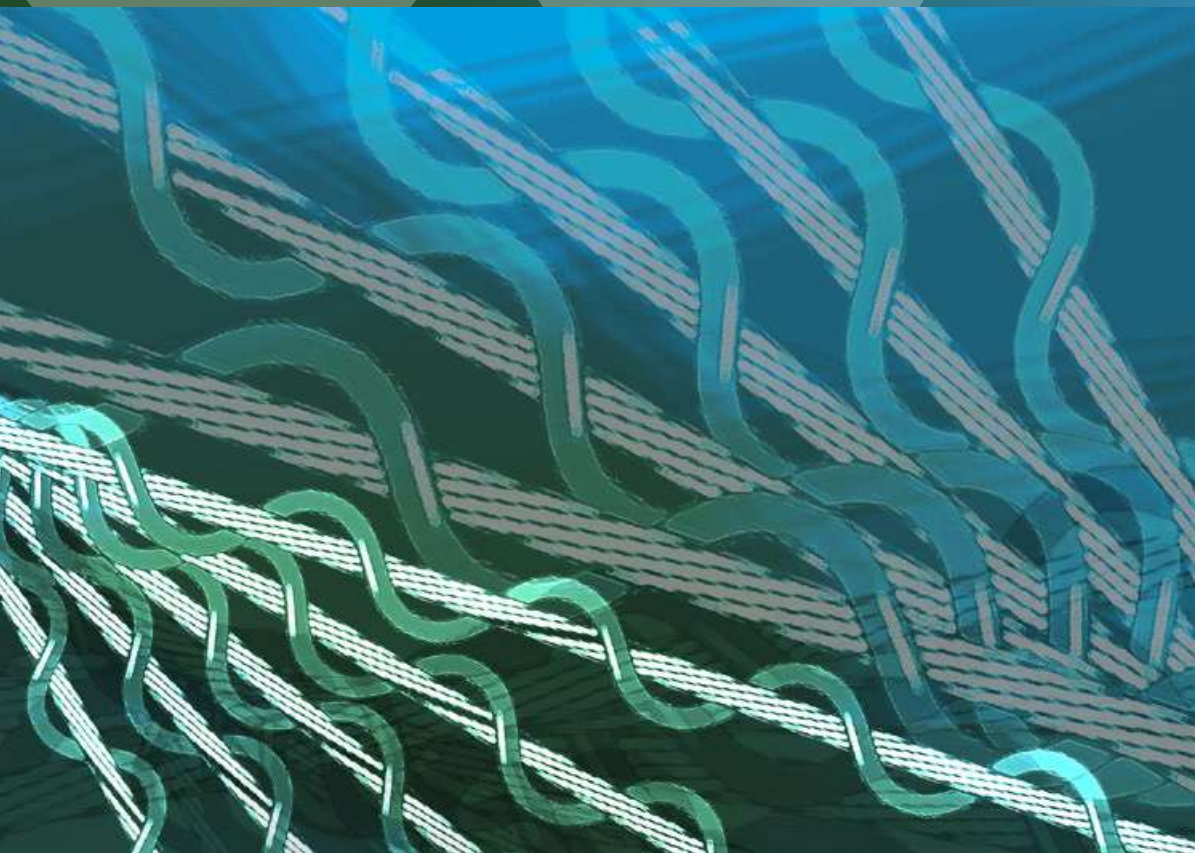


№ 4 (44) декабрь 2018 года

ЭнергоStyle

Наполним жизнь энергией!



Энергосервисный контракт. Потенциал реализации

Диагностика изоляторов

Цифровизация процессов управления ТОиР

Метаморфозы: спиральный гаситель вибрации

ЭнергоStyle



Содержание

- 4 стр. **News**
- 6 стр. **Актуально**
Потенциал реализации
энергосервисного контракта
- 10 стр. **Альтернатива**
Машинное обучение
в энергетике
- 20 стр. **Диагностика**
Оценка эксплуатационной
надежности опорно-
стержневых изоляторов
и покрышек маломасляных
выключателей методом
ультразвукового
неразрушающего контроля
- 28 стр. **Практика**
Цифровизация процессов
управления ТОиР: проблемы
и решения
- 38 стр. **Метаморфозы**
Фотосессия: спиральный
гаситель вибрации
- 46 стр. **Что. Где. Когда**
Мир энергетики в экспозиции
- 48 стр. **Энергия жизни**
Целебное электричество
- 50 стр. **Культпросвет**
За рамками «науч-попа»



ЭнергоStyle

декабрь 2018, № 4 (44)

Учредитель:

ООО «УРАЛПРОМ ПЛЮС»

Издатель:

ООО «УРАЛПРОМ ПЛЮС»

Главный редактор:

Мария В. Лупанова
m.lupanova@locus.ru

Корректор:

Светлана Галинова

Фото:

Евгений Ланкин

Дизайн, верстка:

Олеся Акулова
akulova_oa@mail.ru

Предпечатная подготовка:

Виталий Носкевич

Авторы:

Дмитрий Беда, Виталий Буткевич, Дмитрий Гиберт, Борис Кац, Елена Крживицкая, Александр Малахов, Татьяна Мещерякова, Алексей Молчанов, Дмитрий Нестеров, Мария Орлова, Ильяр Уразалиев

Адрес редакции:

620062, Екатеринбург, ул. Генеральская, 7, оф. 412
тел./факс: (343) 375-87-87, 375-88-06, 375-88-09

Информация о журнале на www.locus.ru/energostyle

Отпечатано:

ООО «Форт Диалог-Исеть»
620142, г. Екатеринбург, ул. Декабристов, 75
тел. (343) 228-02-32

Периодичность выхода: 1 раз в три месяца

Тираж: 4000 экз.

Заказ: № 1841040, подписано в печать 06.12.2018 г.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-49255

от 04 апреля 2012 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Перепечатка и цитирование материалов издания возможны только с письменного разрешения редакции. Ссылка на журнал «ЭнергоStyle» обязательна. За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет. Мнение авторов может не совпадать с точкой зрения редакции. Журнал распространяется по всей территории России.

**Друзья!**

Зима — всегда особый сезон для энергетиков. И не только потому, что погодные сюрпризы бывают во всех регионах такие, что мало не покажется. Опять же потребление энергии растет в разы, только успевай поворачиваться. Однако, как балагурил мой папа — инженер: «На работу как на праздник, а по праздникам мы не работаем». Особенно 22 декабря! Поздравляю вас с Днем энергетика! Желаю профессионального роста, внедрения в свой арсенал высокотехнологичных новинок, гарантирующих безопасность и надежность функционирования линий электропередач, высококвалифицированных коллег, надежных партнеров, отличных поставщиков и новых интересных перспектив! Пусть у вас все идет как по маслу, стабильности и процветания!

Опять же праздники для многих из вас — это дни особо напряженной работы. Когда все отдыхают, вы стоите на рабочем посту, обеспечивая бесперебойным светом и теплом. Пусть осознание важности вашей профессии дает вам силы в сложные периоды работы и приносит моральное удовлетворение. Вот у вас точно есть смысл жизни — делать ее для всех теплее и светлее!

Впрочем, праздник — это не праздность, а состояние души. Поэтому поздравляю вас с Новым годом! Пусть он принесет много хороших, интересных и важных лично для вас событий! Пусть станут реальностью мечты, рядом всегда будут близкие люди и искренние друзья! Пусть в ваших семьях царит мир и любовь! Здоровья и счастья!

Мария Лупанова, главный редактор



Уважаемые коллеги, друзья!

В ноябре 2018 года компании «Локус» исполнилось 25 лет! Возраст солидный, позволяющий ко многому относиться философски, принимать любые повороты на пути развития как данность и возможность стать опытнее и мудрее. Уже четверть века мы предлагаем готовые комплексные решения в области строительства, реконструкции и ремонта электроподстанций и линий электропередачи. Да, мы ищем новые идеи, экспериментируем, участвуем в инновационных проектах. Но главное — мы работаем с людьми и для людей, это для компании важнейший на сегодняшний день постулат. Конечно, все очень разные, и в каждом мы видим не просто клиента или партнера, а личность со своим неповторимым внутренним миром, достоинствами и недостатками. Ведь человек тем и интересен, что, будучи неидеальным, стремится выстраивать отношения, будь то деловые или личные, как можно гармоничнее. У кого-то получается лучше, у кого-то не очень, но это наша жизнь, и хочется, чтобы она была достойной. А для этого надо всегда оставаться людьми. Надеемся, что и впредь наше сотрудничество будет долгосрочным, плодотворным и мы будем продолжать обеспечивать решения задач любой сложности!

Друзья, поздравляю вас с Днем энергетика! Нас всех связала эта относительно молодая, но столь важная профессия. И пусть работа приносит радость, прежде всего, вам самим. Желаю стабильности, процветания, решения всех поставленных задач, неуклонного развития и ярких прорывов!

И, конечно, всех с Новым годом — самым светлым и любимым праздником! Пусть 2019 год принесет вам исполнение самых заветных мечтаний! Здоровья, любви, счастья в семье и всегда отличного настроения!



*Искренне ваш, Денис Буравлев,
генеральный директор ООО «МК «Локус»*

2019



Инновации в жизнь

Энергетики филиала ПАО «МРСК Центра» начали в Липецкой области реконструкцию двух линий электропередачи с применением инновационных технологий. Старые железобетонные опоры меняют на современные композитные. Они обладают диэлектрическими свойствами, не подвержены коррозии и, значит, долговечны.

Обследование специалистами Липецкэнерго показало необходимость замены опор на ВЛ 110 кВ «Двуречки». Эта линия протяженностью 20 км, построенная более 40 лет назад, обеспечивает электроснабжение сел Липецкого и Грязинского районов, а также промышленные объекты Особой экономической зоны «Липецк». Сейчас на линии устанавливают 8 композитных опор, и в 2019 году реконструкция будет продолжена.

Масштабные работы ведутся на ВЛ 110 кВ «Лебедянь». Здесь будет установлено 27 композитных опор, заменят 37 км грозозащитного троса на современный, не подверженный коррозии (срок службы не менее 50 лет). На линии будут установлены индикаторы коротких замыканий. Электроснабжение Лебедянского, Данковского и Краснинского районов и нефтепровода «Дружба» станет надежнее.

На обеих линиях энергетики используют полимерные изолирующие траверсы, не требующие изоляторов. При одинаковой высоте композитной и железобетонной опор провод, закрепленный траверсами, будет на метр выше от земли, а значит, уменьшится высота провиса.

За 9 месяцев 2018 года Липецкэнерго реконструировано 171 км высоковольтных линий, 104 подстанции, введена мощность 17,2 МВА. В электросетевой комплекс региона филиал МРСК Центра вложил больше 571,5 млн рублей.

По материалам www.energyland.info

Уралу — новую ЛЭП

Федеральная сетевая компания (входит в группу «Россети») приступила к реализации основного этапа строительства высоковольтной линии 220 кВ «Рысаево — Саракташ», которая позволит повысить надежность схемы выдачи мощности Ириклинской ГРЭС и электроснабжения центральной части Оренбургской области, включая объекты Южно-Уральской железной дороги. Новая линия электропередачи заменит действующую, которая будет работать до полного завершения строительства. Новая ЛЭП строится с применением технологий, позволяющих снизить риск возникновения аварий из-за влияния сложных природно-климатических условий. В частности, ведется установка металлических опор с увеличенными габаритными расстояниями между грозотросом и фазными проводами (это техническое решение впервые применяется на Урале). А также будет использован провод, имеющий за счет более плотного контакта между проволоками более гладкую поверхность по сравнению с традиционным аналогом, что способствует снижению аэродинамической нагрузки и уменьшает вероятность образования наледи. Для защиты ЛЭП монтируется грозозащитный трос. Все применяемое оборудование произведено в России. Стоимость проекта составляет 2,5 млрд рублей. Строительство планируется завершить к 2020 году.

По материалам www.energyland.info

4

Варианты сценариев

На совместном заседании Минэнерго России и Российского союза промышленников и предпринимателей «Приоритетные меры поддержки и развития ВИЭ как высокотехнологической отрасли экономики РФ. Международный опыт и российские реалии» были озвучены разные сценарии развития ВИЭ на период 2025–2035 гг.

Председатель правления ассоциации «НП Совет рынка» Максим Быстров отметил, что существует два возможных сценария развития ВИЭ. Первый сценарий, предложенный УК «Роснано» и озвученный инвесторами, предусматривает ввод 10 ГВт установленной мощности на ОРЭМ, которые будут стоить рынку 1,77 трлн рублей за весь период реализации программы (1,35 трлн рублей — если будут льготы по налогам и стоимости финансирования). Второй сценарий, предложенный ассоциацией «НП Совет рынка», предполагает 5,32 ГВт вводов мощностей на ОРЭМ, которые дадут 0,94 трлн рублей дополнительной нагрузки на рынок (0,72 трлн рублей при применении льгот по налогам и стоимости финансирования). Также оба сценария предполагают ввод более 5 ГВт на смежных рынках. «Одно из важнейших условий развития ВИЭ в России после 2024 года — это постепенное замещение обязательных мер поддержки на добровольные», — считает Максим Быстров.

По материалам www.energyland.info

Цифровизация энергетики Сибири

Филиал АО «СО ЕЭС» «ОДУ Сибири» внедрил цифровую систему мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ) еще на двух контролируемых сечениях в Объединенной энергосистеме Сибири — Красноярская ГЭС — Назаровская ГРЭС и Бурятия — Чита. Ранее система была внедрена на контролируемых сечениях Казахстан — Сибирь-1, Казахстан — Сибирь-2, Назаровское, Кузбасс — Запад.

Функцией СМЗУ является расчет величины МДП в режиме реального времени, что позволяет учитывать текущие изменения схемно-режимной ситуации в энергосистеме и тем самым дает дополнительные возможности по использованию пропускной способности электрической сети без снижения уровня надежности энергосистемы. Так обеспечивается более полное использование пропускной способности контролируемых сечений, что позволяет выбрать оптимальный алгоритм управления режимами энергосистемы и обеспечить постоянно высокий уровень надежности ее работы. До внедрения системы такие расчеты проводились для наиболее тяжелых режимных условий и требовали значительного времени, расчеты МДП в СМЗУ проводятся в циклическом режиме и занимают от 2 до 10 минут в зависимости от сложности модели энергосистемы.

По европейским стандартам

Новая магистерская программа в области интеллектуальных электроэнергетических систем создается при участии преподавателей и ученых энергетического института Уральского федерального университета (Екатеринбург). В ходе реализации проекта Erasmus+ планируется создать единую образовательную программу для трех европейских, пяти российских и двух вьетнамских университетов.

«Цель проекта — создать востребованную магистерскую программу по энергетике, в которую будут внедрены современные образовательные технологии, — рассказывает руководитель проекта от УрФУ Станислав Ерошенко. — За каждым университетом закреплены конкретные образовательные дисциплины. К примеру, УрФУ будет отвечать за разработку курсов по двум — технологии выработки и хранения электрической энергии и искусственному интеллекту и машинному обучению в современных электроэнергетических системах».

В 2019–2020 учебном году запланирован запуск пилотной версии магистерской программы для всех вузов консорциума. После 2020 года преподаватели УрФУ планируют развитие полученных результатов и создание программы двойных дипломов с европейскими и вьетнамскими университетами, участвующими в консорциуме.

Мощности хватит

Специалисты Черкесской группы подстанции филиала МРСК Северного Кавказа — «Карачаево-Черкесскэнерго» (входит в ГК «Россети») поставили под нагрузку второй силовой трансформатор Т-1 мощностью 40 МВА на подстанции 110 кВ «Южная» в Черкесске. Ввод в работу нового силового трансформатора произведен в рамках инвестиционного проекта по масштабной реконструкции питающего центра, реализация которого началась в 2011 году. В рамках проекта два силовых трансформатора были заменены на новые с увеличением их общей мощности с 32 до 80 МВА.

Подстанция «Южная» обеспечивает электроснабжение наиболее густонаселенной южной части города Черкесска, где ведется интенсивное строительство многоквартирных жилых домов и индивидуального жилья, а также социальных объектов. Необходимость реконструкции возникла в связи с тем, что два силовых трансформатора Т-1 и Т-2, которые были введены в эксплуатацию в 1987 и 1967 году, до начала модернизации работали на пределе с нагрузкой в 90 и 70 %, соответственно, поэтому подключение новых потребителей в этой части города и вывод в ремонт трансформаторов представляли для филиала «Карачаево-Черкесскэнерго» определенные трудности. После завершения инвестиционного проекта вопрос с нехваткой мощностей в южной части города будет снят на ближайшие 30 лет.



Потенциал реализации энергосервисного контракта

Статья печатается с разрешения журнала «Энергосбережение». https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7002

Татьяна Мещерякова, кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и инноваций НИУ МГСУ;
Дмитрий Нестеров, генеральный директор ООО «Открытый инжиниринг», эксперт UNIDO

На сегодняшний день внедрение мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности позволяет значительно экономить денежные средства. Благодаря применению нового или модернизированного оборудования обеспечивается снижение объема потребления топливно-энергетических ресурсов, а также оказывается положительное влияние на экологическую ситуацию. Эффект заметен как в отдельных регионах, так и в целом по стране. В данном контексте особое значение приобретают механизмы энергосбережения технического и организационного порядка. Одним из них является энергосервисный контракт.

Энергосервисный контракт, который реализуется в форме инвестиционного договора, заключенного организацией-заказчиком с организацией-исполнителем (энергосервисной компанией), является одним из наиболее перспективных механизмов энергосбережения и повышения энергоэффективности. Как уже не единожды отмечалось экспертами, ключевым привлекательным моментом энергосервисного контракта является то, что заказчик не отвлекает из оборота собственные средства на выполнение энергоэффективного проекта. Данный вопрос особенно актуален для бюджетных учреждений, в финансирование которых весьма редко закладываются средства на модернизацию основных фондов. Прежде чем перейти к очередному доказательству выгоды от энергосервисных контрактов в современных российских реалиях, приведем общие данные по состоянию рынка энергосервиса.

Текущее состояние энергосервиса в России

Эффективность применения и использования энергосервисных контрактов подтверждена во всем мире. Россия не стала исключением. С принятием Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении...» механизмам реализации энергосберегающих мероприятий стали уделять значительное внимание во всех сферах экономической деятельности. Особый динамизм энергосберегающие проекты, направленные на повышение энергоэффективности объектов и внедряемые на базе принципов энергосервисного контракта, приобрели в течение нескольких прошедших лет на волне всеобщего тренда ресурсосбережения. Начиная с 2013 года постепенно происходила демократизация процедур энергосбережения, что выразилось в сокращении обязательных процедур по энергосбережению.

Официальные данные свидетельствуют о том, что к 2017 году рынок энергосервиса в России значительно расширился. Согласно отчетам РАЭСКО по состоянию рынка энергосервиса, в 2016–2017 годах наблюдается колоссальный рост энергосервисных услуг [1, 2]. Несмотря на то, что в 2017 году по сравнению с предыдущим годом наблюдалось снижение количества заключенных контрактов (рис. 1)¹, их общая стоимость увеличилась. Это характеризует ориентацию рынка на высокочастотные и высококоррелябельные энергоэффективные проекты.

Однако достигнутые показатели в течение текущего и следующего годов будет сложно сохранить. По нашему мнению, рынок энергосервиса не находит должной поддержки на региональном уровне, а современное законодательство не способствует решению имеющихся проблем. Приведем некоторые аспекты, способные изменить не только формирующийся рынок энергосервиса, но и взятый курс энергоэффективного развития страны.

