

№ 4 (48) декабрь 2019 года

ЭнергоStyle

Наполним жизнь энергией!



Энергетическая теория стоимости

Дорогу полимерной изоляции

Гасители вибрации

Метаморфозы: жесткая анкерная линия

ЭнергоStyle



Содержание

- 4 стр. **Актуально**
Энергетическая теория стоимости
- 8 стр. **Альтернатива**
Проблемы использования возобновляемых источников энергии
- 12 стр. **Точка зрения**
Пути повышения надежности и эффективности воздушных линий электропередачи
- 24 стр. **Безопасность**
Повышение надежности сети 6–35 кВ путем изменения режима заземления нейтрали
- 28 стр. **В деталях**
Многочастотный гаситель вибрации типа ГВ
- 32 стр. **Методология**
Методологии RCM: есть проблема с пониманием
- 40 стр. **Метаморфозы**
Фотосессия. Жесткая анкерная линия
- 48 стр. **Электроистории**
Трамвай Пироцкого
- 52 стр. **Что. Где. Когда**
Мир энергетики в экспозиции
- 54 стр. **Культпросвет**
«Что-то вроде волшебства...»
Световой театр художника Поленова



ЭнергоStyle

декабрь 2019, № 4 (48)

Учредитель:

ООО «УРАЛПРОМ ПЛЮС»

Издатель:

ООО «УРАЛПРОМ ПЛЮС»

Адрес издателя:

620062, Екатеринбург, ул. Генеральская, 7, оф. 513
тел./факс: (343) 375-87-87, 375-88-06, 375-88-09

Главный редактор:

Мария В. Лупанова
m.lupanova@locus.ru

Корректор:

Полина Рожкова

Фото:

Евгений Ланкин

Дизайн, верстка:

Олеся Акулова
akulova_oa@mail.ru

Предпечатная подготовка:

Виталий Носкевич

Авторы:

Игорь Антоненко, Михаил Бабушкин, Дмитрий Гиберт,
Александр Журавлёв, Александр Зигун, Елена Крживицкая,
Андрей Кудрявцев, Владимир Лисиенко, Мария Орлова,
Дмитрий Пахомов, Анатолий Поглавский, Соломон Розин,
Олег Салов, Владимир Толмачёв, Яков Щёлоков

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 «Типография»
620043, г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 78, пом. 1
тел. (343) 287-03-52

Периодичность выхода: 1 раз в три месяца

Тираж: 3000 экз.

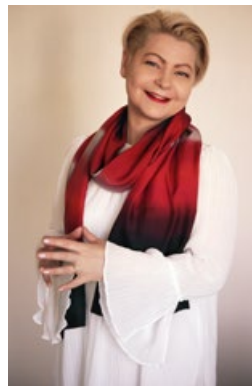
Дата выхода в свет 11.12.2019

Распространяется бесплатно 16+

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!

Поздравляю с профессиональным праздником — Днем энергетика! Пусть все для вас складывается самым наилучшим образом: сложные задачи быстро решаются, новые технологии успешно осваиваются, любые ситуации воспринимаются в позитивном ключе (как данные для дальнейшего развития) и все дела идут в гору! Уже оттуда (с горы) вам откроются новые горизонты, задачи, технологии и ситуации. Удачи!

А с самым любимым для всех праздником хочу поздравить словами поэта первой трети XIX века Дмитрия Веневитинова (к слову, он был дальним родственником Пушкина). Написано 200 лет назад, а как будто сегодня...

Друзья! настал и новый год!

Забудьте старые печали,
И скорби дни, и дни забот,
И все, чем радость убивали;
Но не забудьте ясных дней,
Забав, веселий легкокрылых,
Златых часов, для сердца милых,
И старых, искренних друзей.

Живите новым в новый год,
Покиньте старые мечтанья
И все, что счастья не дает,
А лишь одни родит желанья!
По-прежнему в год новый сей
Любите муз и песен сладость,
Любите шутки, игры, радость
И старых, искренних друзей.

