скважин от АСПО.

«Сердцем» данной системы является специальный гибкий самонесущий нагреватель, который имеет зоны повышенной и пониженной мощности, что позволяет существенно снизить энергопотребление системы обогрева скважины. Специалисты ГК «ССТ» первыми в мире разработали и запатентовали решение по обогреву нефтяных скважин подобными нагревателями.

Нагреватель выполнен по коаксиальной схеме, причем тепло выделяется, как за счет протекания тока в проводниках, так и за счет токов, наведенных в сложном внешнем проводнике. Данное техническое решение позволяет повысить эффективность теплоотдачи от нагревателя в нефтяной флюид по сравнению с классическими резистивными системами электрообогрева.

Питание на нагреватель подается с верхнего конца. На нижнем конце нагревателя установлена герметичная муфта. Нагреватель имеет ступенчато изменяемую мощность по длине в соответствии с температурным графиком скважины.

На рис. 2 показано распределение температуры флюида по глубине в реальной скважине, на которой была установлен комплекс Stream Tracer, в режиме непрерывной прокачки. Синяя кривая показывает изменение температуры флюида при номинальном дебите и отсутствии обогрева, зеленая прямая — граничное значение температуры, ниже которого не должна опускаться температура выкачиваемой нефти, чтобы исключить образование АСПО.



Рис. 1. Гибкий самонесущий нагреватель.

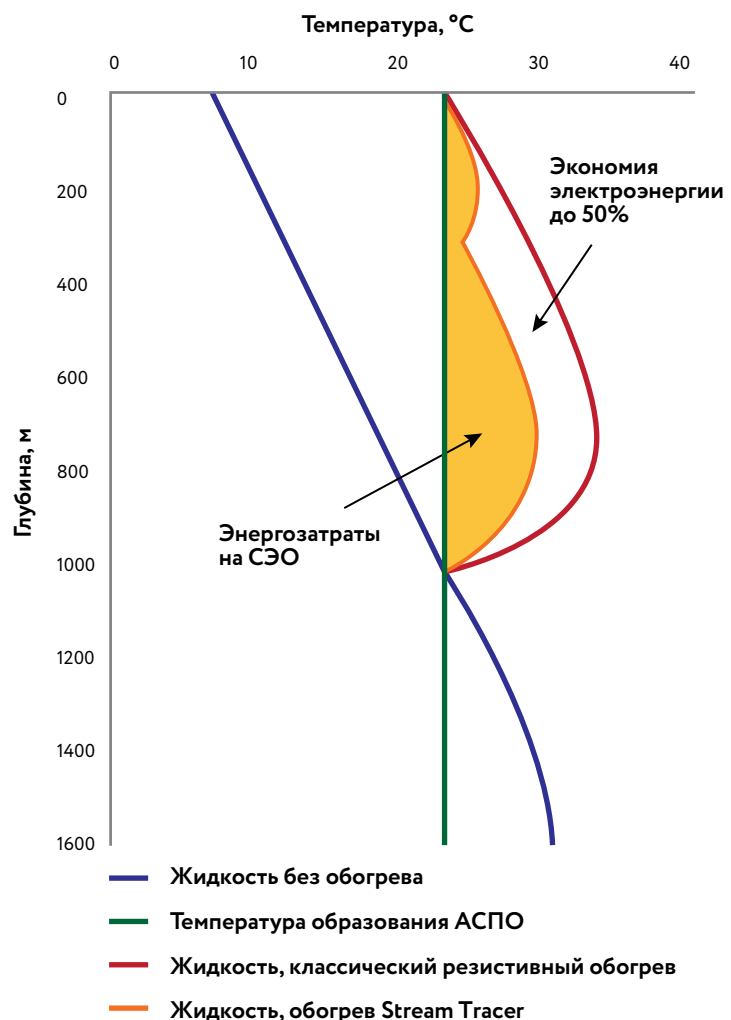


Рис. 2. Распределение температуры флюида по глубине скважины.

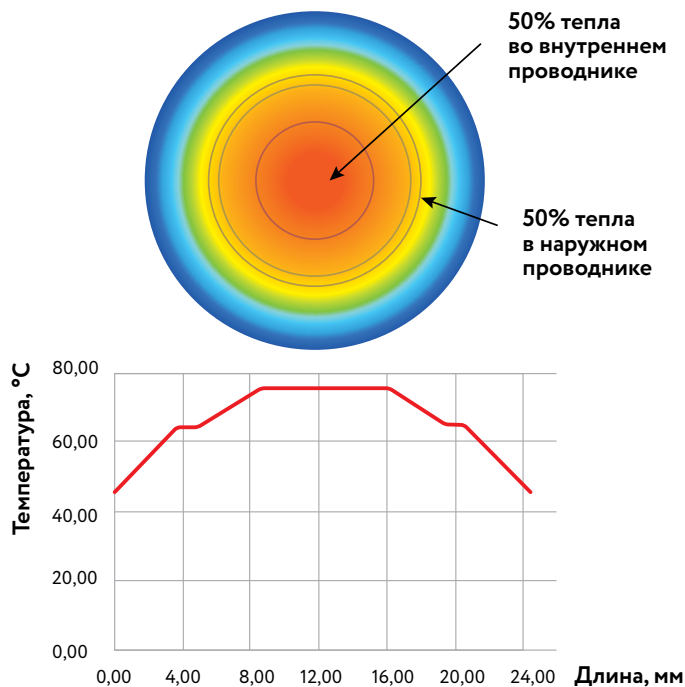


Рис. 3. Тепловыделение нагревателя комплекса Stream Tracer.

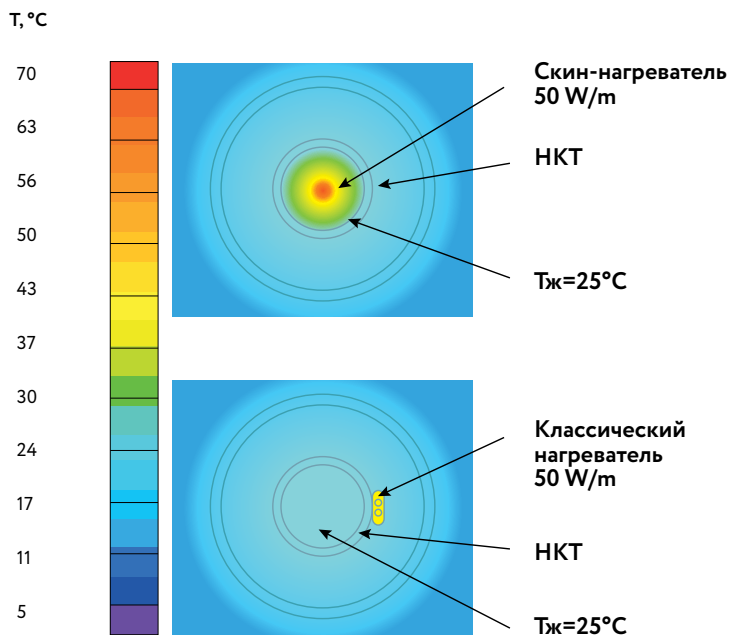


Рис. 4. Сравнение эффективности нагрева флюида гибким нагревателем и резистивным кабелем.

Красная кривая соответствует обогреву скважины кабелем с постоянной по длине мощностью, оранжевая — обогреву скважины разработанным в ГК «ССТ» нагревателем с участком повышенной мощности длиной 300 м у поверхности грунта.

Область между этими кривыми показывает переизбыток мощности при обогреве кабелем с одной ступенью по мощности относительно двухступенчатого обогрева.

Наши исследования показали, что для определения оптимальной конфигурации обогрева конкретной скважины в две ступени следует принимать мощность «горячего» участка нагревателя на 30%, выше мощности «холодного» участка.

Нагреватель для комплекса Stream Tracer выполнен по коаксиальной схеме, причем тепло выделяется, как за счет протекания тока в проводниках, так и за счет токов, наведенных в сложном внешнем проводнике. Данное техническое решение позволяет повысить эффективность теплоотдачи от нагревателя в нефтяной флюид по сравнению с классическими резистивными системами электрообогрева (рис.3).

Разделение нагревателя на зоны разной мощности приводит к снижению уровня перегрева флюида и повышению технико-экономических показателей месторождений. Применение оригинального нагревателя ГК «ССТ» с переменной по длине линейной мощностью позволяет снизить энергопотребление системы обогрева ствола скважины практически на 50%.

Такие преимущества новой разработки ГК «ССТ», как повышенная гибкость, механическая прочность, а также возможность изменения тепловыделения по длине, позволяют использовать наше решение не только для предотвращения образования АСПО в нефтяных скважинах, но также для предотвращения образования газогидратов в газовых скважинах, для обогрева подводных трубопроводов

и участков трубопроводов в местах перехода через реку.

В отличие от классических способов электрообогрева, гибкий нагреватель размещается внутри НКТ, в непосредственном контакте с нефтяной жидкостью. Это обеспечивает большую эффективность обогрева по сравнению с другими решениями (Рис. 4)

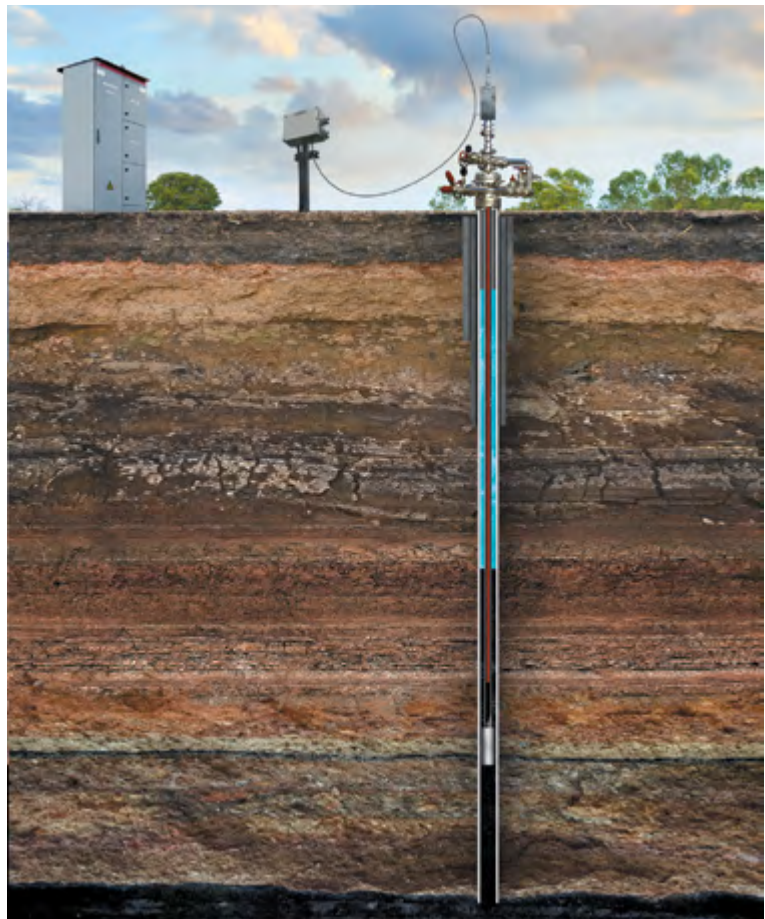
Комплексное решение для обогрева скважин — путь к снижению эксплуатационных затрат на добычу

ГК «ССТ» более 20 лет оснащает системами электрообогрева объекты крупнейших российских нефтегазовых корпораций. В большинстве проектов мы выступаем, как отраслевой интегратор, который берет на себя весь комплекс задач, связанных с проектированием, комплектованием, логистикой, инсталляцией и эксплуатацией систем электрообогрева. Комплексная экспертиза является нашим преимуществом и представляет значимую ценность для заказчиков.

Разработка уникального нагревателя с переменной по длине мощностью для обогрева скважин стала первой фазой нашего проекта. Мы ставили перед собой задачу — предложить готовую систему, которая не потребует отвлечения дополнительных ресурсов заказчиков.

Использование этой системы на основе гибкого кабельного самонесущего СКИН-нагревателя увеличивает межремонтный период эксплуатации скважины и повышает эффективность использования энергоресурсов. Таким образом наше решение позволяет заказчикам снизить затраты на эксплуатацию скважины и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Комплекс Stream Tracer состоит из нагревателя, станции управления, трансформатора, устьевого шлюза. Для монтажа и обслуживания Stream Tracer используется мобильный



Технические характеристики нагревателя для обогрева скважин

| | |
|---|---|
| Напряжение питания: | до 1 кВ; |
| Линейная мощность: | до 50 Вт/м; |
| Длина нагревателя: | до 1,5 км [°] |
| Нагреватель устойчив к химическим соединениям, входящим в состав сырой нефти и жидкостям, применяющимся при добыче нефти; | |
| Нагреватель сохраняет работоспособность при: | |
| внешнем давлении | до 150 атмосфер |
| температуре нефтегазовой среды | до 70°C |
| Минимальная температура монтажа: | минус 20°C |
| Минимальный радиус изгиба: | не менее 400 мм; |
| Нагреватель сохраняет работоспособность после 100 перегибов на радиус 400 мм ^{°°} | |
| Раздавливающее усилие: | до 12 кН (при скорости спуска-подъема до 0,25 м/с); |
| Растягивающее усилие: | до 28 кН; |
| Герметичность: | IP68 |

[°]в настоящее время ведутся разработки нагревателя длиной до 3-х км.

^{°°}при положительной температуре окружающей среды.



Рис. 6. Мобильный комплекс

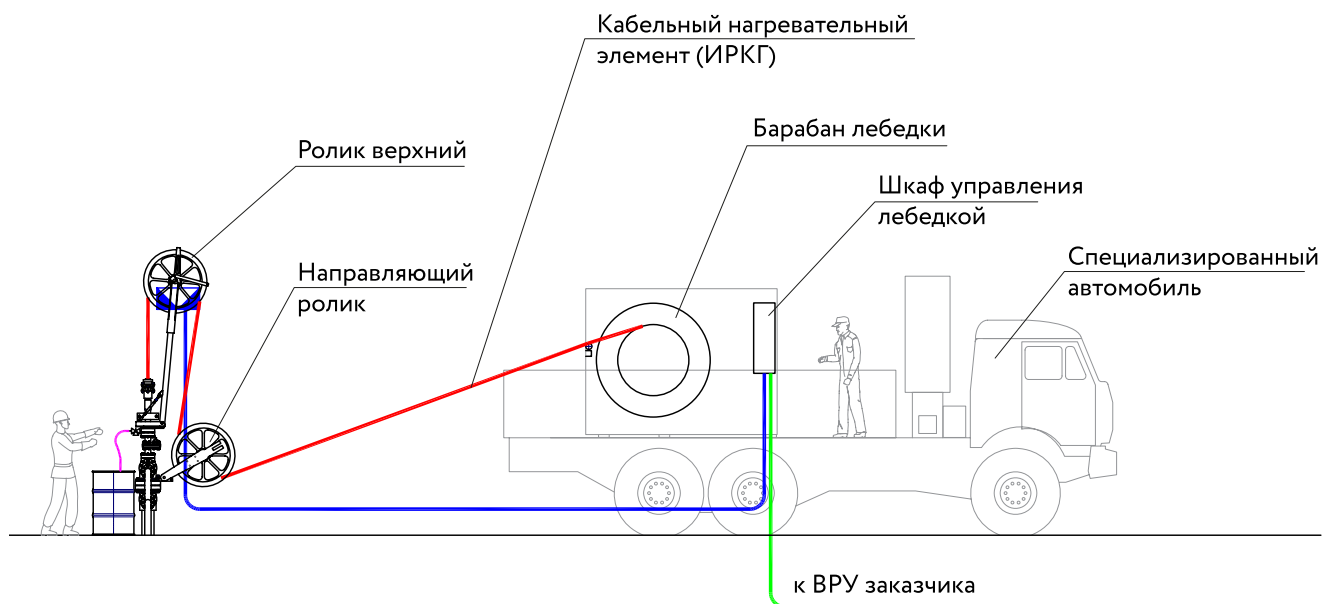


Рис.7. Схема расстановки спускоподъемного оборудования комплекса Stream Tracer



Рис.8. Выход нагревателя через лубрикаторный узел



Рис.9. Система управления комплекса Stream Tracer

комплекс на базе автомобиля повышенной проходимости и спуско-подъемный механизм. (рис. 6 и 7)

Специальный нагревательный кабель, с помощью мобильного комплекса для установки, помещается внутрь насосно-компрессорной трубы. Нефть в скважине нагревается до температуры, превышающей температуру кристаллизации парафинов, что предотвращает появление отложений.

Станция управления нагревом контролирует работу всей системы и позволяет, как в ручном, так и в автоматическом режимах:

- осуществлять и прекращать подачу электрического тока на нагревательный элемент;
- контролировать ток, протекающий через нагревательный элемент;
- контролировать напряжение, приложенное к нагревательному элементу;

Эффективность предлагаемого нами решения и надежность всех элементов системы подтверждена опытно-промышленными испытаниями на Казаковском месторождении ОАО «ЛУКОЙЛ-Пермь». **Комплекс обеспечил увеличение температуры добываемой нефти** на уровне устья скважины от $+7^{\circ}\text{C}$ до $+22,5^{\circ}\text{C}$, обеспечив стабильный дебит скважины. При этом **энергопотребление системы для поддержания оптимальной температуры нефти уменьшилось** на 47% по сравнению с системами подогрева на основе нагревателя постоянной мощности

- регулировать температуру нагревательного элемента в скважине;
- отключать нагреватель при отключении станции управления работой центробежного насоса;
- измерять температуру добываемой жидкости в термокармане, врезанном в нефтесборный коллектор;
- измерять и регулировать температуру внутри герметичного шкафа станции управления прогревом;
- автоматически отключать силовой пускатель (снимать напряжение с силового трансформатора и, соответственно, нагревательного элемента) от промышленной сети при наличии тока утечки, а также управлять другими устройствами системы.

Эффективность предлагаемого нами решения и надежность всех элементов системы подтверждена опытно-промышленными испытаниями на Казаковском месторождении ОАО «ЛУКОЙЛ-Пермь». Комплекс обеспечил увеличение температуры добываемой нефти на уровне устья скважины от +7°C до +22,5°C, обеспечив стабильный дебит скважины. При этом энергопотребление системы для поддержания оптимальной температуры нефти уменьшилось на 47% по сравнению с системами подогрева на основе нагревателя постоянной мощности

Таким образом, система обогрева скважин от ГК «ССТ» решает задачу предотвращения образования АСПО в энергоэффективном режиме, не отвлекая человеческие и временные ресурсы заказчика.

Выводы

1 Решение проблемы образования АСПО – критически важная технология наступающей эпохи добычи «тяжелых» нефтей

2 Специалистами ГК «ССТ» разработан комплекс Stream Tracer на основе уникального гибкого самонесущего нагревателя для предотвращения образования АСПО. Данное решение позволяет вести эксплуатацию осложненных парафинами нефтяных скважин, увеличив их межремонтный период, а также существенно снижает энергопотребление по сравнению с другими способами предотвращения АСПО

3 В ГК «ССТ» внедрена технология серийного производства гибких нагревателей и разработан комплекс оборудования для монтажа, пуска-наладки и демонтажа комплекса

4 Комплекс Stream Tracer успешно прошел испытания на объекте ОАО «Лукойл» и подтвердил свою надежность и энергоэффективность

Литература:

1. «Тяжелые нефти, газовые гидраты и другие перспективные источники углеводородного сырья»: Учебно-методическое пособие/ Щепалов А.А.. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. УДК 665.6
2. «Исследование различных технологий повышения эффективности выработки запасов высоковязких нефтей на турнейских отложениях ашальчинского месторождения)/ Р.Р. Рахматуллина, институт «ТатНИПИнефть»
3. «Проектирование и эксплуатация систем электрического обогрева в нефтегазовой отрасли»: справочная книга/ М.Л. Струпинский, Н.Н. Хренков, А.Б. Кувалдин. – М.: Инфра-Инженерия, 2015, УДК 622.323, ISBN 978-5-9729-0086-2



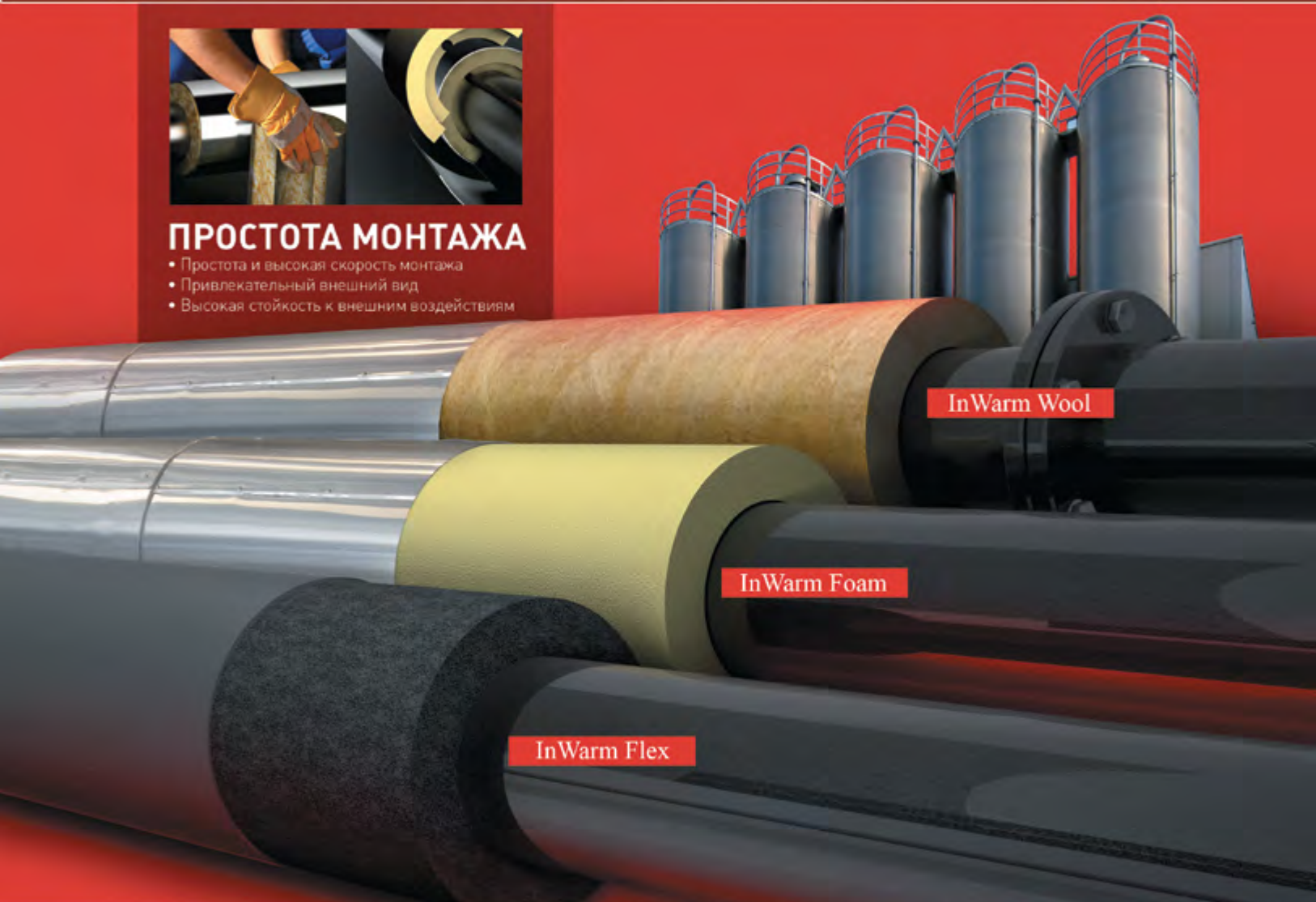
InWarm™
Keeping in Warm

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ



ПРОСТОТА МОНТАЖА

- Простота и высокая скорость монтажа
- Привлекательный внешний вид
- Высокая стойкость к внешним воздействиям



InWarm Wool

InWarm Foam

InWarm Flex

ПРОЕКТ • ПОСТАВКА • МОНТАЖ • ПУСКО-НАЛАДКА • СЕРВИС • ГАРАНТИИ



ООО «ССТЭнергомонтаж» предлагает Вашему вниманию новые эффективные и современные теплоизоляционные материалы InWarm.