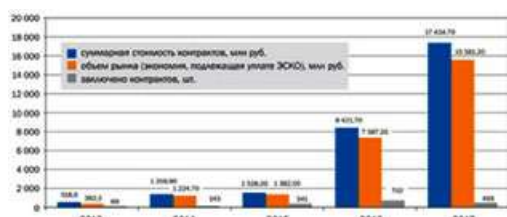


Рис. 1. Динамика рынка энергосервисных услуг

Обязательное энергетическое обследование отменяется

Первоначально согласно требованиям закона № 261-ФЗ (ст. 16, гл. 4) обязательные энергетические обследования должны были проводить практически все организации, в том числе те, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива, мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии превышают 10 млн рублей за календарный год. Благодаря внесенным в 2013 году поправкам² отдельные субъекты вышли из перечня лиц, подлежащих обязательному энергетическому обследованию.

Неоспоримым фактом является то, что обязательное энергетическое обследование стало локомотивом энергосервиса в течение последних лет. Это произошло согласно принципам, заложенным в основу энергоэффективной политики, проводимой правительством страны. Энергетическая экспертиза объектов и вы-

явление проблемных зон в директивном формате позволили получить общее представление о величине энергозатрат, а также сформировать перечень энергосберегающих мероприятий и приступить к их реализации. Собранные статистические данные обеспечили формирование Государственной информационной системы «Энергоэффективность», позволяющей отслеживать ситуацию для органов исполнительной власти как федеральных, так и отдельных субъектов РФ, а также органов местного самоуправления. ГИС «Энергоэффективность» стимулировала развитие систем технологических требований и разработку отраслевых справочников наилучших доступных технологий.

Однако, наблюдая за тенденциями регулирования вопросов энергосбережения на законодательном уровне, можно сделать вывод: государственная политика предполагает инерционное развитие страны в области повышения энергоэффективности. Так, при обеспечении на первом этапе жестких условий для множества субъектов, как энергоемких, так и с относительно низким уровнем энергозатрат, в дальнейшем ожидается их самодисциплина и личная заинтересованность в сбережении энергоресурсов. Подтверждением является менее чем через полгода вступающий в силу Федеральный закон № 221-ФЗ³, полностью исключающий категорию «обязательное энергетическое обследование». Данное изменение не может не сказаться на рынке энергосервиса. Безусловно, останутся мотивированные заказчики, имеющие значительный потенциал энергосбережения и заинтересованные в реализации проектов с использованием механизма энергосервисного контракта. Востребованность энергосервисных компаний теперь будет определяться весьма узкой и квалифицированной в современном рынке энергосервиса группой субъектов.

СПРАВКА

Пример расчета экономии энергетического ресурса за один месяц*

1. Стоимость фактически израсходованного газа определяем по формуле:

$$C_r = B_r \times C_g = 161 \times 113,10 \text{ руб.},$$

где B_r — объем израсходованного газа за месяц, равный 32 453 м³, C_g — цена за 1000 м³ газа, равная 4 965,43 руб.

2. Стоимость дизельного топлива, которое расходуется в случае непроведения мероприятия:

$$C_d = (B_r \times E_g / Q_d) \times C_d = 892 106,83 \text{ руб.},$$

где E_g — количество тепла, выработанное при сжигании природного газа, составляющее 8 000 ккал/м³, Q_d — теплопроводная способность дизельного топлива, равная 10 180 ккал/кг; C_d — цена за 1 кг дизельного топлива, равная 34,98 руб.

3. Фактическая экономия дизельного топлива определяется по формуле

$$E_d = (C_d - C_r) / C_d = 20 897,48 \text{ кг.}$$

4. Сумма платежа, подлежащая уплате исполнителю:

$$D = (C_d - C_r) \times 67\% = 489 765,80 \text{ руб.}$$

*Данные приведены на ноябрь 2017 года.

1. Диаграмма построена на основании данных годовых отчетов РАЭСКО «Обзор российского рынка энергосервиса» за 2016 и 2017 годы. Анализ рынка энергосервиса до 2016 года не проводился, отчеты не формировались, и данные за 2013–2015 годы являются субъективными.
2. Федеральный закон от 28 декабря 2013 года № 399-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
3. Федеральный закон от 19 июля 2018 года № 221-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и статью 9.16 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях».

Пример реализации энергосервисного контракта

Рассмотрим один из проектов, реализованных с использованием энергосервисного контракта, по итогу обеспечивший выгоду всем участникам проекта. Объектом исследования являлось бюджетное учреждение, затраты на обеспечение тепловой энергией которого были весьма значительны. Техническое задание от заказчика состояло в переводе котельной на другой вид топлива.

Изначально выработка тепловой энергии осуществлялась модульной котельной с установленной мощностью 2,0 МВт, работающей на дизельном топливе. Котельная укомплектована двумя водогрейными котлами KCB 1,0 с горелками Uniqas PG 80G-AB S RUA, которые могут работать на двух видах топлива: дизельном топливе и природном газе.

Заключение энергосервисного контракта осуществлялось в соответствии с Федеральным законом № 44-ФЗ⁴. Кроме того, заказчик сформировал базовый год⁵, а также определил долю размера энергетического ресурса (дизельного топлива) в натуральном выражении, который должен обеспечиваться энергосервисной компанией за год. Для определения цены контракта на основе экономии энергоресурсов:

- выявлено количество фактически выработанного тепла на основании справки о расходе дизельного топлива помесечно за год и данных по теплотворной способности;
- рассчитан уровень годового расхода условного топлива;
- рассчитана годовая потребность в природном газе на основе данных по количеству вырабатываемого тепла и теплотворной способности газа;
- рассчитана фактическая экономия дизельного топлива на основании финансовой разницы дизельного топлива и природного газа к стоимости 1 кг дизельного топлива.

Проведя расчет экономической целесообразности участия в конкурсе, а также возможности подключения объекта к газопроводу, энергосервисная компания подала свое коммерческое предложение.

На сегодняшний день энергосервисный контракт выполнен. По итогам года, являющегося сроком действия данного контракта, энергосервисная компания получила запланированную прибыль, даже с учетом того, что заказчик установил процент, подлежащий уплате исполнителю, 67 % (обычно процент для заказчика в течение действия контракта составляет 10 %, а для исполнителя — 90 %).

Простота и обоснованность расчетов (см. справку) позволяют обеспечить уверенность в успехе энергосервисного контракта для участников проекта. Бюджетное учреждение получило возможность использовать природный газ для выработки тепловой энергии, идущей на отопление и горячее водоснабжение, что позволило избавиться от проблемы постоянной закупки, транспортировки и хранения дизельного топлива.

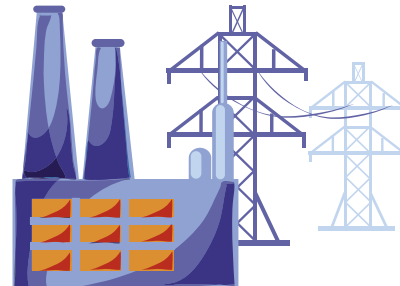
Аутсорсинг энергосервисной компании

Реализация крупномасштабных проектов с высоким уровнем цены лота и, соответственно, высоким уровнем экономии не под силу малому бизнесу. При этом именно малый бизнес может обеспечивать основной рынок энергосервисных услуг, поскольку крупным игрокам механизм реализации энергосберегающих мероприятий с «растянутым» эффектом неинтересен. Ситуацию усугубляют современные экономические условия хозяйствования: налоги, зарплаты, проценты по кредиту. Получение ежемесячной или ежеквартальной прибыли при реализации энергосервисных контрактов растягивается на годы. Без поддержки государства энергосервисные контракты с каждым месяцем становятся все менее привлекательными.

Одним из возможных выходов из данной ситуации является аутсорсинг энергосервисной компании или наем специалистов по энергосервису организацией заказчика энергосервисных услуг. Имея за плечами опыт реализации энергосберегающих мероприятий, специалисты произведут подбор наиболее целесообразных мероприятий и порекомендуют их к исполнению.

Аргументом в пользу такого предложения является то, что часто у энергоемких компаний отсутствуют специалисты, способные профессионально разработать реальную программу энергосбережения. Приведем простой пример по выбору ценовой категории при расчете за энергоснабжение. Электроэнергетика России в последние годы находится в постоянной бифуркации — происходят изменения всех ее сфер. В связи с этим вместо устанавливавшихся ранее тарифов на электроэнергию для юридических лиц возникли так называемые рыночные цены на электроэнергию, которые формируются на оптовом рынке электроэнергии на основании спроса и предложения. Поэтому цены на электроэнергию на оптовом рынке изменяются ежемесячно под влиянием указанных факторов, в результате чего для конечных потребителей на розничном рынке они также постоянно меняются. В этом вопросе большинство организаций некомпетентны и испытывают непонимание по использованию навязываемого тарифа.

В заключение отметим, что, несмотря на почти десятилетний период становления, сопровождающийся бурным развитием и затухающим интересом, а также поиском путей для реализации потенциала механизма, рынок энергосервисных контрактов до сих пор окончательно не сформировался. Однако имеющийся опыт реализации энергосервисных контрактов и наличие потенциала энергосбережения для потребителей энергоресурсов с ограниченными инвестиционными ресурсами свидетельствуют о значимости рынка энергосервиса, а значит, о потребности в его развитии. **ЭС**



4. Федеральный закон от 5 апреля 2013 года № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».

5. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 18 августа 2010 года № 636 «О требованиях к условиям энергосервисного договора (контракта) и об особенностях определения начальной (максимальной) цены энергосервисного договора (контракта) (цены лота)» (ред. от 10 декабря 2016 года).

Литература

1. Обзор российского рынка энергосервиса за 2016 г.: <http://www.gbuce.ru/media/files/20170807/ko2.pdf>.
2. Обзор российского рынка энергосервиса за 2017 г.: <http://www.no-e.ru/upload/iblock/418/Краткий%20обзор%20%20рынка%20энергосервиса%202017.pdf>.

XVIII Всероссийская специализированная выставка с международным участием:



Энергетика Закамья - 2019

ОРГКОМИТЕТ <http://www.expokama.ru>

Генеральный
Информационный
партнер выставки



В РАМКАХ XIV КАМСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА

13 - 15 февраля

Республика Татарстан, г. Набережные Челны,
пр. Автозаводский, район Форт Диалога, 52 комплекс,
Выставочный центр ЭКСПО-КАМА
Тел./факс: (8552) 470-102
E-mail: expokama1@bk.ru

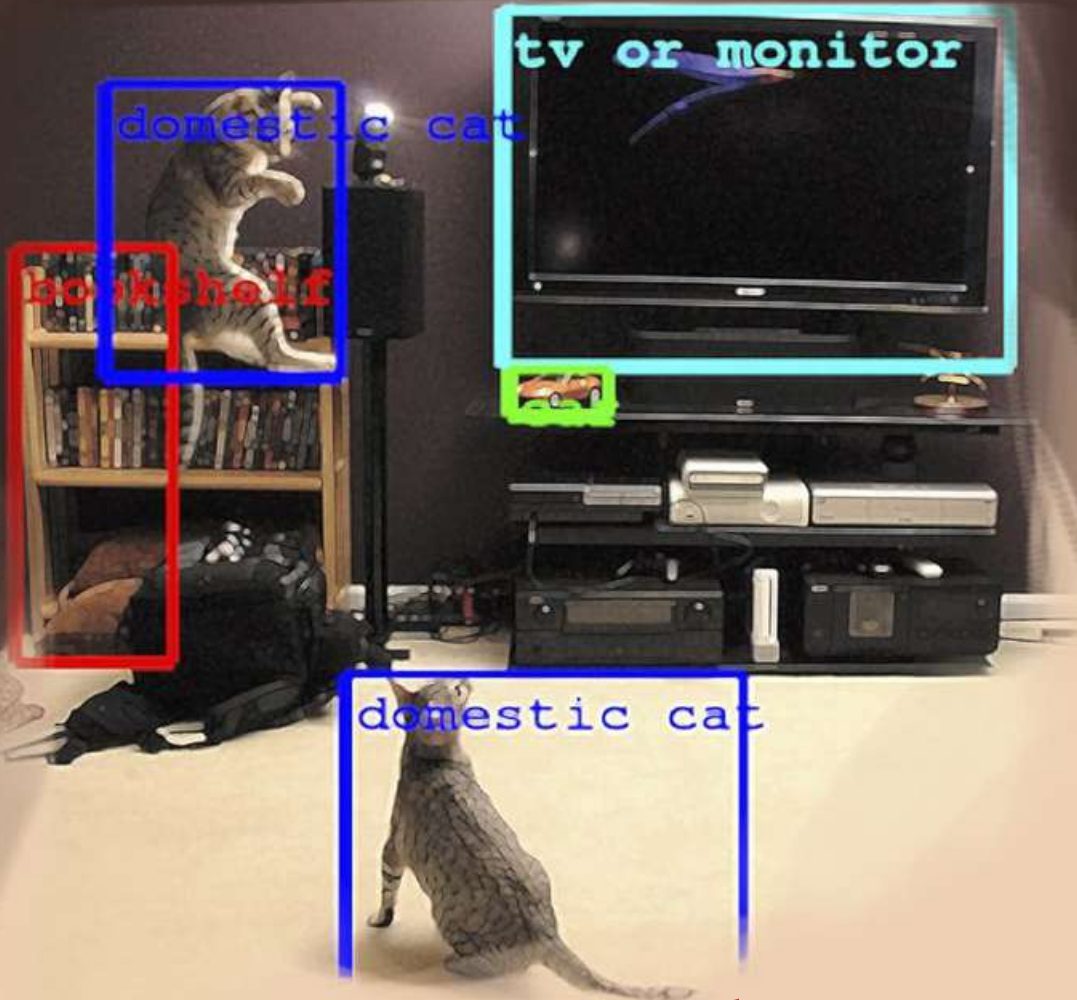


Рис. 1

Машинное обучение в энергетике

Александр Малахов, Сколковский институт науки и технологий, студент факультета Энергетических систем

Машинное обучение — современная ветвь развития статистического обучения. Несколько лет назад было сложно предположить, что некоторые задачи могут решаться с помощью компьютерных наук. Сверточные нейронные сети показали невероятные результаты по распознаванию изображений.

Ежегодно проводятся соревнования на базе данных Image.Net по распознаванию изображений: база данных состоит из миллионов фотографий, каждой из которых присвоен класс, например, «лабрадор» или «пикап». В 2011 году лучший результат нейронной сети составил 16 % ошибки (т.е. 84 % фотографий были распознаны верно), а уже в 2015 году глубинная сверточная нейросеть превзошла способности человека и ошибка составила порядка 3–5 % (рис. 1).

Машинное обучение используется для рекомендаций в банковской сфере, чтобы определить размер максимального займа для потребителя, маски в Instagram и прочих социальных сетях определяют местоположение ваших глаз, бровей и накладывают изображения, рекомендательная система в YouTube, цифровая обработка сигнала, цифровая копия сложного механического инструмента, ставки на спорт, высокочастотная торговля и т.д. Применения алгоритмов появляются постоянно, и возможно, что машинное обучение можно применять и в энергетике.

Мотивация

В этой статье будет рассказано об опыте применения машинного обучения для моделирования ветроэнергетического сектора. Основной идеей является то, что в примитивной модели ветроколеса не используется большое количество доступных параметров погодных условий, которые предсказываются метеоцентром. Будет использоваться база данных погодных условий для моделирования генерируемой мощности ветряными станциями.

В ранее опубликованной статье (см. «Энерго-Style» № 1, 2018, стр. 38–40) рассказывалось об опыте создания модели ветроколеса и последующем интегрировании в модель оптимального потокораспределения для системы 39-bus IEEE. Давайте еще раз посмотрим на физические формулы модели ветрогенератора. В формуле ниже представлен общий вид уравнения для вычисления активной мощности, где ρ — плотность воздуха, S — площадь ветроколеса, v — скорость ветра и C_p — энергетический коэффициент, который зависит от аэродинамических свойств ветрогенератора.

$$P_{mech} = \frac{1}{2} \rho S v^3 C_p(\lambda, \beta)$$

Из формулы мы видим, что единственные величины, не относящиеся к конструкции ветрогенератора, — плотность и скорость ветра, которые, несомненно, оказывают основное влияние на уровень генерации. Но если мы захотим построить модель для целой станции, то надо учитывать влияние ветряков друг на друга, рельефные особенности и многие другие параметры. Если говорить о масштабе региона, то параметров становится еще больше. Масштаб региона вызывает большой интерес, и попробуем создать именно такую модель.

База данных

Для решения любой задачи машинного обучения необходимо начать с формирования базы данных. В данном случае — база данных генерации ветрогенераторов некоторого региона и погодные условия этого региона.

Шаг первый — найти генерацию. После долгих поисков была найдена информация на сайте Бельгийского системного оператора о выработке ветрогенераторов на период с 2013 по 2017 год с дискретностью 1 час. Также там была информация об изменении установленной мощности ветряков для каждого региона. Имея эту информацию, данные о выработке были приведены к относительным единицам.

Шаг второй — найти погоду. Была выбрана генерация Фламандского региона и на сайте gr5.ru был найден архив погодных условий для этого региона. Склеив эти два массива данных и очистив данные от ошибочных и незаполненных значений, мы получаем результирующую базу. Часть этой базы представлена на картинке рис. 2.

Данные, которые вошли в базу: временная метка, температура, давление на уровне метеостанции, давление на уровне моря, влажность, направление ветра, скорость ветра, максимальные порывы ветра, точка росы и мощность ветрогенерации.

Timestamp	Temperature	P station	P sea	Humidity	Wind direction	Wind speed	Max wind speed	Dewpoint	power
2015-01-01 22:00:00	4.7	768.3	769.2	79.0	11.0	11.0	17.0	1.3	0.871346
2015-01-01 23:00:00	4.8	767.5	768.4	81.0	11.0	11.0	18.0	1.7	0.858502
2015-01-02 00:00:00	3.7	738.8	739.7	95.0	10.0	10.0	15.0	3.0	0.899574
2015-01-02 01:00:00	3.5	739.3	740.2	93.0	8.0	13.0	18.0	2.5	0.869553
2015-01-02 02:00:00	4.1	739.3	740.2	95.0	10.0	11.0	17.0	3.4	0.885086

Рис. 2. Пример результирующей базы данных

Процесс обучения алгоритма

Как в общем работает машинное обучение? Алгоритм — черная коробка, которая ищет корреляции между «параметрами» (features) и «меткой» (labels). Метка — это то, что мы хотим предсказать, параметры — это то, что мы даем нашей черной коробке для предсказания (рис. 3).

Для начала база данных делится на обучающую и тестовую часть. На обучающей части алгоритм использует и параметры и метки, чтобы найти взаимосвязь между ними и научиться предсказывать метку по параметрам. После того как алгоритм обучился, мы даем ему вторую часть данных, но на этот раз только параметры. Берем ответ «черной коробки» и сравниваем с реальными метками, чтобы оценить точность модели.



Рис. 3. Черная коробка — как она работает

Алгоритмы машинного обучения

Существует большое количество разнообразных алгоритмов, которые, как и любой инструмент, подходят для одной задачи лучше, для другой хуже. Для этой статьи были выбраны 4 кардинально различных алгоритма, чтобы понять, какой из них будет работать лучше на конкретной задаче.