Друзья! Встречайте новый год
В кругу родных, среди свободы:
Пусть он для вас, друзья, течет,
Как детства счастливые годы.
Но средь Петропольских затей
Не забывайте звуков лирных,
Занятий сладостных и мирных,
И старых, искренних друзей.

Мария Лупанова, главный редактор



Уважаемые коллеги!

Поздравляю вас от всего сердца с профессиональным праздником — Днем энергетика и наступающим Новым годом!

Декабрь для нас является периодом подведения своеобразных итогов, когда оглянувшись на прожитый год, понимаешь, что достигнуто, а над чем еще стоит поработать, и какие горизонты нам откроются. Жизнь энергетиков, с одной стороны, четко регламентирована — каждый на своем рабочем месте выполняет определенный круг обязанностей. С другой стороны, в вашей деятельности бывает столько непредсказуемого (чего стоят хотя бы сюрпризы погоды!), что без всякого пафоса ее можно назвать героической.

Желаю вам в работе как можно больше спокойных периодов, новых возможностей для освоения инновационных технологий, стабильности и процветания! Пусть в Новом году в ваших семьях царит мир и согласие, добрые отношения и теплые улыбки согревают вас не только в стужу, а хорошее настроение и радость от того, что вы делаете, дадут возможность идти по жизни с оптимизмом! Здоровья и счастья!

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



Уважаемые коллеги!

От всей души поздравляем вас с профессиональным праздником и наступающим Новым годом!

Проектирование и строительство энергетических объектов — большая командная игра, в которой всегда очень много участников. Успех в ней зависит, в первую очередь, от слаженной и качественной совместной работы, от взаимопонимания заказчика и всех исполнителей. Уходящий год показал, что у нас получилось слаженно и эффективно работать в команде.

В наступающем году мы желаем всем успешной реализации планов и проектов как в профессиональной деятельности, так и в личной жизни! Пусть 2020 год, как новогодняя гирлянда, украсит вашу жизнь запоминающимися, яркими и радостными событиями!



Коллектив ООО «Каскад»

Энергетическая теория стоимости

Соломон Розин, заслуженный энергетик РСФСР;

Владимир Лисиенко, заслуженный деятель науки и техники РФ, лауреат Премии Правительства РФ, доктор технических наук, профессор Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина;

Яков Щелоков, кандидат технических наук.

История человечества неразрывно связана с увеличением энерговооруженности труда, что приводило к повышению уровня жизнеобеспечения, смене общественных формаций, научно-техническим революциям и т.п. В настоящее время, когда затраты энергии являются основными в производстве многих товаров, энергетика претендует на участие в управлении экономикой, путем создания и освоения принципиально нового направления — энергетической теории стоимости (ЭТС) [1], наряду или вместо трудовой и денежной теории стоимости [2]. До использования ЭТС в экономике ранее был разработан ряд оснований: энергетический анализ (ЭА) [1], тринадцать теорем [3], энергетическая валюта [4] и др.

Энергетический анализ

Это метод, который предназначен для определения фактических затрат в виде энергии и человеческого труда, выраженных в одинаковых единицах, на производство всех видов товаров, путем сквозных расчетов расходов труда и энергии по всей технологической цепи, начиная с добычи сырья и энергии [1]:

$$C = C_t + C_\varepsilon, \quad (1)$$

где C — суммарные затраты труда и энергии в любых единицах, C_t , C_ε — соответственно, оплата труда и затраты энергии в одинаковых единицах.

Энергетический анализ (ЭА) находится на стыке трех дисциплин: экономики, энергетики и технологии. В любой технологии энергия используется в трех формах: первичная, производная и скрытая.