InWarm Flex — Теплоизоляционный материал из вспененного каучука
InWarm Wool — Теплоизоляционный материал из базальтовых пород
InWarm Foam — Теплоизоляционный материал в виде скорлуп из полиуретана
InWarm Armour Systems — Покрывные системы

Многолетний опыт работы в сфере проектирования, поставок и монтажа теплоизоляционных конструкций позволяет ООО «ССТЭнергомонтаж» предлагать как универсальные, так и уникальные решения по тепловой изоляции.

141008, Московская область, г.Мытищи, Проектируемый проезд 5274, стр. 7
Тел/факс: +7 (495) 627-72-55. www.sst-em.ru; www.teplomag.ru. email: info@sst-em.ru



Уникальные методы испытаний и контроля параметров саморегулирующихся нагревательных кабелей в ОКБ «Гамма» — основной фактор качества продукта и надежности СЭО

В рамках выполнения проекта ГК «ССТ» по разработке отечественной технологии полного цикла изготовления саморегулирующихся кабелей, который был реализован в период с 2012 по 2015 год, была создана уникальная испытательная база (методики испытаний и испытательное оборудование) позволяющая производить испытания как полимерных материалов, так и готового кабеля на соответствие требованиям международных стандартов, а так же осуществлять контроль качества на всех стадиях производства нагревательного кабеля.



А. А. Прошин,
директор
ООО ОКБ «Гамма»

Входной контроль исходных материалов

Все материалы, применяющиеся при изготовлении проводящего компаунда подвергаются входному контролю как документальному, так и инструментальному.

Для получения заданных свойств компаунда нам важно контролировать свойства исходных материалов.

Одним из наиболее важных контролируемых параметров, влияющих на качество будущего компаунда является структурность, т.е. величина и разветвленность агрегатов сажи, технического углерода. Структурность определяют методом абсорбции дибутилфталата испытуемой пробой технического углерода по методике, разработанной специалистами ОКБ «Гамма» на основе ГОСТ 25699. Проверяется соответствие утвержденным значениям каждой партии технического углерода.



Рис. 1. Прибор для определения показателя текучести расплава полимерной основы.

Не менее важным является вязкость расплава полимерного материала, напрямую влияющая на качество диспергирования технического углерода в полимере и, как следствие из этого, на стабильность характеристик проводящего компаунда. Соответствие требованиям по вязкости расплава полимера определяется методом измерения показателя текучести расплава в соответствии с требованиями ГОСТ 11645 на экструзионном пластометре (рис. 1) при нормируемых температуре и нагрузке.

Другие, менее важные параметры материалов проходят 100% документальный контроль, не подвергаясь инструментальному анализу, на основании результатов приемо-сдаточных испытаний производителей материалов.

Приемо-сдаточные испытания полимерного электропроводящего компаунда

Контролируемые параметры: удельное электрическое сопротивление, качество распределения технического углерода, содержание влаги. Для контроля качества при производстве проводящего компаунда специалистами ОКБ «Гамма» был разработан набор собственных методик.

Например, методика измерения удельного электрического сопротивления компаунда. Тестовые образцы для проведения измерения сопротивления — пластинки из испытуемой партии компаунда изготавливаются на лабораторном прессе методом прямого прессования (рис. 2).

При проведении испытаний важно в точности соблюсти методику изготовления тестовых образцов: контролировать содержание влаги в материале, выдержать требуемые методикой скорость охлаждения пластинок и временной интервал между изготовлением тестовых пластинок и проведением измерений их удельного электрического сопротивления.

Содержание влаги в компаунде определяется термogrавиметрическим методом в лабо-

раторном автоматизированном анализаторе влажности. Параметры каждой партии материала фиксируются в электронном протоколе, хранящемся на центральном сервере испытательной лаборатории ОКБ «Гамма».

Так же важным контролируемым параметром является качество диспергирования технического углерода, которое оценивается визуальным методом с применением светового микроскопа 8 кратного увеличения в поляризованном свете.

На каждую партию компаунда выписывается сопроводительный паспорт, содержащий индивидуальный идентификационный номер партии, дату производства, основные технические параметры с отметкой ОТК о прохождении приемо-сдаточных испытаний.

Таким Паспортом заканчивается один из этапов производства саморегулирующегося кабеля — производство электропроводящего компаунда.

Операционные испытания в процессе производства матрицы

Перед запуском в производство каждой партии матрицы проводится контроль содержания влаги в исходном компаунде термogrавиметрическим методом, по результатам которого принимается решение о возможности запуска партии в производство, о чем делается соответствующая запись в сопроводительный паспорт на конкретную партию.

После выхода экструзионной линии на требуемый технологический режим происходит отбор метрового образца матрицы для проведения измерений сопротивления и мощности тепловыделения в нормируемых условиях.

Измерение мощности требует соблюдения стандартизованных условий теплоотдачи, поэтому оно производится на образцах, помещенных в климатическую камеру (рис. 3) при температуре 10° С. Такие испытания проводятся на образцах от каждого барабана.



Рис. 2. Внешний вид лабораторного пресса для изготовления тестовых образцов.

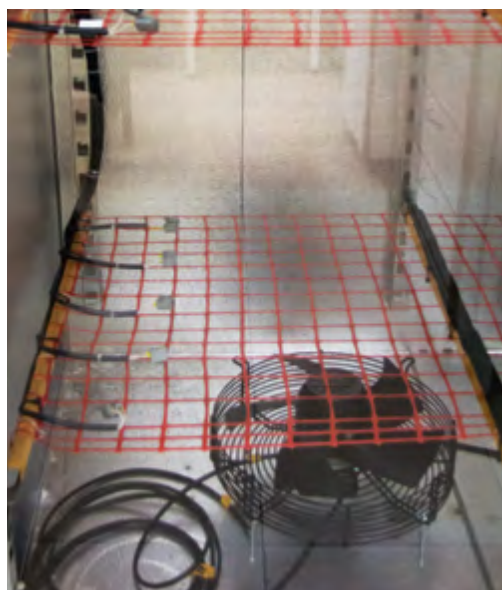


Рис. 3. Измерение мощности матрицы на образцах, помещенных в климатическую камеру

Контроль параметров жилы:

- конструктивные размеры
- шаг скрутки
- электрическое сопротивление

Следующий этап испытаний наступает после стабилизации свойств матрицы на операции электронной сшивки.

Образцы матрицы вновь поступают в лабораторию для измерения сопротивления и выделяемой мощности.

Испытания для подтверждения надежности

Следующий этап производства связан с операцией электронной сшивки матрицы, которая призвана обеспечить фиксацию полимерной структуры с целью стабилизации свойств, обеспечения надежности при длительной эксплуатации кабеля и, в том числе при температурах, близких к температуре плавления полимерной основы компаунда.

Для подтверждения стабильности свойств полученного продукта матрица, прошедшая операцию электронной сшивки, подвергается длительным испытаниям на надежность.

Специалистами ГК «ССТ» был спроектирован необходимый для этого автоматизированный испытательный стенд, возможности которого позволяют проводить длительные испытания с автоматической фиксацией электрических параметров саморегулирующихся нагревательных лент (матрицы), с последующим сохранением полученных значений в базе данных, и формированием протоколов испытаний до 104 образцов одновременно.

Стенд представляет собой специализированный стеллаж для крепления испытуемых кабелей на металлических направляющих и контактные блоки для подключения питания, шкафа управления и автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора (рис. 4).

Контроль параметров компаунда:

- удельное электрическое сопротивление
- содержание влаги
- выходная мощность полуфабрикатов

В шкафу управления размещены силовая и измерительная части стенда, необходимые для подачи напряжения питания на образцы и измерения действующих значений тока, напряжения, электрического сопротивления матрицы, коэффициента контакта и температуры.

Работа стенда построена по следующему принципу — образцы подвергаются циклам нагрева и охлаждения для чего на образцы в течение заданного времени подается полное напряжение. Циклограмма воздействий на образцы приведена на рис. 5. Затем напряжение отключается и образцы остывают. Подобный режим имитирует наиболее жесткие условия эксплуатации.

АРМ оператора представляет собой программно-технический комплекс, позволяющий в автоматическом режиме в течении заданного времени контролировать работу как самого стенда, так и регистрировать измеряемые параметры испытуемых образцов, сохранение результатов измерения и формирование требуемой отчетности. После ввода данных образца и критериев завершения испытания, оператор по сути становится наблюдателем. Система сама подает и снимает напряжение и в заданном алгоритме производит измерения.

Контролировать процесс испытаний можно посредством главного экрана, где на мнемосхемах групп образцов представлена информация по состоянию каждой ячейки (рис. 6). Для мониторинга хода испытаний в системе управления предусмотрена возможность формирования промежуточных отчетов.

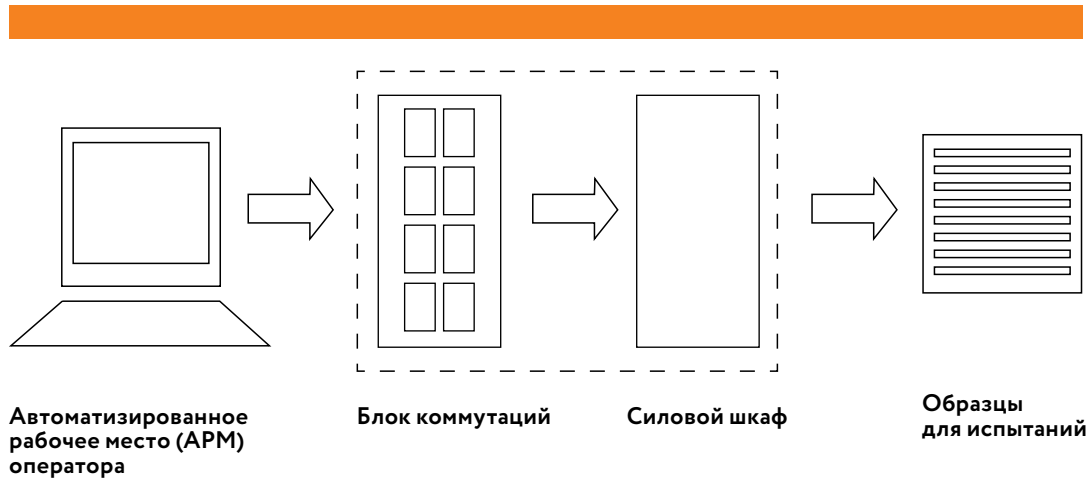


Рис. 4. Принципиальная схема испытательного стенда

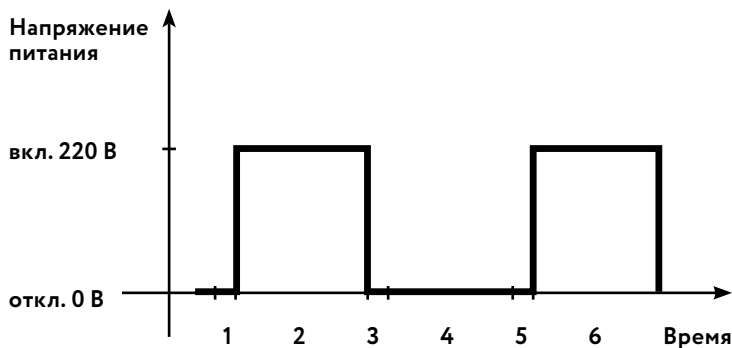


Рис. 5. Циклограмма работы стенда в режиме «ИСПЫТАНИЯ».

По завершению испытания система формирует отчет в виде табличных данных и графиков хода испытаний. Пример протокола приведен ниже. На основе результатов испытаний на надежность принимается решение о передаче изолированной матрицы на следующие производственные этапы, в ходе которых происходит оплётка изолированной матрицы и наложение оболочки.

Главная особенность данного вида испытаний матрицы состоит в том, проведение испытания на надежность выполняются в процессе изготовления, а не в ходе типовых испытаний на отобранных образцах, что присуще для обычной кабельной продукции.

Таким образом данные испытания встроены в производственный цикл, т.е. каждая партия матрицы подвергается испытаниям на надежность, что гарантирует стабильность характеристик выпускаемой продукции.

Специалистами ГК «ССТ» был спроектирован необходимый для этого автоматизированный испытательный стенд, возможности которого позволяют проводить длительные испытания с автоматической фиксацией электрических параметров саморегулирующихся нагревательных лент (матрицы), с последующим сохранением полученных значений в базе данных, и формированием протоколов испытаний до 104 образцов одновременно.

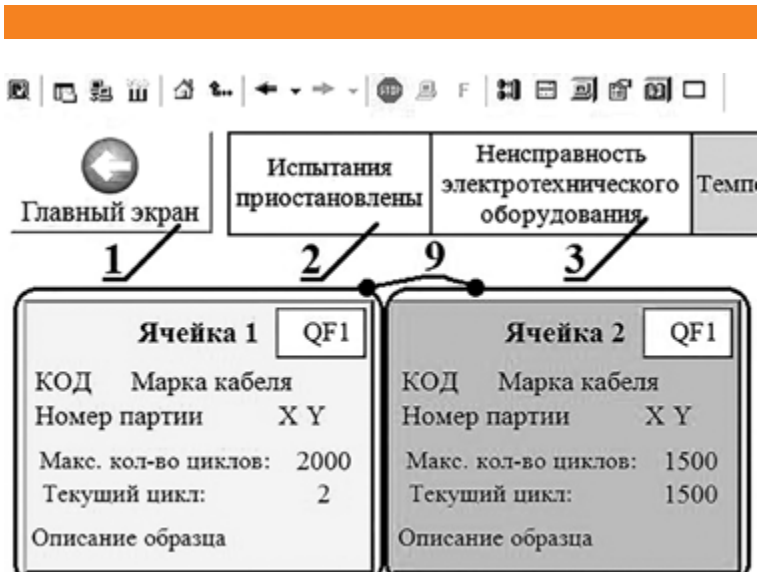


Рис 6. Фрагмент АРМ - экран группы образцов

Контроль и испытания в процессе изготовления кабеля

При изготовлении кабеля контролируется соблюдение технологических режимов при проведении операции изолирования, оплетки и наложения оболочки.

Экструзионная линия оснащается звуковым аппаратом сухих испытаний (ЗАСИ) который служит для контроля целостности изоляции и оболочки кабеля в процессе изготовления. Испытательное напряжение на ЗАСИ устанавливается на уровне 5 кВ, что гарантирует соответствие электрической прочности изоляции и оболочки заданным параметрам. Также линия оснащается бесконтактным измерителем диаметра, что позволяет контролировать соответствие геометрических размеров кабеля в процессе изготовления и счетчиком метража, для контроля за количеством изготовленного кабеля. Стабильность технологического процесса экструдирования поддерживается автоматизированной системой управления экструзионной линией.

При изготовлении экрана в виде оплетки, на образцах проверяются соответствие фактических и конструктивных параметров, а именно, контролируются шаг, угол и плотность оплетки.

Испытания готовой продукции

Методики испытания саморегулирующихся кабелей не являются стандартными для кабельной отрасли. В отличие от резистивного кабеля, где мощность тепловыделения можно рассчитать просто измерив потребляемый ток, при известном напряжении питания, саморегулирующийся кабель должен быть помещен в нормированные, термостабилизированные условия, которые достигаются только на специальном стенде (рис. 9).

Эта работа потребовала создания специализированных испытательных установок, не имеющих аналогов в России.

ПРОТОКОЛ измерения мощности и коэффициента контакта матрицы (кабеля)

Время проведения испытания: начало - 02.02.2016.13.10 конец - 09.02.2016.12.32

Цель испытания: Определение надежности нагревательного кабеля (заготовки) при многократном включении.

Методика испытания: Измерения проводят по методике М СМК В 8-38-13 "Определение выделяемой мощности саморегулирующихся матриц и лент"

Объект испытания: Марка - 000000

Код стадии изготовления - 33 Партия - 000000

Образец - 0.0 Длина, м - 1.0



Комментарий:

Критерии завершения испытания:

| Максимальное количество циклов | Минимальная мощность | Максимальный коэффициент | Завершение испытания по времени |
|--------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 20 | 0,0000 | 0,0000 | |

| Цикл измерения | Время | Сопротивление, [Ohm] | Ток ст., [A] | Ток уст., [A] | Мощность, [Вт/м] | K | Иустлет | Температура | |
|-------------------------|------------------|----------------------|--------------|---------------|------------------|------|---------|-------------|--------|
| | | | | | | | | воздуха | образц |
| 1 | 02.02.2016.14.01 | 19113 | 0182 | 0259 | 110 | 1308 | 1,4 | 243 | - |
| 2 | 02.02.2016.14.32 | 19975 | 0174 | 0252 | 117 | 1325 | 1,4 | 245 | - |
| 3 | 02.02.2016.15.02 | 17809 | 0175 | 0252 | 118 | 1384 | 1,4 | 241 | - |
| 4 | 02.02.2016.15.32 | 17822 | 0175 | 0252 | 118 | 1376 | 1,3 | 237 | - |
| 19 | 02.02.2016.05.18 | 19113 | 0182 | 0240 | 114 | 1378 | 1,4 | 243 | - |
| 20 | 02.02.2016.05.48 | 19303 | 0182 | 0241 | 114 | 1405 | 1,3 | 242 | - |
| Изменение мощности: | | -5,38 | % | | | | | | |
| Изменение коэффициента: | | 0,00 | % | | | | | | |

Заключение:

Испытания провед:

Рис. 8. Пример протокола испытаний на надежность.



Рис. 9. Внешний вид испытательного стенда СИМ -1.



Специалисты ГК «ССТ» успешно решили эту задачу и на основе требований международных стандартов разработали необходимые испытательные стенды.

Рассмотрим подробнее стенд СИМ-1, предназначенный для определения номинальной мощности. Стенд выполнен в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ IEC 60079-30-1 «Взрывоопасные среды. Резистивный распределенный электронагреватель. Часть 30-1. Общие технические требования и методы испытаний» (данный стандарт полностью соответствует международному стандарту IEC 60079-30-1). На трех измерительных стальных трубах длиной 3,33 м диаметром 56 мм, крепятся образцы нагревательного кабеля длиной 3 м. Циркулирующий поток жидкости обеспечивает постоянство температуры трубы. Стенд состоит из следующих блоков:

Тепловая часть испытательного стенда.

Теплообменник (3 измерительные трубы длиной 3,33 м каждая) служит для моделирования реальных условий эксплуатации саморегулирующихся нагревательных лент и калориметрирования образцов при температуре $10 \pm 2^\circ\text{C}$. Теплоносителем в теплообменнике является вода, движение которой в контуре и поддержание заданной температуры осуществляется при помощи чиллера. Схема циркуляции теплоносителя в стенде представлена на рисунке 10. В каждой из трех труб выполнены съемные полускорлупы (ячейки) для размещения испытываемого кабеля. Полускорлупы выполнены из матов на основе минеральной ваты, а с наружной стороны облицованы металлической оболочкой. Подводящие трубы закрыты теплоизоляцией на основе вспененного полиэтилена. Теплообменник прикреплен держателями к стене.

Электрическая и измерительная часть испытательного стенда.

В каждой ячейке, смонтированной на измерительной трубе, имеются клеммные

зажимы, для подключения образцов к питанию. К клеммнику подсоединен провод для питания каждого образца индивидуально. Всего 12 клеммных зажимов и питающих проводов. Все эти питающие провода подводятся к шкафу питания и измерения.

В шкафу питания установлено силовое и измерительное оборудование. Электрическая схема служит для подачи на образцы, установленные на трубе теплообменника, заданного напряжения, регулировка которого осуществляется при помощи стабилизатора. Для регистрации электрических параметров испытываемого кабеля используются цифровой универсальный мультиметр.

Измерение мощности производится только после термостабилизации образцов. Результаты фиксируются в журнале и заносятся в электронную базу данных испытательной лаборатории.

На основании результатов проведенных испытаний сотрудником ОТК оформляется паспорт на каждый барабан саморегулирующегося нагревательного кабеля с указанием даты проведения испытаний.

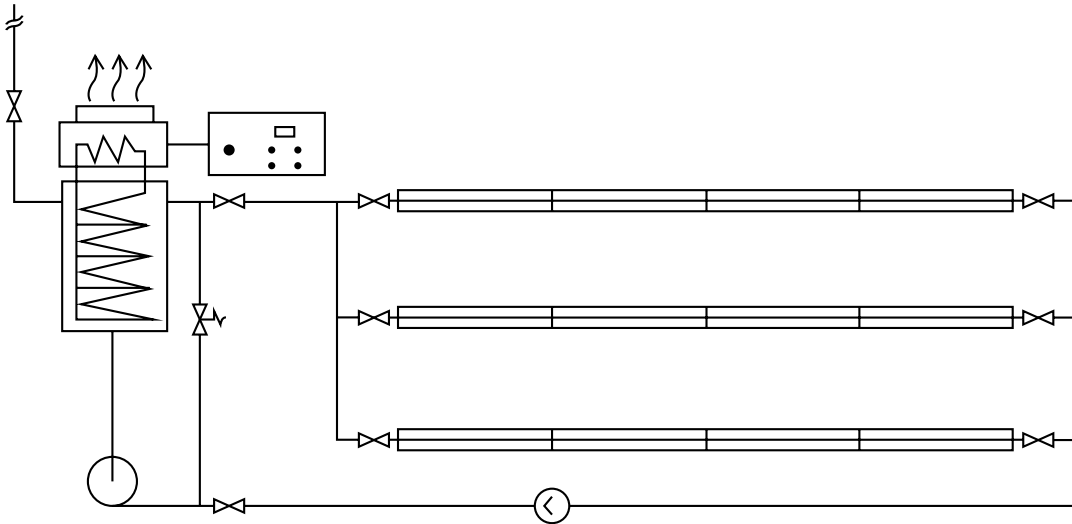
Типовые и периодические испытания

Специалистами ГК «ССТ» был разработан полный комплекс испытательного оборудования, для подтверждения соответствия всем требованиям, которые предъявляются к саморегулирующимся кабелям как техническими регламентами, действующими на территории Таможенного Союза, так и международными стандартами.

Саморегулирующиеся кабели должны соответствовать всем требованиям стандарта ГОСТ IEC 60079-30-1 «Взрывоопасные среды. Резистивный распределенный электронагреватель. Часть 30-1. Общие технические требования и методы испытаний».

Электроизмерительная лаборатория ОКБ «Гамма» оборудована всем необходимым

Рис. 10. Схема циркуляции теплоносителя в стенде.



спектром испытательного оборудования необходимого для проверки соответствия саморегулирующихся кабелей вышеуказанному стандарту.

Для проверки соответствия стандарту проводятся следующие испытания:

1. Испытание электрической прочности изоляции ($U_{исп} = 2U_{ном} + 1000 \text{ В}$), ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.2.
2. Измерение электрического сопротивления изоляции (не менее 50 МОм), ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.3.
3. Испытание на воспламеняемость, ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.4.
4. Испытание на удар (удар с энергией 7 Дж), ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.5.
5. Испытание на деформацию (раздавливание с усилием 1500 Н), ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.6.
6. Испытание на холодный изгиб (изгиб вокруг оправки $b d_{каб}$ при минимальной температуре монтажа), ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.7.
7. Испытание на влагостойкость (выдержка кабеля со смонтированными заделками в воде 14 суток при комнатной температуре), ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.8.
8. Испытание встроенных компонентов на влагостойчивость (кабель со смонтированными заделками находится в воде, на него циклически подается рабочее напряжение), ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.9.
9. Проверка номинальной выходной мощности (измерение выходной мощности кабеля в нормированных условиях), ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.10.
10. Термостойкость электроизоляционного материала (выдержка кабеля в течении 4-х недель при температуре $T_{макс} + 20 \text{ К}$), ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.11.
11. Определение максимальной температуры оболочки методом классификации (определяется максимальная температура на оболочке кабеля, которая может быть достигнута при эксплуатации), ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.13.3.
12. Проверка пускового тока (регистрируется наибольший пусковой ток кабеля, его значение не должно превышать указанного производителем), ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.14.

Рис. 11. Внешний вид испытательного стенда.



Подтверждение соответствия выделяемой мощности после ресурсных испытаний — **гарантия долговременной надежной работы саморегулирующихся кабелей** в составе СЭО производства ГК «ССТ».