Первый алгоритм — градиентный бустинг на решающих деревьях, а точнее — отечественная реализация CatBoost от компании Яндекс. В 2009 году Яндекс начали разработку продукта для внутреннего использования под названием MatrixNet для построения формулы ранжирования поисковой выдачи. Позднее алгоритм стали использовать для уточнения предсказания погоды, ранжирования ленты рекомендаций и рекомендательной системы Яндекс Маркета. CatBoost был внедрен Европейским центром ядерных исследований (ЦЕРН) при исследованиях на Большом адронном коллайдере (БАК) для объединения информации с различных частей детектора LHCb в максимально точное, агрегированное знание о частице. Используя для комбинирования данных CatBoost, ученым удалось добиться улучшения качественных характеристик финального решения, где результаты CatBoost оказались лучше результатов, получаемых с использованием других методов.

Второй алгоритм — Гауссовский процесс, алгоритм рассматривает взаимосвязь между данными как многомерное распределение случайных величин.

Третий алгоритм — метод опорных векторов, большим плюсом которого является то, что он не берет в расчет аномальные значения и сильно зашумленные данные.

Четвертый алгоритм — нейронная сеть. Наверное, наиболее известный алгоритм для решения задач машинного обучения.

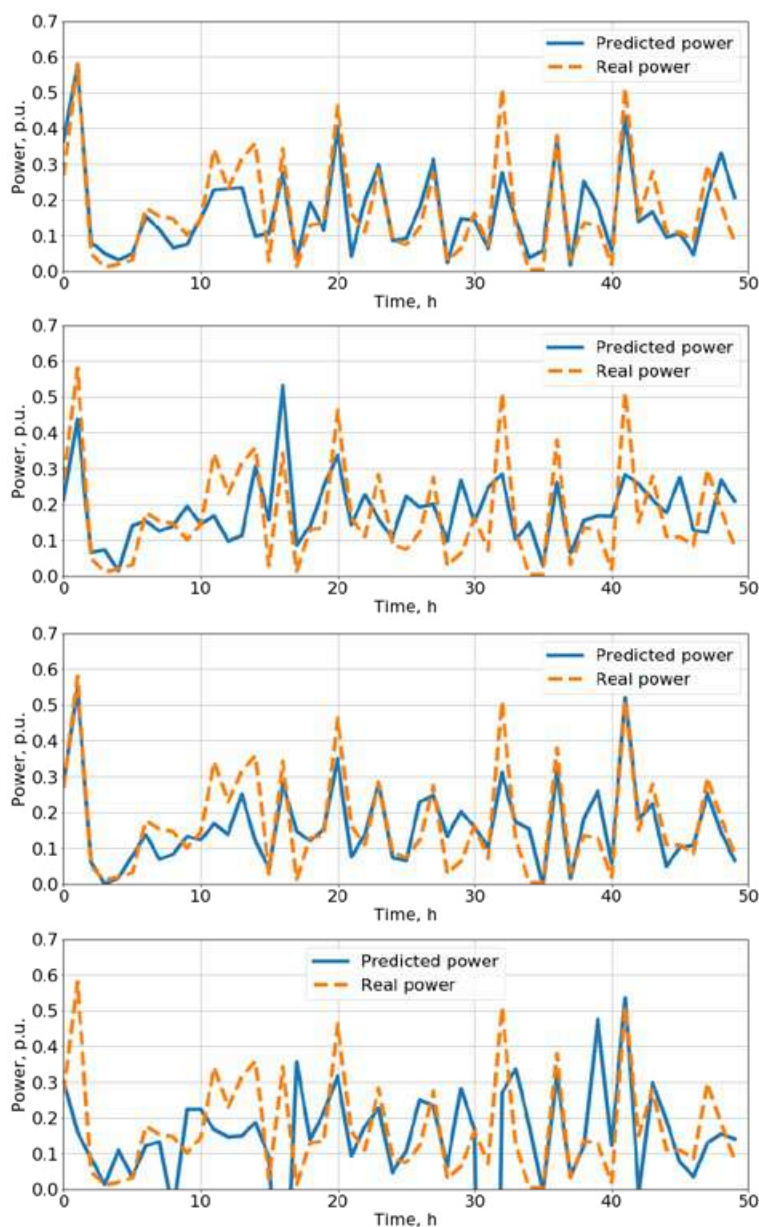


Рис. 4. Предсказания методов машинного обучения

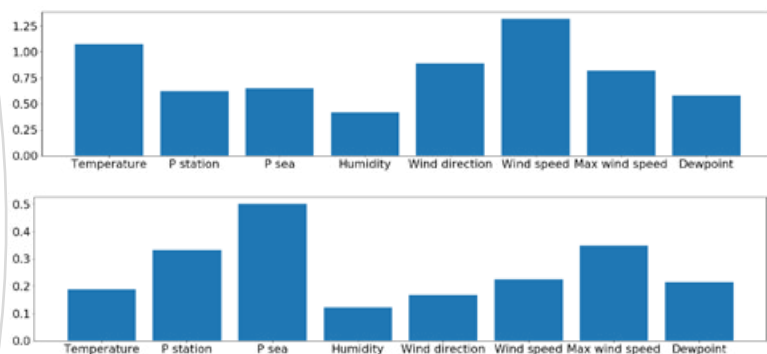


Рис. 5. Результаты анализа чувствительности

Результаты

После поиска наилучших гиперпараметров для алгоритмов были получены их наиболее хорошие результаты. Для оценки точности предсказания использовалась метрика среднеквадратичной ошибки:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - \hat{P}_i)^2},$$

где n — количество предсказанных значений, $\hat{P}_i$ — действительное значение вырабатываемой мощности, P_i — предсказание.

В таблице ниже представлены результаты всех алгоритмов:

Method	RMSE
CatBoost	0.097
Support Vector Machine	0.105
Neural Network	0.139
Physical model	0.24
Gaussian Process	0.27

Также тут представлен результат физической модели, которая использовала эти данные. Использование физической модели одной турбины для целого региона можно считать некорректным, но она применялась для определения базового уровня предсказания.

Наилучший результат показал CatBoost с ошибкой 0.097. Эту ошибку можно интерпретировать как ошибку в 9,7 %, т.е. 90,3 % точность. С точностью в 89,5 % идет Метод Опорных Векторов. Графическое представление предсказаний всех методов приведено на рис. 4.

Анализ чувствительности

Поскольку модель является черным ящиком, то мы не можем увидеть явную формулу, по которой считается мощность, но все же интересно, на какие параметры опираются методы. Для этого были проанализированы наилучшие модели при помощи метода индексов Соболя. Идея метода в том, что входные данные изменяются по очереди, таким образом, что можно установить уровень взаимосвязи определенного входящего параметра и результата. На рис. 5 можно увидеть графическое представление этой зависимости для двух лучших алгоритмов.

Из рисунка видно, что модели опираются на разные данные: CatBoost в основном — на давление и скорость ветра, а метод опорных векторов — на скорость ветра, температуру и направление ветра. В связи с этим результатом можно использовать блендинг (смешивание) моделей для получения еще более точной величины.

Результаты, полученные в ходе экспериментов, говорят о том, что потенциал использования современных инструментов высок и при необходимой интеграции компьютерных наук в энергетике можно достичь новых открытий. **ЭС**

3-5 апреля
/ Волгоград Арена /



Организаторы:



Администрация Волгоградской области,
ВЦ "Царицынская ярмарка"

ВЫСТАВКА

"ЭНЕРГО-VOLGA-2019"

межрегиональный форум

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Выставочный центр "ЦАРИЦЫНСКАЯ ЯРМАРКА"

Контакты:



valya@zarexpo.ru



www.zarexpo.ru



(8442) 26-50-34

Диагностика ЛЭП по оптическому волокну в грозозащитном тросе или фазном проводе

Дмитрий Гиберт, генеральный директор «Инкаб.pro», эксперт ООО «ЦТК «ВОЛС. Эксперт»

Развитие электроэнергетики в ближайшие годы определяется на основе документа «Энергетическая стратегия России на период до 2020 и 2035 года». При этом основными аспектами являются: повышение надежности снабжения электроэнергией и повышение эффективности на базе современных технологий.

Очевидно, что повышение надежности может быть достигнуто за счет снижения частоты возникновения аварийных ситуаций. Это представляет собой комплексную и нетривиальную задачу, которая затрагивает множество сфер и областей, и включает в себя:

- использование современных и качественных материалов при строительстве и реконструкции ЛЭП;
- грамотное проектирование;
- соблюдение норм и правил при монтаже;
- надлежащее обслуживание при эксплуатации;
- непрерывный мониторинг и своевременное выявление потенциально аварийных ситуаций.

Таким образом, мониторинг состояния линий электропередач является важной частью стратегической задачи повышения надежности снабжения электроэнергией. Реализация такого подхода возможна как на основе уже зарекомендовавших себя методов, вплоть до периодического визуального осмотра каждого километра линий, так и с применением новых решений, позволяющих значительно снизить временные и материальные затраты и использующие новейшие технические достижения.

Основные причины снижения надежности

Согласно статистике центра исследований и разработок ФСК ЕЭС основными причинами возникновения аварийных ситуаций на линиях 110–220 кВ являются:

- атмосферные перенапряжения — 70 %;
- воздействие ветра и льда — 12 %;
- птицы — 5 %;
- внешние воздействия — 5 %;
- вибрация — 3 %;
- старение — 2 %;
- другие факторы — менее 1%.

Аварийные ситуации приводят к обрывам линий электропередач, перебоям в обеспечении электроснабжения, выходу из строя дорогостоящего оборудования и длительному и затратному ремонту.

Современные возможности мониторинга на основе оптического волокна

Оптическое волокно может использоваться не только как линия передачи данных, но и как протяженный чувствительный элемент, способный детектировать изменения различных величин. Для этого применяются специальные устройства с лазерным источником, которые посылают импульсы в оптическое волокно и на основе анализа обратного рассеивания позволяют определить величину воздействий вдоль всей линии.

Существуют несколько типов подобных приборов:

1) DTS (Distributed Temperature Sensing) — система распределенного мониторинга температуры. Принцип действия основан на рассеянии Рамана и изменении его величины при изменении температуры. Блок обработки получает данные о величине рассеяния по длине оптического волокна. При этом сама волоконно-оптическая линия представляет собой по сути тысячи точечных датчиков, что является неоспоримым преимуществом таких систем. Быстродействие и точность измерений находятся в обратной зависимости, то есть чем точнее необходимо измерять температуру, тем больше времени требуется, и наоборот, если достаточно погрешности в несколько градусов, то быстродействие увеличивается. Конкретные характеристики определяются производителями, но в целом возможно определять температуру с погрешностью в десятки доли градуса на длине в 50–100 км. В качестве распределенного датчика может использоваться обычное одномодовое волокно.

2) DAS (Distributed Acoustic Sensing) — система распределенного мониторинга акустических сигналов. Принцип действия основан на рассеянии Релея и его изменении при различных виброакустических колебаниях окружающей среды. Оптическое волокно при этом играет роль протяженного виртуального микрофона. По сути, блок обработки сигналов позволяет понять, что происходит в линии, когда нет возможности увидеть это. В зависимости от необходимого пространственного разрешения и длины линии производители выпускают различные типы приборов. Система также может работать на стандартном одномодовом волокне на длинах до 50 км.

3) DSS (Distributed Strain Sensing) — система распределенного мониторинга напряжений, возникающих в волокне. Принцип действия основан на рассеянии Бриллюэна и изменении его величины при удлинении волокна. Блок обрабатывает сигналы и определяет степень удлинения волокна в каждой его точке по длине линии. Как и предыдущие системы, работает на стандартном одномодовом волокне с высокой разрешающей способностью, что позволяет определить удлинения волокна с точностью до сотых процента.

Оптическое волокно на линиях электропередач может присутствовать в виде различных оптических кабелей:

1) ОКСН — самонесущий оптический кабель. Не является основным элементом на высоковольтной линии. Служит для организации канала волоконно-оптической линии связи (ВОЛС). Подвес ОКСН приводит к дополнительным нагрузкам на опоры, кроме того, его применение ограничено на линиях 110 кВ и выше ввиду возможности образования трекинговых разрядов на поверхности оболочки кабеля, которые приводят к ее деградации. Статистические данные ПАО Ростелеком показывают, что ОКСН наиболее часто выходит из строя в сравнении с другими типами кабелей.



Рис. 1. Поперечное сечение ОКСН

2) ОКГТ — оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос. Сам грозозащитный трос является основным элементом ВЛ напряжением 35 кВ и по сути является продуктом «2 в 1»: предотвращая удары молнии в провода и одновременно являясь каналом связи. Не создает дополнительные нагрузки на опоры, исключает дополнительные затраты на монтаж и обслуживание. Будучи подвешенным в самой высокой точке, является наиболее надежным решением, согласно статистике ПАО Ростелеком. Срок службы в два раза выше, чем у ОКСН (50 лет). В связи с тем, что в 2018 году произошел резкий рост цен на арамид, используемый в ОКСН, применение ОКГТ на ВЛ стало еще более экономически целесообразным.

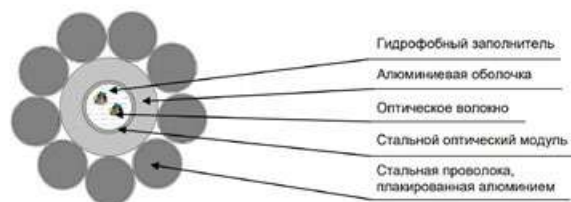


Рис. 2. Поперечное сечение ОКГТ

3) ОКФП — оптический кабель, встроенный в фазный провод. Фазные провода также являются основным элементом ВЛ, однако применение ОКФП в настоящее время находит ограниченно. ОКФП используется как резервный канал связи, там, где уже используется ОКГТ или ОКСН, а также на больших спецпереходах, где применение ОКСН или ОКГТ физически невозможно. Основными сдерживающими факторами применения ОКФП являются отсутствие нормативной документации и соответствующего опыта при проектировании, монтаже и эксплуатации. Однако, например, в энергетике Китая ОКФП широко применяется.

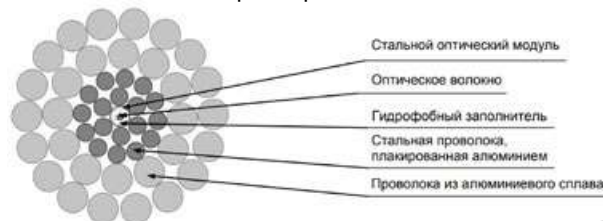


Рис. 3. Поперечное сечение ОКФП

На основе различных типов систем мониторинга и оптических кабелей, которые могут выступать в качестве распределенных датчиков, рассмотрим возможные варианты их применения на высоковольтных линиях (рис. 4).

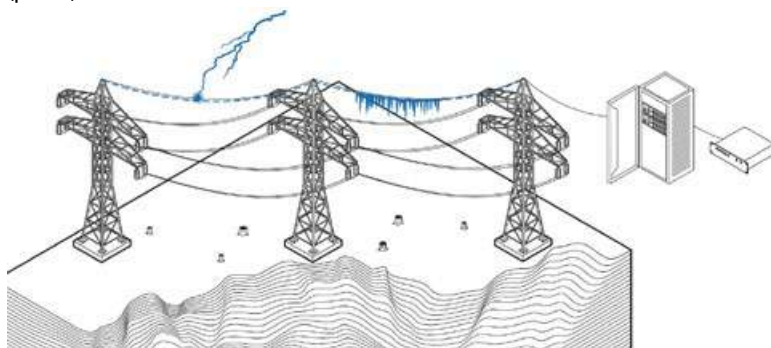


Рис. 4. Условное изображение распределенных систем мониторинга ВЛ

Возможно создание двух типов систем мониторинга:

- Предупредительные (П). Система предупреждает о возможности возникновения аварийной ситуации, тем самым давая возможность оперативно реагировать и предпринимать необходимые меры для ее предотвращения.
- Обслуживающие (О). Система локализует место возникновения аварийной ситуации, тем самым снижая временные и материальные затраты на обнаружение повреждений.

Возможные варианты применений систем для мониторинга на ВЛ сведены в таблицу 1.

Цель контроля температуры при плавке гололеда на грозозащитном тросе состоит в недопущении перегрева оптического волокна и позволяет системе своевременно отключать ток плавки. Данные системы представлены на рынке в промышленном исполнении и эксплуатируются, в частности, в МЭС Юга.

Контроль температуры фазного провода актуален на ВЛ, где зачастую необходимо увеличивать передаваемую мощность и токовую нагрузку для потребителей. При заданных климатических условиях возможно эффективное использование всех ресурсов ВЛ, не допуская при этом возникновения аварийных ситуаций и соблюдая требуемые габариты проводов до пересечений (ВЛ, ж/д, автомагистрали). Системы контроля температуры и токовых нагрузок силовых кабелей широко распространены и применяются повсеместно. Для этого в броню силового кабеля вместо одной из проволок помещается стальной оптический модуль с волокном, по которому производится мониторинг. Аналогично данную систему можно применять и для воздушных ВЛ и фазных проводов, где, как показано на рис. 3, стальной модуль с волокном также заменяет собой одну из проволок. При этом механические и электрические характеристики ОКФП практически соответствуют характеристикам фазного провода без оптического волокна.

Контроль состояния изоляторов на ВЛ возможен при помощи оптического волокна, встроенного как в грозозащитный трос, так и в фазный провод. При этом используется система акустического мониторинга, когда волокно, будучи распределенным виртуальным микрофоном, «слышит» характерный треск неисправных изоляторов, требующих замены. Возможность создания подобных систем исследована теоретически и нуждается в экспериментальной проверке. В связи с этим в настоящее время прорабатывается вопрос проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по данной тематике.

Обнаружение места удара молнии и коротких замыканий на ВЛ особенно актуально для эксплуатирующих подразделений. Каждое аварийное событие требует визуального осмотра места возможного повреждения. Имеющиеся средства диагностики не позволяют с достаточной степенью точности локализовать событие на ВЛ. В связи с этим аварийно-восстановительные бригады тратят большое количество времени, проходя и обследуя ВЛ. Зачастую доступ к линии затруднен болотами, лесами, и не всегда удается быстро обнаружить, в какое место грозозащитного троса произошел удар молнии или где произошло короткое замыкание.

Системы акустического мониторинга по ОКГТ позволяют по характерным звуковым событиям достоверно локализовать место удара молнии или возникновения КЗ, вплоть до нескольких метров. Благодаря этому значительно сокращается время работы бригад, позволяя быстро и оперативно восстанавливать работоспособность линий. В настоящее время запланировано проведение экспериментальных испытаний, которые позволят откалибровать и настроить системы на максимально эффективную работу.

Обнаружение активности вблизи ВЛ актуально для предотвращения несанкционированных работ в охранной зоне. Система акустического мониторинга может работать как по ОКГТ, так и по ОКФП, «слыша» подъезд техники, воздействие на опоры, выстрелы из ружья и т.п. события. Благодаря этому возможен оперативный выезд бригады с целью недопущения дальнейших нарушений и возникновения аварийной ситуации на ВЛ. В настоящее время система также находится в состоянии экспериментального тестирования.