Сумма трех форм энергии, за вычетом полезно использованных вторичных энергоресурсов, составляет технологическое топливное число произведенного продукта (ТТЧ), то есть его скрытую энергию. Таким же образом можно вычислить трудовые затраты. Сумма энергетических и трудовых затрат образует совокупное топливное число данного продукта (СТЧ). ЭА используется в РФ, Европейском союзе (ЕС), он практически не связан с факторами, которые сейчас «успешно» используются экономистами (курс валюты, инфляция, финансовые операции и др.), которые напрямую могут влиять на величину ВВП, искажая картину реального производства. Особенно энергетический анализ незаменим при выборе технологий, производящих один и тот же конечный продукт. Пример расчета технологических топливных чисел (ТТЧ), посредством сквозного расчета затрат энергии для ряда продуктов одного из металлургических комбинатов России, приведен в таблице. Исследования показали прямую зависимость себестоимости от ТТЧ:

$$C_s = a\text{ТТЧ} + v. \quad (2)$$

Кстати, ЭА показывает, что нередко сама технология в России не отличается по расходам энергии и трудовых ресурсов от аналогичных технологий, например, в США. Разница получается за счет потерь при использовании конечных продуктов, или потерь на стыках технологической цепи при нерациональной постройке технологической логистики. Плюс существующая международная методика завышает оценку удельной энер-

гоемкости из-за завышенного курса доллара. Энергетический анализ в комплексе с ВВП позволяют выявить динамику повышения доли затрат энергии в товарном производстве при возрастающей тенденции к снижению доли затрат труда.

По данным энергетического анализа оплата труда соответствует доле внутреннего потребления в ВВП:

$$C_t = d(C_t + C_\varepsilon), \quad (3)$$

где d — доля внутреннего потребления в ВВП,

$$\text{отсюда } C_t/C_\varepsilon = d/(1-d). \quad (4)$$

Социальная составляющая

Зависимость отношения доли оплаты труда к доле затрат энергии от доли внутреннего потребления в ВВП приведена на рис. 1. Для развитых стран доля внутреннего потребления в ВВП, в основном, находится в пределах $d = 0,5-0,75$, что соответствует отношению $C_t / C_\varepsilon = 1,0-3,0$. По мере развития автоматизации и роботизации технологических процессов и общего роста экономики доля внутреннего потребления будет возрастать. Доля оплаты труда в экономике равна или до трех раз больше, чем стоимость энергии, что и указывает на источник получения прибавочного продукта. Преобразуем выражение (4) в критерий для оценки социального развития общества — Sr (social result):

$$Sr = C_t/C_\varepsilon = d/(1-d). \quad (5)$$

Эта безразмерная величина, зависящая от доли внутреннего потребления, отражает распределение реально произведенного продукта, зрелость социального развития общества и емкость внутреннего рынка.

Таблица

Технологические топливные числа (ТТЧ) при производстве ряда металлургических продуктов (данные исследований авторов)

№п/п	Наименование	Единица измерения	ТТЧ,	Фактический показатель
	Производные энергоносители			
	Электроэнергия	МВт/час	474,4	
	Кислород	1000 м ³	340,3	
	Сжатый воздух	1000 м ³	49,1	
	Пар	Гкал	365,4	
	Вода производственная	1000 м ³	112,7	
	Вода химочищенная	1000 м ³	1043,6	
	Кокс	т	1442,1	
	Технологические продукты			
	Концентрат железной руды	т	86,3	
	Окатыши	т	133,9	
	Агломерат	т	238,8	
	Чугун передельный	т	1278,5	
	Сталь мартеновская (скрап-рудный процесс)	т	1008,3	
	Электросталь	т	1235,7	
	Сталь конвертерная	т	1024,6	
	Прокат сортовой	т	1509,4–1545,7	В зависимости от сорта проката
	Лист холоднокатаный	т	1704,9	
10	Трубы обсадные	т	1550	
11	Рельсы	т	1350	

В выражении (4), кроме того, заменим:
 $C_t = C_t \cdot T$; $C_e = C_e \cdot eT$,
 где T — число затраченных чел./часов;
 $e = C_e / T$, кгут/чел./час (это энерговооруженность);

C_t — стоимость оплаты одного чел./часа в энергетических единицах;

C_e — стоимость единицы энергии, которая принимается равной 1 кгут.