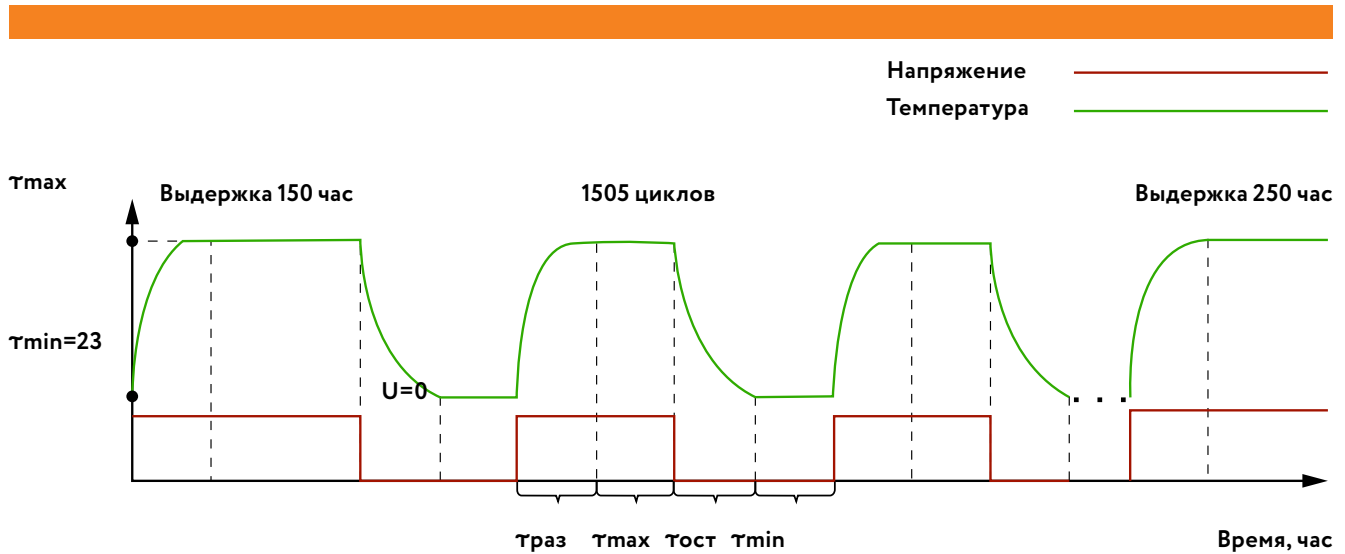
13. Измерение сопротивления экрана (измеряется электрическое сопротивление экрана, его значение не должно превышать указанного производителем), ГОСТ IEC 60079-30-1 п.5.1.15.

Для подтверждения высокого качества продукции, её надежности и долговечности, а также обеспечения стабильной, безопасной и безотказной эксплуатации, необходимо определять стабильность тепловых характеристик саморегулирующегося кабеля.

Для этого был создан стенд длительных испытаний саморегулирующихся кабелей по стандарту CSA C22.2 №130-03.

Испытательная установка состоит из пластин с встроенным устройством нагрева и охлаждения и устройства изменения температуры в указанных пределах (см. рисунок 12).

Исходя из условий испытаний образцы саморегулирующегося кабеля подвергаются воздействию максимального напряжения питания и циклическому воздействию низких и высоких температур. Образцы, находящиеся под напряжением, должны быть подвергнуты



$T_{max} = T_{min} = 15 \text{ мин}$ $T_{ост}, T_{раз} \leq 15 \text{ мин}$

$T_{сум} = \text{Выдержка } 150 \text{ час} + 1505 \text{ циклов} \times 1 \text{ час} + \text{Выдержка } 250 \text{ час} \sim 80 \text{ полных дней}$

Рис. 12. Цикл испытания саморегулирующихся кабелей.

воздействию каждого из этих крайних значений температуры не менее 15 мин. и переходное время между крайними температурами не должно превышать 15 мин (см. рис. 12). Образцы нагревательного кабеля подвергаются воздействию не менее 1500 испытательных циклов. На последних 300 циклах контролируется выходная мощность. Выделяемая мощность нагревательного кабеля должна сохраняться в пределах $\pm 25\%$ от ее первоначального номинального значения. Подтверждение соответствия выделяемой мощности после ресурсных испытаний — гарантия долговременной надежной работы саморегулирующихся кабелей в составе СЭО производства ГК «ССТ».

В заключении хочется отметить, что продукция, выпускаемая ГК «ССТ» проходит 100% контроль на всех этапах производства: начиная со входного контроля материалов, проведения испытаний в процессе производства и заканчивая приёмо-сдаточными и типовыми испытаниями, а также испытания на надежность, подтверждая своё высокое качество, надежность, долговечность и безопасность для потребителей.

Выводы:

- 1** Создана экспериментальная база для изучения свойств электропроводящего полимерного компаунда и саморегулирующегося нагревательного кабеля.
- 2** Разработаны критерии оценки качества саморегулирующегося нагревательного кабеля.
- 3** Закуплено и произведено силами ГК «ССТ» лабораторное оборудование, которое позволяет производить полномасштабные испытания кабеля на соответствие требованиям национальных и международных стандартов (ГОСТ Р МЭК 60079-30-2011, ГОСТ Р МЭК 60800-2012, CSA C22.2 N130-03 и др.).

Комплексное применение систем электрообогрева и теплоизоляционных материалов InWarm — основа энергоэффективности

ГК «ССТ», обладая высокопрофессиональным штатом инженеров и проектировщиков оказывает комплексные услуги самого высокого класса для решения поставленных задач по электрообогреву и тепловой изоляции для самых разных объектов. Комплексный подход позволяет получать надежные и долговечные системы электрообогрева и теплоизоляционные конструкции, обеспечивающие эффективную эксплуатацию объектов.



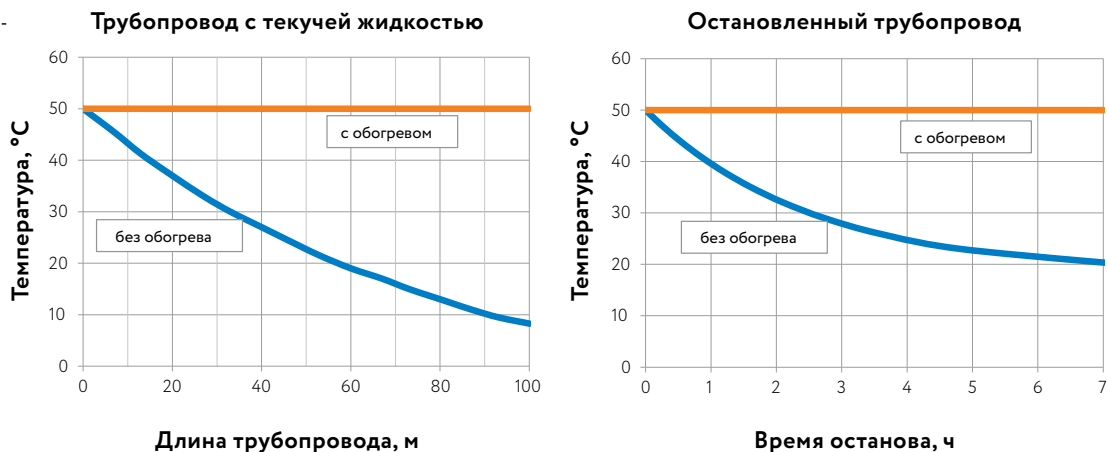
А.А. Лукина

начальник технического отдела
ООО ЦПП
«ДельтаПроект»

Промышленный электрообогрев



Рис.1. Эффект электрообогрева трубопроводов.



В настоящее время эффективное использование энергетических ресурсов является одной из приоритетных задач при проектировании и эксплуатации практически всех технологических процессов и установок.

Системы электрического обогрева обеспечивают стабильность и непрерывность необходимых параметров различных технологических процессов. Электрообогрев требуется для технологических трубопроводов и аппаратов, насосов, резервуаров для хранения воды, нефти и нефтепродуктов, сепараторов и другого оборудования.

Основные задачи применения систем электрообогрева различных объектов это:

- Предотвращение замерзания трубопроводов и резервуаров в зимнее время, а также предотвращение загустевания нефти и нефтепродуктов при хранении;
- Поддержание температуры продуктов в трубопроводе или резервуаре на заданном уровне, требуемом для нормального протекания технологического процесса;
- Антиконденсационный обогрев с целью защиты трубопроводов и резервуаров от образования и замерзания конденсата;
- Обеспечение разогрева жидкости в трубопроводах в режиме прокачки с расходом или остановленного заполненного трубопровода, или резервуара за заданное время.

- Также СЭО обеспечивают предотвращение обледенения вертолетных площадок, полов открытых насосных станций, элементов зданий и сооружений и т.д.

Системы электрообогрева обеспечивают постоянство входной температуры жидкости или газа в режиме прокачки по всей длине трубопровода, а также начальной температуры продукта в режиме длительного останова. При отсутствии СЭО продукт и в том, и в другом режиме работы трубопровода будет неизбежно остывать при наличии разницы температур продукта и окружающего воздуха.

Роль тепловой изоляции в системах электрообогрева

В состав систем электрообогрева трубопроводов и резервуаров как необходимый элемент входят теплоизолирующие конструкции.

Тепловая изоляция является неотъемлемым элементом системы электрообогрева наряду с подсистемами обогрева, питания, управления и диспетчеризации трубопроводов, резервуаров и другого оборудования, определяет техническую возможность и экономическую эффективность реализации различных процессов.

Применение одной только теплоизоляции для решения задач поддержания и стабилизации необходимой температуры объекта для обеспечения нормального протекания технологического процесса недостаточно. Только

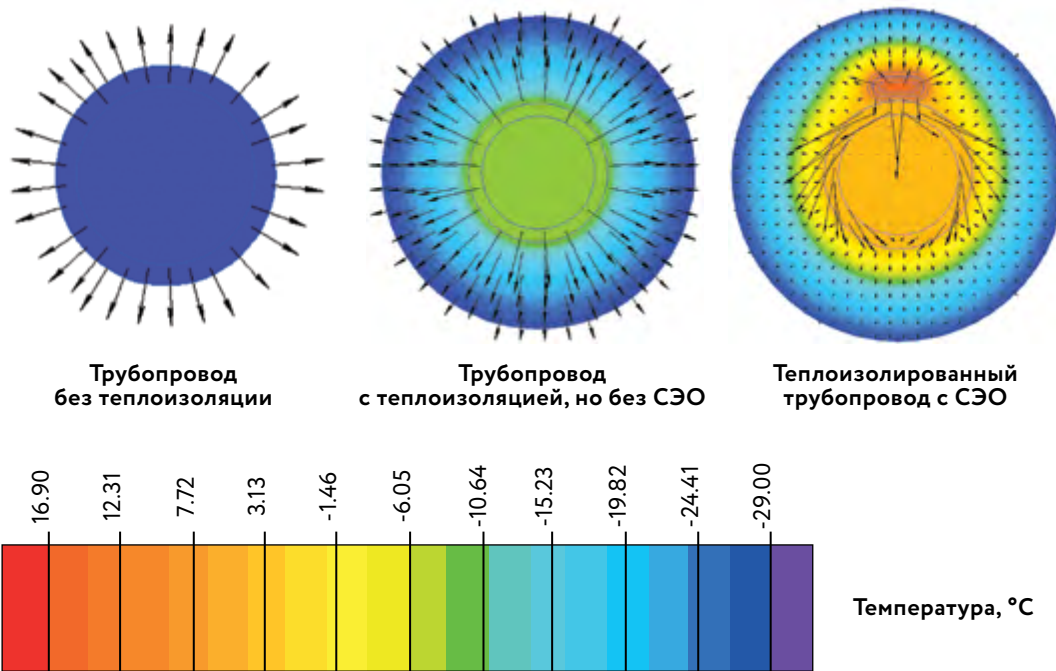


Рис.2. Тепловое поле трубопровода при различных исполнениях.

комплексное решение, учитывающее взаимное влияние нагревательного элемента, являющегося источником тепла, и тепловой изоляции, сохраняющей тепло, обеспечивает наибольшую эффективность системы электрообогрева.

На сегодняшний день невозможно представить себе технологическую установку или промышленный комплекс, в которых не применялась бы тепловая изоляция вместе с системой электрообогрева.

В современном мире системы электрического обогрева нашли широкое применение на всех этапах добычи, транспортировки и переработки углеводородного сырья, а также в других отраслях промышленности и строительства, в энергетике и на морских платформах.

ГК «ССТ» предлагает своим заказчикам не только широкую номенклатуру высококачественных нагревательных кабелей, но и современные теплоизоляционные материалы.

Совершенствуя год за годом инженерные решения, предлагая комплексные проекты по системам электрообогрева и теплоизоляции ГК «ССТ» создала мульти-бренд теплоизоля-

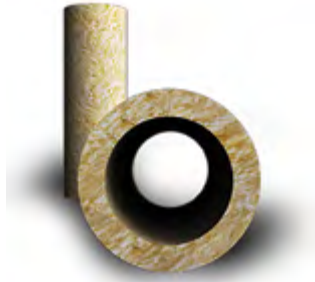
ционных материалов InWarm INSULATION, объединивший в себе различные современные и эффективные теплоизоляционные материалы, позволяющий решить любую задачу по тепловой изоляции объектов.

Теплоизоляционные материалы InWarm

На сегодняшний день, для оказания услуг самого высокого класса и полного удовлетворения потребностей заказчика по обеспечению стабильной работы промышленных и архитектурно-строительных объектов, в марку InWarm входят три основных типа теплоизоляционных материалов InWarm Wool, InWarm Flex, InWarm Foam, а также термоэкранирующие мембраны Reform Industrial, выполненные на основе синтактной пены. (рис. 3)

Покрытие Reform способно в тонком слое (2-4 мм) позволяет снижать плотность тепловых потоков, эффективно смещать точку росы (температуру, при которой конденсируется влага из воздуха) в сторону увеличения, отражать ультрафиолетовое излучение.

Рис.3. Теплоизоляционные материалы InWarm.



InWarm Wool

Теплоизоляция на основе каменных ват базальтовых пород



InWarm Foam

Теплоизоляция из вспененного полиуретана



InWarm Flex

Теплоизоляция на основе вспененного каучука



Reform Industrial

ТЭМ (термоэкранирующая мембрана)

Эти свойства позволяют материалу стать барьером между теплом и холодом. Термоэкранирующие мембраны (ТЭМ) используются как в качестве дополнительного материала, предохраняющего оборудование, трубопроводы от коррозии, так и в качестве материала, усиливающего свойства теплоизоляционных систем.

Каждый теплоизоляционный материал обладает своими свойствами и характеристиками, определяющими его область применения. На рис.4 показана диаграмма температур применения различных теплоизоляционных материалов.

От технических свойств теплоизоляционного материала напрямую зависят параметры системы электрообогрева, ее конфигурация и энергопотребление. Выбор оптимальной толщины тепловой изоляции одновременно подразумевает и оптимизацию конфигурации системы электрического обогрева и является важнейшей задачей при проектировании. С увеличением толщины теплоизоляции увеличивается ее расход (рис.5) и капитальные затраты на сам материал и на его монтаж.

Одновременно снижается мощность системы обогрева, что дает снижение капитальных затрат на систему питания и, главным образом, уменьшаются эксплуатационные расходы на электроэнергию. Для конкретного случая необходимо выполнить целый ряд расчетов, чтобы найти наиболее оптимальное и эффективное решение.

Проектирование любой системы электрообогрева это многофакторная задача. Выбор марки и необходимого количества нагревательного кабеля начинается с проведения теплотехнического расчета, для выполнения которого требуются сведения о типе обогреваемого объекта и его конструктивных особенностях, о характеристиках и конструкции теплоизоляции, а также понимание технологического режима и параметров перекачиваемого продукта.

Мы являемся специалистами в области проектирования как СЭО, так и теплоизоляции, и всегда можем порекомендовать заказчику тип и параметры теплоизоляционного покрытия, наиболее оптимальные для решения конкретной поставленной задачи.

Особенности расчета тепловой изоляции для обогреваемых объектов

Расчет тепловой изоляции и параметров СЭО является одной из самых трудоёмких проектных задач. Современные требования по срокам выполнения проекта делают расчет изоляции и СЭО вручную для больших проектов практически невозможным! Даже использование альбомов типовых конструкций не позволяет в полной мере обеспечить требуемую эффективность работы.

В российских строительных нормах, обычно используемых проектировщиками, отсутствуют прямые указания на то, как следует определять мощность системы обогрева и проектировать тепловую изоляцию такой системы. Косвенное представление об этом дают документы, содержащие рекомендации по расчету теплоизоляции – СНиП «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» и СП «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов». В данных документах отсутствуют какие-либо расчетные формулы и приводятся только таблицы рекомендуемых величин тепловых потоков для теплоизолированных трубопроводов без обогрева. Формулы, приводимые в общей части свода правил, позволяют рассчитать величину тепловых потерь, но в дальнейших разделах данного документа также нет конкретных указаний по методам расчета для обогреваемых трубопроводов.

Только с изданием в 2006 году комплекса стандартов «Нагреватели сетевые электрические резистивные» появился документ, регламентирующий, в том числе, требования по проектированию систем обогрева с помощью резистивных нагревательных кабелей.

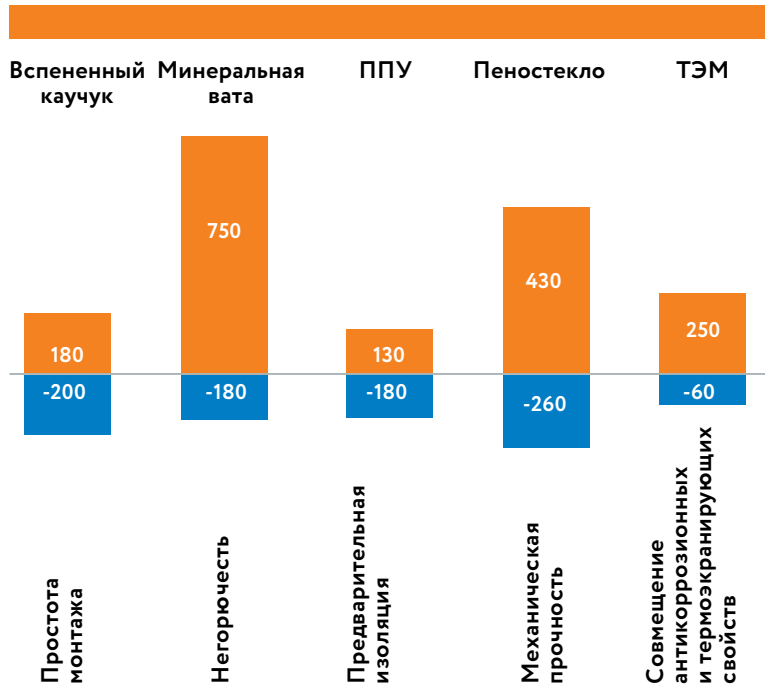


Рис.4. Температура применения теплоизоляционных материалов.

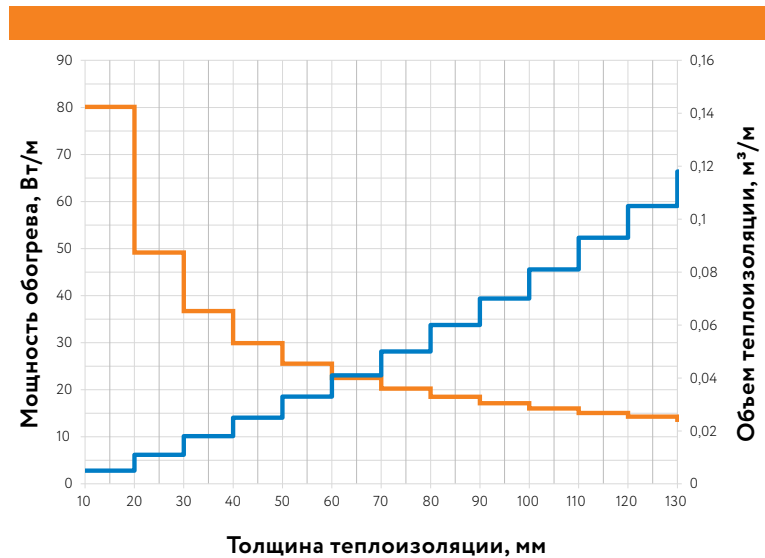


Рис.5. Изменение величины тепловых потерь трубопровода при увеличении толщины теплоизоляции (расчет выполнен для стального трубопровода d159 мм с теплоизоляцией InWarm Wool для поддержания температуры трубопровода плюс 10 °C при температуре окружающего воздуха минус 40 °C).

В 2010 году выпущен усовершенствованный комплекс стандартов «Резистивный распределенный электронагреватель».

Практика показала, что рекомендаций, приведенных в упомянутых документах далеко не всегда достаточно для выполнения теплотехнических расчетов, являющихся начальным этапом проектирования СЭО.

За многолетнюю практику применения СЭО с тепловой изоляцией специалистами ГК «ССТ» разработан целый научно-технический комплекс инструментов, позволяющий выполнять теплотехнические расчеты различной сложности, проводить компьютерное моделирование термического поведения и свойств элементов систем электрообогрева и теплоизоляционных материалов и анализировать реальную картину распределения тепловых потоков и температурных полей, а также динамику развития СЭО. Это стало возможно благодаря глубокому пониманию теплофизических процессов, происходящих в нагревательных элементах, в особенности в саморегулирующихся нагревательных лентах, и в системе «обогреваемый объект – теплоизоляция – СЭО» в целом.

Нашими специалистами разработан комплекс удобных и современных программных средств, позволяющих быстро выполнить теплотехнический расчет требуемой толщины теплоизоляции и параметров системы электрообогрева. Краткая характеристика программных средств приводится ниже.

Программа **InWarm Insulation** – удобный и современный программный продукт для расчета тепловой изоляции. Программа содержит базу данных по климатологии и позволяет рассчитать тепловые потери по заданной толщине теплоизоляции или толщину теплоизоляции по нормированной плотности теплового потока, по заданной температуре поверхности или для предотвращения образования конденсата. Методика расчета соответствует российским стандартам: СП 61.13330.2012.

Программа **TeplomagPro** разработана для расчета поддержания технологической температуры и расчета разогрева трубопроводов, подбора саморегулирующихся нагревательных кабелей, подбора оборудования СЭО, и спецификации на InWarm Flex и InWarm Wool. Методика расчета соответствует российским и международным стандартам: ГОСТ Р МЭК 60079-30-2-2009, IEC 60079-30-2-2007, IEEE 844-2000.

Программа **TeplomagR** разработана для расчета тепловых потерь с поверхности горизонтальных и вертикальных резервуаров, подбора саморегулирующихся нагревательных кабелей и подбора оборудования СЭО. Методика расчета также соответствует российским и международным стандартам: ГОСТ Р МЭК 60079-30-2-2009, IEC 60079-30-2-2007, IEEE 844-2000.

Тепловая изоляция InWarm включена в перечень используемых материалов в программном комплексе **НТП Трубопровод**. Программа, разработанная в НТП Трубопровод, позволяет рассчитать и выбрать тепловую изоляцию, сэкономив до 90% времени, которое обычно тратится на эту задачу. Программа в автоматическом режиме полностью формирует теплоизоляционную конструкцию, рассчитывает и генерирует лист общих данных (ведомость ссылочных и прилагаемых документов), техномонтажную ведомость, ведомость объемов работ (для сметного отдела) и спецификацию.

Качественное исследование и решение тепловых задач посредством программного обеспечения – основа проектирования систем электрообогрева.

За 25 лет практики выполнения расчетов, проектирования, монтажа и эксплуатации СЭО и теплоизоляции ГК «ССТ» накопила огромный опыт и уникальные знания, позволяющие успешно решать самые разные задачи. Для решения сложных задач нами также успешно применяется программный комплекс

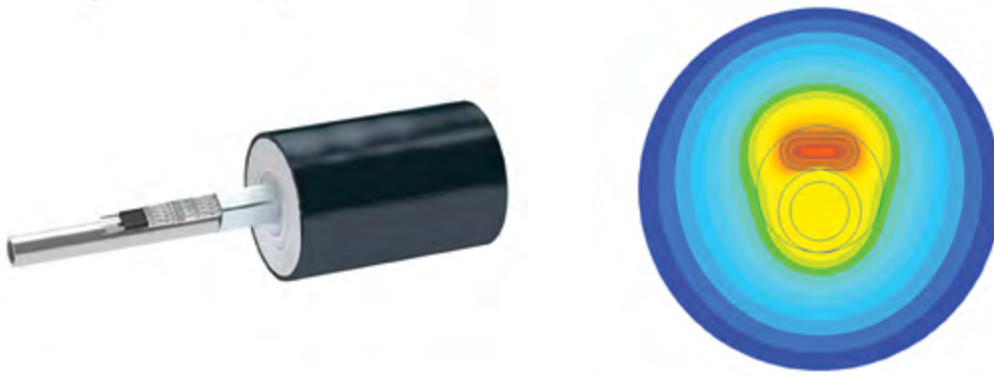


Рис.6. Фактический диаметр теплоотдающей поверхности при обогреве импульсных трубок.