Таблица 1

Мониторинг	Система			Тип кабеля		Тип системы
	DTS	DAS	DSS	ОКГТ	ОКФП	
Контроль температуры при плавке гололеда на грозозащитном тросе	+				-	П
Контроль температуры фазного провода	+				+	П
Контроль состояния изоляторов ВЛ	-				+	О
Обнаружение места удара молнии	-				-	О
Обнаружение места КЗ на ВЛ	-				+	О
Обнаружение активности вблизи ВЛ	-				+	П
Контроль начала гололедообразования	-				+	П



25-я международная выставка-форум



ЭНЕРГЕТИКА

19–21 ФЕВРАЛЯ 2019 • САМАРА

ВСТРЕЧА
ЭНЕРГЕТИКОВ
ПОВОЛЖЬЯ

16+



ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

ул. Мичурина, 23а
тел.: (846) 207-11-24

www.expo-volga.ru



Рис. 5. Стенд на Заводе «Инкаб» для тестирования системы контроля начала гололедообразования



Рис. 6. Диаграмма напряженного состояния волокна на стенде

Контроль начала гололедообразования возможен с помощью систем распределенного мониторинга напряженного состояния волокна. Для этого в ОКГТ или ОКФП одно из волокон помещают в преднатянутом состоянии. В то время, как волокна, предназначенные для связи, укладываются в стальной модуль с небольшой избыточной длиной. Делается это для того, чтобы при возникновении нагрузок на грозотрос или фазный провод в результате воздействия льда или ветра волокно не подвергалось удлинению. Преднатянутое волокно при любом изменении нагрузки сразу же начинает удлиняться, что своевременно фиксирует система. Таким образом, даже небольшое удлинение ОКГТ или ОКФП при гололедообразовании регистрируется и предпринимаются дальнейшие превентивные

меры, например, плавка гололеда. Весной 2018 года на территории Завода «Инкаб» был смонтирован стенд, на котором между двумя опорами был подвешен ОКГТ с преднатянутым волокном, а система производства VIAVI на основе бриллиантового рефлектометра определяла изменение нагрузки на грозотрос (рис. 5 и 6). В настоящее время в ПермЭнерго проводятся работы по организации опытно-промышленной эксплуатации подобной системы.

Заключение

Волоконно-оптические линии связи на ВЛ прошли трансформацию от простой функции в передаче данных от точки А до точки В к цифровизации, когда с помощью этих линий становится возможным дистанционное управление и диспетчеризация различных систем и оборудования в электроэнергетике. Очевиден дальнейший тренд перехода от цифровых ЛЭП к умным ЛЭП, позволяя развернуть распределенные системы мониторинга по всей длине линии. Несмотря на то, что стоимость самих систем в настоящее время достаточно велика, неизбежно их массовое применение в будущем и, следовательно, снижение стоимости. Ровно такой же путь прошли системы мониторинга силовых кабельных линий: от редких и дорогих первых систем к повсеместному использованию на линиях 110 кВ и выше. И здесь в выигрыше оказались те компании, которые заранее, при модернизации линий, приобретали силовые кабели с оптическим волокном внутри, а в дальнейшем достаточно легко оснащали их системами мониторинга.

Именно поэтому важно уже сейчас при строительстве новых линий и реконструкции существующих использовать возможности и сразу закладывать оптическое волокно и в грозозащитный трос на всей длине ВЛ, и в фазный провод на особо ответственных участках. Даже не приобретая сиюминутно систему мониторинга, компания закладывает возможность ее применения в дальнейшем, без капитальных затрат на модернизацию самой инфраструктуры ЛЭП. Строительство ВЛ с использованием оптических волокон перспективно и экономически оправдано путем решения сразу трех задач: передача данных, цифровизация и мониторинг.

Группа компаний «Локус» является партнером «Инкаб» и готова обеспечить поставку грозозащитной продукции во все регионы России



ГРУППА КОМПАНИЙ «ЛОКУС»

ООО «МК «Локус»

620062, г. Екатеринбург, ул. Генеральская, 7, оф. 4

тел.: (343) 375-87-87, 375-88-06, 375-88-09,

факс 375-87-86

e-mail: locus@locus.ru

ООО «ЗСРК «ЛОКУС»

630083, г. Новосибирск, ул. Большевицкая, 177, оф. 425

тел./факс: (383) 227-82-58, 227-82-66, 227-82-79

e-mail: Locus-nsk@locus.ru

www.locus.ru

20-22 МАРТА 2019

ОМСК

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ И УЧАСТИИ:

Министерство промышленности,
транспорта и инновационных
технологий Омской области

Администрация города Омска

Межрегиональная ассоциация
«Сибирское соглашение»

Омская ТПП

НП «Сибирское машиностроение»

Союз машиностроителей России



СИБИРСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО- ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ

ПРОМТЕХЭКСПО

В ЭКСПОЗИЦИИ ФОРУМА:

**АВТОМАТИЗАЦИЯ,
ЭЛЕКТРОНИКА,
ИЗМЕРЕНИЯ**

ОМСКГАЗНЕФТЕХИМ

МАШИНОСТРОЕНИЕ

МЕТАЛООБРАБОТКА

СВАРКА

ЭНЕРГОСИБ, СИБМАШТЭК

ИНЭКСПО

ВЫСТАВКИ-ПАРТНЕРЫ:



АВТОМАТИЗАЦИЯ
Санкт-Петербург



**ПРОМЫШЛЕННАЯ
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ПРИВОДЫ**
и специализированная выставка



**РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ**
международная специализированная выставка

МВЦ «ИНТЕРСИБ», ВК «ОМСК_ЭКСПО»
Тел./факс: +7 (3812) 22-04-59; 23-23-30; 25-84-87
E-mail: expo@intersib.ru www.intersib.ru

Оценка эксплуатационной надежности

опорно-стержневых изоляторов и покрышек маломасляных выключателей методом ультразвукового неразрушающего контроля

Виталий Буткевич, первый заместитель директора — главный инженер филиала АО «Тюменьэнерго» — Сургутские электрические сети;
Ильяр Уразалиев, заместитель начальника Службы изоляции и защиты от перенапряжений филиала АО «Тюменьэнерго» — Сургутские электрические сети;
Дмитрий Беда, мастер 1 группы Службы изоляции и защиты от перенапряжений филиала АО «Тюменьэнерго» — Сургутские электрические сети

Настоящий информационный материал посвящен вопросу оценки эксплуатационной надежности изоляционных конструкций электроустановок, выполненных из электротехнического фарфора. Для выявления основных видов дефектов, снижающих эксплуатационную надежность опорно-стержневых изоляторов, покрышек маломасляных выключателей, используется ультразвуковой неразрушающий контроль. Представлены некоторые статистические данные результатов обследования в процессе эксплуатации и при входном контроле фарфоровых изделий. Проведено комплексное обследование опорно-стержневых изоляторов разных производителей. В целях подтверждения выявленных дефектов выполнено вскрытие изоляторов и осмотр их составных частей.

Одними из основных задач энергетических компаний является надежное электроснабжение потребителей и безопасность обслуживающего персонала. Для обеспечения безаварийной работы электроустановок, выполненных из электротехнического фарфора, необходимо иметь объективную оценку их механического состояния. Надежность работы разъединителей и высоковольтных выключателей в значительной степени зависит от качества опорно-стержневых изоляторов и фарфоровых покрышек. Повреждаемость разъединителей и выключателей из-за поломок изоляторов в результате развития внутренних дефектов остается высокой.

Для контроля состояния фарфоровой изоляции разработаны и применяются более десяти методов диагностики, таких как: метод регистрации сигналов акустической эмиссии, вибрационный метод, метод сквозного прозвучивания, метод, основанный на выявлении коронного и частичных разрядов, и т.д. В филиале АО «Тюменьэнерго» — Сургутские электрические сети начиная с середины 1990-х годов были опробованы различные методы определения механического состояния изделий из электротехни-

ческого фарфора, в том числе и ультразвуковой неразрушающий контроль. В последующие годы и по настоящее время для выявления основных видов дефектов, снижающих эксплуатационную надежность опорно-стержневых изоляторов (ОСИ) и покрышек маломасляных выключателей, применяется метод ультразвукового неразрушающего контроля. За все эти годы для приобретения необходимого опыта применения данного метода и отработки практических навыков и для выполнения части объема работ филиалом Сургутские электрические сети неоднократно привлекались специалисты (разработчики метода УЗНК) АО «Тюменьэнерго» (в дальнейшем ООО «Центр испытаний высоковольтного оборудования и материалов»).

Общие сведения об ультразвуковом неразрушающем контроле

Ультразвуковой неразрушающий контроль позволяет выявлять дефекты в фарфоровых изделиях, возникающие в процессе эксплуатации и при нарушении технологии изготовления изоляторов. К таким дефектам можно отнести наличие трещин, зон растрескивания в оконечностях изоляторов, полости, различные включения, макроскопическую пористость. Все указанные дефекты могут быть выявлены с помощью ультразвуковой дефектометрии.

Нормативно-техническая документация на высоковольтный электротехнический фарфор и изделия из него достаточно подробно регламентирует дефекты, выявляемые визуально, где недопустимыми, критическими признаются наружные трещины [3, с. 18]. Визуальный контроль в эксплуатации позволяет выявить только ярко выраженные трещины при осмотре фарфоровых изделий с земли, однако малозаметные трещины определить гораздо сложнее, а в заармированных зонах — невозможно.

Ультразвуковая дефектометрия основана на способности ультразвуковых колебаний распространяться в упругой среде. Ультразвуковые волны отражаются или рассеиваются при взаимодействии с внутренним дефектом (трещина, раковина, зона растрескивания, зона неоднородной плотности и т.д.), что позволяет обнаруживать внутренние дефекты изделия. Минимальная площадь дефекта в плоскости может составлять несколько квадратных миллиметров. Ультразвуковая структурометрия сводится к измерению скорости распространения в фарфоровом изделии ультразвуковых колебаний, с помощью которых выявляются дефекты типа открытой микроскопической пористости, нарушения состава фарфоровой массы.

Действующие стандарты на высоковольтный электротехнический фарфор требуют полного отсутствия микроскопической пористости по всему объему изолятора [1, с. 7]. Открытая микроскопическая пористость (ОМИП) — дефект, который возникает только при нарушении технологии изготовления изделий из электротехнического фарфора («технологический» дефект), и ни при каких условиях не может возникнуть в эксплуатации. ОМИП представляет собой систему микроскопических (характерный размер — 5–7 мкм) пор «открытого» типа, то есть связанных между собой. Эти поры имеют, как правило, вытянутую форму, отличаясь этим от «закрытых», не связанных между собой пор, и позволяют влаге проникать в фарфор. «Прямое» определение ОМИП проводится методом фуксиновой пробы под давлением на специаль-

но отобранных образцах. Данный метод нормирован действующими стандартами на высоковольтный электротехнический фарфор [2, с. 12]. Существует почти линейная зависимость между глубиной прокраски фарфора фуксином и скоростью распространения ультразвуковой волны в нем.

Согласно методике, разработанной АОТ НИИ «Электрокерамика» и ООО «ЦИВОН», все изоляторы по результатам эксплуатационного ультразвукового неразрушающего контроля разделяются на 5 сортов [3, с. 78]:

I. Изделия I сорта считаются полностью годными и контролю в дальнейшем могут не подвергаться, эксплуатируются без ограничений в течение срока службы в качестве сколь угодно ответственных элементов изоляционных конструкций.

II. Изделия II сорта эксплуатируются также без ограничений, но периодически контролируются (проводится дефектометрия оконечностей).

III. Изделия III сорта рекомендуется сохранить лишь для менее ответственных конструкций (шинные мосты, стойки и т.п.) при условии периодического проведения дефектометрии оконечностей.

IV. Изделия IV сорта подлежат первоочередной замене и учащенному контролю до этого.

V. Изделия V сорта (видимые трещины) подлежат внеочередной замене. К изделиям V сорта относим также полностью разрушившиеся изоляторы.

Отметим, что браковочные критерии ультразвукового неразрушающего контроля зависят от целого ряда факторов (состава фарфоровой массы, типа изделия, особенности технологии, применяемой на заводе-изготовителе фарфора в конкретный период). Поэтому приходится определять браковочные критерии отдельно для различных партий изоляторов.

Ультразвуковой неразрушающий контроль фарфоровых опорно-стержневых изоляторов в процессе эксплуатации

Диагностирование опорно-стержневых изоляторов методом ультразвукового неразрушающего контроля возможно производить как на месте установки, в смонтированном состоянии (разъединители, отделители, шинные мосты и т.д.) при выведенном оборудовании в ремонт, так и в виде одиночных изделий вне электроустановок.

Обследование фарфоровых изоляторов выполняется в соответствии с многолетним графиком. В процессе эксплуатации периодическому контролю подлежат изоляторы, отнесенные ко II сорту. Некоторые статистические данные обследованных опорно-стержневых изоляторов 110 кВ в составе разъединителей за период с 2009 по 2018 год представлены в таблице 1.

Таблица 1. Ультразвуковой контроль опорно-стержневой изоляции (в составе разъединителей) в эксплуатации

Номинальное напряжение, кВ	Количество обследованных ОСИ, шт.					Всего ОСИ, шт.
	I сорт	II сорт	III сорт	IV сорт	V сорт	
110	454	1562	172	242	63	2493

В эксплуатации были оставлены изоляторы, отнесенные к I и II сортам. Заменено около 20 % от общего количества обследованных опорно-стержневых изоляторов. Полученные результаты эксплуатационного контроля изоляторов выборочно были проверены путем визуального осмотра. Также произведено разрушение изоляторов, отнесенных к IV и V сортам, для отбора образцов с целью испытания методом фуксиновой пробы под давлением. На рисунках 1, 2 и 3 представлен образец фарфора изолятора типа ИОС–110–400 с дефектом после испытания методом фуксиновой пробы под давлением [2, с. 12].

Из приведенного примера следует выделить открытую микроскопическую пористость, обнаруженную в верхней части изолятора. Не прокрашенная околоповерхностная часть образца указывает на достаточную степень пропекания фарфоровой массы в процессе изготовления. Интенсивная прокраска образца внутренней части опорно-стержневого изолятора свидетельствует о наличии зоны ОМИП, что и привело к образованию внутренней трещины, зоны растрескивания в теле изолятора. Трещины чаще всего возникают в заармированной зоне изолятора, которая недоступна для визуального обнаружения даже в случае выхода трещины на поверхность изолятора. До тех пор, пока армировочный слой остается герметичным, наличие глубокой ОМИП отрицательным образом не проявляется. При нарушении герметичности армировки, целостности глазури происходит пропитывание влагой внутренних областей изолятора, что при воздействии отрицательных температур приводит к механическому разрушению, растрескиванию фарфора. Это продемонстрировано на примере рисунков 1, 2 и 3. Сроки впитывания влаги фарфором зависят от многих факторов и могут составлять от нескольких месяцев до нескольких лет.

Ультразвуковой неразрушающий контроль фарфоровых опорно-стержневых изоляторов при входном контроле

За тот же период (9 лет) в филиале проведен ультразвуковой неразрушающий контроль вновь приобретенных или находящихся в резерве 908 опорно-стержневых изоляторов разных производителей. Результаты проведенной работы приведены в таблице 2.

Таблица 2. Ультразвуковой контроль опорно-стержневой изоляции в виде одиночных изделий

Номинальное напряжение, кВ	Количество обследованных ОСИ, шт.					Всего ОСИ, шт.
	I сорт	II сорт	III сорт	IV сорт	V сорт	
110	371	477	51	8	1	908

В общем количестве, за последние 3 года по результатам проведенного входного контроля изоляторов разных производителей к III сорту были отнесены 7 штук, а 234 присвоен II сорт, в результате чего все они были возвращены и заменены на новые (I сорта). В конце 2017 года была проведена работа по оценке качества изоляторов типа ИОС-110-400 разных производителей. Обследование производилось специалистами ООО «Центр испытаний высоковольтного оборудования и материалов» совместно с работниками филиала на испытательной площадке одного из заводов-изготовителей высоковольтных изоляторов.

Для проведения комплексного обследования было отобрано 10 изоляторов. В шести изделиях, при проведении ультразвукового неразрушающего контроля в верхних и нижних «опасных» сечениях, то есть области между краем фланца и первым ребром изолятора, были выявлены неоднородности (трещины, полости, включения и т.д.).

Действующий ГОСТ [2] регламентирует проведение ультразвуковой дефектометрии в «аксиальном» направлении, то есть с торцевой поверхности изолятора. Для оценки объективности результатов при проведении ультразвуковой дефектометрии в «радиальном» направлении из шести «дефектных» изоляторов было выбрано одно изделие для более детального обследования. Фланцы этого изолятора были удалены распиливанием на 4 части (рис. 4) и проведено прозвучивание как в «аксиальном» направлении, так

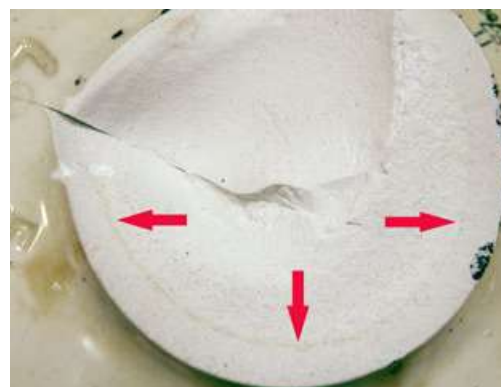


Рис. 1. Верхняя часть («юбка») изолятора



Рис. 2. Верхний оголовок изолятора



Рис. 3. Образец фарфора верхней части изолятора после испытания методом фуксиновой пробы под давлением

и в «радиальном», то есть с боковой поверхности изолятора. Сам изолятор был распилен алмазным диском в нижнем «опасном» сечении, а именно, в области, определенной по результатам измерений, при «аксиальном» и «радиальном» прозвучивании выявлен макроскопический дефект — полость в виде трещины (рис. 5). В соответствии с требованиями ГОСТ [2] данный изолятор считается «не выдержавшим испытания». Необходимо отметить, что обсуждаемый дефект был выявлен определением зоны его нахождения как при «аксиальном», так и при «радиальном» прозвучивании с совпадением результатов.

Трещины чаще всего возникают в заармированной зоне изолятора, которая недоступна для визуального обнаружения даже в случае выхода трещины на поверхность изолятора. До тех пор, пока армировочный слой остается герметичным, наличие глубокой ОМИП отрицательным образом не проявляется.

ЧЕЛЯБИНСК | 13-15 МАРТА

Х МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА-ФОРУМ



Энерго- и РесурсСбережение. ЖКХ - новые стандарты

- Строительные материалы. Конструкции
- Отделочные и облицовочные материалы
- Оборудование для производства стройматериалов
- Строительное и грузоподъемное оборудование, машины, механизмы, приборы
- Дорожно-строительная и спецавтотехника
- Материалы и оборудование для строительства автодорог и тротуарного покрытия
- Энергосбережение при создании и эксплуатации жилья
- Трубы, трубопроводы, запорно-регулирующая арматура, фитинги
- Коммунальная, уборочная техника
- Лифтовое хозяйство
- Фасадные и кровельные системы, тепло-, гидро- и звукоизоляционные материалы
- Контрольно-измерительные приборы и автоматизация
- Технологии и оборудование по очистке канализационных, промышленных стоков и сточных вод
- Тепловое хозяйство, технологии теплоснабжения, котельное и бойлерное оборудование, теплообменные аппараты и отопление и др.
- Оборудование для спортивных и детских площадок
- Деревянное домостроение
- Средства охраны труда и техника безопасности в строительстве, спецодежда и обувь
- Инженерное обеспечение

Организатор:



**ПЕРВОЕ
ВЫСТАВОЧНОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ**



ТРК «ГАГАРИН-ПАРК» | ул. Труда, 183



+7 (351) 755 55 10



use.uralbuild.com



Дополнительно, для оценки качества изоляторов, были проведены механические испытания, а именно:

- термоудар, то есть резкое изменение температуры путем погружения изоляторов в ванны с холодной и с горячей водой;
- испытание на изгиб, то есть приложением изгибающей нагрузки к верхнему фланцу при закреплённом нижнем в четырех направлениях;
- удар свободнопадающим грузом, то есть горизонтально закреплённые за нижний фланец изоляторы подвергаются воздействию одиночного удара по верхнему фланцу свободно падающим грузом.