После преобразования выражения (4) получим стоимость рабочей силы в энергетических единицах:

$$C_t = eS_t \quad (6)$$

и величину реального валового продукта, так же в энергетических единицах:

$$C = eT(S+1). \quad (7)$$

Таким образом, чем выше критерий социального развития (в определенных пределах) при той же или более высокой энерговооруженности и трудовых затратах, тем выше оплата труда, реальный произведенный продукт и емкость внутреннего рынка, и тем больше эффективность производства и устойчивость социального развития в обществе. Оплата труда, определяющая долю внутреннего потребления, должна отслеживаться и регулироваться наряду с другими основными параметрами рыночной экономики, за которыми необходимо осуществлять реальный контроль.

Энергия как средство товарообмена

Все вышеизложенное позволяет считать возможным и целесообразным, в современных условиях, использование энергии, особенно первичного топлива, в качестве средства товарообмена, т.е. в функции денег. Как показано в [1,5], основная мировая валюта — доллар США — накопила массу не-



Рис. 1. Зависимость отношения оплаты труда к стоимости энергии от доли внутреннего потребления в ВВП ряда стран

достатков и наиболее подходящим из товаров, в качестве посредника при товарообмене, т.е. в функции денег, является энергия, особенно ископаемое топливо, которое удовлетворяет практически всем требованиям, предъявляемым к стабильной валюте. Действительно, добыча и потребление ископаемого топлива (оно составляет более 85 % от суммарного потребления энергии) отличаются только за счет пополнения сезонных запасов, а большие запасы топлива вряд ли возможны и целесообразны, их просто негде хранить. Распределение добычи и потребления ископаемого топлива в мире примерно составляют в условном топливе: нефть — 37 %, природный газ — 24 % и уголь — 24 % с тенденцией увеличения количества газа и снижения доли угля. Конечно, все страны используют энергию, а рост потребления энергии за счет вышеприведенных факторов при существующем росте производства не превышает 1–2 % в год. Что касается использования золота, то его слишком мало для мирового товарооборота (меньше 2 % от мирового ВВП).

Использование энергии в качестве измерителя стоимости товаров и в функции валюты вводит нас в новую экономическую ситуацию, в том числе в сфере денежного и товарного обращения. Товар становится ценностью в единицах энергии, и эта ценность корректируется потребительским спросом.

Энергетическая теория стоимости

Экономическая наука Запада рассматривает четыре рынка: товаров, денег, облигаций и рабочей силы [2], не замечая существования по крайней мере равноправного, если не более, рынка энергии, несмотря на ее основную роль в современном производстве товаров. В их себестоимости доля энергии может достигать до 90 % и более; она является источником получения прибавочного продукта; она может служить оценкой стоимости товаров и выступать в качестве стабильной валюты. Поэтому наряду с трудовой и денежной теориями стоимости должна быть введена в практику энергетическая теория стоимости (ЭТС). Использование энергии в качестве измерителя стоимости товаров и в функции валюты вводит нас в новую экономическую ситуацию, в том числе в сфере денежного и товарного обращения. Использование ЭТС позволит получать объективную информацию и существенно влиять на темпы и пропорции хозяйственного развития. Играющий роль денег товар (энергия) является одним из основных элементов производства, роль которого непрерывно возрастает, а стоимость переносится непосредственно на производимый товар. Товар становится ценностью в единицах энергии, и эта ценность корректируется потребительским спросом. Спрос — это та общественная потребность, которая подкреплена соответствующей платежеспособностью покупателей. Таким образом, спрос на товар стоит во главе цепочки «спрос-энергия-товар». В отличие от денег энергия не может накапливаться в чистом виде, и обречена на инвестирование капитала, что снижает роль ссудного процента. Некоторые элементы ЭТС рассмотрены выше. Таким образом, энергия отличается от денег, которые участвуют в качестве «паразитной шестерни» в товарообмене по известной формуле «товар-деньги-товар». Количество потребляемых энергоносителей в мире составляет около 20 млрд т/год или 20 трлн кг/т. В итоге и количество потребляемого топлива, и масштаб его цен подходят для данного периода. Предлагаемая валютная единица энергии может быть использована, на начальном этапе, в международной торговле посредством пересчета данной стоимости экспортного товара на стоимость энергии внутри каждой страны, или внутри страны-покупателя, или мировой цены (с учетом прибыли), что позволит торговать с использованием достаточно объективных курсов национальных валют [5]. Денежная и энергетическая валюты могут использоваться параллельно в течение относительно большого промежутка времени. В дальнейшем, после накопления соответствующих справочных данных, можно использовать метод энергетического анализа в экономике с расчетом ТТЧ и СТЧ, что позволит оценивать стоимость каждого конкретного товара непосредственно в энергетических единицах. И, по мере увеличения доли затрат энергии в экономике, суммарная стоимость всех товаров (за исключением энергии) будет приближаться к стоимости энергии.