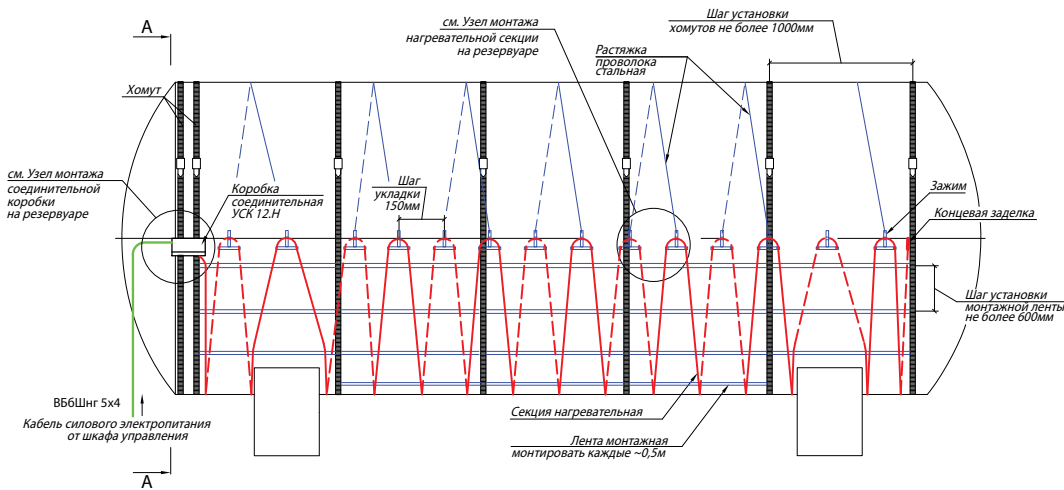
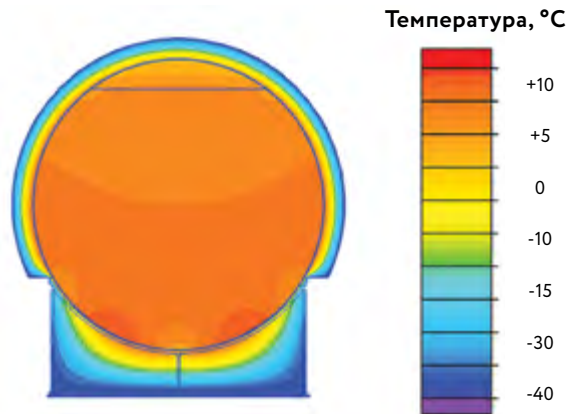


Рис.7. Тепловые потоки через седловые опоры горизонтального резервуара.

структурного моделирования **ELCUT**, позволяющий решать тепловые задачи объектов любой сложности, строить температурные поля и рассчитывать стационарные и нестационарные режимы.

В зависимости от конфигурации обогреваемого объекта, условий его прокладки и расположения и режима работы при выполнении тепловых расчетов всегда есть свои особенности.

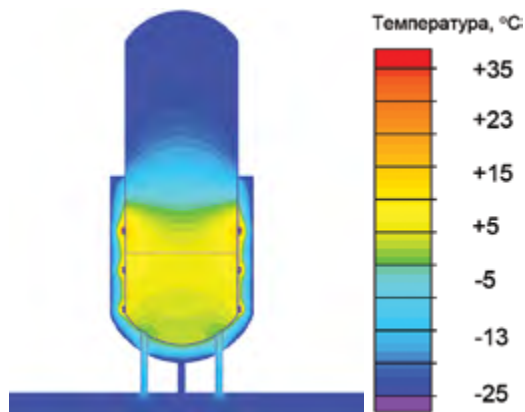
К примеру, при определении мощности обогрева трубок малого диаметра следует учитывать, что фактический размер теплоотдающей поверхности определяется эквивалентным диаметром поверхности, описывающей трубку и установленный на ней саморегулирующийся нагревательный кабель (рис. 6).



Температура, °С

+10
+5
0
-10
-15
-30
-40

Рис.8. Тепловые поля обогреваемого газосепаратора, только частично покрытого теплоизоляцией.



При расположении саморегулирующегося нагревательного кабеля в направляющем элементе вдоль поверхности обогреваемого трубопровода следует учитывать затрудненные условия теплопередачи от нагревательного кабеля к продукту через дополнительное тепловое сопротивление, коим является направляющий элемент.

Как мы знаем, характеристика мощности тепловыделения саморегулирующегося нагревательного кабеля зависит от температуры объекта и соответственно от условий теплопередачи, т.е. и от параметров тепловой изоляции, и от условий окружающей среды.

Построить реальную картину теплового поля в таком случае мы можем с помощью компьютерной модели теплоизолированного трубопровода с СЭО.

При проектировании СЭО и теплоизоляции резервуаров существенное влияние на результат оказывает наличие опор и арматуры, а также особенности технологического режима. К примеру, горизонтальные резервуары, как правило, устанавливаются на седловых опорах, являющихся источником очень больших тепловых потерь.

Для некоторых вертикальных резервуаров, а именно газосепараторов, характерна не полная теплоизоляция поверхности. Система электрообогрева и теплоизоляция для таких резервуаров необходима для защиты от замерзания конденсата, скапливающегося в нижней части газосепараторов. Верхняя же

часть сепараторов при этом может не иметь тепловой изоляции и тем более не иметь обогрева. Определить оптимальные параметры СЭО и теплоизоляции в данном случае позволяют тепловые расчеты, выполненные с помощью полного моделирования тепловых полей, учитывающие сложный теплообмен между поверхностью корпуса газосепаратора и теплоизоляции с окружающим воздухом, а также свойства продукта и саморегулирующегося нагревательного кабеля (рис. 8).

Нашими специалистами для удобства и унификации процесса проектирования систем электрообогрева на основе саморегулирующихся нагревательных кабелей и тепловой изоляции InWarm разработаны не только свои уникальные методы расчета, но и технические решения по проектированию, креплению и монтажу. Все решения апробированы и успешно применяются на самых различных объектах в разных климатических зонах.

Указанные наработки закреплены в «Журнале технических решений по тепловой изоляции» для резервуаров различной конфигурации (рис. 9).

Весьма распространенной задачей, особенно в последние 10 лет, является обогрев трубопроводов небольшой длины (1-5 м) имеющих высокую технологическую температуру или пропарку, превышающую максимальную температуру применения саморегулирующихся нагревательных кабелей. На первый взгляд оптимальным решением для таких трубопроводов было бы применение резистивных нагревательных кабелей, выдерживающих максимальную температуру до 600 °С. Но ввиду малой длины трубопроводов выполнить резистивную секцию на стандартное напряжение питания будет практически невозможно без риска ее перегрева и перегрева трубопровода соответственно. Для коротких резистивных секций потребуется применение специальных понижающих источников питания, что приведет к существенному удорожанию и усложнению СЭО. Поэтому

Рис.9. Журнал технических решений по тепловой изоляции.



ООО "Энергомонтаж"

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор

[Signature] Толмаканов В.Д.

№ _____ 2015г.

Журнал технических решений
по тепловой изоляции

Тепловая изоляция InWarm Wool

ТМ03647-ХТР/ТИО

"СОГЛАСОВАНО"

Заместитель директора
по проектированию

[Signature] Прокофьев М.В.

№ _____ 2015г.

Руководитель группы
технической экспертизы

Клеванцев А.Н.

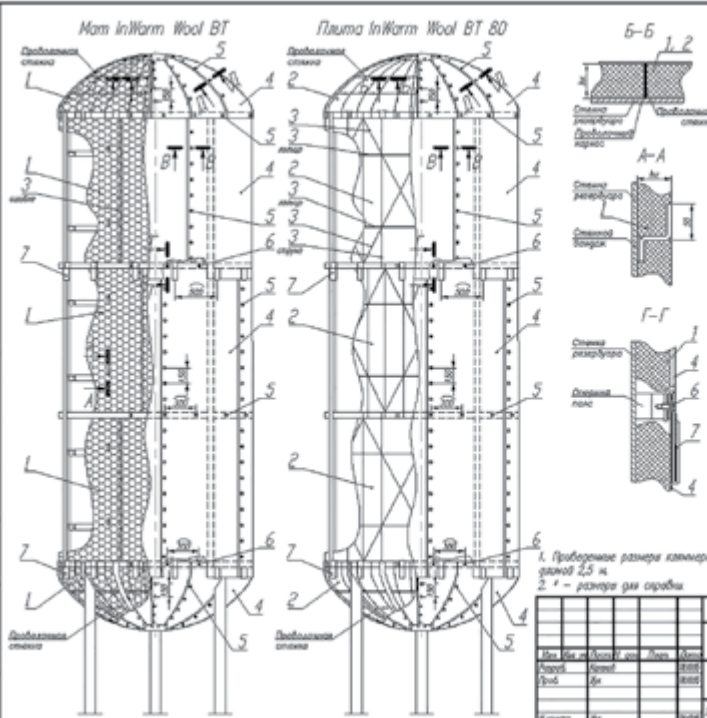
№ 14 № 10 2015г.

Руководитель направления
«Теплоизоляционные материалы»

Фролов В.А.

№ 14 № 10 2015г.

2015г.



| № п/п | Наименование | Примечание |
|-------|---|--|
| 1 | Внутренний мат InWarm Wool BT (с оборотом на стену) | |
| 2 | Плита InWarm Wool BT 80 | |
| 3 | Водяная ПЛП | |
| 4 | Стена ленточная железобетонная | |
| 5 | Сетка арматурная S160 | |
| 6 | Сетка G200 с арматурой (по образцу) | применяется в местах вертикального монтажа листов покрытия |
| 7 | Кирпич (по СНиП 3-00) | применяется в местах вертикального монтажа листов покрытия. См. рис. 1 |

1. Промысловые размеры кирпича (по п.7) применять при монтаже стального листа размером 2,5 м
2. * - размеры для сборки

ТМ03647-ХТР/ТИО-35

Характеристика работ по монтажу изоляции

| | | | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------|-----------------------|------------------------|--------|
| Мат. InWarm Wool BT | Плита InWarm Wool BT 80 | Водяная ПЛП | Сетка арматурная S160 | Сетка G200 с арматурой | Кирпич |
| 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

Итого: 1000 шт. кирпича

Итого: 1000 шт. сетки G200 с арматурой

Итого: 1000 шт. сетки S160

Итого: 1000 шт. плиты InWarm Wool BT 80

Итого: 1000 шт. мата InWarm Wool BT

электрообогрев высокотемпературных трубопроводов небольшой длины при поддержании невысоких температур все же целесообразно выполнять именно с помощью саморегулирующихся кабелей.

С целью исключить воздействие чрезмерных температур на саморегулирующийся нагревательный кабель используется прием размещения кабеля поверх предварительного слоя теплоизоляции. Толщина его должна быть такой, чтобы при воздействии на трубопровод максимально возможной температуры на поверхности предварительного слоя теплоизоляции температура не превышала допустимую для нагревательного кабеля.

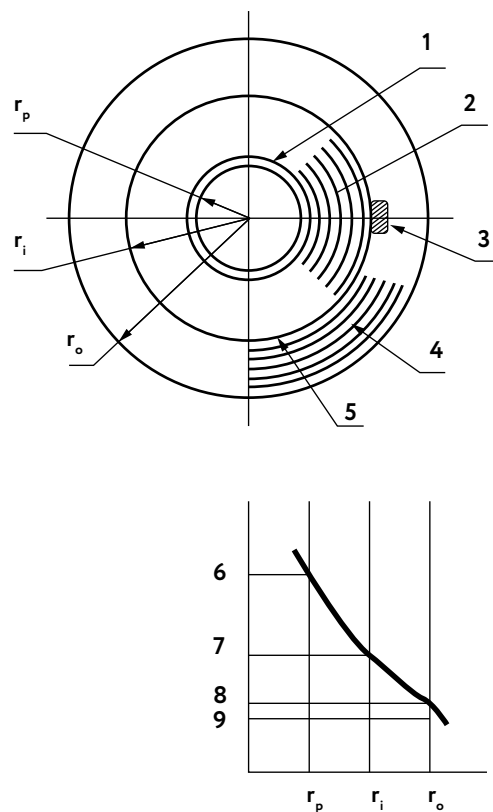


Рис.10. Размещение саморегулирующегося кабеля между двумя слоями тепловой изоляции на трубопроводе с высокой температурой. 1— труба; 2 — внутренний (предварительный) слой изоляции; 3 — нагревательная лента; 4 — внешний слой изоляции; 5 — металлическая фольга (алюминиевая); 6 — труба с максимальной температурой; 7 — температура поверхности контакта; 8 — температура поверхности внешней изоляции; 9 — температура окружающей среды; 10 — радиус (r_p , r_i , r_o).

Поверх нагревательного кабеля монтируется внешний слой теплоизоляции. Таким образом, нагревательный кабель будет находиться между двумя слоями теплоизоляции. Упоминание о таком методе укладки нагревательного кабеля можно найти в ГОСТ Р МЭК 60079-30-2-2009 (рис.10), методика же теплового расчета разработана инженерами ГК «ССТ».

Определить необходимую толщину предварительного слоя теплоизоляции и его температуру для исключения воздействия высоких температур на нагревательную ленту возможно несколькими способами:

- аналитически, с использованием формул для определения теплового потока;
- либо полным моделированием температурного поля.

Алгоритм расчета следующий:

$$q = \frac{\Delta T}{\sum_{i=1}^n R_i} \quad T_{\text{пр.слож}} = \frac{T_{\text{тр}} \cdot R_2 + T_{\text{окр.макс}} \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

Где:

q — тепловой поток, Вт/м²;

ΔT — перепад температур (разница между заданной температурой и минимальной температурой окружающей среды), °С,

R_i — тепловое сопротивление соответствующего слоя, м²·К/Вт,

$T_{\text{тр}}$ — температура трубопровода, т.е. максимальная температура воздействия, °С;

$T_{\text{пр.слож}}$ — температура на поверхности предварительного слоя теплоизоляции, °С;

$T_{\text{окр.макс}}$ — максимальная температура окружающей среды, °С;

R_1 и R_2 — тепловые сопротивления первого (внутреннего) и второго (наружного) слоев теплоизоляции;

Естественно, предварительный слой теплоизоляции затрудняет теплопередачу от нагревательного кабеля к обогреваемому

трубопроводу. В таких случаях с помощью компьютерного моделирования учитываются как саморегулирующиеся свойства нагревательного кабеля, так и свойства теплоизоляции, также имеющие зависимость от температуры.

Впервые мы столкнулись с такой задачей в 2007 году при проектировании систем электрообогрева технологических трубопроводов и импульсных линий приборов КИПиА установки висбрекинга гудрона ОАО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез». На настоящий момент нами успешно спроектированы и реализованы подобные системы обогрева на саморегулирующемся кабеле на объектах ОАО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», ОАО «ЛУКОЙЛ-Пермьнефтеоргсинтез», АО «Гипрогазочистка» (обустройство Южно-Кисловского газоконденсатного месторождения с установкой комплексной подготовки газа), ОАО «АКРОН» (агрегат по производству аммиака) и пр.

Данное техническое решение по теплоизоляции и обогреву высокотемпературных трубопроводов не только описано нами в части выполнения теплотехнического расчета, также разработаны решения по монтажу и креплению всех элементов системы.

Выводы

- Тепловая изоляция является необходимым и неотъемлемым элементом системы электрообогрева.
- Линейка промышленной теплоизоляции InWarm — высокоэффективное решение, разработанное специально для систем электрообогрева.
- Специалисты ГК «ССТ» обладают уникальным опытом, аккумулирующим теорию и практику проектирования систем электрообогрева и теплоизоляции.
- Комплексное проектирование СЭО и теплоизоляции — залог оптимального и энергоэффективного решения.

На настоящий момент нами **успешно спроектированы и реализованы подобные системы обогрева на саморегулирующемся кабеле** на объектах ОАО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», ОАО «ЛУКОЙЛ-Пермьнефтеоргсинтез», АО «Гипрогазочистка» (обустройство Южно-Кисловского газоконденсатного месторождения с установкой комплексной подготовки газа), ОАО «АКРОН» (агрегат по производству аммиака) и пр.

Многолетний опыт проектирования СЭО и теплоизоляции послужил выработкой типовых проектных решений и методических материалов:

- «Альбом типовых решений применения продукции «Промышленный электрообогрев» и «Журнал типовых решений по тепловой изоляции»
- «Методика расчета тепловых потерь трубопроводов при проектировании систем электрообогрева»
- «Методика выполнения теплотехнического расчета трубопроводов с высокотемпературным воздействием»
- Руководство по проектированию электрообогрева на основе саморегулирующихся нагревательных лент
- Программные средства: TeplomagPro, TeplomagR, InWarm Insulation.

Специальные решения и технологии ОКБ «Гамма» в области электрического обогрева объектов стратегического назначения



Е.О. Дегтярева
начальник отдела
главного конструктора
ОКБ «Гамма»



Промышленный электрообогрев

GROUND
ELECTRIC
CONNECTION





За последние 25 лет системы электрического электрообогрева (СЭО) производства ГК «ССТ» нашли широкое применение практически во всех областях промышленности. До настоящего времени одним из наиболее активных потребителей СЭО являлся нефтегазовый сектор. Оснащение объектов нефтегазового комплекса системами электрообогрева преследует следующие цели:

- обеспечение бесперебойной работы технологического оборудования и объектов инфраструктуры посредством их защиты от замерзания;
- обеспечение эффективной работы технологического оборудования посредством поддержания требуемого температурного режима;
- обеспечение безопасности персонала при обслуживании технологических объектов.

Государственные программы по развитию судостроения, авиационной промышленности, программы по освоению Арктики, сформировали запросы на новые решения и технологии в области электрообогрева. Задачи, которые

требуется решать в данных отраслях, являются нетиповыми, зачастую требующими проведения полного цикла работ по разработке новой продукции и внедрению новых технологий производства. Рассмотрим подробнее новые области применения систем электрообогрева объектов стратегического назначения.

Предотвращение обледенения открытых поверхностей

Образование льда на открытых поверхностях вертолетных площадок, трапов, путей эвакуации судов создает серьезные проблемы, затрагивающие безопасность обслуживающего персонала и производственной деятельности. Образование наледи может быть вызвано морскими брызгами, снегом, дождем, и туманом при пониженных температурах окружающей среды. Габаритные размеры ступенек трапов и ячеек подволока, в которые монтируются нагревательные элементы составляют, как правило, от 170x390 до 700x165 мм. С точки зрения удобства монтажа и эксплуатации, обогрев таких объектов целесообразно осуществлять не нагревательными кабелями, а специальными нагревательными плитами.



Условия эксплуатации судов устанавливают жесткие требования к функционалу систем электрообогрева. Они должны защитить обогреваемые объекты от образования наледи при температуре до минус 40 °С, а также обеспечить работоспособность системы обогрева до минус 60 °С. Требуемая мощность системы в данном случае может составлять до 2 кВт/м². Очевидно, что реализовать такие высокие удельные мощности при сравнительно малых габаритах обогреваемых объектов традиционными нагревательными кабелями не представляется возможным.

Для решения данной задачи специалистами ОКБ «Гамма», которое входит в ГК «ССТ», была освоена технология производства нагревательных элементов с удельной мощностью до 5 кВт/м². Тепловыделяющим элементом в данном случае является резистивный нагревательный кабель. Повышенный уровень тепловыделения достигается за счет механизированной раскладки нагревательного кабеля с фиксированным шагом до 2-х мм и требуемой амплитудой. Получаемая таким образом нагревательная лента при габаритных размерах 35x1350 мм может выдавать до 140 Вт полной мощности.

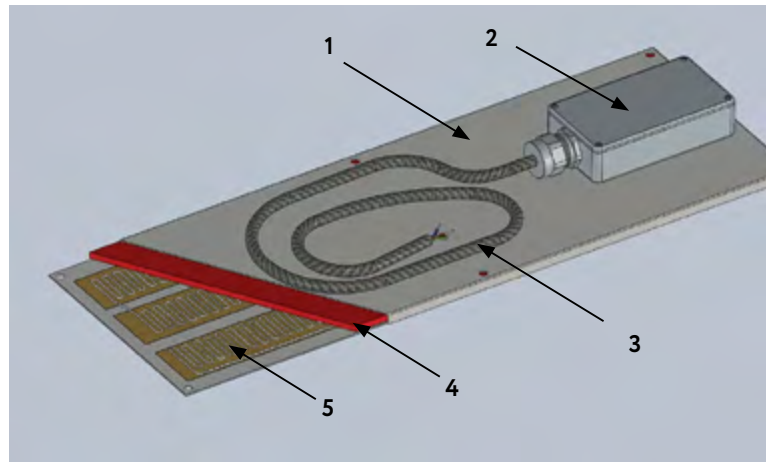


Рис. 3. Внешний вид нагревательной плиты ПЭН для обогрева вертолетных площадок
1 – металлический корпус; 2 – коробка питания; 3 – установочный провод; 4 – электроизоляция; 5 – нагревательная лента.

Материал электрической изоляции нагревательного кабеля подбирается таким образом, чтобы обеспечить теплостойкость нагревательного элемента до 200 °С.

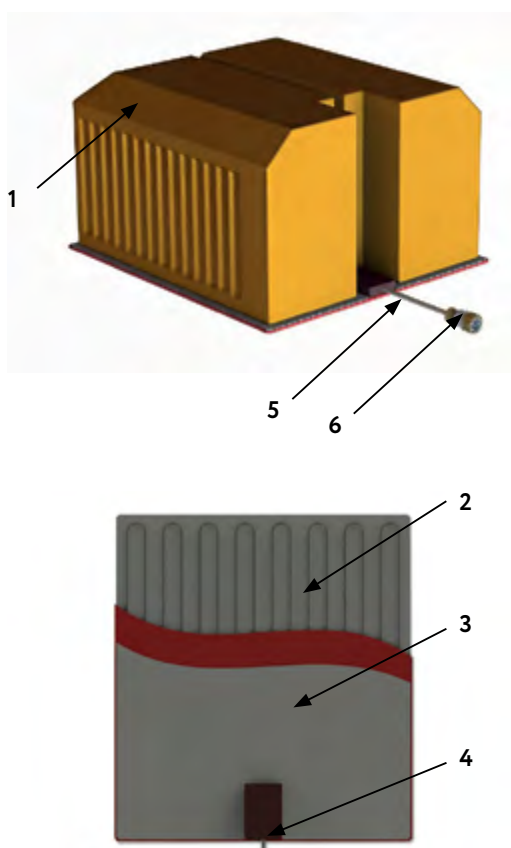
С применением данной технологии специалистами ОКБ «Гамма» были разработаны отечественные нагревательные плиты ПЭН (рис.3).

Таблица 1. Основные технические характеристики нагревательных плит ПЭН

| | |
|---|--|
| Удельная мощность | до 5 кВт/м ² |
| Напряжение питания | ~ 220; ~ 380 В |
| Габаритные размеры нагревательного элемента, мм | от 170x390 мм до 700x165 мм* |
| Максимально допустимая температура | плюс 200 °С |
| Температуры эксплуатации | минус 60 °С...плюс 45 °С |
| Степень пылевлагозащиты | IP 67 |
| Масса | от 1,2 до 3 кг (в зависимости от размеров) |

*По запросу могут быть изготовлены нагреватели других размеров.

Рис. 4. Нагреватель аккумуляторных батарей НАКБ.



1 – корпус аккумуляторного отсека; 2 – нагревательный элемент; 3 – металлический корпус нагревателя; 4 – коробка питания; 5 – установочный провод; 6 – штекерный разъем.

Нагревательные плиты могут быть изготовлены в общепромышленном и взрывозащищенном исполнении. Для обеспечения механической защиты нагревательные плиты имеют корпус из нержавеющей стали или алюминия. Подвод питания осуществляется в коробку, смонтированную непосредственно на нагревательной плите.

Обогреватели аккумуляторов

Освоенная технология производства позволяет также изготавливать нагреватели для обогрева аккумуляторного отсека двигателей спецтехники с целью обеспечения гарантированного запуска двигателя при температурах окружающей среды до минус 60 °С (рис.4).