Все изоляторы продемонстрировали заявленную механическую прочность, соответствующую требованиям ГОСТ [3, с. 78], но наличие внутренних трещин не позволяет часть из них отнести к категории пригодных к эксплуатации из-за возможности развития дефектов в процессе эксплуатации.

Влияние таких дефектов на эксплуатационную надежность изолятора зависит от формы, размеров, ориентации и местоположения дефекта, а также от вида эксплуатационной нагрузки. Поскольку изоляторы ИОС-110-400 эксплуатируются в «одноэтажных» колонках, более опасными дефектами являются расположенные в нижней части изолятора вблизи от боковой поверхности в зоне механических напряжений растяжения. Кроме того, при длительных эксплуатационных нагрузках не исключено развитие дефектов, имеющих трещинообразную часть. Обнаруженные трещины в нижних и верхних опасных сечениях могут свидетельствовать о возможном наличии заметного количества дефектов по всему телу изоляторов, что подтвердилось как при изломах изоляторов в ходе испытаний «на изгиб до разрушения», так и при разрезании изолятора.

При проведении ультразвуковой структурометрии некоторых изоляторов было обращено внимание на граничные скорости распространения ультразвуковых колебаний для изоляторов 130 подгруппы, заявленной в заводской документации. В связи с этим, для определения состава применяемой фарфоровой массы, в специализированных лабораториях были проведены химический анализ образцов фарфора и определение кажущейся плотности и пористости. Результаты химического анализа показали, что представленная фарфоровая деталь не может быть отнесена к подгруппе 130, а соответствует требованиям ГОСТ 20419-83 [5] для глиноземистого электротехнического фарфора подгруппы 120. Аналогичные выводы были сделаны при определении кажущейся плотности и пористости.

Полная замена всех смонтированных опорно-стержневых изоляторов в действующих электроустановках на новые без проведения диагностирования методом ультразвукового неразрушающего контроля (как входного, так и эксплуатационного) с целью исключения аварийных событий по причине разрушения опорной изоляции не даст ожидаемого результата. В филиале АО «Тюменьэнерго» — Сургутские электрические сети технологических нарушений, связанных с повреждением обследованных фарфоровых опорно-стержневых изоляторов, не было.



Рис. 4. Опорно-стержневой изолятор ИОС-110-400 без нижнего фланца

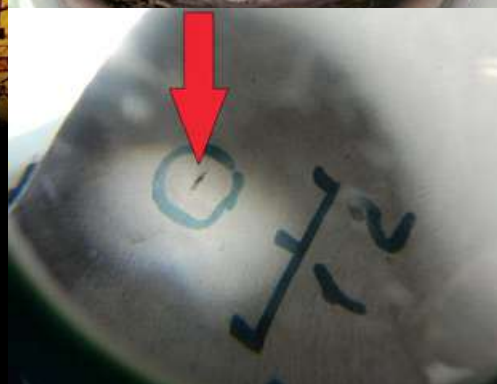


Рис. 5. Нижнее «опасное» сечение, макроскопический дефект — полость в виде трещины

При длительных эксплуатационных нагрузках не исключено развитие дефектов, имеющих трещинообразную часть. Обнаруженные трещины в нижних и верхних опасных сечениях могут свидетельствовать о возможном наличии заметного количества дефектов по всему телу изоляторов.

XVI межрегиональная специализированная выставка

26-28 февраля 2019 г.

"Стройиндустрия СЕВЕРА. Энергетика. ЖКХ"

г. Якутск

При поддержке Правительства Республики САХА (Якутия)



Организаторы:



**Министерство архитектуры и
строительного комплекса
Республики Саха (Якутия)**



**Министерство жилищно-коммунального
хозяйства и энергетики
Республики Саха (Якутия)**



**Союз «Торгово-промышленная
палата Республики Саха (Якутия)»**



**Выставочная компания
Сибэкспосервис
г. Новосибирск**



**Выставочная компания
СахаЭкспоСервис
г. Якутск**

Тел: (383)3356350 многоканальный,
E-mail: vk ses@yandex.ru, www.ses.net.ru

Ультразвуковой неразрушающий контроль фарфоровых покрышек масляных выключателей

Надежность работы высоковольтных маломасляных выключателей типа ВМТ 110 кВ в значительной степени зависит от качества изготовления и отсутствия технологических и эксплуатационных дефектов фарфоровых покрышек типа ПВМо.

В филиале состояние покрышек контролируется методом ультразвукового неразрушающего контроля при выполнении средних ремонтов (проводится с периодичностью, рекомендуемой заводом-изготовителем), а также в процессе эксплуатации, в зависимости от сортности покрышек. В процессе среднего ремонта выключателя выполняется измерение скорости распространения ультразвуковых колебаний в фарфоровой покрышке и сравнивается с минимальной (граничной) скоростью, при которой открытая микропористость в изделиях данного типа еще отсутствует. Измерение скорости распространения продольных ультразвуковых колебаний выполняется методом «сквозного» прозвучивания.

При проведении диагностики в процессе эксплуатации на смонтированном оборудовании измерение скорости производится методом «сквозного» прозвучивания с боковой поверхности покрышки в тангенциальном направлении («по хорде»).

При контроле состояния покрышек выключателей в процессе среднего ремонта (демонтированных или отдельно поставляемых покрышек) выявление и оценка сосредоточенных дефектов (трещины, сколы, зоны растрескивания) производится при аксиальном прозвучивании ультразвуковым импульсным эхо-методом.

Диагностика покрышек маломасляных выключателей типа ВМТ 110 кВ позволила значительно повысить надежность их работы и избежать аварийных ситуаций по причине повреждения фарфоровых изделий. Некоторые статистические данные ультразвукового неразрушающего контроля покрышек маломасляных выключателей типа ВМТ 110 кВ на период с 2009 по 2018 год представлены в таблице 3. В эксплуатации были оставлены покрышки, отнесенные к I и II сортам. Заменено около 15 % от общего количества обследованных покрышек маломасляных выключателей, находящихся в эксплуатации.

Таблица 3. Ультразвуковой контроль покрышек маломасляных выключателей

Номинальное напряжение, кВ	Количество обследованных ОСИ, шт.					Всего ОСИ, шт.
	I сорт	II сорт	III сорт	IV сорт	V сорт	
110	631	167	38	40	–	876

В дальнейшем, при определении технического состояния выключателя, в объем обязательных работ и проверок включается ультразвуковой неразрушающий контроль покрышек. В результате проведения ультразвукового неразрушающего контроля фарфоровых опорно-стержневых изоляторов и покрышек маломасляных выключателей 110 кВ, выполненных на объектах филиала АО «Тюменьэнерго» — Сургутские электрические сети, была сформирована база данных, что в дальнейшем помогло нам давать правильную оценку состояния изделий различных типов и заводов-изготовителей, учитывая особенности технологии изготовления, применяемой на заводе в конкретный период.

Выводы

1. Эксплуатационный контроль состояния фарфоровых изоляторов в составе разъединителей, опорно-стержневой изоляции, покрышек маломасляных выключателей 110 кВ методом ультразвукового неразрушающего контроля позволил свести к минимуму технологические нарушения по причине разрушения фарфоровой изоляции.

2. Опытным путем подтверждено совпадение результатов по выявлению дефектов ОСИ при прозвучивании как в «аксиальном», так и в «радиальном» направлениях. В связи с этим можно предложить внести изменения в ГОСТ 26099-84, относящиеся к оценке качества фарфора изоляторов, дополнив его требованием о проведении ультразвуковой дефектометрии в «радиальном» направлении.

3. При замене фарфоровых изоляторов на новые, не прошедшие входной ультразвуковой контроль, и невыполнении эксплуатационного ультразвукового контроля в действующих электроустановках не исключается возможность замены абсолютно годных фарфоровых изделий на дефектные. Следовательно, массовая замена опорно-стержневой изоляции без диагностирования может не дать ожидаемого результата. **ЭС**



Литература

1. ГОСТ Р 52034-2008. Изоляторы керамические опорные на напряжение свыше 1000 В. М.: Государственный стандарт Российской Федерации, 2003. 23 с.
2. ГОСТ 26093-84. Изоляторы керамические. Методы испытаний. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1986. 15 с.
3. Шейкин А. А., Тажидбаев А. И., Омельченко Ю. А. Технологии оценки состояния фарфоровых изоляционных конструкций высоковольтных установок. СПб.: ПЭИПК Минэнерго России, 2002. 74 с.
4. Методические указания по контролю механического состояния фарфоровых опорно-стержневых изоляторов разъединителей 110 кВ и выше, и покрышек высоковольтных воздушных и масляных выключателей в эксплуатации / ОАО «ФСК ЕЭС». М., 2004. 61 с.
5. ГОСТ 20419-83. Материалы керамические электротехнические. Классификация и технические требования. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. 8 с.



XVI СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ •ВЫСТАВКА• **НЕФТЬ. ГАЗ. ЭНЕРГО**



**27 - 29
МАРТА**



- Добыча нефти и газа (технологии и оборудование)
- Геология, геофизика
- Сейсмическое оборудование и услуги
- Транспортировка, переработка и хранение нефти, нефтепродуктов и газа
- Трубы и трубопроводы, инструменты и др.

г. Оренбург

ООО «УралЭкспо»

(3532) 67-11-03, 67-11-05, 45-31-31
uralexpo@yandex.ru, www.URALEXPO.ru



Цифровизация процессов управления ТОиР: проблемы и решения

Борис Кац, кандидат технических наук, ведущий специалист НПП «СпецТек»

Алексей Молчанов, кандидат технических наук, директор по разработкам НПП «СпецТек»

Цифровизация процессов технического обслуживания и ремонта — это не просто очередной лозунг, а глобальный тренд развития. Используя современные информационные технологии для управления ТОиР, передовые российские предприятия энергетики добились заметных успехов в повышении рентабельности и увеличении производительности. Однако на этом пути не обошлось без проблем.

Ориентиром для цифровизации процессов ТОиР должны служить международные и российские стандарты управления производственными активами, в концентрированном виде содержащие мировой опыт и методологию в данной области [1, 2]. Будем рассматривать цифровую трансформацию процессов ТОиР, опираясь на опыт внедрения информационных систем управления производственными активами (ИСУ ПА) на основе отечественного программного обеспечения «TRIM». Необходимо подчеркнуть, что относительная важность и сложность автоматизации отдельных аспектов управления существенно зависит от контекста внедрения, то есть от масштабов предприятия, специфики производства, готовности к автоматизации тех или иных направлений деятельности.

Учет производственных активов и нормативов на их эксплуатацию

Проблемы управления начинаются с элементарного — с учета. Зачастую руководство не владеет точной и полной информацией о всех активах, находящихся в эксплуатации, их текущем состоянии, перемещении, ответственных за конкретные активы лицах и т.д. Решению этой проблемы служит создание базы данных (БД) по активам (рис. 1). Важность работ по наполнению БД часто недооценивается, хотя трудоемкость и

сложность таких работ велика, а их стоимость может составлять существенную часть общей стоимости внедрения ИСУ ПА. Кратко обозначим возникающие при этом основные проблемы.

Первое — во многих случаях требуемые данные недостаточно полны, противоречивы или отсутствуют.

Второе — для сбора этих данных необходима совместная работа персонала заказчика и организации, осуществляющей внедрение ИСУ ПА. Зачастую (особенно если внедряется интегрированная информационная система) внедренцы плохо представляют специфику таких работ, так как в основном занимаются другими модулями, прежде всего, финансовыми. Нередки случаи, когда система сдается на тестовых примерах, и лишь потом заказчик обнаруживает, что оказался брошенным и должен нанять отдельного подрядчика для начального наполнения БД системы.

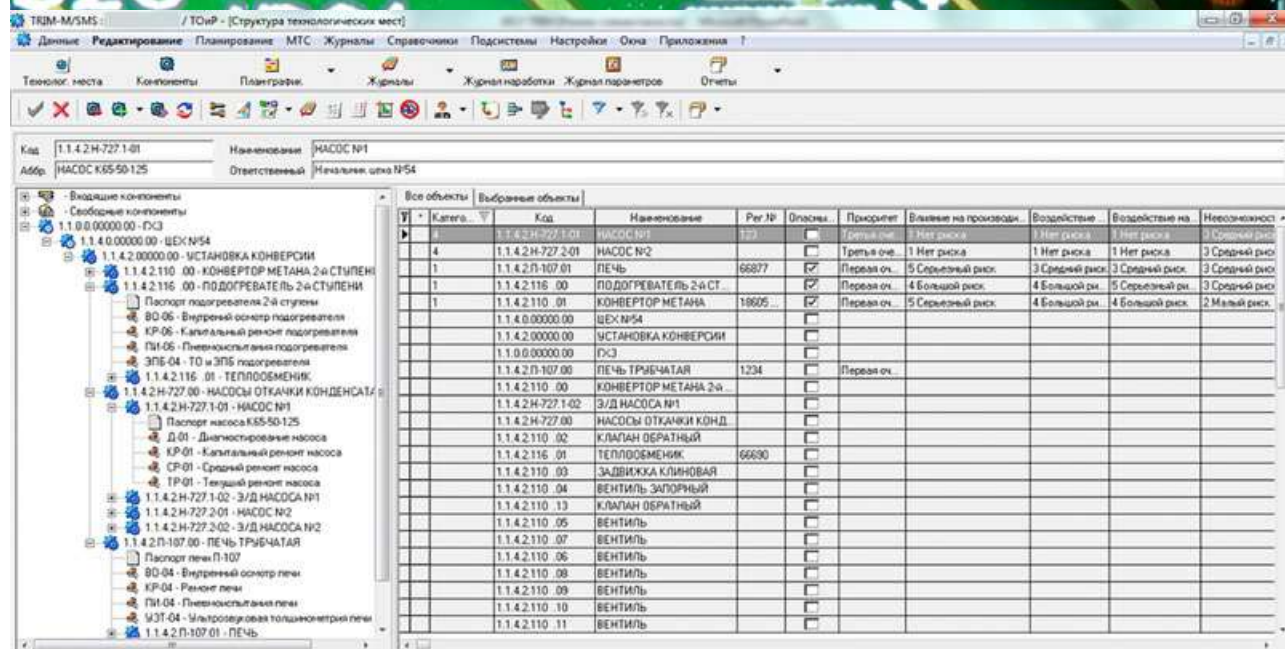


Рис. 1. Дерево оборудования с привязкой работ

Третье — нередко руководство предприятия хочет сэкономить на этих работах, считая, что они вполне могут быть выполнены собственными силами. В лучшем случае это приводит к существенному затягиванию проекта и к последующему привлечению специализированной организации. В худшем — проект умирает, по сути не начавшись, и остается разочарование руководства и апатия подчиненных. Стоит подчеркнуть, что для выполнения таких работ необходимы знания в области классификации и кодирования, опыт в организации подобных работ, а также специализированные программные средства для сбора, контроля и заливки данных в БД.

Для иллюстрации разномасштабности возникающих задач отметим, что число единиц оборудования, которое приходится заносить в БД на этапе ее начального наполнения в некоторых из выполненных нами проектов, варьировалось от 500 ед. до 300 тыс. ед. оборудования.

Еще один слой проблем состоит в том, что часто нормативы на проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) на предприятии неполны или устарели. Универсального решения этой проблемы не существует. Разработка полных и обоснованных нормативов — задача, соизмеримая по сложности с внедрением ИСУ ПА, поэтому мы считаем нецелесообразным откладывать внедрение ИСУ ПА до ее решения. Стартовать можно с тем набором нормативов, который имеется, а затем постепенно переходить к более обоснованным нормативам по мере накопления статистики с помощью ИСУ ПА.

После завершения начального ввода данных приходится решать весьма непростую задачу — поддержание БД оборудования и нормативов в актуальном состоянии. Проблемы, возникающие при этом, имеют организационный характер. Необходимо иметь регламент ведения БД, определяющий ответственных за ее актуализацию, — очевидно, что данные об изменении конфигурации и характеристик оборудования поступают из различных подразделений, но внесение корректив желательно проводить централизованно, с учетом единого подхода к описанию и кодированию вводимых данных.

Регистрация эксплуатационного и технического состояния оборудования

Зачастую регламент обслуживания оборудования не зависит от того, насколько интенсивно это оборудование эксплуатируется и в каком техническом состоянии оно находится. Это неправильно. Два одинаковых насоса, выполняющих разные функции, могут иметь различную критичность для выполнения производственного задания и разную интенсивность износа.

Для корректного формирования программ обслуживания данные о режимах работы оборудования и его техническом состоянии должны использоваться и быть доступны. При этом информация о техническом состоянии оборудования почти никогда не фиксируется непосредственно — чаще всего она определяется, исходя из значений различных физических величин, измеряемых приборами (таких как давление, температура, сила тока, сопротивление изоляции, величина вибрации и т.п.). Эти физические величины в ИСУ ПА представляются в виде измеряемых технических параметров, связанных с каждой единицей оборудования. Таким образом, ИСУ ПА становится местом сбора всех данных от разнородных систем технической диагностики, предоставляя таким образом своеобразную «медицинскую карту» на каждый актив. Это дает возможность поставить обоснованный «диагноз» и назначить работу по обслуживанию, а при достаточно длительном интервале анализа — пересмотреть программу обслуживания. Оперативные данные о состоянии оборудования и значениях его технических параметров могут регистрироваться не только вручную, но и автоматически поступать из смежных систем, в частности, из АСУТП, систем диагностики [3].