Обогреватели механизмов подвижных транспортных средств

Одной из нетиповых задач, которая может быть решена с применением новых нагревательных элементов производства ГК «ССТ», является предотвращение образования наледи в рабочей зоне механизмов открывания-закрывания дверей железнодорожных вагонов, люков, комингсов на судах, багажно-грузовых отсеков самолетов.

| | |
|---|--------------------------|
| Удельная мощность | до 700 Вт/м ² |
| Напряжение питания | 27 В постоянного тока |
| Габаритные размеры нагревательного элемента, мм | 470x520 мм |
| Максимально допустимая температура | плюс 200 °С |
| Температуры эксплуатации | минус 60 °С...плюс 45 °С |
| Степень пылевлагозащиты | IP 67 |
| Масса | до 8 кг |

Таблица 2. Основные технические характеристики одного нагревателя аккумуляторных батарей НАКБ.

В силу конструктивных особенностей и большой металлоемкости механизмов традиционная система отопления не всегда способна полностью предотвратить замерзание конденсата. В целом, данное явление отрицательно сказывается на процессах эксплуатации данных стратегических объектов. Для решения этой задачи требуется применение специальных нагревателей повышенной мощности. В настоящее время нами рассматриваются варианты решения, как посредством применения кабельных нагревательных элементов повышенной мощности, так и посредством применения резистивных толстопленочных нагревательных элементов.

Заключение

Освоенная ОКБ «Гамма» технология производства отечественных нагревателей повышенной мощности позволяет обеспечить морские объекты, объекты ВПК, атомной промышленности и авиации специальными решениями в области электрического обогрева, рассчитанными на работу в условиях сверхнизких температур и повышенных механических нагрузок. Представленные решения не только успешно прошли первичные испытания и готовы к запуску в серийное производство, но и могут быть масштабированы под дополнительные требования Заказчиков.

Одной из нетиповых задач, которая может быть решена с применением новых **нагревательных элементов производства ГК «ССТ»**, является **предотвращение образования наледи в рабочей зоне механизмов** открывания-закрывания дверей железнодорожных вагонов, люков, комингсов на судах, багажно-грузовых отсеков самолетов.

Монтаж системы электрообогрева «Тепломаг» на установке замедленного коксования комбината «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез»

Б.А. Соболев







Современная нефтеперерабатывающая промышленность развивается в направлении углубления переработки нефти, которое выражается в увеличении производства светлых нефтепродуктов и снижении выхода остаточного топлива. Одним из самых динамично развивающихся процессов в нефтепереработке, который в полной мере позволяет решать поставленные задачи, является замедленное коксование. В ходе этого процесса реализуется ряд технологий, обеспечивающих его широкое применение, а именно: высокоэффективная термодесфальтизация нефтяных остатков; деметаллизация нефтяного сырья; возможность переработки нефтешламов и других отходов. Это позволяет считать процесс замедленного коксования самым мощным «санитаром» НПЗ.

Начиная с 90-х годов прошлого века, доля объемов производства установок замедленного коксования (УЗК) в общем объеме переработки нефти в мире непрерывно увеличивается и составляет в настоящее время 6,1%. Мировые мощности производств коксования нефтяных остатков составляют 252,9 млн

тонн в год, и за последние 6 лет они возросли на 47,3 млн тонн в год.

Аналогичные тенденции можно проследить и по мировым объемам производства нефтяного кокса: в 1996г. было произведено 35 млн тонн кокса, в 2000 г. — 48 млн, а по прогнозным оценкам в ближайшие годы его производство превысит 100 млн тонн в год.

До недавнего времени в РФ функционировало всего 9 установок общей мощностью — 5,5 млн тонн в год по сырью. Все установки были построены еще в СССР, эксплуатируются свыше 40 лет, поэтому технологически устарели.

В рамках модернизации нефтеперерабатывающей отрасли в России, компанией «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» в 2012 году была спроектирована установка замедленного коксования титул 21-20 (УЗК т.21-20) в рамках строительства комплекса переработки нефтяных остатков (КПНО) мощностью 2,1 млн тонн в год. Строительно-монтажные работы по монтажу установки УЗК начаты в марте 2013 года. Монтаж выполняло ЗАО «Трест Коксохиммонтаж».

Таблица 1. Совокупный объем элементов СЭО для УЗК т.21-20

| Наименование продукции | Единицы измерения | Количество |
|--|-------------------|------------|
| Саморегулирующаяся нагревательная лента | м | 7910 |
| Кабель с минеральной изоляцией (МИС) | м | 1502 |
| Соединительные коробки типа РТВ 402/602 | шт. | 677 |
| Соединительные коробки типа РТВ1005/1006/РТВ10 ИПМ | шт. | 347 |
| Датчики температуры | шт. | 493 |
| Силовой кабель | м | 90647 |
| Контрольный кабель | м | 24240 |
| Шкафы электрические низковольтные | шт. | 20 |
| Минеральная вата и покрывной слой | м ² | 3073,7 |

В августе 2015 года начались монтажные работы по оснащению установки замедленного коксования системами электрообогрева «Тепломаг». В рамках комплексного договора специалисты ГК «ССТ» обеспечили проектирование, поставку оборудования, монтаж саморегулирующейся нагревательной ленты и нагревательных кабелей с минеральной изоляцией, монтаж теплоизоляции и пусконаладочные работы системы электрообогрева импульсных трубок и технологических трубопроводов УЗК 21-20. Технологический процесс замедленного коксования предполагает установку большого количества измерительных приборов, и соответствующего количества обогреваемых импульсных трубок, с помощью которых измерительные приборы и подключаются. Совокупный объем смонтированных элементов систем электрообогрева приведен в таблице 1.

Отличительной особенностью данного проекта для специалистов ГК «ССТ» стала необходимость оснащения системами обогрева большого количества импульсных трубок. Для обогрева одной импульсной

трубки необходимо 2-3 метров саморегулирующейся нагревательной ленты. Всего нужно было обогреть порядка 800 импульсных трубок по всей территории УЗК 21-20. Это значительно повысило материало- и трудоемкость работ. Необходимо подчеркнуть, что монтаж силового и контрольного кабеля начался

за 2 месяца до комплексного опробования и запуска всей установки. Большие объемы силового и контрольного кабеля заставили руководство компании «ССТЭнергомонтаж», которая входит в ГК «ССТ» и осуществляла работы на этом объекте, провести небывалую мобилизацию людских и материальных ресурсов.

Монтаж проводился в очень сжатые сроки. Вот как вспоминает эти «горячие дни» начальник участка монтажа «Тепломаг» Виктор Иванович Русаков: «Долгое время мы не могли закончить раскладку нагревательных секций, ведь импульсные трубки стояли последними в очередности строительной готовности. Сразу же после готовности трубок и передачи их в монтаж, шли наши



монтажники и укладывали нагревательную ленту, а в большинстве случаев с предварительным слоем тепловой изоляции, т.к. температура продукта достаточно высокая, а применение высокотемпературных кабелей с минеральной изоляцией на таких коротких длинах невозможно. Иногда приходилось производить монтаж-демонтаж по 2-3 раза, т.к. во время проведения комплексного опробования установки не все узлы выдерживали испытания. К тому же, в процессе работ выявилась необходимость дополнительно обогреть и теплоизолировать, не учтенные ранее трансмиттеры с кранами.

Была выполнена огромная и тяжелая работа в небывало сжатые сроки. На площадке кабель тянули в 2 смены на холодном пермском ветру. В вагон-бытовке, как в штабе, проектировщики прямо на месте выдавали технические решения прокладки кабеля в местах, где кабельные эстакады были загружены.

Инженеры ПТО готовя исполнительные схемы, засиживались допоздна. Наладчики запускали шкафы часто оставаясь в ночь. Но, несмотря на все трудности к 10 декабря электрообогрев всей площадки УЗК 21-20 был включен».

Отдельно следует отметить труд изоляторов, которые в самые сжатые сроки изолировали и закрывали под металлическую «окожушку» импульсные трубки. Ведь изготовление покрывного слоя на импульсную трубку вполне можно сравнить с ювелирной работой.

Для монтажа саморегулирующейся нагревательной ленты, силового и контрольного кабелей и теплоизоляции было мобилизовано более 100 человек. Несмотря на сжатые сроки и большое количество людей на площадке, инженеры компании «ССТЭнергомонтаж» неустанно следили за выполнением требований охраны труда и промышленной безопасности.



Жесткий контроль соблюдения правил позволил не только соответствовать строгим требованиям по ОТ и ПБ, предъявляемым ко всем монтажным организациям со стороны ООО «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез» и генерального подрядчика ЗАО «Трест Коксохим-монтаж», но и избежать несчастных случаев.

Перед включением и после включения всех СЭО под нагрузку велась не менее важная и ответственная работа — наладка и сдача СЭО в эксплуатацию. Эта работа связана с большим количеством измерений электротехнических параметров системы, с проверкой и настройкой измерительных и управляющих сигналов, настройкой и согласованием параметров и диапазонов измерений. Была выполнена «заливка» и отладка программного обеспечения на месте и настройка ее под измененные условия. Согласованы и отлажены выходные сигналы контроллеров для связи с «верхним уровнем» Заказчика. Проведены индивидуальные испытания и комплексное опробование систем электрообогрева в целом.

Вся информация о проделанной работе в виде актов, протоколов, методик и разработанных проектов производства работ для данного объекта легла в подробный технический отчет в двух томах с общим количеством

350 листов, не считая 20 томов исполнительно-разрешительной документации по СМР.

Выполнение работ в рамках комплексного договора на объекте УЗК 21-20 КПНО ООО «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез» показало, что компания «ССТЭнергомонтаж» может выполнять большие объемы монтажных работ в сжатые сроки, не снижая качества монтажа и не ставя под угрозу жизнь и здоровье людей.

Отличительной особенностью данного проекта для специалистов ГК «ССТ» стала необходимость оснащения системами обогрева большого количества импульсных трубок. Для обогрева одной импульсной трубки необходимо 2-3 метра саморегулирующейся нагревательной ленты. Всего нужно было обогреть порядка 800 импульсных трубок по всей территории УЗК 21-20.

Контроль температуры силового и сверхпроводящих кабелей с помощью оптического волокна.

В журнале «Промышленный электрообогрев и электроотопление» №2, 2016 рассматривались общие вопросы использования волоконно-оптических датчиков (ВОД) для температурного мониторинга длинномерных объектов. В настоящей работе приведены сведения об использовании ВОД для температурного контроля силовых и сверхпроводящих кабелей.

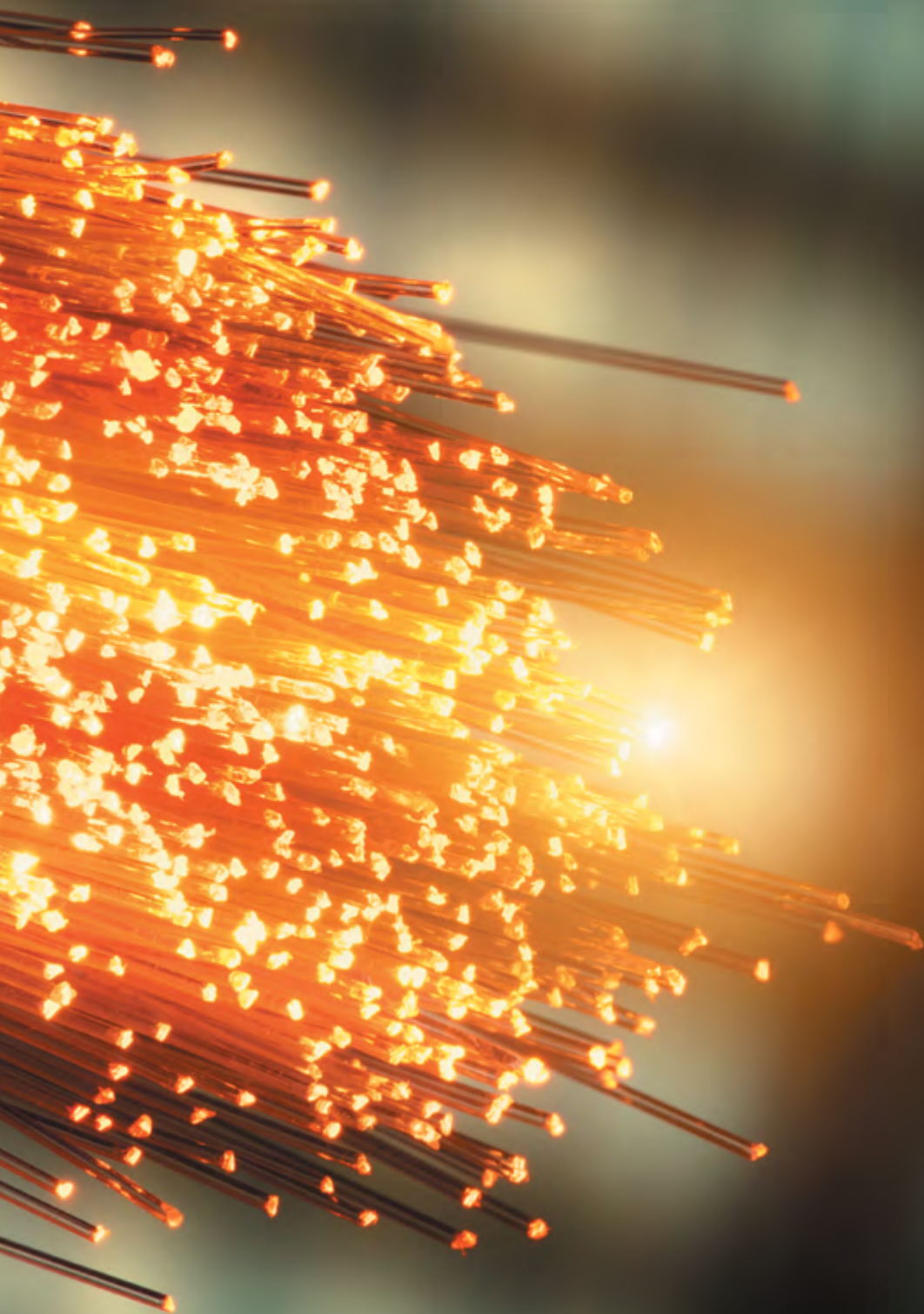


Ю.Т. Ларин,

ОАО «ВНИИКП»,
доктор техниче-
ских наук

Ю.В. Смирнов,

НПП «Старлинк»,
кандидат техниче-
ских наук



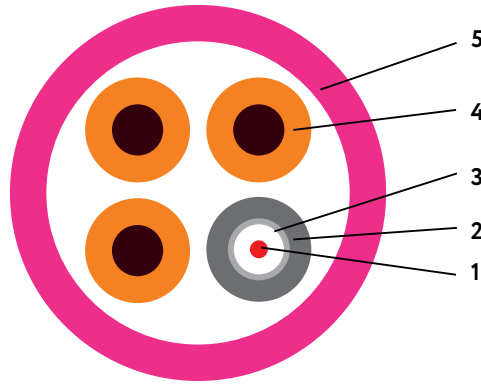


Рис. 1. Экспериментальный электро-оптический кабель.

1 — оптическое многомодовое волокно; 2 — оболочка из фторопласта 2М; 3 — гибкая трубка из стальных канатных проволок; 4 — электрические токопроводящие жилы сечением 4 мм² с ПЭ изоляцией; 5 — защитная оболочка из ПВХ пластиката.

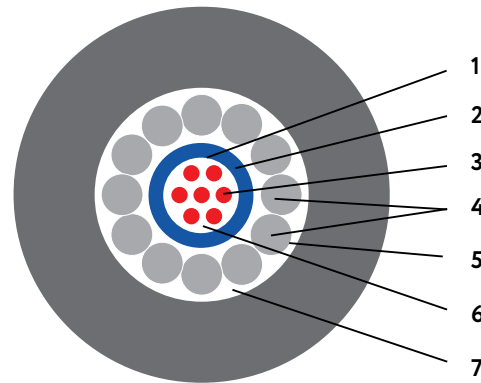


Рис. 2. Конструкция волоконнооптического сенсора типа СЛ-ОККСН-01

1 — полимерная трубка; 2 — кварцевые оптические волокна; 3 — внутримодульный гидрофоб; 4 — стальная канатная оцинкованная проволока; 5 — гидрофоб; 6 — защитная полимерная оболочка из полиэтилена; 7 — заполнение слоя стальных проволок

Силовые кабельные линии являются одним из важных элементов энергетической системы Российской Федерации. Существует множество ответственных участков силовых кабелей с передаваемой мощностью от десятков до миллионов киловатт. Выход из строя отдельных силовых кабелей в процессе эксплуатации происходит регулярно по всей стране и является чрезвычайным происшествием, требующим срочного и дорогостоящего ремонта.

Причиной выхода из строя силового кабеля является локальный перегрев, который может произойти в результате неправильной эксплуатации, старения изоляционных оболочек или повреждения защитных оболочек. Прогнозирование и предотвращение указанных перегревов кабеля возможно за счет использования современных систем температурного мониторинга с применением оптического волокна (ОВ), внедренного в конструкцию силового электрического кабеля [2].

Измерение температуры силового кабеля

Был изготовлен образец электро-оптического кабеля длиной около 160 м, состоящий из трех отдельных изолированных электрических жил (сечением 4 мм²) и миниатюрного оптического кабеля диаметром 2,3 мм.

Четыре элемента кабеля скручены между собой правильной скруткой с шагом 50 мм и покрыты единой оболочкой из ПВХ пластиката. Оптический микрокабель выполнен в виде гибкой стальной трубки из канатных проволок с наружным диаметром 2 мм и оболочкой из фторопласта 2М. Внутри стальной трубки находится одномногомодовое ОВ 50/125мкм. Масса бухты электро-оптического кабеля около 20 кг. Конструкция кабеля и волоконно-оптического сенсора (ВОС) показаны на рис. 1 и 2.

Эксперимент построен следующим образом. После изготовления кабель скручен в бухту.

Рис 3. Схема проведения измерений электрооптического силового кабеля.

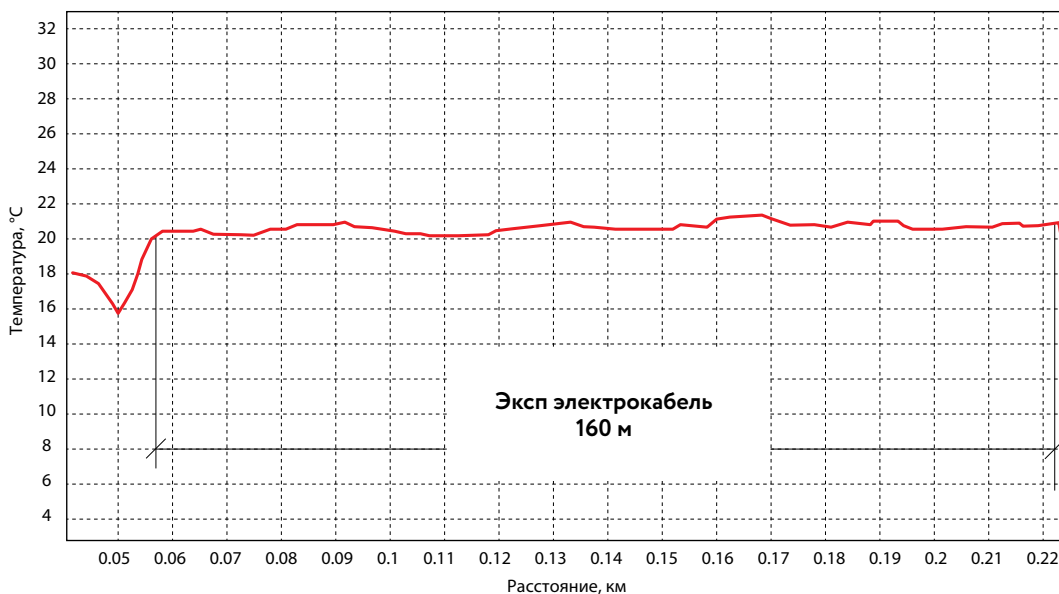
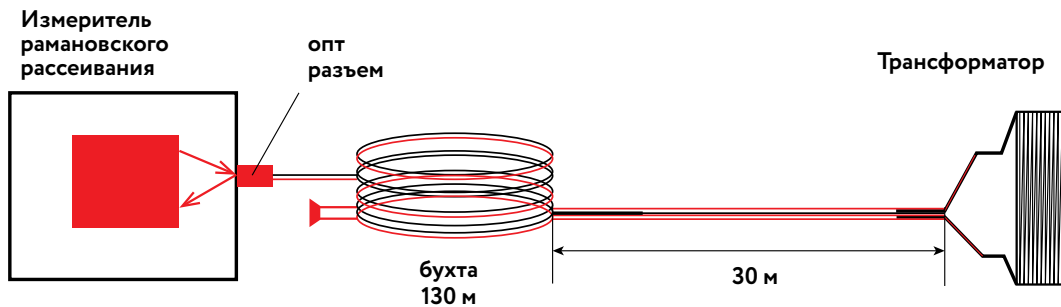


Рис. 4. Зависимость распределения температуры электрооптического кабеля $T = f(l)$, свернутого в бухту (т.е. до распрямления 30 метрового конечного участка). (Бухта лежит на полу комнаты с температурой около 20 °C) до подачи питания.

Основная часть кабеля (около 130 м) располагается в измерительной комнате. Верхний конец кабеля отнесен на 30 м. Этот отрезок по длине размотан и находится на земле. Верхний конец разделан на длине 20 см и концы двух токопроводящих жил кабеля подключены к трансформатору.

Нижний конец кабеля со стороны скрученной бухты также разделан на длине 20 см. Оптический элемент кабеля освобожден. ОВ армировано соединителем и подключено к рамановскому измерителю обратного рассеивания. Токопроводящие жилы образуют

замкнутый шлейф длиной около 320 м. Схема измерений показана на рис. 3.

Результаты измерений распределения температуры по длине кабеля

$T = f(l)$ представлены на рис. 4 – 6.

ОВ в кабеле и ОВ, выходящее из прибора соединены с помощью разъёмного соединения и одной сварки.

На рис. 4 видны колебания температуры в пределах $\pm 0,5$ °C. Эти колебания температуры имеют место по всей длине кабеля. Следует обратить внимание на то, что

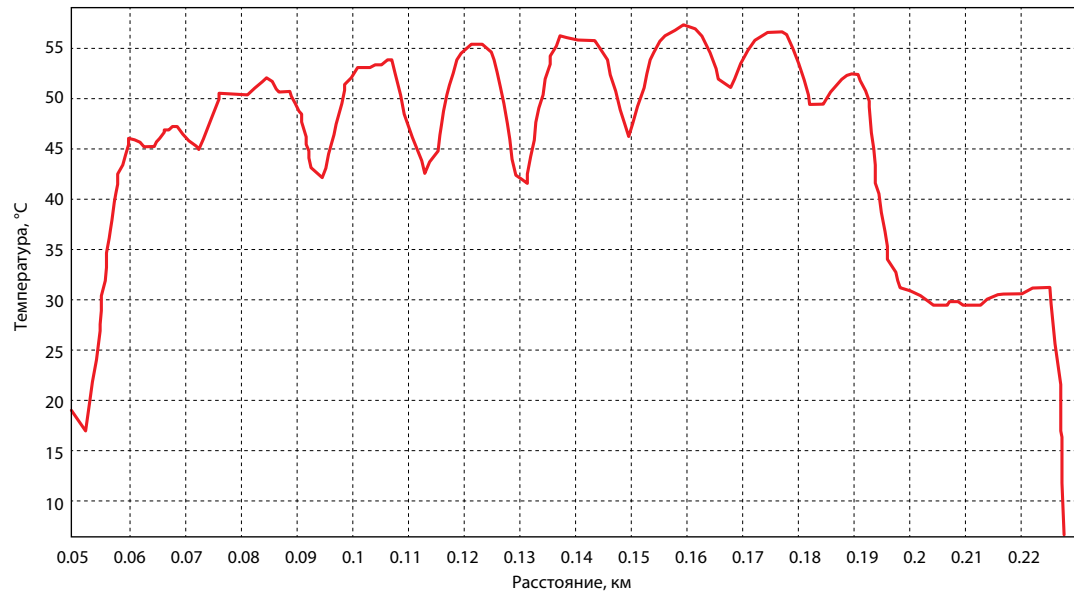


Рис. 5. Температурная зависимость по длине образца электрооптического кабеля при установившемся режиме нагрева.

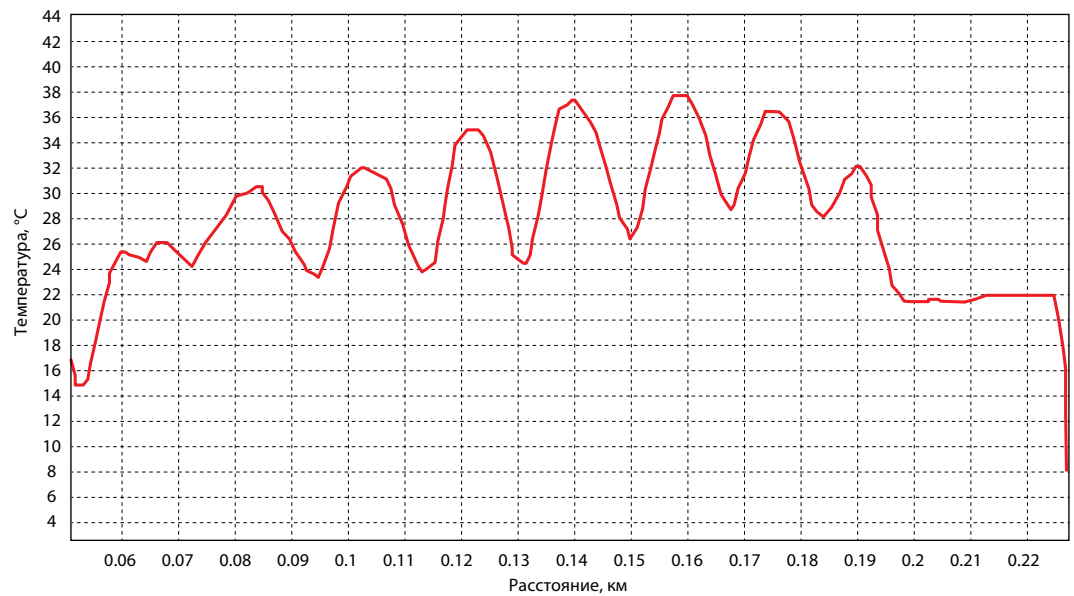


Рис. 6. Температурная зависимость по длине образца электрооптического кабеля при охлаждении, через 30 мин. после прекращения нагрева.

наблюдаемые колебания температуры — это не погрешности прибора, а реальные изменения температуры, связанные с реальной установившейся теплопередачей между участками бухты.

После того, как был включен трансформатор, в силовых жилах кабеля установился ток 16 А, вызвавший разогрев кабеля. Максимальная температура кабеля - около 60 °С. Колебания температуры на первых 130 м (витки бухты) составляют +/- 7,5 °С. Правый конец (около 30 м), развернутый на полу, нагрет равномерно и незначительно (до 30 °С).

После прекращения нагрева температура понизилась, колебания температуры на участке 130 м уменьшились, но распределение температуры имеет такой же вид, как и в режиме максимального нагрева. Правый конец (около 30 м) практически охладился до комнатной температуры.

Характерно, что на всех кривых отчетливо выделяются отдельные, и вполне определенные по положению на оси X (оси расстояний) точки нагрева. Они изменяются только по амплитуде и связаны с токовым нагревом и теплопередачей витков бухты кабеля. Поскольку характер теплопередачи значительно не изменяется, кривые очень хорошо сохраняют форму.

Результаты температурных зависимостей по длине кабеля $T = f(l)$ в различных фазах проведения испытаний достаточно отчетливо характеризуют состояние нагрева отдельных участков кабеля. Видно, что условия охлаждения участков кабеля фактически однозначно определяют условия эксплуатации, в данном случае экспериментальных условий.

Вывод:

Внедрение ОВ внутрь реального силового кабеля и реальные наблюдения зависимостей $T = f(l)$ могут дать полезную информацию об условиях эксплуатации силовых кабелей.

Возможность применения ОВ для измерений криогенных кабелей

Проведено исследование возможности применения ОВ для измерения температуры криогенных и сверхпроводящих кабелей [3].

Устойчивая работа высоковольтных сверхпроводящих кабелей (СПК) в значительной степени зависит от контроля температуры хладагента (жидкого азота), протекающего по специальным каналам внутри СПК. Необходимо поддерживать температуру внутри СПК ниже критической ($T_{кр}$), обеспечивая режим сверхпроводимости. Вследствие разных причин в СПК могут возникать локальные зоны нагрева создающие условия $T_{лок} > T_{кр}$, которые приведут к выходу системы из строя.

В принципе может иметь место распределенный по длине кабеля или локальный нагрев, который следует ожидать в неопределенном месте по всей строительной длине кабеля.

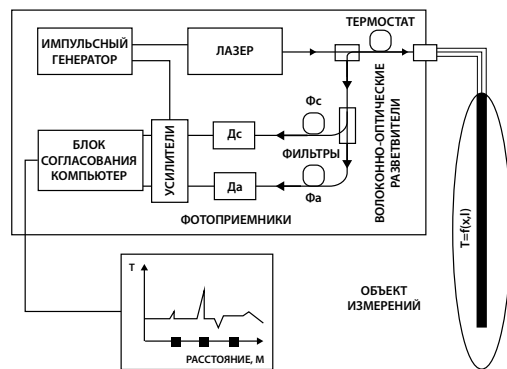
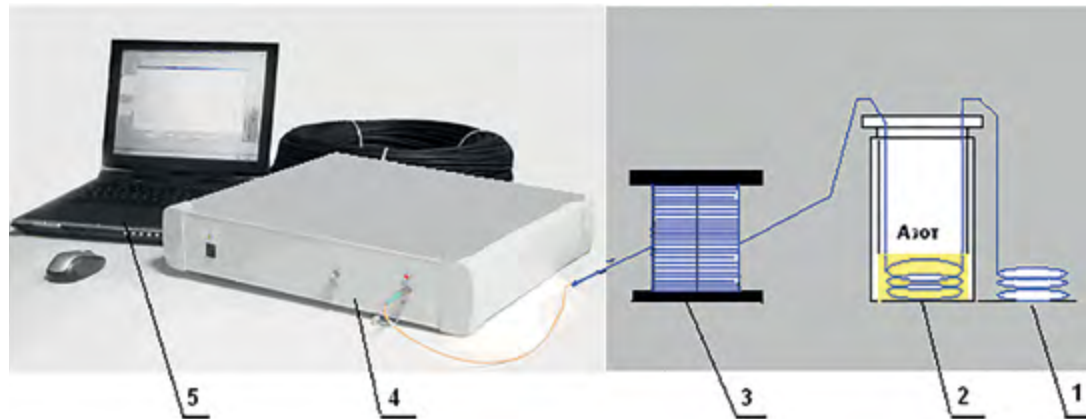
Перегрев СПК требует экстренного отключения кабеля от источника электрической энергии или принудительного увеличения охлаждения. С целью возможности прогнозирования возникновения такой ситуации (перегрева) проведена работа по использованию оптических волокон в качестве распределенных по длине датчиков температуры.

Для температурного мониторинга СПК применялась уже отработанная схема, использующая рамановское рассеяние в стандартных кварцевых многомодовых ОВ (50/125 мкм).

Первичная задача заключалась в исследовании поведения многомодового кварцевого ОВ в условиях криогенных температур при многократном локальном охлаждении.

Вторичная задача касалась непосредственно проведения испытаний с целью определения возможностей измерения температуры сверхпроводящего кабеля, работающего при

Рис.7. Схема испытаний волоконно-оптического датчика при воздействии сверхнизких температур.



Принципиальная схема измерителя рамановского рассеяния

1 – бухта оптического волокна №1 длиной 20 м, на воздухе; 2 – сосуд Дьюара с жидким азотом, в который помещена бухта № 2 длиной около 30м; 3 – катушка оптического волокна длиной около 1800 м; 4 – рамановский рефлектометр; 5 – компьютер.

Длительность измерений составляла 1–1,5 с и задавалась ручным включением и выключением источника излучения прибора. **На экране компьютера прежде всего реализуются рамановские кривые отражения – зависимости $A=f(l)$.** Включение прибора синхронизировалось с заливкой сосуда Дьюара азотом.

криогенных температурах. Целью эксперимента было методом рамановской рефлектометрии, оценить разрешающую способность подобного датчика по температуре и длине, а также повторяемость полученных данных в идентичных условиях.

Испытания проводились по следующей методике. От катушки с многомодовым ОВ длиной 1800 м отматывалось 50 м ОВ и сматывалось в две бухты длинами: 20 м (бухта №1) и 30 м (бухта №2). Диаметр бухт около 10 см.

Бухта из ОВ длиной 20 м помещалась в сосуд с жидким азотом емкостью 5 л, затем проводилось измерение температуры. Схема испытаний представлена на рис.7.

В качестве измерителя Рамановского обратного рассеяния использовался прибор ИДОВ-1.

Измеряются две компоненты рамановского излучения – Стоксовская и Антистоксовская. Весь измеряемый участок состоит из: неохлаждаемого участка (это катушка №3) длиной около 1800м; внутриприборного участка ОВ; участка ОВ № 2 (помещается в сосуд Дьюара) и конечного участка ОВ №1. Общая длина ОВ – около 1850 м. Катушка с основной длиной ОВ расположена непосредственно на лабораторном столе рядом с прибором.

Основные исследуемые процессы (температурные изменения) имеют место на неболь-

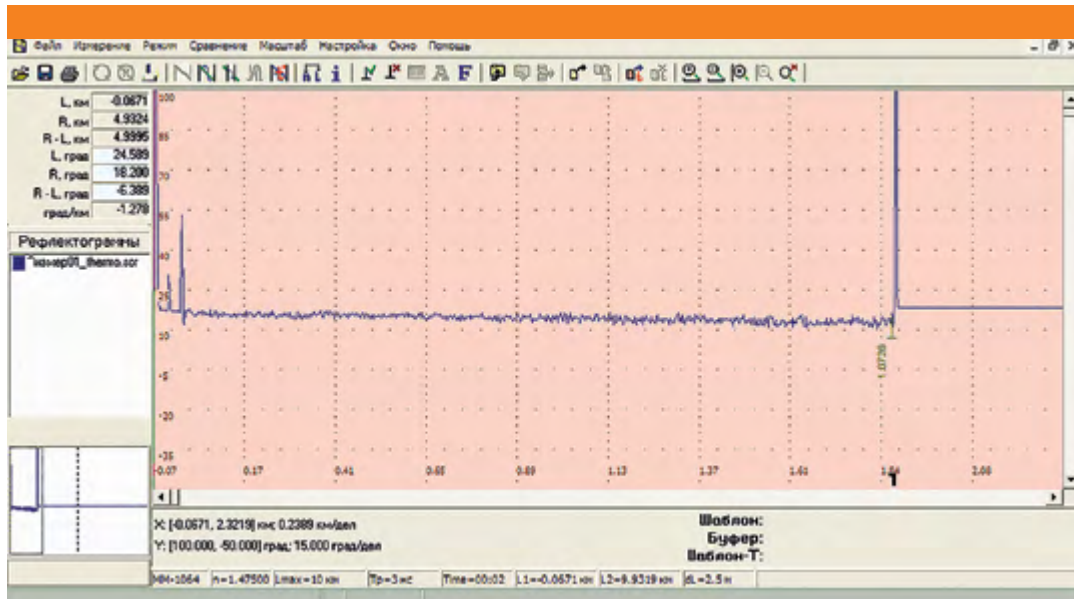


Рис. 8. Температурная зависимость оптического датчика, предназначенного для измерений сверхнизких температур, по всей длине оптического волокна при нормальных условиях.

шой длине волокна — в бухте №2 (в нашем случае на его дальнем конце перед последним участком).

Длительность измерений составляла 1-1,5 с и задавалась ручным включением и выключением источника излучения прибора. На экране компьютера прежде всего реализуются рамановские кривые отражения - зависимости $A=f(L)$. Включение прибора синхронизировалось с заливкой сосуда Дьюара азотом.

Температурная зависимость волокна $T = f(L)$, рассчитывалась и фиксировалась по всей длине ОВ (1850 м) в сжатом масштабе. Она пропорциональна соотношению стоковской и антистоксовской компонент рамановского излучения. Исследуемый участок волокна далее представлялся в развернутом масштабе. При этом измерялись температуры в зоне воздействия, пониженных температуре (бухта №2) и в зоне бухты № 1.

Испытания проведены таким образом, чтобы изучить повторяемость измерений.

Перед началом измерений обычно производится калибровка прибора на основании ис-

ходных значений по двум точкам кривой с известной температурой. В данном эксперименте калибровка не проводилась, так как необходимые исходные данные отсутствовали, а целью эксперимента являлось определение возможности использования стандартного многомодового ОВ для измерения температуры при сверхнизких ее значениях.

Ниже приведены некоторые результаты исследования. На рис. 8 представлена исходная температурная зависимость по длине волокна $T = f(L)$.

На последующих рисунках приведены данные измерения температуры на конечном отрезке ОВ длиной до 350 м (от 1500 до 1850 м), включающем в себя бухты №№ 1 и 2.

При заполнении Дьюара жидким азотом и некоторой выдержки бухты № 2 в нем, температурная кривая имела вид, представленный на рис. 9.

Синий и красный маркеры на рис. 9 расположены в зоне бухты 2 и отмечают результаты измерения температуры в характерной зоне бухты №2 на расстояниях: $L = 1845$ м

Рис. 9. Температурная зависимость оптического датчика на длине 350 м при его охлаждении жидким азотом.

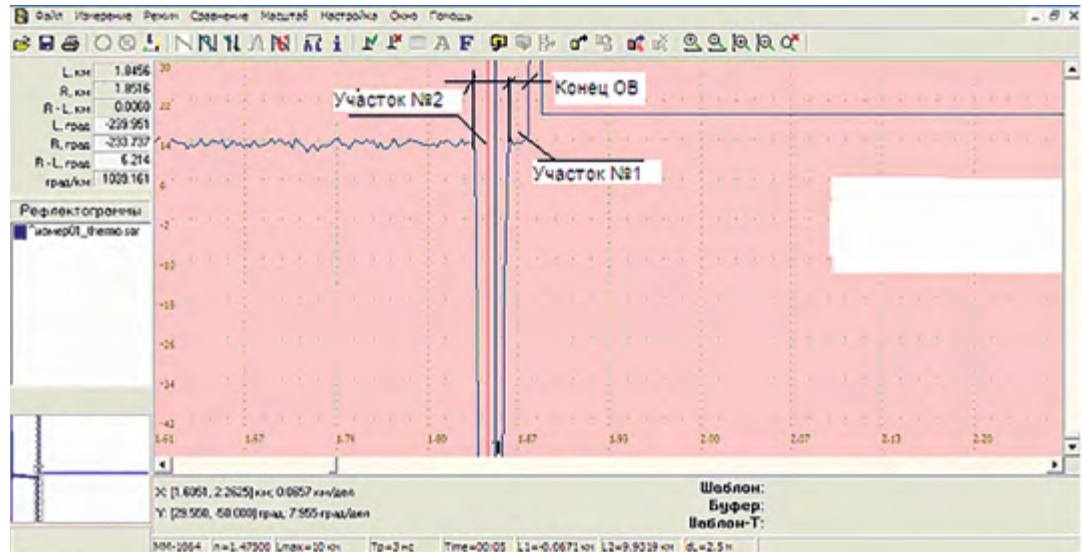


Рис. 10. Температурная зависимость оптического датчика при его размещении на поверхности жидкого азота.

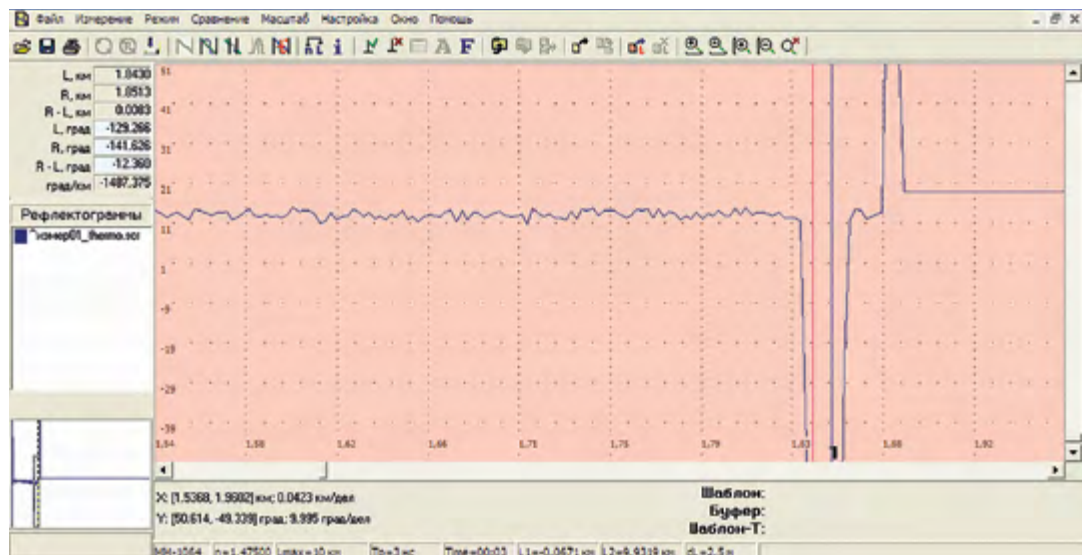
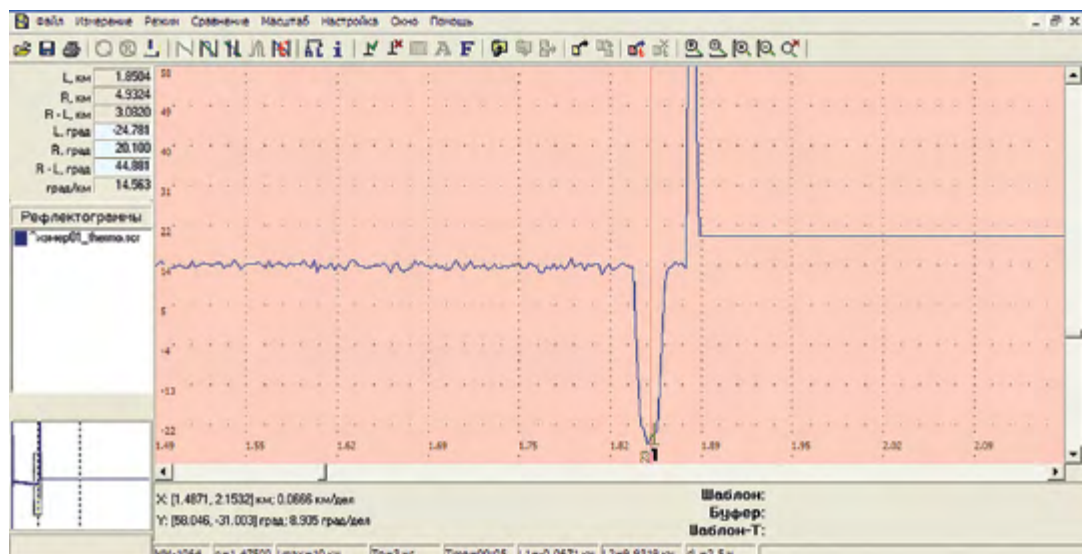


Рис. 11. Температурная зависимость оптического датчика при его размещении в парах жидкого азота.



и $R=1851$ м от начала (соответствуют минус 239,96 °С и минус 233,73 °С).

При размещении бухты на поверхности жидкого азота в Дьюаре температурная зависимость имела вид (рис. 10).

При размещении бухты в парах жидкого азота температурная зависимость имела вид, приведенный на рис. 11.

Результаты испытаний при низких температурах представлены в таблице 1.

Анализ полученных результатов показывает, что:

- Предложенный метод измерения сверхнизких температур может быть использован при разработке и исследовании конструкций сверхпроводящих кабелей;
- Схема измерений низкой температуры с использованием стандартного многомодового волокна, соответствующего спецификации G 651, обеспечивает возможность создания низкотемпературных специализированных датчиков;
- ОВ выдерживает многократные циклы охлаждения и нагрева без разрушения и необратимых изменений оптических и прочих характеристик;
- Повторяемость измерений достаточная для принятия этого метода за основу;
- Метрологическая характеристика метода в конкретных условиях эксперимента требует доработки в части ее калибровки. Абсолютная погрешность измерений (разность между измеренной температурой и температурой жидкого азота вследствие отсутствия процедуры калибровки) составляет 30 – 40 °С.
- При выбранном методе измерений колебания температуры в зоне бухты № 2 составили около 2 °С;
- Время измерений соответствовало не более 2 с (в ручном режиме) и может быть уменьшено за счет программных средств.

| Расположение бухты ОВ длиной 15 м в сосуде с жидким азотом | Температура, измеренная макетом датчика, °С |
|--|--|
| Вне сосуда с жидким азотом | 17,5 – 20 |
| Полностью погруженная в жидкий азот (измерение после выдержки в течение 1 с) | минус 233,4 |
| В сосуде на поверхности жидкого азота | минус 142 |
| В сосуде над жидким азотом в его парах (высота 5 см) | минус 145 |
| В сосуде над жидким азотом в его парах (высота 20 см) | минус 65 |
| Вне сосуда (через 15 сек после выема) | 13,5 |
| Повторные погружения в жидкий азот (более 10 раз при выдержке 1–1,5 с) | Маркер А (синий): От минус 233,6 до 233,9 Маркер Б (красный): от 239,2 до 239,8 |
| Полностью погруженная в жидкий азот (измерение после выдержки в течение 3 мин) | Маркер А (синий): От минус 233,6 до 233,9 Маркер Б (красный): от 239,2 до 239,8 |

Таблица 1. Результаты испытаний оптического волокна при воздействии сверхнизких температур.

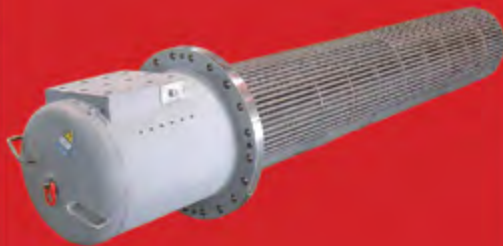
В представленных исследованиях отсутствуют калибровочные измерения. Обычно калибровка прибора производится на основании исходных значений по двум точкам кривой с известной температурой. В данном эксперименте калибровка не проводилась, так как отсутствовали достоверные исходные данные

Литература

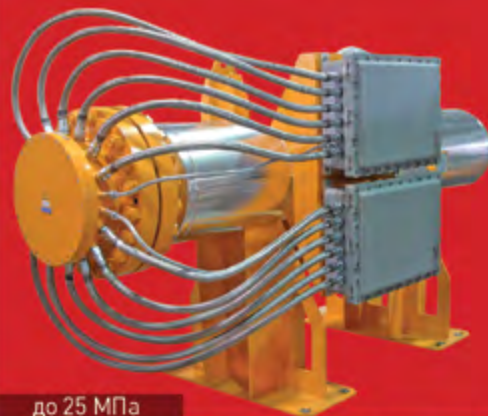
1. Ларин Ю.Т., Смирнов Ю.В. Система температурного мониторинга на волоконно-оптических кабелях. Промышленный электрообогрев и электроотопление. 2016, №2, с. 40 – 47.
2. Ларин Ю.Т. Смирнов Ю.В., Гринштейн М.Л. Применение системы температурного мониторинга с помощью оптического кабеля для контроля распределения температуры вдоль электрического силового кабеля. Кабель, 2009, № 8, с. 48 – 53.
3. Ларин Ю.Т. Смирнов Ю.В. Измерение температуры сверхпроводящих электрических кабелей посредством волоконно-оптических датчиков. Первая миля. 2011, № 1. с. 16 – 20.



до 5 МВт



до 800 °С



до 25 МПа

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛИ*



MASTERWATT



ФЛАНЦЕВЫЕ
ПОГРУЖНЫЕ
НАГРЕВАТЕЛИ



ПРОТОЧНЫЕ
ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛИ



КАНАЛЬНЫЕ
НАГРЕВАТЕЛИ
ВОЗДУХА



ПОГРУЖНЫЕ
НАГРЕВАТЕЛИ



Для любых технологических процессов

ПРОЕКТ • ПОСТАВКА • МОНТАЖ • ПУСКО-НАЛАДКА • СЕРВИС • ГАРАНТИИ

ООО «ССТЭнергомонтаж» является эксклюзивным представителем компании Masterwatt (Италия) в России и странах СНГ. Специалисты «ССТЭнергомонтаж» аттестованы компанией Masterwatt для проведения расчетов, шеф-монтажных и пуско-наладочных работ по всем типам нагревателей, а также сервисного и гарантийного обслуживания.