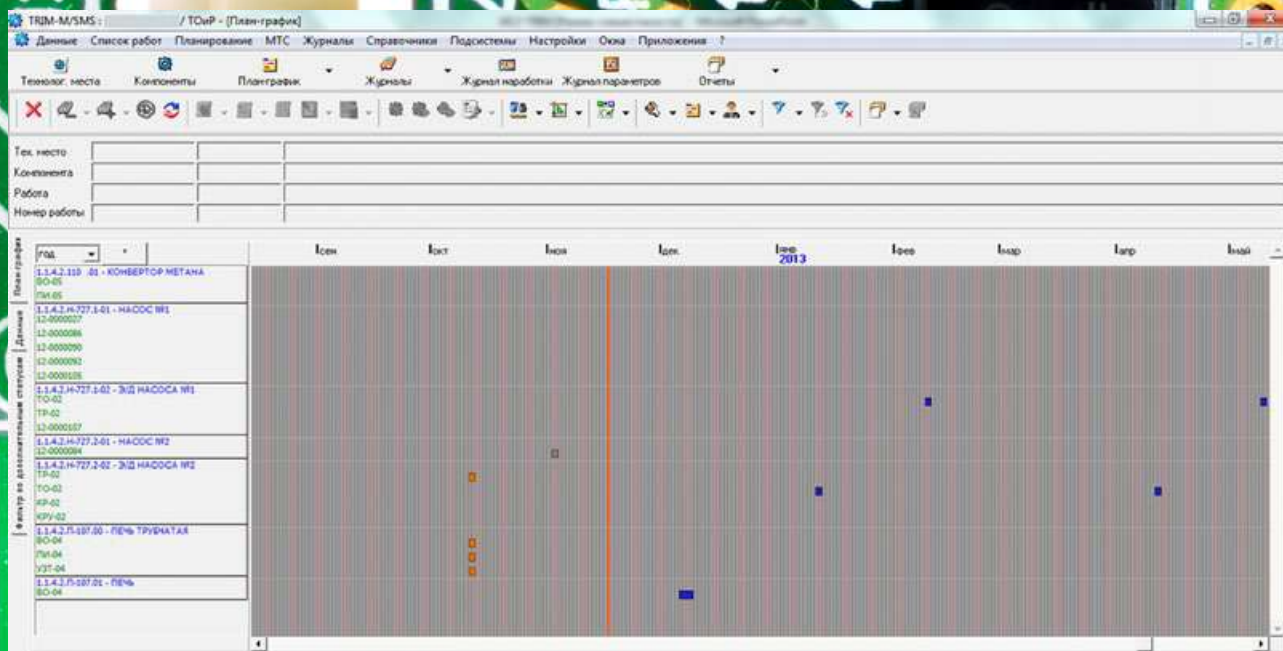


Рис. 2. План-график работ

Планирование работ и учет их выполнения

Для начала рассмотрим ситуацию, когда на предприятии для всего оборудования определены и стратегия обслуживания (классическая система ППР, ремонт по состоянию или же ремонт по отказу), и нормативы на проведение этих работ. В этом случае ИСУ ПА позволяет построить календарный план-график работ (рис. 2), а также произвести расчет ресурсов, необходимых для его выполнения. При этом может быть точно рассчитана потребность в ресурсах по следующим направлениям: запчасти и материалы; людские ресурсы (в разрезе специальностей и трудозатрат); механизмы, приборы, средства диагностики; финансовые ресурсы для выполнения работ подрядным способом.

Если ресурсов недостаточно, необходимо провести секвестирование плана работ. ИСУ ПА позволяет решить эту задачу более объективно. Один из вариантов ее решения — так называемое «планирование по важности». Имеющиеся работы ранжируются по важности либо исходя из формальных критериев, принятых на предприятии, либо при помощи экспертной оценки. Программа отбирает работы, начиная с наиболее важных, таким образом, чтобы выполнялись ресурсные ограничения.

Сегодня прослеживается тенденция отхода от исключительного применения классической системы планово-предупредительных ремонтов (ППР). Современный подход состоит в оптимальном комплексном применении различных стратегий обслуживания, оптимизации программ обслуживания по критерию минимизации рисков. Все больший интерес вызывает так называемое надежность-ориентированное техническое обслуживание (RCM, Reliability Centered Maintenance), которое дает методологию выбора наилучшего вида обслуживания для конкретного производственного актива, в зависимости от его критичности и применимости той или иной стратегии.

Автоматизация процессов RCM-анализа обеспечивается как отдельными специализированными продуктами (например, Bentley AssetWise), так и специализированными модулями RCM в составе EAM-системы (например, такой модуль имеется в TRIM [4]). В EAM-системе при RCM-анализе используются данные других модулей, которые служат для оценки состояния оборудования и реализуют процедуры планирования на основе современных стратегий ремонта.

Необходимо подчеркнуть, что составленный план ремонтов не является окончательным итогом процесса планирования. Так, если планирование ремонтов производится по наработке или в зависимости от значений каких-либо диагностических параметров, то в ИСУ ПА возможно автоматически перепланировать даты начала ремонтов при поступлении новых данных. Эти данные могут вноситься вручную либо поступать из смежных систем (в частности, из АСУТП, систем диагностики) [3].

Возможности информационной системы позволяют вносить оперативные коррективы в план и в других случаях (изменение плана производства, появление дефектов и отказов), что практически невозможно при «бумажном» планировании. После выполнения работы пользователь ИСУ ПА вводит отчет, в котором указывает фактически израсходованные ресурсы (в том числе трудозатраты в человеко-часах, расходы на подрядные организации, а также перечень и объемы использованных запасных частей и материалов). При этом может автоматически генерироваться расходный документ на списание затраченных ресурсов со склада либо же списание может выполняться комплексно, на основе данных по работам, выполненным за определенный промежуток времени. При необходимости каждая строка отчета может быть привязана к статье бюджета. Такой подход позволяет оперативно отслеживать расходование ресурсов в натуральном и денежном выражении, а также вести аналитику затрат в различных разрезах (по единицам и группам единиц оборудования, по центрам затрат или инвентарным номерам, по видам ремонтов, по исполнителям и т.п.). Эти данные могут не только использоваться в пределах ИСУ ПА, но и экспортироваться в систему финансового учета, как это делается в ряде проектов [3].



СОЮЗ "БЕЛГОРОДСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА"

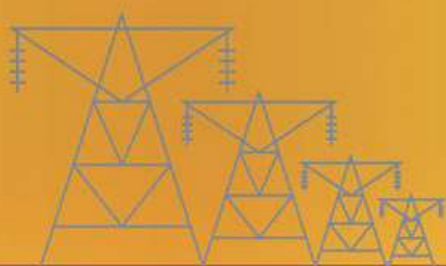


БЕЛЭКСПОЦЕНТР

13 - 15 марта 2019

XVI межрегиональная
специализированная выставка

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО



Т./ф.: (4722) 58-29-40, 58-29-65, 58-29-41

E-mail: belexpo@mail.ru; www.belexpocentr.ru

г. Белгород, ул. Победы, 147 А

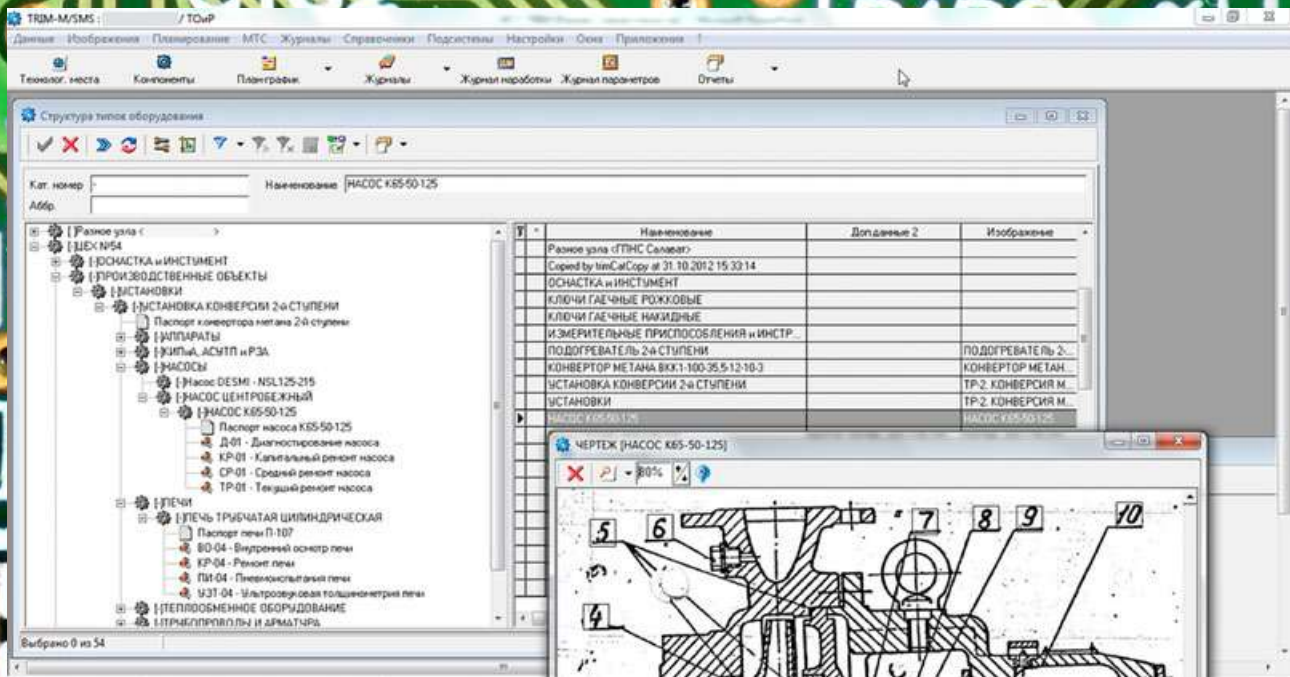


Рис. 3. Каталог узлов оборудования

Регистрация и обработка дефектов и отказов

Очевидно, что помимо заранее запланированных работ по ТОиР заметная часть работ (и соответственно — доля затраченных ресурсов) связана с устранением последствий дефектов и отказов оборудования. Кроме того, выполнение работ по устранению отказов должно приводить в ряде случаев к изменению сроков других ранее запланированных работ. Таким образом, процессы планирования и учета выполнения плановых и неплановых работ тесно связаны.

Программные средства ИСУ ПА, обеспечивающие автоматизацию процессов регистрации дефектов, планирования и контроля работ по их устранению, принято называть электронным журналом дефектов (ЭЖД), по аналогии с бумажным журналом, применяющимся на многих предприятиях до сих пор. Вопросам использования ЭЖД посвящена статья [5]. Ограничимся перечислением основных возможностей ЭЖД. Очевидны те удобства, которые дает обмен данными в «бесбумажном» виде, — прозрачность процесса, облегчение и повышение оперативности взаимодействия между пользователями, но это далеко не все преимущества, которые можно получить.

Уже на первом этапе, при регистрации дефекта принципиально важным является тот факт, что реквизиты дефекта заполняются путем выбора соответствующих позиций из заранее сформированных справочников ИСУ ПА. Это устраняет субъективный фактор, который препятствует корректному учету и анализу дефектов при бумажном журнале. Как только дефект обработан, классифицирован, привязан к единице оборудования и определены плановые сроки работы по его устранению, эта работа попадает в общий план-график работ ИСУ ПА. Иначе говоря, ЭЖД интегрирован с функциями планирования работ и учета их выполнения.

В ЭЖД пользователь имеет возможность классификации дефекта с помощью нескольких справочников: по классам, проявлениям (симптомам), видам дефектов, их причинам и последствиям. В этом случае ЭЖД становится инструментом для автоматизированного анализа повреждаемости и оценки риска. Результаты оценки риска используются при планировании работ по устранению зарегистрированных в ЭЖД дефектов. При большом числе оборудования ЭЖД является необходимым для того, чтобы эта деятельность была реально выполнимой.

Данные, накопленные в ЭЖД, весьма обширны и при соответствующей систематизации представляют собой ценный материал для анализа. При использовании ЭЖД пользователь может легко получить данные по ранее обнаруженным дефектам как на данной единице оборудования, так и на всем аналогичном оборудовании (в частности, на оборудовании той же марки). Исходя из полученных таким образом сведений, можно прогнозировать и частоту появления дефектов того или иного вида, и ресурсы, которые могут потребоваться для их устранения.

Регистрация дефектов и отказов в ЭЖД может осуществляться с использованием мобильных устройств, которые сегодня знакомы практически каждому. В российской промышленности их использование в ИСУ ПА пока ограничено, но открывает весьма широкие перспективы. Мобильные устройства позволяют приблизить ввод и получение данных непосредственно к рабочим местам и оборудованию — в частности, вводить данные о показаниях измерительных приборов и о результатах ремонтных работ, а также получать данные об оборудовании и документации непосредственно при выполнении работ на местах. Далее рассмотрено применение мобильных устройств в ИСУ ПА применительно к обходам и осмотрам оборудования.

Обходы и осмотры оборудования

Обязательной составной частью технической эксплуатации являются обходы оборудования. В процессе обхода персонал должен двигаться по определенному маршруту в цеху, собирать данные о техническом состоянии каждой подконтрольной единицы оборудования, об обнаруженных дефектах и отказах и затем передавать эти данные для планирования соответствующих работ. Если обходы выполняются без использования соответствующих информационных технологий, оперативность таких данных существенно снижается, что чревато серьезными последствиями для надежности оборудования. Кроме того, запись этих данных на бумажный носитель или даже в блокнот мобильного телефона, с последующим их переписыванием на другой носитель, приводит к ошибкам, искажениям информации. Наконец, контроль соблюдения маршрута обхода сводится к необходимости ходить вслед за обходчиком.

При использовании мобильных устройств, включенных в единое информационное пространство ИСУ ПА, достигается совершенно новый уровень производительности персонала и эффективности обходов. Объекты осмотра идентифицируются сканером штрих-кода, нанесенного непосредственно на оборудование, и осуществляется их автоматический поиск в базе данных ИСУ ПА. После нахождения объекта вся собранная информация автоматически привязывается к нему. Отсканированные метки штрих-кода, поступающие в базу данных ИСУ ПА, одновременно служат для контроля движения по маршруту обхода. Информация о техническом состоянии, дефектах, отказах немедленно поступает к руководству непосредственно из производственной зоны. Благодаря этому могут своевременно приниматься критически важные решения.

Соответствующие функции приложений для мобильных устройств могут выполняться ими не только при наличии соединений с сервером системы, но и автономно при отсутствии прямой связи как с сервером системы, так и между устройствами. Так, в системе TRIM предусмотрены возможности устанавливать на мобильных устройствах автономное хранилище данных и программные модули, обеспечивающие синхронизацию данных автономного хранилища с сервером системы. Однократно получив данные от сервера системы, мобильный модуль системы может в дальнейшем работать автономно со своими локальными данными. При очередном сеансе связи с сервером системы локальные данные будут вновь синхронизированы с основными данными системы, а результаты автономной работы модуля будут переданы на сервер системы и обработаны на нем.

Обеспечение ресурсами

Система учета ресурсов, которая принята в бухгалтерии предприятия, не позволяет эффективно управлять производственными активами — ни планировать и своевременно заказывать ресурсы под ТОиР, ни анализировать результаты их использования с той степенью подробности, которая необходима техническим службам. Наиболее важный момент при использовании ИСУ ПА для управления процессами снабжения — это создание единого информационного пространства. Центральное место при этом занимает единый справочник материально-технических ресурсов — МТР (рис. 3).

В ИСУ ПА справочник МТР используется для подробного описания реального состава эксплуатируемого оборудования, и по этой причине состав реквизитов МТР здесь точнее удовлетворяет потребностям технических служб, а номенклатура справочника обычно шире, чем, например, в бухгалтерской системе.

Еще один важный момент в функциональности ИСУ ПА — это возможность связывать работы (запланированные и выполненные) с позициями документов снабжения ресурсами. Это особенно важно при проведении заявочной кампании. Поскольку процесс формирования годовой или квартальной потребности чаще всего имеет итеративный характер, когда подразделениям приходится «вписывать» свою заявку в заданный бюджет, корректировку заявки желательно делать, редактируя именно объемы работ, с возможностью автоматически пересчитывать необходимый объем закупок МТР. А для этого как раз и нужна связка «МТР-работа» — если секвестрируется состав работ, то это должно сопровождаться корректным изъятием из заявки соответствующих МТР. Кроме того, связка позиции заявки с работой и исполнителем помогает избежать неразберихи при поступлении приобретенных МТР на склад — исполнитель может легко получить информацию о поступлении и оперативно получить заказанное.

Редактирование документа: "Заявка на проведение ТО с 01.01.2018 по 31.12.2018."

Документ | Дополнительно | Статусы | Параметры

Заголовок документа:

№: 000 | Название: Заявка на проведение ТО с 01.01.2018 по 31.12.2018 | Дата: 17.11.2017 13:33 | Срок: 01.12.2017 13:33

Цены с учетом НДС: ☐ | Примечание:

Отправитель: ЦЕХ №54 | Адресаты документа: ГПНС Салават

Грузоотправитель/Склад: ПРОДАВЕЦ | Адрес: ГПНС

Грузополучатель/Склад: ГПНС Салават

Исполнитель бюджета: ЦЕХ №54

За период: | Автор документа: Администратор узла <ГПНС Салават>

№	Наименование	Кат. номер	Кол-во	Ед.	Ном. номер МТР	Примечание
1	Бензин-растворитель для резиновой промышленности Нефрас С2-80/120...	94994	0,2	кг		
2	Кислород технический газообразный	-	3	м3		
3	Пропан-бутан, смесь техническая	-	2,3	кг		
4	Электрод Э55	-	1,2	кг		
5	Прокладка паронитовая	-	1,3	кг		
6	Электрод ЦН-6Л-5,0 ГОСТ 9466-75	57657	1,8	кг		

Позиций: 6 | Выбрано: 0 | ☐ Распределение по категориям учета | ☐ Список работ по позиции

Рис. 4. Заявка на закупку МТР

ИСУ ПА может включать и автоматизацию ряда функций, связанных с закупочной деятельностью (рис. 4). Пользователь может посылать запросы потенциальным продавцам, вести различные прайс-листы, производить ранжирование поступивших предложений, вести учет договоров на приобретение МТР. Непосредственно в ИСУ ПА можно организовать конкурсные процедуры и тендеры между поставщиками на закупку МТР, что позволяет существенно сократить затраты и исключить «серые» схемы из процесса закупок.

И, наконец, важным результатом внедрения ИСУ ПА в процессах МТС становится прозрачность складских запасов, возможность проследить динамику их изменения, оценить достаточность запасов для выполнения всех плановых работ, спрогнозировать динамику неснижаемого запаса МТР, предназначенного для оперативного обеспечения внеплановых и аварийных работ. Это позволяет решать проблемы неликвидов, а также оперативного маневра МТР вне зависимости от того, на каком складе они оказались.

Анализ эффективности и совершенствование системы управления активами

Применение ИСУ ПА может дать принципиально новое качество в управлении. Из системы оперативно поступают достоверные данные в агрегированном виде, иначе говоря — в виде системы показателей. Полученные показатели анализируются на предмет соответствия их целевым значениям и далее используются при выработке управляющих решений. Важным фактором при этом является наглядность отображения.

При внедрении ИСУ ПА построению системы показателей эффективности должно уделяться особое внимание. Возможности этой системы должны включать средства автоматизированного и автоматического расчета различных показателей. Однако наличие программных средств, позволяющих обеспечить автоматизированное получение таких показателей, их хранение и удобное отображение, не гарантирует того, что эта система будет успешно использоваться. Это оказывается возможным лишь при выполнении определенных условий [6]:

- утверждение системы показателей основных процессов управления активами руководством предприятия в качестве обязательной для использования;
- введение в действие утвержденного регламента, обеспечивающего регулярный ввод в ИСУ ПА исходных данных, необходимых для расчета указанных показателей;
- назначение исполнителей, которые в силу своих должностных обязанностей должны использовать результаты анализа в своей работе, и, что немаловажно, способных это делать.

В качестве примера использования системы показателей эффективности можно привести мониторинг простоев. Сокращение простоев разного вида (как связанных с выходами оборудования из строя, так и вследствие других причин) — весьма важный источник увеличения выпуска продукции. За рубежом для анализа простоев широко используется система показателей OEE (общей эффективности оборудования). Опыт использования этой системы в России невелик, но те предприятия, которые уже пользуются им, достигли больших успехов.