Работая с нами Вы получаете:

- комплексные решения «под ключ»
- «единую точку» ответственности
- лучший уровень качества конечных систем
- решение самых сложных задач в установленные Вами сроки.

141008, Московская область, г.Мытищи, Проектируемый проезд 5274, стр. 7
Тел/факс: +7 (495) 627-72-55. www.sst-em.ru. email: info@sst-em.ru



ССТЭНЕРГОМОНТАЖ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ИНЖИНИРИНГ



FREEZSTOP

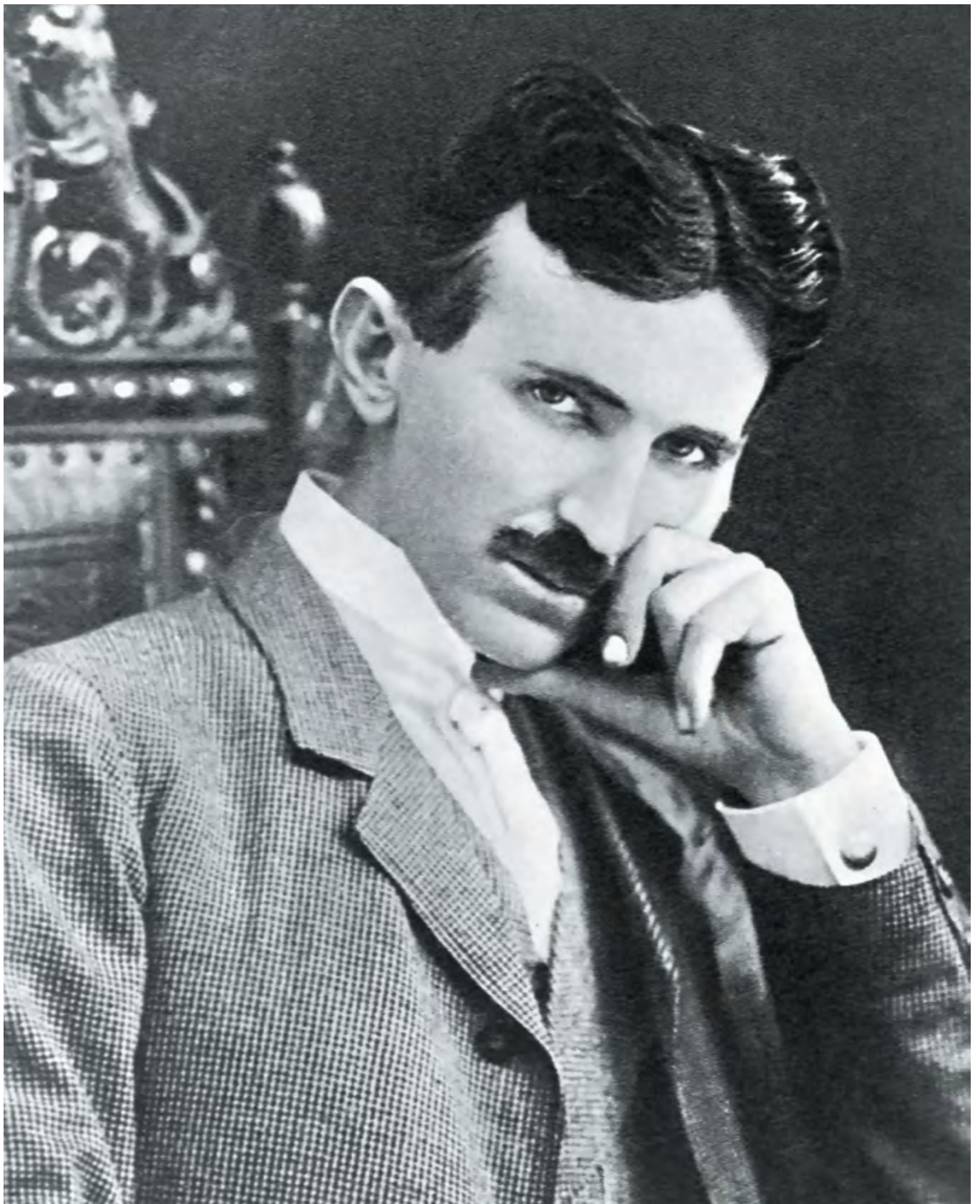
**ЗАЩИТИ ДОМ
ОТ СНЕГА И НАЛЕДИ**

Антиобледенительные системы Freezstop

- Предотвращают скопление снега и наледи и образование сосулек;
- Обеспечивают работу водопроводной и канализационной системы дома круглый год;
- Защищают людей и имущество от падения сосулек и схода снежных масс с кровли здания;
- Избавляют от трудоемкой и опасной работы по уборке снега, наледи и сосулек;
- Продлевают срок службы кровли, водосточной системы, водопровода и дорожного покрытия.



Реклама



Никола Тесла

10 июля 1856 г., Смилян, Австро-Венгрия - 7 января
1943 г., Нью-Йорк, США

Никола Тесла - выдающийся ученый, изобретатель электротехнического оборудования, работающего на переменном многофазном токе, в том числе асинхронного двигателя, трансформатора и высоковольтной линии электропередачи, а также основоположник высокочастотной техники.

Никола Тесла родился в селе Смилян (Австро-Венгрия, теперь Хорватия) и был четвертым ребенком в семье сербского православного священника Милутина и Георгины Тесла. В период 1862 – 1874 гг. Тесла учился в начальной школе и реальном училище. В 1875 - 1878 гг. он студент Высшей технической школы в Граце, по окончании которой некоторое время работает преподавателем в гимназии. В 1880 году Тесла один семестр учится в Пражском университете.

В 1881 – 1882 гг. Никола Тесла работает в Телефонной компании в Будапеште. Здесь началась изобретательская деятельность Теслы. Его первым изобретением был прибор для усиления голоса для телефона.

В 1882 – 1884 гг. Тесла работает в «Континентальной Компании Эдисона»

в Париже, в частности проводит шесть месяцев на реконструкции электростанции в Страсбурге.

В эти годы он открывает явление вращающегося магнитного поля и создает первый двигатель переменного тока – двухфазный асинхронный двигатель, на который он позже (в 1888 году) получает патент США (Рис. 1, 2). Этот двигатель переменного тока намного превосходил известные тогда двигатели постоянного тока, так как не нуждался в коллекторе.

В июне 1884 г. по рекомендации правления «Континентальной Компании» Тесла переезжает в Нью-Йорк, встречается там с знаменитым уже тогда Томасом Алва Эдисоном и начинает работать в компании «Эдисон Мэшин Уоркс». Тесла занялся ремонтом электрооборудова-

ния, разработкой и совершенствованием динамо-машин (генераторов постоянного тока). В те годы основным применением электроэнергии было освещение. Эдисон разрабатывал лампы накаливания, питаемые постоянным током, и не интересовался созданием электрооборудования переменного тока, который тогда уже применялся для питания дуговых ламп, так как считал переменный ток слишком опасным.

Тесла после работы менее года уходит из компании Эдисона из-за конфликта с ним и создает в апреле 1887 года свою компанию в Нью-Йорке «Тесла Эрк Лайт Компани» (позже «Тесла Электрик Компани»). Созданная компания вскоре начала в больших масштабах осуществлять освещение улиц и площадей городов

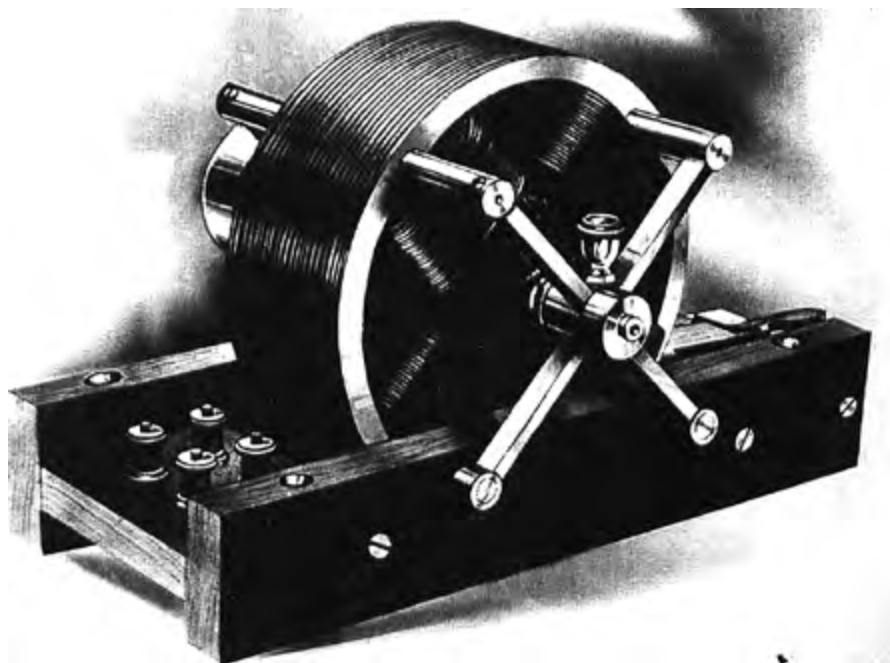


Рис.1. Модель к патенту асинхронного двухфазного двигателя Н. Теслы (1888 г.)

Никола Тесла получил свыше 110 патентов США на различные изобретения, а всего около 300 патентов в различных странах мира, в том числе в Англии, Германии и России. Среди первых патентов Теслы изобретения по конструкциям динамо-машин и дуговых ламп, но его главные изобретения относились к технике переменного многофазного тока и к высокочастотной технике.

США дуговыми лампами Теслы. Деятельность ее приобрела большой размах, однако в связи с конфликтом с другими соучредителями Тесла вышел из этой компании.

В Америке Тесла начал патентовать свои изобретения. Первый патент США № 334823 «Коммутатор для электрических динамо-машин» Н. Тесла получил 6 мая 1885 года. В дальнейшем Никола Тесла получил свыше 110 патентов США на различные изобретения, а всего около 300 патентов в различных странах мира, в том числе в Англии, Германии и России.

Среди первых патентов Теслы изобретения по конструкциям динамо-машин и дуговых ламп, но его главные изобретения относились к технике переменного многофазного тока и к высокочастотной технике.

Начиная с 1887 г. Тесла получает патенты в области одно- и многофазного переменного тока на следующие

устройства: генераторы и двигатели (25 патентов, в том числе, упомянутый выше асинхронный двигатель), системы электроснабжения с использованием трансформаторов (9 патентов), а также счётчик переменного тока, частотомер и др. Помимо электротехники, Тесла сделал ряд изобретений в других областях техники: радиотехника, телеуправление, газовые и паровые турбины, насосы, индикаторы скорости, расходомеры и др.

В те годы в США широко использовались системы электроснабжения постоянным током, разработанные Эдисоном, который получил в 1880 году патент на систему производства и распространения электроэнергии с тремя проводами: нулевым и ± 110 вольт. Напряжение сети постоянного тока соответствовало напряжению потребителя (лампы накаливания и двигатели постоянного тока), поэтому из-за больших потерь в линии электропередачи (ЛЭП) удаление генератора от потребителя не превышало 1,5 км.

Применение электрооборудования переменного тока, предложенного Теслой, позволило использовать высоковольтные ЛЭП. Сейчас это представляется очевидным, но в те годы изобретения Теслы стали революцией в промышленной электротехнике. Сущность изобретений Теслы в области передачи переменного тока потребителям можно проиллюстрировать на примере рисунка к более позднему патенту США № 593138 от ноября 1897 г. (Рис. 3).

Хотя название этого патента «Электрический трансформатор», но, фактически, была запатентована система

электроснабжения с передачей энергии на большие расстояния, в которой для снижения электрических потерь используется повышение напряжения в ЛЭП.

Система электроснабжения включает два однофазных трансформатора: повышающий (передающий) и понижающий (принимающий) напряжение. В каждом трансформаторе имеются высоковольтная многовитковая обмотка В и низковольтная обмотка с малым числом витков С, выполненные в виде спирали, а также сердечник А, который может быть магнитным (так сказано в патенте).

Один вывод каждой высоковольтной обмотки присоединен к ЛЭП (однопроводной), а другой вывод присоединен к земле. Генератор G подключен к обмотке С передающего трансформатора. На рисунке показаны потребители электроэнергии: лампы Н и двигатели К, подключенные к обмотке С принимающего трансформатора.

Патент интересен также тем, что Тесла предлагает здесь использование земли в качестве одного из проводников для передачи электроэнергии.

Однако из-за технических и экономических проблем эта идея остается до сих пор осуществленной только в виде экспериментальных установок.

Замечание редактора:

Однопроводные линии получили распространение в диапазоне сверхвысоких частот, например, для связи машинистов метро и локомотивов при движении в туннелях.

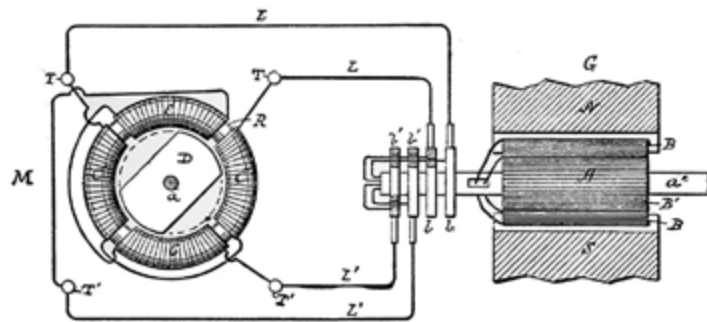
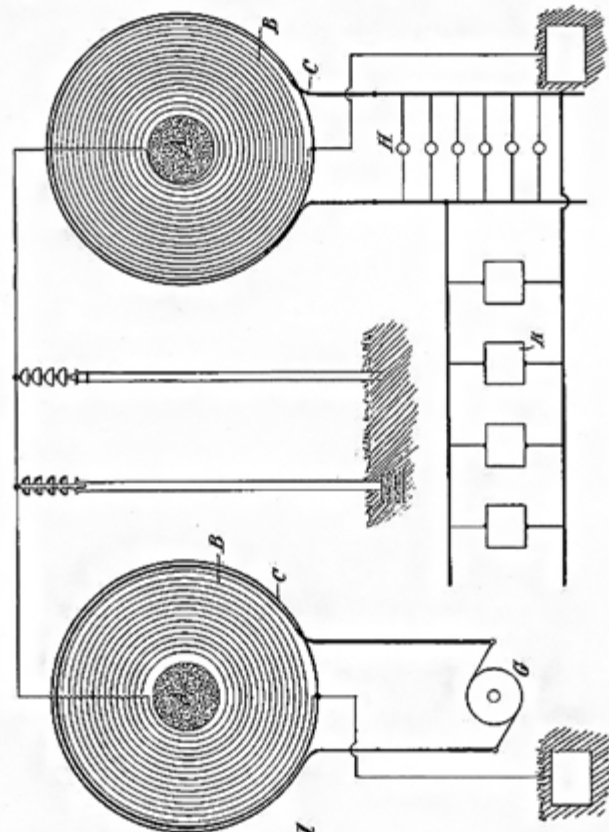


Рис.2. Схема к патенту асинхронного двухфазного двигателя Н. Теслы

(No Model.)
N. TESLA.
ELECTRICAL TRANSFORMER.
 No. 593,138. Patented Nov. 2, 1897.
 2 Sheets—Sheet 1.



WITNESSES
 Ч. В. Лэмпи.
 Эдуард В. Хопкинсон.
 INVENTOR
 Nikola Tesla,
 BY
 Ken. Curtis & Age.

Рис. 3. Рисунок к патенту Н.Теслы (1897)



Рис. 4. Генераторы переменного тока Ниагарской ГЭС

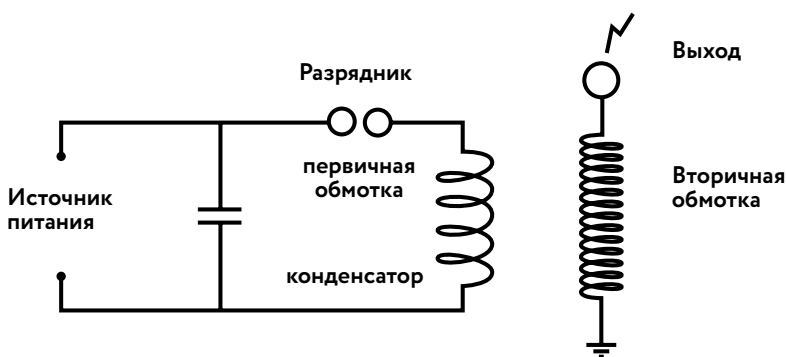


Рис. 5. Схема высокочастотного резонансного трансформатора Теслы

Для Теслы и для всей истории развития электротехники переменного тока весьма знаменательным оказался 1888 год. 16 мая 1888 г. Н. Тесла прочитал лекцию «Новые системы двигателей и трансформаторов переменного тока» в американском Институте инженеров-электриков (American Institute of Electrical Engineers - AIEE). В этом же году Джордж Вестингауз, владелец компании «Westinghouse Electric Corporation» (WEC), подписал с Теслой контракт на использование его патентов, касающихся многофазных токов, и эта компания начала промышленное внедрение изобретений Н. Тесла при его непосредственном участии.

В Питсбурге (1888-1889) Тесла вместе с инженерами компании WEC работает над практической реализацией своих патентов: начинает производство электродвигателей и ведёт подготовку к строительству ряда промышленных электроустановок с использованием двухфазной системы переменного тока, которую тогда Тесла считал наиболее экономичной.

В 1892 году началось строительство мощной гидроэлектростанции (ГЭС) с генераторами по системе Теслы на Ниагарском водопаде. ГЭС была спроектирована и построена таким образом, что гидротурбины были расположены на дне глубокой шахты, а генераторы — в машинном зале в здании наверху. Ранее там уже работали небольшие ГЭС, на которых использовались генераторы постоянного тока конструкции Эдисона.

В 1894 году на Ниагарской ГЭС были смонтированы первые 3 двухфазных

генератора конструкции Н. Теслы. Технические характеристики генератора: мощность — 5000 л.с., напряжение — 2400 В, частота — 25 Гц. В дальнейшем на ГЭС были установлены еще несколько генераторов и суммарная мощность достигла 40000 л.с. (Рис. 4). Энергия от Ниагарской ГЭС использовалась, главным образом, для электрохимических и электротермических производств (получение карборунда, карбида кальция, алюминия).

В ноябре 1896 г. была введена в эксплуатацию трехфазная ЛЭП Ниагара — Буффало длиной 40 км на напряжение 11 кВ. Так как на ГЭС были установлены двухфазные генераторы, то для их подключения к ЛЭП были использованы специальные трансформаторы конструкции сотрудника компании WEC Чарльза Ф. Скотта, преобразующие двухфазный ток в трехфазный (Рис. 5). В те годы Ниагарская ГЭС была крупнейшей в мире электростанцией.

Интересно отметить, что в это же время немецкая фирма AEG стала применять трёхфазные сети и оборудование по разработкам М. О. Доливо-Добровольского (см. статью о нем в нашем журнале № 2 за 2013 год). Фирма AEG подала судебные иски к компании WEC. Однако благодаря тому, что в патентах Теслы содержались общие идеи использования многофазных систем, компании Вестингауза удалось в суде отстоять приоритет Теслы.

Работы Теслы в области переменного тока встретили жесткую оппозицию со стороны Эдисона. В конце 1890-х годов между Тесла и Вестингаузом (с одной стороны) и Эдисоном

(с другой) разгорелась настоящая информационная война, которая широко освещалась в прессе того времени и получила название «Война токов» (War of Currents). Интересно отметить, что и до сих пор выходят книги и статьи на эту тему, а в 2016 году в США снят фильм, посвященный этим событиям.

Надо отметить, что компания Эдисона выпускала оборудование на постоянном токе и распространение систем переменного тока наносило ему большой финансовый ущерб, так как он терял заказчиков. Пытаясь устранить конкурентов, Эдисон сначала обвинял Теслу в нарушении своих патентных прав, потом ставил под сомнение экономические показатели системы переменного тока и доказывал его большую опасность, говорил об отсутствии приборов - счетчиков переменного тока и даже предлагал ввести закон об ограничении максимального напряжения в электросетях значением 300 В.

Однако принципиальные преимущества переменного тока, такие как возможности использования асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, повышающих и понижающих напряжение трансформаторов, протяженных высоковольтных ЛЭП с малыми потерями, привели к более широкому использованию переменного тока по сравнению с постоянным током.

С 1890 г. Н. Тесла приступил к исследованию токов высоких частот (ВЧ) и высоких напряжений. В этом году Тесла обнаружил, что высокочастотные токи обладают тепловым воздействием на живой организм, и предложил использовать их в медицине.

Тесла изобрел электромеханические генераторы на частоту свыше 10 кГц для питания дуговых ламп с целью снижения шума при их работе.

В 1891 г. им был изобретен высокочастотный резонансный трансформатор без металлического сердечника (патент США № 454622 «Система электрического освещения»), который позволял получать ток высокой частоты (до 150 кГц) при напряжениях до нескольких мегавольт (Рис. 5). В этом патенте им впервые предложено питание осветительных ламп с одним электродом током высокой частоты, в результате чего на конце электрода возникал коронный разряд. Принципиальная схема устройства содержит колебательный контур, состоящий из емкости (конденсаторной батареи) и индуктивности (воздушного трансформатора), а также разрядник. Питание схемы осуществляется от источника постоянного тока или тока небольшой частоты. Высоковольтная вторичная обмотка с одного конца заземлена, а ее второй конец в данном патенте подключался к одноэлектродной лампе, а в дальнейшем - к излучающей электромагнитные волны антенне. Выходная частота определяется резонансной частотой контура, а выходное напряжение — коэффициентом трансформации воздушного высокочастотного трансформатора, который получил название «Трансформатор Тесла».

Позднее Тесла получил еще патент «Аппарат для производства электрических токов высокой частоты и потенциала» (1896), а всего на устройства для генерирования токов высокой частоты им получены семь



Рис. 6. Тесла с индукционной лампой (1898)



Рис. 7. Тесла в лаборатории в Колорадо Спрингс (1899)

патентов (1893 – 1897). Искровые генераторы, устроенные по подобным схемам, некоторое время (до изобретения электронной лампы) широко использовались в передатчиках радиостанций.

20 мая 1891 г. Тесла прочитал в AIEE лекцию «Эксперименты с переменными токами очень высоких частот и их применение для искусственного освещения».

В 1892 г. он в Лондоне и Париже по приглашению Лондонского Королевского Общества и французского Физического Общества прочитал такие же лекции (с демонстрацией опытов).

Н. Тесла создал безэлектродную индукционную лампу, в которой под действием ВЧ электромагнитного поля светился разреженный газ (для усиления свечения использовалось явление флуоресценции), и часто демонстрировал это изобретение (Рис. 6). В наше время индукционные лампы используются, главным образом, в качестве мощных источников света.

Никола Тесла разрабатывал два основных направления использования токов высокой частоты без проводов: передача энергии и передача информации. Однако идея Теслы о беспроводной передаче энергии для замены мощных ЛЭП остается до сих пор не осуществленной из-за технических и экономических проблем, а вот идея передачи информации с помощью электромагнитных волн оказалась востребованной и была реализована путем развития радиотехники и телеуправления.

В 1899 году Тесла построил лабораторию в городе Колорадо-Спрингс,

штат Колорадо. Над зданием на вершине холма возвышалась высокая, в 60 м, раздвижная мачта, увенчанная медной полусферой. Здесь Тесла проводил эффектные эксперименты с высокочастотными разрядами в воздухе (Рис. 7).

Эксперименты Теслы в Колорадо-Спрингс привлекли огромное внимание американской общественности, их видели журналисты, инженеры-электротехники и перспективные спонсоры, которых заинтересовали эти работы. Тесла намеревался выполнить беспроводную передачу высокочастотных сигналов из Америки в Европу и этот проект спонсировали банкиры Джеймс С. Ворден и Джон П. Морган.

В 1901 году началось строительство башни Ворденклифф (англ. cliff — обрыв) около пролива Лонг-Айленд. В июне 1902 года Тесла построил там свою лабораторию (Рис. 8). Башня Ворденклифф была задумана как передающая антенна для всемирной системы передачи информации и энергии. Тесла считал возможным совмещение беспроводной связи с передачей электроэнергии, что позволило бы избавиться от многочисленных высоковольтных линий электропередачи. Он предполагал установить более тридцати приемно-передающих станций по всему миру. Однако этот проект остался не выполненным, так как Тесла заинтересовался, в основном, не системой связи, а беспроводной передачей энергии, что не устраивало спонсора Дж.Моргана.

В мае 1905 года из-за финансовых трудностей строительство башни Ворденклифф было прекращено.



Рис. 8. Здание и башня лаборатория Уорденклифф (1905)

В эти же годы Тесла вел работу по конструированию управляемых дистанционно автоматических механизмов. В 1898 году он получил патент на изобретение под названием «Описание метода и аппарата по управлению механизмами движущихся судов или транспортных средств». Управление предлагалось осуществлять при помощи электромагнитных импульсов и волн. В этом же году на выставке в «Мэдисонсквер-гарден» Тесла впервые продемонстрировал модель радиоуправляемой лодки. С этих работ Теслы началось развитие телеуправления.

Позднее Альберт Эйнштейн в своем поздравлении Н.Тесле по случаю его 75-летия отметил его заслуги как «плодотворного пионера в области токов высокой частоты».

В последующие годы Тесла сделал и запатентовал немало изобретений в различных областях техники, а также сотрудничал с различными фирмами по их внедрению в разных городах Америки. В основном, это были механические, газовые и гидравлические устройства и приборы.

Эксперименты Теслы в Колорадо-Спрингс привлекли огромное внимание американской общественности, их видели журналисты, инженеры-электротехники и перспективные спонсоры, которых заинтересовали эти работы.



Рис.9. Почтовая марка США с портретом Н. Теслы и изображением электродвигателя.

В 1936 году **в честь юбилея Н. Теслы в Белграде был проведен Международный научный конгресс**, на котором присутствовали многие выдающиеся ученые различных стран.

Но в историю техники Никола Тесла вошел как выдающийся ученый и изобретатель в области электротехники (Рис. 9).

Следует отметить, что в конце XIX века наряду с Н.Теслой ученые разных стран работали над проблемами практического применения электроэнергии и многие из них почти одновременно добивались положительных результатов.

В качестве примеров вспомним наиболее известных, но не единственных, претендентов на разные изобретения: электродвигатель переменного тока – Г. Феррарис, многофазные системы переменного тока – М.О.Доливо-Добровольский, трансформатор – Л. Голар и Дж. Гиббс, радиосвязь – Г. Маркони и А.С.Попов.

Вопросы приоритета долгие время устанавливались в судебном порядке, при этом в разных странах результаты судебного рассмотрения могли быть различными.

Общепринято одно: Тесла является одним из создателей промышленного применения переменных многофазных токов и техники токов высокой частоты.

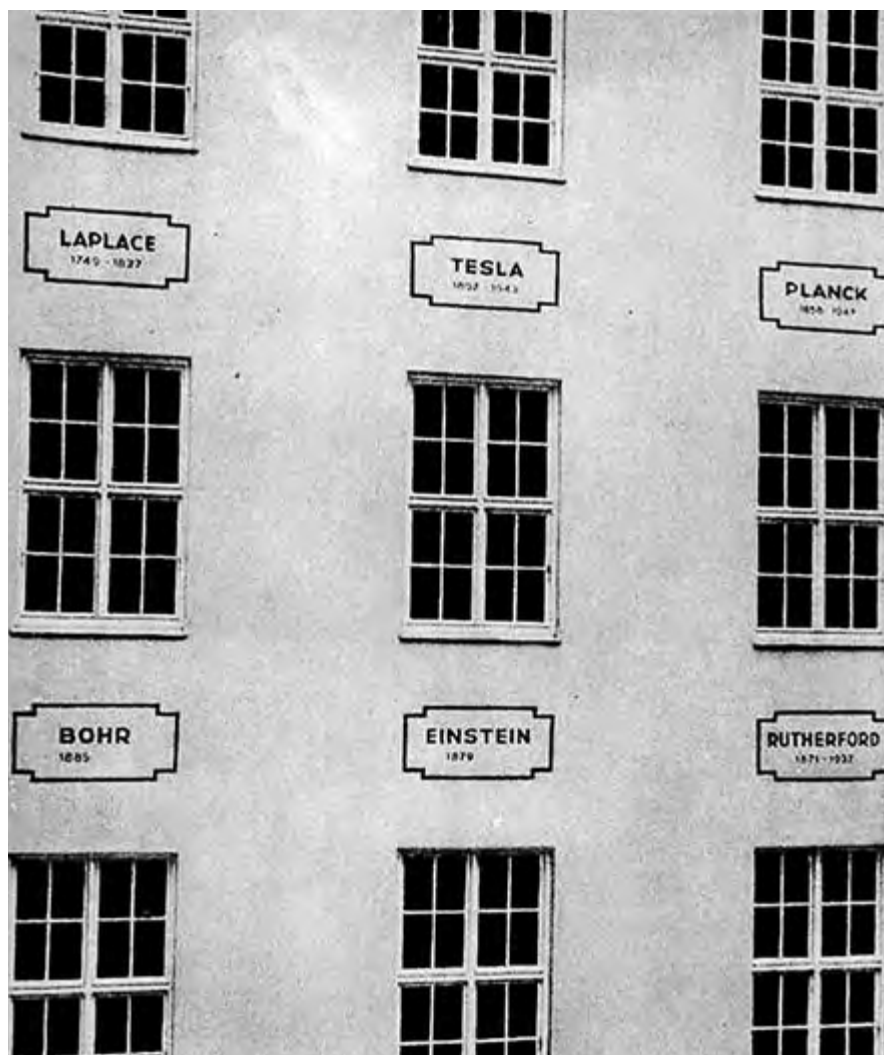
В последние годы жизни Тесла много болел (в 1937 году он попал под автомобиль) Никола Тесла скончался 7 января 1943 года. Урну с его прахом установили на Фернклиффском кладбище города Нью-Йорка, а позже она была перенесена в Музей Николы Теслы в Белграде. Заслуги Н. Теслы еще при жизни получили признание на его родине в Югославии (теперь в Сербии и Хорватии), в США и во всем мире. Во многих странах мира (Сербия, Хорватия, США, Россия и др.) установлены памятники Н.Тесле и памятные доски.

В 1936 году в честь юбилея Н. Теслы в Белграде был проведен Международный научный конгресс, на котором присутствовали многие выдающиеся ученые различных стран. Был создан научно-исследовательский институт, которого стал разрабатывать проблемы применения токов высокой частоты и высоких напряжений. Н. Тесла был избран почетным директором этого института.

С 1955 г. в Белграде открыт для посетителей музей «Никола Тесла», в котором выставлены модели изобретенных им устройств и различные документы.

Никола Тесла был избран членом Американского института инженеров, Нью-Йоркской, Прусской и Баварской академий наук, а также был награжден золотыми медалями Э. Крессона (1894), Т. Эдисона (1916), и Дж. Скотта (1934).

В 1891 г. был изобретен высокочастотный резонансный трансформатор без металлического сердечника, который позволял получать ток высокой частоты (до 150 кГц) при напряжениях до нескольких мегавольт. В этом патенте им **впервые предложено питание осветительных ламп с одним электродом током высокой частоты**, в результате чего на конце электрода возникал коронный разряд. Принципиальная схема устройства содержит колебательный контур, состоящий из емкости и индуктивности, а также разрядник.



Интересна популяризация достижений Николы Теслы: например, на марке США, посвященной Тесле, помещено изображение асинхронного двигателя – одного из его главных изобретений, а на банкноте Югославии помещен памятник ученому, за которым изображена катушка ВЧ трансформатора.

Свидетельством большого научного авторитета Николы Теслы является занесение его имени на Стену почета Страсбургского физического института, где оно находится в окружении таких имен, как Лаплас,

Планк, Бор, Эйнштейн, Резерфорд (Рис.10).

Международная электротехническая комиссия (МЭК) в память выдающегося ученого ввела единицу магнитной индукции «Тесла» (1954).

А.Б.Кувалдин

В статье использованы материалы различных авторов, размещенные в Интернете.

Рис. 10. Стена почета Страсбургского физического института с именами великих ученых

Комплексное решение ГК «ССТ» для обогрева нефтяных скважин с вязкими и парафинистыми нефтями, предотвращающее образование асфальтосмолопарафинистых отложений/ A comprehensive solution of the SST Group for heating of oil wells with viscous and waxy oils preventing asphalt, resin, and paraffin deposition

М.Л. Струпинский/ M.L. Strupinskiy

Статья посвящена новой разработке ГК «ССТ» – комплексу Stream Tracer на основе гибкого нагревателя с переменной по длине мощностью. Комплекс обеспечивает защиту нефтяных скважин от асфальтосмолопарафиновых отложений. Stream Tracer потребляет почти на 50% меньше электроэнергии по сравнению с системами на основе резистивных кабелей.

The article is devoted to a new development of the SST Group – the Stream Tracer complex based on a flexible heater with the power output varying along the length. The complex ensures protection of oil wells from asphalt, resin, and paraffin deposition. The Stream Tracer consumes 50% less energy than the systems based on resistive cables.



Комплексное применение систем электрообогрева и теплоизоляционных материалов InWarm – основа энергоэффективности/ Combined application of electrical heating systems and thermal insulation materials InWarm as the basis of the energy efficiency

А.А. Лукина/ A.A. Lukina

Тепловая изоляция является неотъемлемым элементом системы электрообогрева наряду с подсистемами обогрева, питания, управления и диспетчеризации. Автор представляет методики расчета и проектирования эффективных систем электрообогрева, как комплексного решения, учитывающего взаимное влияние нагревательного элемента, являющегося источником тепла, и тепловой изоляции, сохраняющей тепло.

The thermal insulation is an inherent part of the electric heating system along with the heating, power supply, control and dispatch subsystems. The author presents procedures for calculation and designing efficient electric heating systems as a complex solution taking into account mutual influence of the heating element, being a source of heat, and the thermal insulation conserving heat.

Уникальные методы испытаний и контроля параметров саморегулирующихся нагревательных кабелей в ОКБ «Гамма» - основной фактор качества продукта и надежности СЭО/ Unique methods of self-regulating cable testing and parameter control in SDB «Gamma» as a primary factor of products quality and the electric heating systems reliability

А.А. Прошин/ A.A. Proshin

В ходе организации на базе ОКБ «Гамма» полного цикла производства электропроводящих пластмасс и саморегулирующихся нагревательных кабелей, специалистами ГК «ССТ» был разработан уникальный комплекс методик и технических решений для проведения испытаний и контроля качества продукции. В статье представлены возможности лабораторного комплекса ОКБ «Гамма», который позволяет производить полномасштабные испытания саморегулирующихся кабелей на соответствие требованиям национальных и международных стандартов.

In the course of the arrangement of the complete production cycle of conductive plastics and self-regulating heating cables on the base of the SDB «Gamma», a unique complex of procedures and engineering solutions have been developed for the products testing and quality control. The article represents the possibilities provided by the laboratory facilities of the SDB «Gamma» that enable to perform full-scale tests of the self-regulating cables to confirm their meeting the requirements of national and international standards.

Специальные решения и технологии ОКБ «Гамма» в области электрического обогрева объектов стратегического назначения/ Special solutions and technologies of the SDB «Gamma» for electric heating of strategic objects

Е.О. Дегтярёва/ E.O. Degtyareva

В статье представлен обзор некоторых разработок ГК «ССТ» в области электрообогрева для судостроения, авиационной промышленности и инфраструктуры, для реализации проектов по освоению Арктики.

The article reviews some developments of the SST Group in electric heating for shipbuilding, aviation industry and infrastructure, for implementation of Arctic development projects.



Контроль температуры силового и сверхпроводящих кабелей с помощью оптического волокна/ Temperature monitoring of power cables and superconducting cables using optical fiber

Ю.Т. Ларин, Ю.В. Смирнов/
Yu.T. Larin, Yu.V. Smirnov

В статье приведены сведения об использовании волоконно-оптических датчиков для температурного контроля силовых и сверхпроводящих кабелей.

The article reports on the application of fiber-optic sensors for temperature monitoring of power cables and superconducting cables.



Монтаж системы электрообогрева «Тепломаг» на установке замедленного коксования комбината «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез»/ Installation of the Teplomag electric heating system on the delayed coking unit of LUKOIL-Permnefteorgsintez integrated plant

Б.А. Соболев/ B.A. Sobolev

Статья рассказывает об особенностях реализации проекта оснащения системами электрообогрева установки замедленного коксования комплекса переработки нефтяных остатков компании «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез».

В ходе реализации этого проекта специалисты ГК «ССТ» обеспечили проектирование, поставку оборудования, монтаж саморегулирующейся нагревательной ленты и нагревательных кабелей с минеральной изоляцией, монтаж теплоизоляции и пуско-наладочные работы системы электрообогрева импульсных трубок и технологических трубопроводов.

The article describes the implementation features of the project of equipment of the delayed coking unit of the LUKOIL-Permnefteorgsintez petroleum residue recycling plant with electric heating systems.

In the course of this project implementation, the SST Group specialists ensured designing, supply of equipment, installation of self-regulating tape and mineral insulated heating cables, installation of thermal insulation and start-up and commissioning of the electric heating system for pulse tubing and process pipelines.

Лучшие люди отрасли – Никола Тесла/ The best people of industry – Nikola Tesla

В краткой биографии выдающегося ученого Николы Теслы отражены основные вехи его жизни и научной деятельности. Тесла является основоположником высокочастотной техники, а также изобретателем электротехнического оборудования, работающего на переменном многофазном токе. В числе его изобретений – асинхронный двигатель, трансформатор и высоковольтная линия электропередачи.

The short biography of a distinguished scientist Nikola Tesla shows the key milestones of his life and scientific activities. Tesla is the founding father of the high-frequency engineering and the inventor of the multiphase AC-operated electric equipment. His inventions include asynchronous motor, resonance transformer and high-voltage power transmission line.



Как оформить подписку

Уважаемые читатели!

Приглашаем Вас оформить подписку на аналитический научно-технический журнал «Промышленный электрообогрев и электроотопление» удобным для Вас способом!



В любом почтовом отделении по каталогу Агентства «Роспечать» «Газеты. Журналы». Подписной индекс – 81020



Пришлите заявку по электронной почте publish@e-heating.ru



Заполните заявку на сайте журнала: www.e-heating.ru

Форма заявки на подписку

На какой период хотите оформить подписку (1 год или 6 месяцев) _____

Количество экземпляров _____

ФИО получателя _____

Полное название организации-получателя: _____

Адрес доставки (с индексом): _____

Юридический адрес: _____

ИНН _____ КПП _____

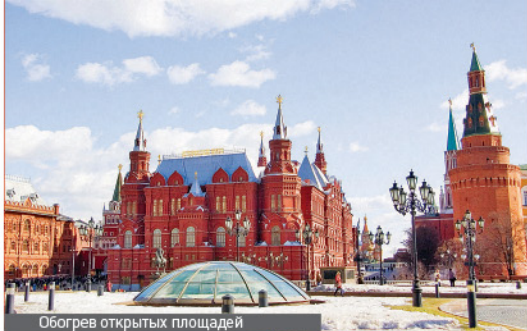
ФИО, контактный телефон и e-mail ответственного лица: _____

Заявки на подписку принимаются от юридических и физических лиц. Оплата подписки – по безналичному расчету. Журнал доставляется подписчикам по почте на адрес, указанный в бланке-заказе

Стоимость редакционной подписки на год (4 номера) – 2880 рублей, включая НДС 10%.

Вы можете оформить подписку на любое количество номеров, стоимость подписки на один номер журнала – 720 рублей, включая НДС 10%.

Вы также можете оформить подписку на электронную версию журнала (в формате PDF) по цене 400 рублей за один номер, включая НДС 18%



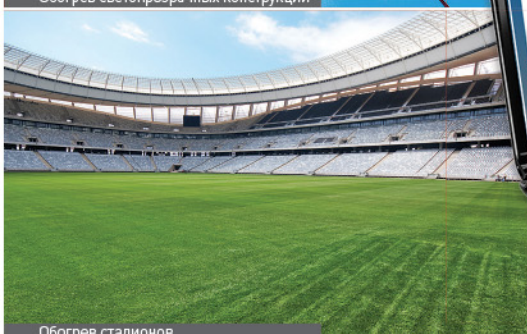
Обогрев открытых площадей



Обогрев кровли



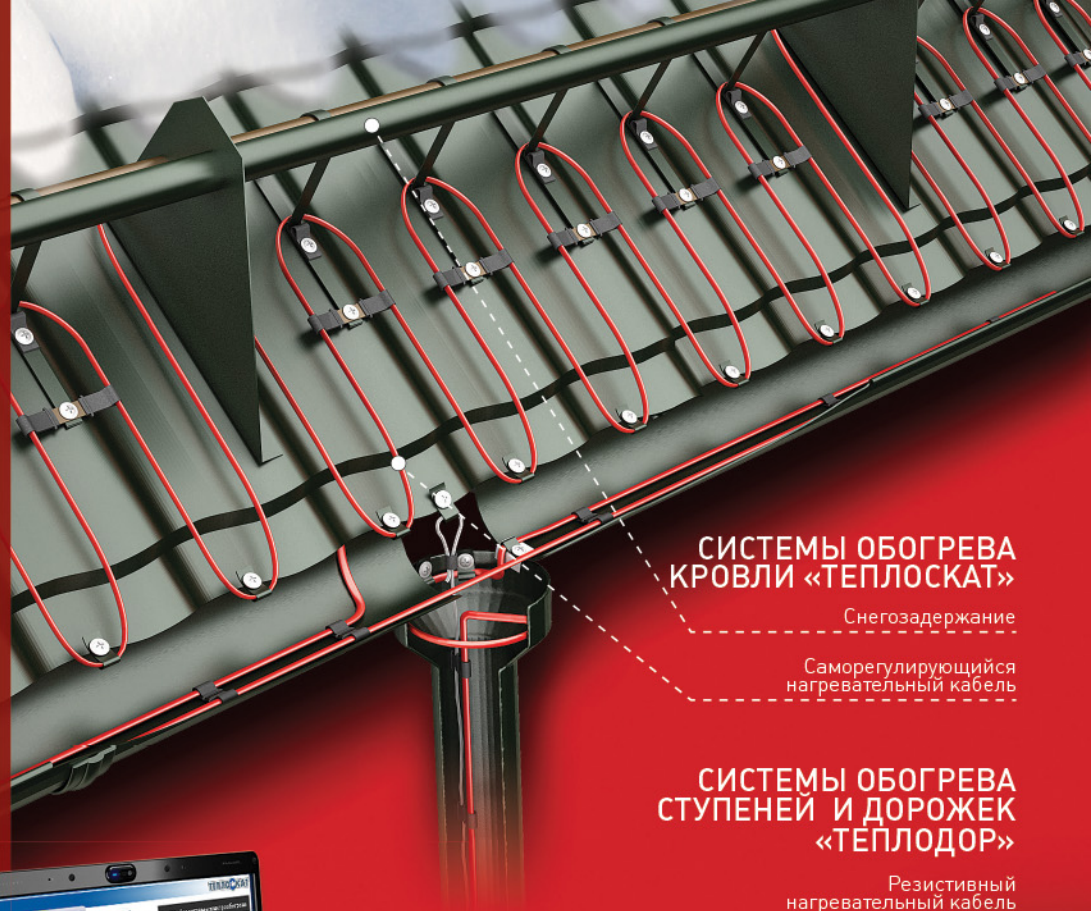
Обогрев светопрозрачных конструкций



Обогрев стадионов



Обогрев стрелочных переводов



СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА КРОВЛИ «ТЕПЛОСКАТ»

Снегозадержание

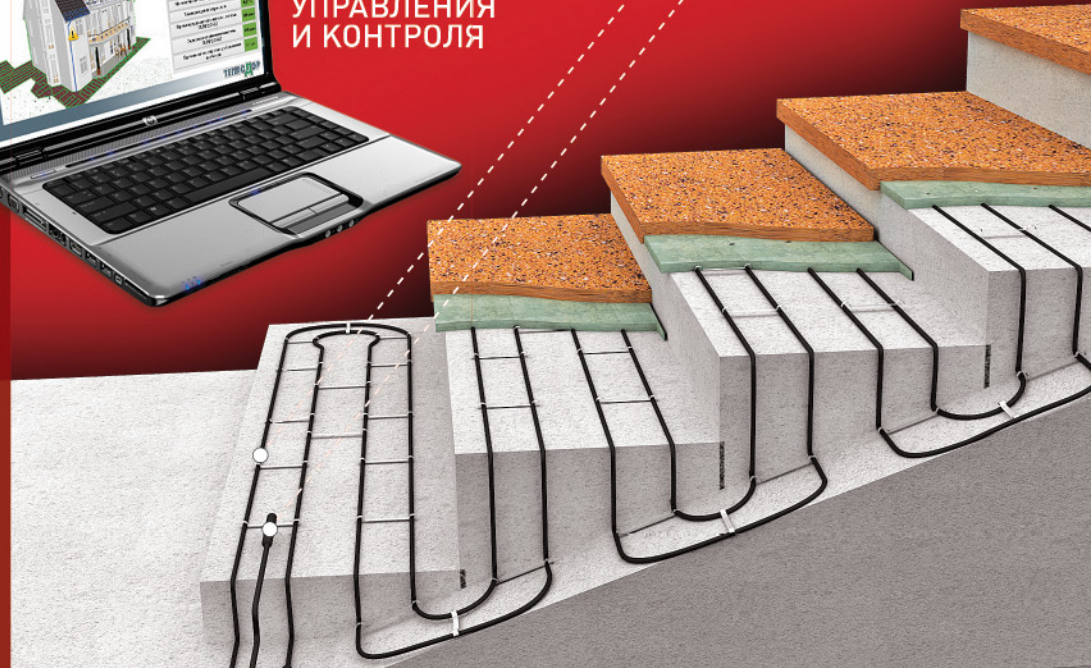
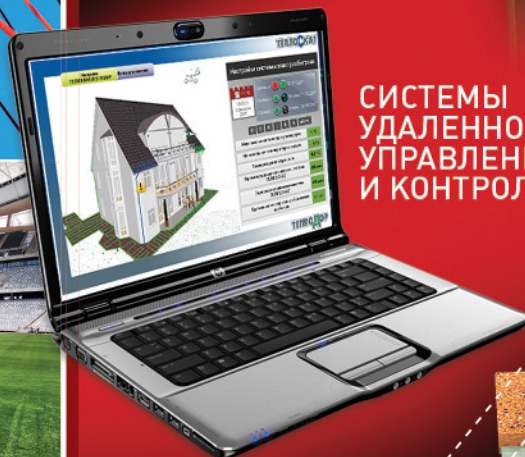
Саморегулирующийся нагревательный кабель

СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА СТУПЕНЕЙ И ДОРОЖЕК «ТЕПЛОДОР»

Резистивный нагревательный кабель

Датчик температуры

СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ



ПРОЕКТ • ПОСТАВКА • МОНТАЖ • ПУСКО-НАЛАДКА • СЕРВИС • ГАРАНТИИ



ООО «ССТЭнергомонтаж» является структурным подразделением холдинга «Специальные системы и технологии» с 1991 года специализирующегося на производстве кабельных систем электрообогрева и систем управления.

Многолетний опыт работы в сфере проектирования, внедрения систем электрического обогрева и тепловой изоляции позволили нам сформировать полный перечень услуг и стать лидерами в отрасли.

Работая с нами Вы получаете:

- комплексные решения «под ключ»
- «единую точку» ответственности
- лучший уровень качества конечных систем
- решение самых сложных задач в установленные Вами сроки.

141008, Московская область, г.Мытищи, Проектируемый проезд 5274, стр. 7
Тел/факс: +7 (495) 627-72-55. www.sst-em.ru; www.ice-stop.ru. email: info@sst-em.ru

ВЫБОР ПРОФЕССИОНАЛОВ

НЕМЕЦКИЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕШЕНИЯ

СИЛОВЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

- Широкий ряд номиналов токов и отключающих способностей (18-70 кА)
- Большой срок службы, увеличенная механическая и электрическая износостойкость
- Универсальный набор аксессуаров и дополнительных принадлежностей: мотор-редукторы, механические блокировки, рукоятки, изолирующие крышки и др.
- Компактные габаритные размеры, установка на дин-рейку или монтажную пластину
- Большой стоковый склад в Москве
- Сервис, гарантийные обязательства



БЛОКИ АВР от 63А до 1600А

- Комплектное устройство на основе:
- Двух рубильников со встроенной взаимной блокировкой
 - Моторного привода
 - Контроллера

МОДУЛЬНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ АВР 63-160А