Стоит заметить, что в идеале мониторинг простоев требует сопряжения ИСУ ПА с системами мониторинга, непосредственно установленными на оборудовании. Но даже при ручном вводе данных о простоях в ИСУ ПА можно получить значительный эффект в виде экономии операционных затрат на эксплуатацию, сокращения числа внеплановых ремонтов и аварий, снижения стоимости ремонтов, снижения складских запасов, снижения времени ожидания и поиска запчастей.

Обучение персонала в области управления активами

Опыт внедрения современных подходов к управлению активами и управлению надежностью говорит о том, что для обеспечения успешности проектов такого рода необходимо повышать квалификацию персонала предприятия в этой области. Если еще несколько лет назад руководители предприятий не были готовы «платить деньги за разговоры», то сегодня консалтинг в области управления активами (давно распространенный за рубежом) быстро приобретает популярность и в России. При таком обучении проводится ознакомление и с современными стандартами, и с особенностями применения информационных систем, и с опытом аналогичных проектов — то есть с лучшими практиками, и с путями преодоления возникающих проблем. При этом необходимо проводить обучение для различных уровней — руководства, экспертов по надежности, вплоть до мастеров цехов — но дифференцировать его объем и длительность в зависимости от уровня специалистов.

Развитие практики внедрения ИСУ ПА движется от простого воспроизводства процессов предприятия в автоматизированном виде по принципу «как есть» к их реинжинирингу и постоянному улучшению. Ведь, как говорили классики менеджмента, улучшить можно только то, что можно измерить. Безусловно, при попытках заимствования достижений в этой области (как, впрочем, и в любой другой) необходим учет российских особенностей, специфики отрасли и конкретного предприятия («контекста» внедрения). Однако в целом совокупность существующих в мире стандартов, имеющих отношение к управлению активами, и опыт передовых отраслей могут служить для нас ориентирами на ближайшее будущее. **ЭС**

Литература

1. Иорш В. И. Преимущества хорошего управления активами // ЭнергоStyle. 2015. № 4 (32). С. 28–34.
2. Крюков И. Э., Матюшин В. А., Антоненко И. Н. Практические аспекты внедрения стандартов управления активами // ЭнергоStyle. 2016. № 2 (34). С. 30–34.
3. Кац Б. А. Взаимодействие информационной системы ТОиР с другими АСУ предприятия // Автоматизация в промышленности. 2013. № 8. С. 43–46.
4. Антоненко И. Н. EAM-система TRIM: от автоматизации ТОиР к управлению активами // Автоматизация в промышленности. 2015. № 1. С. 40–43.
5. Кац Б. А. Кому и зачем нужен электронный журнал дефектов? // Трубопроводная арматура и оборудование. 2013. № 1 (64). С. 63–66.
6. Кац Б. А. От информационной системы — к системе управления ТОиР // Главный механик. 2009. № 11. С. 60–65.



ТЭФ ТАТАРСТАНСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ПО ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ - 2019

20-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
«ЭНЕРГЕТИКА. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

19-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ
«ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ.
ЭНЕРГОБЕРЕЖЕНИЕ»

19-21 МАРТА

Центр энергосберегающих технологий РТ
при Кабинете Министров РТ.
420088, Республика Татарстан, г. Казань, а/я 131,
тел. (843) 272-99-43, факс: (843) 272-99-69

Выставочный центр
«Казанская ярмарка»
Россия, 420059, г. Казань,
Оренбургский тракт, 8
Тел: (843) 202-29-07

12+



Казань, 2019

WWW.EXPOENERGO.RU

Спираль против вибрации

Спиральные гасители вибрации разработаны для подавления высокочастотной вибрации на фазных проводах высоковольтных линий, грозозащитных тросах и волоконно-оптических кабелях связи (ОКСН и ОКГТ). Такие гасители вибрации очень просты в монтаже (он занимает считанные минуты), не требуют схемы виброзащиты, для них не нужны спиральные протекторы, они экономичные, выдерживают суровые климатические условия и не утяжеляют провода. Межрегиональная компания «Локус», предлагая инновационные решения компании РЛР, готова осуществить поставки продукции из наличия со склада г. Екатеринбурга до объекта строительства и оказать полную техническую поддержку и консультацию по всем интересующим вопросам.

Немного о параметрах

Спиральные виброгасители разработаны для гашения высокочастотной вибрации на проводах (тросах, кабелях) малых диаметров (до 19,3 мм).

Материал. Спиральные гасители вибрации изготовлены из ПВХ — легкого коррозионно-стойкого материала, который не создает локализованного давления на кабель, что особенно важно в случае волоконно-оптических кабелей.

Установка. Для расчета количества необходимых спиральных виброгасителей стоит принимать во внимание только длины пролетов:

- для длин пролетов менее 300 м — два спиральных гасителя на пролет;
- для длин пролетов от 301 до 570 м — четыре спиральных гасителя на пролет;
- для длин пролетов больше 570 м — шесть спиральных гасителей на пролет.

Спиральные виброгасители должны быть установлены в соответствии с инструкциями по монтажу, принимая во внимание при работе с самонесущим волоконно-оптическим кабелем следующее:

- для линий с напряжением до 110 кВ спиральные виброгасители должны устанавливаться на расстоянии ширины ладони друг от друга;
- для линий от 110 до 220 кВ — на расстоянии 3 м друг от друга;
- для линий от 220 до 500 кВ — на расстоянии 5 м друг от друга.

Монтаж гасителя можно начинать с любой спирали, входящей в комплект. Ее навивку начинают от конца, уходящего в пролет. Шаг за шагом спираль навинчивается на провод и проталкивается в пролет. Когда до конца спирали остается 3, 4, 5 шагов, делается пропуск волны спирали на длине одного шага и спираль запирается на проводе. Оставшиеся до конца спирали 2–3 шага монтируются на проводе (навинчиваются на провод). Аналогичным образом монтируется последующая спираль или последующие спирали, если их более двух.

Рабочая температура. Максимальная рабочая температура провода (троса, кабеля) — до 125 °С (постоянно).

Ограничения

- При установке спиральных гасителей вибрации на фазные провода ВЛ рабочая температура провода не должна превышать 125 °С.
- Работы нельзя проводить вблизи находящихся под напряжением проводов без соответствующей изоляции изделия, электромонтера и окружающей территории.
- Обязательно соблюдение правил безопасности при монтаже — использование средств индивидуальной защиты (каска, защитной обуви, средств, перчаток, закрытой одежды с длинными рукавами).
- Спиральные виброгасители допускается монтировать только на диаметры провода, для которых они предназначены.

Продукция РЛР применяется на объектах: Тюменьэнерго, Лукойл Западная Сибирь, Роснефти, МЭС Востока, МРСК Урала. Получила одобрение многих монтажных организаций как качественная и удобная при монтаже продукция, отвечающая всем современным требованиям.

Технические тонкости

1. Спиральные гасители вибрации SVD

Гаситель вибрации спирального типа SVD (Spiral Vibration Demper) представляет собой единичную спираль, изготовленную из пластика и состоящую из двух функциональных участков: первого — с малым шагом спирали (с помощью которого гаситель навивается и крепится на проводе) и второго — активного участка, на котором происходит демпфирование вибрации.

Гаситель спирального типа SVD применяется для снижения уровня вибрации на проводах с относительно малым диаметром — 4,4–19,3 мм. Такой гаситель не рассеивает энергию и контролирует вибрацию — разрушает привнесенную ветровую энергию за счет соударения с проводом, уменьшая амплитуду вибрации. С этой целью внутренний диаметр спирального гасителя делается большим по отношению к диаметру защищаемого провода. Монтажная секция зажима гасителя SVD компании PLP монтируется вручную непосредственно на провод, протектор либо какое-либо дополнительное техническое устройство.

Сферы применения гасителей SVD: сталеалюминиевые провода (АС), изолированные провода, грозозащитные тросы, кабели оптические самонесущие (ОКСН), кабели оптические, встроенные в грозотрос (ОКГТ). Особенностью спиральных гасителей вибраций, в том числе гасителей SVD, является их не критичность к выбору места установки на проводе.

ПРЕИМУЩЕСТВА СПИРАЛЬНЫХ ГАСИТЕЛЕЙ ВИБРАЦИИ:

- Спиральные гасители вибрации изготовлены из немагнитных материалов для уменьшения энергопотерь в проводе и исключения его нагрева и старения.
- Продукция PLP внесена в инновационный список и рекомендована к применению ПАО «РОССЕТИ».
- Спиральные виброгасители SVD из специального пластика, обеспечивают замену всех марок и модификаций гасителей вибрации ГВ, ГВУ, ГПГ. Обеспечивают бесспорное преимущество при транспортировке за счет экономии в весе, в удобстве при монтаже, так как изделие цельное, без крепежа и отдельных частей. Гасители не ржавеют, применяются для всех климатических зон. Испытания спиральных гасителей вибрации проходили в Канаде, со схожими климатическими условиями, что и в России.

Вследствие уникальной конструкции и использования в качестве материала модифицированного поливинилхлорида у данного продукта невозможна коррозия. Отпадает необходимость затяжки болтов (исключается человеческий фактор), отсутствует вероятность изменения положения гасителя вибрации в пролете ВЛ в процессе эксплуатации (как следствие — повышение надежности). SVD имеет значительно меньший вес по сравнению с функциональным аналогом и не требует разработки схемы виброгашения при проектировании, что ведет к снижению затрат.

2. Многочастотные гасители вибрации Стокбриджа VORTX® (VSD)

Конструкция гасителя вибрации обеспечивает четыре частоты. Патентованная конструкция крепления грузов к демпфирующему тросу исключает их отрыв в процессе эксплуатации, существенно повышая надежность за счет конструкции. Почти вдвое меньший вес гасителя вибрации по сравнению с аналогичными продуктами, используемыми в российских сетях, удешевляет логистику. Конструкция узла крепления позволяет устанавливать гасители вибрации VORTX® на провода АС без использования защитных протекторов. Сокращенные номенклатурные ряды (до 18 позиций) упрощают формирование аварийных запасов для эксплуатирующих организаций.

Гасители вибрации спирального типа — отличное решение, позволяющее продлить жизнь кабеля и всей сети в целом!

Группа компаний «МК «Локус» является партнером производителя и на правах дилера готова обеспечить поставку спиральных виброгасителей во все регионы России.



ГРУППА КОМПАНИЙ «ЛОКУС»

ООО «МК «Локус»

620062, г. Екатеринбург, ул. Генеральская, 7, оф. 4

тел.: (343) 375-87-87, 375-88-06, 375-88-09

факс 375-87-86

e-mail: locus@locus.ru

ООО «ЗСРК «Локус»

630083, г. Новосибирск, ул. Большевикская, 177, оф. 425

тел./факс: (383) 227-82-58, 227-82-66, 227-82-79

e-mail: Locus-nsk@locus.ru

www.locus.ru

Нестандартный взгляд на привычное

Спиральный гаситель вибрации

Фото: Евгений Ланкин
Постановка и дизайн: Олеся Акулова
Визажист: Юлия Бобина
Модель: Златислава Гаврилова
(Модельное агентство «Гвенделин»)



АДКУС

25
лет

в энергетике



ЛОКУС

25
лет
в энергетике





ЛОКУС

25
лет
в энергетике





ЛОКУС

25
лет
в энергетике



ЛОКУС

25
лет
в энергетике

МИР ЭНЕРГЕТИКИ В ЭКСПОЗИЦИИ

Выставки

Январь/Февраль/Март

ОАЭ, Абу-Даби/14.01–17.01
«World Future Energy Summit-2019»
 12-я Международная выставка и конференция

Бельгия, Гент/23.01–24.01
«Intersolution-2019»
 Международная выставка

Италия, Больцано/23.01–26.01
«Klimahouse-2019»
 Выставка

Мексика, Мехико/29.01–31.01
«Energy Mexico Oil Gas Power Expo & Congress-2019»
 3-я ежегодная мексиканская выставка и конгресс

Япония, Токио/30.01–01.02
«ENEX» / «Smart Energy Japan» /
«Energy Supply & Service Showcase»
 3 совместных выставки

США, Новый Орлеан/05.02–07.02
«DistribuTECH-2019»
 Международная выставка

Чехия, Прага/07.02–10.02
«Modern Heating-2019»
 14-я Международная выставка

Набережные Челны/13.02–15.02
«Энергетика Закамья-2019»
 18-я Международная выставка

Самара/19.02–21.02
«Энергетика-2019»
 25-я Международная специализированная выставка-форум

Марокко, Касабланка/26.02–28.02
«Solaire Expo Maroc-2019»
 Выставка

Испания, Мадрид/26.02–01.03
«Genera-2019»
 Международная выставка

Якутск/26.02–28.02
«Стройиндустрия Севера. Энергетика. ЖКХ-2019»
 Межрегиональная специализированная выставка

Япония, Токио/27.02–01.03
«International Smart Grid Expo-2019»
 Международная специализированная выставка

«Battery Japan-2019»
 10-я Международная специализированная выставка

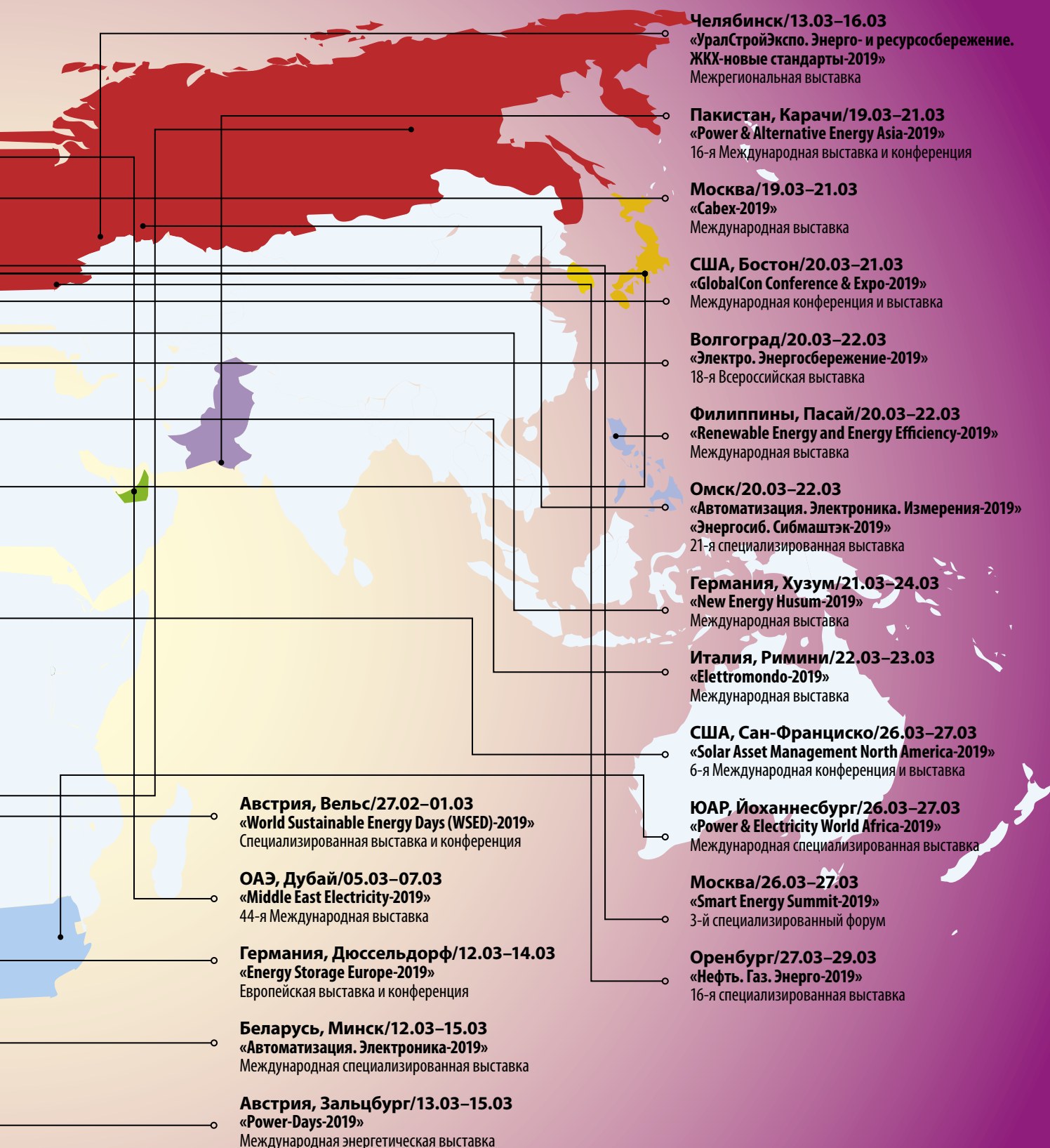
«International Hydrogen & Fuel Cell Expo-2019»
 Международная специализированная выставка

«International biomass Expo-2019»
 4-я Международная специализированная выставка

«International Photovoltaic Power Generation System Expo-2019»
 10-я Международная специализированная выставка

«Thermal Power Expo-2019»
 3-я Международная специализированная выставка

«International Wind Expo & Conference-2019»
 Международная специализированная выставка



A photograph showing the back of a person being treated with a laser device. A hand in a white sleeve holds a handheld device that emits a bright red laser beam onto the person's upper back. The device has a small screen and buttons. The background is a soft, out-of-focus light.

Целебное электричество

Мария Орлова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Тюменского государственного университета

Электричество как физическое явление востребовано практически во всех сферах нашей жизни, включая медицину. Более того, электролечение — это обширный раздел физиотерапии, в который входят методики лечения при помощи электрического тока различных параметров: напряжения, формы, частоты, силы и т.д. Наиболее распространенными видами электролечения являются лазерная терапия, амплипульстерапия и другие, которым и посвящен наш материал.

Лазеротерапия

Этот метод лечения основан на медицинском применении светового луча с заданными характеристиками. Методика уже насчитывает не один десяток лет: в России первый аппарат лазерной терапии был допущен к медицинскому использованию еще в 1974 году.

Лазерный луч имеет целый ряд свойств, которые делают его полезным с точки зрения медицины. Прежде всего, это направленность — световой пучок фокусированный, он имеет очень небольшой процент рассеивания излучения. Затем монохроматичность и когерентность — лазер генерирует импульс с одной длиной волны и фазой на необходимое для воздействия время, что позволяет проникать глубоко в ткани. Луч имеет высокую интенсивность, то есть, на небольшом участке ткани генерируется значительная энергия.

Все эти характеристики лазерного пучка делают его незаменимым во многих отраслях медицины: хирургии, офтальмологии, стоматологии, ревматологии, кардиологии и многих других. Лечебный эффект лазера зависит от длины волны, времени воздействия и плотности светового пучка. При прохождении через биологические ткани световой луч рассеивается, отражается, поглощается и передается в зависимости от характеристик конкретного луча. Низкоинтенсивный лазер, применяемый в физиотерапии, делят по характеристикам светового излучения на красный (проникающий вглубь тканей на 1–2 мм) и инфракрасный (глубина проникновения которого — 80 мм, в толщу костной ткани — до 25 мм, при комплексном воздействии с магнитным полем — до 100 мм).

Лазеротерапия многократно стимулирует обмен веществ в тканях и протекание в клетках физико-химических реакций. Важным следствием этого становятся ускорение репарации и регенерации тканей, улучшение их трофики. Лазеротерапия имеет обезболивающий эффект, иммуностимулирующее и противоаллергическое действие, снимает отеки, улучшает кровоснабжение органов и тканей (в частности, способствует образованию новых сосудов).

Вот почему показаниями к назначению лазеротерапии являются патологии широкого спектра: от артритов (посттравматических, подагрических, ревматоидных, постинфекционных и др.), первичных и вторичных артрозов до заболеваний кожного покрова, трофических язв, поражений вен и нарушений функций пищеварительного тракта. Лазеротерапия рекомендована при патологиях мочеполовой системы (в том числе снижении либидо и бесплодии), органов дыхания, заболеваниях и травмах центральной и периферической нервной системы. Данный метод эффективен даже в послеоперационный период (воздействие на область послеоперационных ран).

Амплипульстерапия

Это воздействие на организм пациента синусоидальными токами. В ходе процедуры электромагнитные колебания моделируются по амплитуде, отсюда и ее название (амплипульс — амплитудные пульсации). Такая терапия эффективна при различных состояниях, сопровождающихся ярко выраженным болевым синдромом. Наиболее известной разновидностью импульсной терапии является диадинамотерапия — физиотерапевтический метод лечения электрическим током частотой 50–100 Гц. Эта методика способна обезболить, воздействовать на тонус сосудов, улучшать трофику тканей, а также стимулировать мускулатуру.



Принцип действия диадинамотерапии прост: при прохождении диадинамических токов происходит сокращение скелетной и гладкой мускулатуры, что вызывает стимуляцию мышечного корсета, а также мышц внутренних органов и сосудистых стенок. Обезболивающий эффект достигается раздражением нервных рецепторов электрическим током интенсивностью 100 Гц. За счет этого происходит торможение болевого импульса уже в процессе сеанса лечения. Анальгезия обусловлена возникновением в головном мозге «доминанты ритмического раздражения», которая образуется благодаря повторяющимся импульсам с периферических рецепторов, раздраженных электрическим током. В свою очередь, «доминанта раздражения» подавляет уже имеющуюся «доминанту боли», снимая болевой синдром. Кроме того, частота 100 Гц оказывает выраженное тормозное влияние на симпатическую нервную систему (ответственную за реакцию организма на стресс), вследствие чего расширяются крупные сосуды, активируются многочисленные капилляры, улучшая кровообращение и питание тканей. Ток частотой в 50 Гц вызывает ритмическое сокращение мышечных волокон, что также является причиной усиления крово- и лимфообращения.

Диадинамотерапию назначают при многочисленных заболеваниях, сопровождаемых выраженным болевым синдромом (в том числе, при травматических повреждениях), а также при гипертонической болезни, бронхиальной астме, дегенеративно-дистрофических заболеваниях суставов и позвоночника, эпилепсии.

Микрополяризация

Этот метод представляет собой воздействие малого постоянного тока на головной мозг, в результате чего различные звенья центральной нервной системы меняют свое функциональное состояние в лучшую сторону. Микрополяризация отлично зарекомендовала себя в лечении головных болей, детских нервно-психологических расстройств (включая синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ)), различных задержек развития и других отклонений, связанных с ЦНС. При большом количестве положительных результатов данный метод не имеет побочных эффектов и не доставляет пациенту никаких дискомфортных ощущений. Его разработали сотрудники НИИ экспериментальной медицины АМН СССР, и с 1970 года микрополяризацию успешно применяют во всем мире.

Существуют два варианта применения данного метода: транскраниальная микрополяризация и трансвертебральная микрополяризация. Первая методика направлена на работу с головным мозгом, тогда как вторая назначается для лечения спинного мозга. С их помощью врачи облегчают состояния при гиперкинезах и судорожных приступах у детей с ДЦП, восстанавливают речь, психические и двигательные функции, функции тазовых органов. Микрополяризация позволяет уменьшать очаги кровоизлияния в остром периоде инсульта, черепно-мозговой травмы или травмы спинного мозга. Также применение микрополяризации эффективно при таких знакомых всем жителям крупных городов проблемах, как бессонница, хроническая усталость, ухудшение памяти, депрессии.

Физиотерапия — область клинической медицины, изучающая лечебное действие естественных и искусственно созданных природных факторов на организм человека. Это старейшее лечебное и профилактическое направление включает в себя множество разделов, каждый из которых, в свою очередь, объединяет ряд обособленных или комплексных лечебных методов, основанных на использовании того или иного физического фактора. Среди наиболее известных методов физиотерапии солнечные и воздушные ванны, водолечение, минеральная вода, электрическое и электромагнитное воздействие, воздействие давлением (баротерапия), грязелечение и др.

Таким образом, главная цель физиотерапии — это достижение наилучшего эффекта в лечении какого-либо заболевания при наименьшей нагрузке на организм пациента и использовании физических методов лечения.

Электрофорез

В основе данного метода лечения лежит явление перемещения частиц в жидкой или газообразной среде под действием внешнего электрического поля, впервые открытое профессорами Московского университета П. И. Страховым и Ф. Ф. Рейссом еще в 1809 году.

Лечебное вещество наносится на прокладки электродов и под действием электрического поля проникает в организм через кожные покровы или слизистые оболочки, влияя на физиологические и патологические процессы непосредственно в месте введения. Электрический ток также оказывает нервно-рефлекторное и гуморальное действие (то есть через жидкую среду организма — кровь, лимфу, тканевую жидкость).

Преимущества лечебного электрофореза множество: во-первых, таким методом вводятся малые, но достаточно эффективные дозы активного вещества, которое далее действует пролонгированно. Во-вторых, вещество попадает в организм в наиболее химически активной форме — в виде ионов, что дает возможность создания высокой местной концентрации действующего вещества без насыщения им крови. Это позволяет, в частности, вводить лекарственные препараты непосредственно в очаги воспаления, блокированные в результате нарушения локальной микроциркуляции.

Лечение медикаментами в определенных ситуациях безусловно оправдано, но при этом возникает вероятность нежелательных и непредвиденных побочных эффектов. С помощью физических факторов можно уменьшить дозировку применяемых лекарственных средств. Поэтому электролечение остается одним из самых безопасных и распространенных направлений лечения и реабилитации, использующим как классические методы, так и созданные и создающиеся в настоящее время.



За рамками «науч-попа»

Елена Крживицкая, искусствовед

О чем могут поведать нам познавательные мультфильмы, посвященные теме электричества? Об электричестве, разве нет? Безусловно, о нем. О янтарной палочке и овечьем руне, о дергающихся лягушках, о лейденских банках и изобретении электрогенератора... Однако, не только. Любой рассказ об открытии и «приручении» электричества (как судьбоносном для всего человечества итоге развития научной мысли) — это неминуемо рассказ об устройстве Вселенной. А Вселенная наша устроена... каждый раз по-разному. Во всяком случае, представления об ее устройстве и месте человека в ней заметно меняются — из века в век.

Любопытно сравнить. Все те же шерсть и янтарь, именуемый греками электроном, все те же бегущие по проводам его отрицательно заряженные тески — вроде ничего нового. Излагают, однако, по-другому...

«Мы не привыкли отступать!»

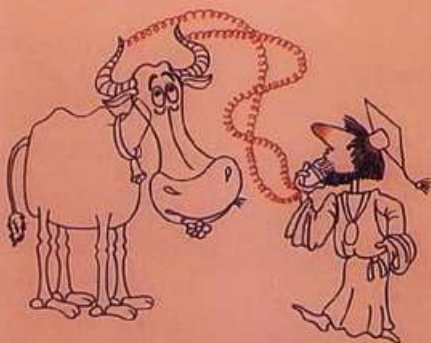
1966-й. «Хочу все знать!»: познавательный киножурнал, выпуск 47. Этот рассказ об электричестве начинается с громовых раскатов и цитаты из Псалтири: «Возгремел на небесах Господь и дал глас Свой» (Пс.17:14). Густой, хорошо поставленный мужской голос за кадром тут же добавляет: «Так объясняла причину грозы религия: *дивно гремит Бог, делает дела великие, для нас непостижимые*». А это уже выдержка не из Псалтири, а из книги Иова... (Иов. 37:5). Вот так так. Хорошо, выходит, Библию знали, внимательно читали. Цитировали, однако, чтобы «опровергнуть»: «Непостижимые?..» — в вопросе диктора уже слышна тихая, но многозначительная усмешка. И мы сразу понимаем, что вопрос — риторический. Сейчас нам расскажут, что непостижимое — постижимо, что для человека проникновение в тайны мироздания реально, это лишь вопрос дерзости и усердия, да и само звание человек — звучит гордо. (В конце концов, не будем забывать — Эра космонавтики уже

открылась, и к 1966 году уйма народу побывала в космосе, в том числе и первая женщина-космонавт Терешкова.)

Характерно, что из всего толстого тома по истории электричества создатели этого мультфильма выбирают к показу на экране страницу самую драматическую — XVIII век, исследования ученого Рихмана. Это он — профессор Петербургского университета Георг Вильгельм Рихман — «заставил молнию сойти с небес и привел ее к себе на рабочий стол». Для этого ученый придумал несложный прибор: поднесешь металлический прибор к металлической линейке, и льняная нить отклонится. От линейки тянулась проволока на крышу, там — ловушка для молнии, если в грозу нить отклонится, значит, молния не что иное, как электрический разряд. И нитка — отклонилась!

ХОЧУ ВСЕ ЗНАТЬ!

№47



«Простая нитка открыла тайну молнии небесной!» — восклицает диктор. Теперь «грозная таинственная молния, став обычной электрической искрой, делала то, чего ждал от нее ученый». Разве тут речь не о власти? Обуздать Вселенную, укротить силы природных явлений, приручить стихию, заставить служить себе. И хорошо, когда роль в этом покорении играет «не Бог, не царь и не герой», а простой человек (в смысле социального происхождения, разумеется). Или даже — простая нитка...

(Сравните: в это же самое время — всего через два года после 47-го выпуска познавательного киножурнала — Академия наук СССР получит задание от партийного пленума разработать план масштабного перераспределения стока рек, известный как «поворот сибирских рек». Тут, видимо, должны зазвучать фанфары. Но мы-то с вами знаем, что этот грандиозный и опасный утопический проект закроют в конце 1980-х...)

Но пока на дворе 1960-е, и на площадях звенит поэзия молодой отваги и деятельного оптимизма: «Орешек знаний тверд, но все же мы не привыкли отступать. Нам расколоть его поможет киножурнал "Хочу все знать!"» — люди старшего поколения хорошо помнят девиз этого познавательного киножурнала, каждый раз звучавший во время заставки под бравурное звучание симфонического оркестра.

«Мы не привыкли отступать», и нам особо близки те, кто не отступает, даже если платит за это ценой собственной жизни. Вот и Рихман «ценой своей жизни доказал, что молния — это та же электрическая искра...», он «понимал, что рискует, но не пропускал ни одной грозы, и однажды, когда он склонился над прибором, случилось непоправимое». «Умер господин Рихман прекрасною смертью, исполняя по своей профессии должность. Память его никогда не умолкнет», — приведут нам слова его коллеги, Михайло Васильевича Ломоносова.

Итак, в фокусе внимания энтузиастов-шестидесятников — извечная тайна природы, смертельная опасность, с нею сопряженная, и обязательно подвиг — во имя науки и человечества. В 1960-е мы видим человека, преодолевшего земное тяготение и поставившего себя в центр мироздания. Но его дерзость и горделивая уверенность в безграничности своих возможностей неразрывно сопряжены с пафосом борьбы: ведь он будто бы вынужден все время что-то «отвоевывать» у природы и у Бога.

«Куда уж нашему Зевсу...»

1985-й. На экранах советских телевизоров мультипликационный фильм «Повелители молний» (из цикла «Рассказы о профессиях»). И здесь так же, в доступной форме, рассказывается про историю открытия электричества. Но время изменилось. Сильно заезженная к позднесоветскому этапу героика предстает перед нами в своем отравленном сомнениями и иронией, «перестроечном» изводе. Как старая прима (не путать балерину с сигаретами), она теперь уж «не та»... Да и антирелигиозный накал как-то подувал, сменил масштаб, Библию не вспоминают больше. Самозванец, которого надобно поставить на место, — Зевс-громовержец, «повелитель молний».

Ах, как любили позднесоветские мультипликаторы греческих богов и героев. Да и как не любить: безопасное пространство для шуток и эскапад, карманные мифические боги, над которыми «современному человеку» можно безнаказанно зубоскалить, утоляя общую неудовлетворенность жизнью критикой «предков». И пускай современный человек за последние два десятилетия подрастатил героический пафос, измельчал, душевно и физически ослаб, он по-прежнему смотрит на своих далеких предшественников свысока, и «родиться в наши дни», «быть человеком современным» — по-прежнему считается привилегией и удачей (а между тем человечеству остался всего год до Чернобыля).



Однако в 1985 году мы с легкой душой подшучиваем над необразованными, но весьма пытливыми античными «предками» — все-таки это они открыли статическое электричество, они называли янтарь электроном... А бедные греки — в образе простоватого мужичка в потрепанном хитоне — беззлобно пожимают плечами в ответ.

— Так что же это такое — электричество? — разъясняет этому древнему греку ведущий. — Возьмем, например, молнию...

— Возьмем! — древний грек удивлен и напуган. — Так он тебе и дал, он тебя еще и шандарахнет!

— Кто?

— Зевс!!!

— Да при чем же тут Зевс...

Действительно, ни при чем? Ах, да, конечно. Ведь еще русский ученый Ломоносов и американский Франклин установили, что причина молний — атмосферное электричество, и изобрели громоотвод... А в 1831 году, когда Майкл Фарадей придумал, как научить электричество работать (изобрел электромотор и электрогенератор), на Земле началась эпоха электричества: «родился богатырь сильнее мифического Зевса...»

Повелителями электричества объявляются в этом мультфильме уже не первооткрыватели-ученые, но миллионы участников технологического процесса, все те, кто управляет электроэнергией, делает и чинит электрические приборы — электромонтер и диспетчер электростанций, сборщица радиозавода и телемастер... Не случайно и наглядное изображение тока предстает зрителю в виде цепочки бегущих в проводе одинаковых с лица мужичков-работяг. А земной шар вращается вокруг своей оси, перепопсанный электропроводом с огромной вилкой...

— М-даа... куда уж нашему Зевсу... — вздохнет мужичонка в хитоне, по пояс высунувшись из телеэкрана. И под мельканье молний вздрагивающая, будто от грома, картинка явит нам в финале портрет Зевса с кудлатой бородой, сильно смахивающий на портрет... Карла Маркса.

Маленькая фига, спрятанная за спину, очень характерная для позднереволюционных времен. А мы, кроме всего прочего, понимаем, что если создатели киножурнала «Хочу все знать!» помимо учебника физики в ранние годы жизни читали и изучали Библию, то создатели мультфильма «Повелителей молний» в юности изучали «Капитал» Маркса...

«Мы играем с силами, о которых почти ничего не знаем...»

2011-й. «Электробитва» (15-я серия «ПИН-кода»). ПИН-код — спин-офф мультсериала «Смешарики», снятый с вполне практическим намерением расшевелить, удивить, увлечь детей и тем самым сформировать интерес к изобретательству, техническому творчеству и науке. Создатели «Электробитвы» «Капитал» точно не читали, зато они много смотрели кино.

Итак, вскоре после того, как Карыч рассказал Ежику об электронах — все тот же янтарь (янтарный скипетр!) и трение о шерсть, — того случайно ударило током (виной тому стала испорченная изоляция провода у электрочайника). Очнувшись после шока, Ежик стянет с головы мокрую тряпку компресса и объявит, зловеще щуря глаза из-под круглых очков: «Эти электроны очень опасны. Мы играем с силами, о которых почти ничего не знаем...» Похоже, он немного тронулся умом. Бедняга стал современным мультяшным луддитом, объявив войну электричеству: теперь он будет тайно бить лампочки, с inferнальным хохотом дергать рубильники, отключая электропитание, и, наконец, перерезав кусачками кабель, опять хлопнется в обморок. Они выживут. После повреждения будут включены резервные генераторы их лунолета. Ежик, очнувшись, вынужден будет вновь выслушивать убеждения резонера Карыча:

— Тебе не удастся выключить электричество повсюду, это часть нашей цивилизации.

— И наш лунолет работает на электричестве — «если его отключать, мы разбиваться!» — добавит Пин.



В промежутках нам наглядно продемонстрируют разные полезные сведения о том, что электричество есть и внутри организма. Это убедит нас, но не убедит Ежика. Он намерен бороться с электронным нашествием до конца! И тогда его похитят электроны. И расскажут о том, что они — пленники атомов, навеки прикованные электрическими силами к протонам. Атомы соединялись в тюрьмы-молекулы, которые образовывали звезды, планеты и их спутники. Казалось, так будет вечно, но вот на одной из планет зародилась жизнь, а спустя некоторое время и разум.

— Не без нашего участия, — объясняют электроны, — ведь мы причастны к вашему мыслительному процессу! И нам останется лишь подтолкнуть вас к осознанию того, сколько пользы мы принесем вашей цивилизации — если только отпустить нас на свободу...

Это весьма виртуозное и наглядное объяснение физического явления, выполненное в риторике «Звездных войн», эдакое ироническое переосмысление расхожей в современной культуре параноидальной теории заговора.

Затем камера отплывет, и окажется, что авторы познавательного сериала аккуратнее, чем нам кажется, и вовсе не вышли за грань реальности: то, что слышит и видит Ежик, — это всего лишь представление, устроенное друзьями, чтобы успокоить и образумить его. Ежик не заметит и успокоится. Никто ничего не выдаст. Только Крош тихонько скажет Карычу:

— Это ты здорово придумал — взрыв, планеты, звезды из электронов...

На что тот резонно ответит:

— По правде говоря, я ничего не придумывал... так, слегка добавил жизни...

А ведь так оно и есть!

Cabex — энергия успеха



ufi
Approved
Event

Cabex

**18-я Международная выставка
кабельно-проводниковой
продукции**

19-21 марта 2019 года
Москва, ВВЦ «Сокольники»

- Кабели и провода
- Кабельная арматура
- Электромонтажные изделия
- Электротехнические изделия
- Оборудование для монтажа, переработки кабеля
- Материалы для производства кабеля

Реклама

Получите бесплатный
билет по промокоду:
cb19czf798

www.cabex.ru

Организаторы



Международная
Выставочная
Компания

+7 (499) 750 08 28
cabex@mvk.ru



ОАО «ВНИИЭП»



АТО

Генеральный
информационный партнер

RusCable.Ru
Энергетика. Электротехника. Связь.
Первое отраслевое электронное СМИ РФ ВС77-23661

Специальный
отраслевой партнер



ИЗОЛЯТОРЫ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ
СПИРАЛЬНАЯ АРМАТУРА
АРМАТУРА ДЛЯ ЛЭП
АРМАТУРА СИП
ПРОВОД СИП
МОЛНИЕЗАЩИТА
КАБЕЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ
ОПОРЫ
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ
НАТЯЖНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ



25 ЛЕТ НА РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

on-line
заказ
WWW.locus.ru

АДРЕСА ОФИСОВ:

Локус. Екатеринбург:
620062, г. Екатеринбург, ул. Генеральская, 7
тел./факс: (343) 375-87-87, 375-88-06
e-mail: locus@locus.ru

Локус. Новосибирск:
630083, г. Новосибирск, ул. Большевицкая, 177, оф. 425
тел./факс: (383) 227-82-58, 227-82-66, 227-82-79
e-mail: locus-nsk@locus.ru

Региональный представитель по ХМАО и ЯНАО:
тел.: +7 (912) 048-10-84
e-mail: bobrov@locus.ru