Итоги

1. Энергетическая теория стоимости, включающая энергетический анализ (как объективный метод расчета затрат труда и энергии на производство товаров и оказание услуг) и энергетическую валюту (как средство стабилизации товарообмена и другой финансовой деятельности), позволяет устранить искажения в оценке реального состояния и задач по развитию экономики за счет исключения «паразитной роли» денежного оборота в перераспределении произведенной продукции внутри страны и между странами, «заработка» в финансовом секторе и др.

2. В наше время доля затрат энергии в экономике постоянно увеличивается, доля затрат труда снижается, а прибавочный продукт создается в основном или исключительно за счет затрат энергии. Энергетика превращается в политическое условие устойчивого экономического развития, а экономия энергии играет главную роль в снижении затрат производства и улучшении экологии. Это приводит к линейной зависимости стоимости товаров от стоимости энергии, затраченной на их производство, и к сближению их стоимостей.

3. Средняя оплата труда и величина реального ВВП в энергетических единицах находятся в прямой зависимости от энерговооруженности и критерия социального развития общества (Sr) и характеризуют эффективность производства и устойчивость социального равновесия в обществе. Поэтому они должны отслеживаться и, в случае необходимости, регулироваться с обеспечением устойчивой обратной связи с обществом.

4. Как показал исторический опыт, перевод денежного оборота с бумажных денег на материальный товар, обладающий самостоятельной ценностью, приводит и к стабилизации цены самой валюты ввиду ее опоры на суммарную стоимость обмениваемых товаров, и влияет на стабилизацию стоимости этих товаров. Поэтому энергию (в основном ископаемое топливо) целесообразно использовать в мировой торговле в качестве стабильной и универсальной энергетической валюты, в первую очередь при взаиморасчетах в национальных валютах [5].

5. Энергетическую теорию стоимости (ЭТС) следует использовать наряду с трудовой и денежной теориями стоимости для анализа состояния и развития экономики, а впоследствии и как неизбежный инструмент управления экономикой.

ЭС

Список литературы

1. Розин С. Е., Щелоков Я. М., Лисиенко В. Г. Экономика и энергетика (Введение в энергетическую теорию стоимости): научно-справочное издание — 2-е изд., доп. Екатеринбург: РУО АИН им. А. М. Прохорова. 2019. — 46 с.
2. Харрис Л. Денежная теория: пер. с англ. / Общ. ред. и вступ. ст. Усоскина В. М. М.: Прогресс, 1990. — 750 с.
3. Нигматулин Р. И., Нигматулин Б. И. Кризис и модернизация России — тринадцать теорем. М.: Типография Новости. 2010. — 49 с.
4. Николаев С. Киловатт-час — мировая валюта будущего? 03.02.2010. Источник: <https://www.pravda.ru/economics/1017047-news/>
5. Розин С. Е., Лисиенко В. Г., Щелоков Я. М. Энергетическая валюта // ЭнергоStyle. 2019. № 2. С. 8–12.



СОЮЗ “БЕЛГОРОДСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА”

БЕЛЭКСПОЦЕНТР

11 - 13 марта 2020

XVII 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

Проблемы использования возобновляемых источников энергии

Александр Журавлёв, доктор технических наук, профессор, почетный энергетик, советник директора Ассоциации СРО «БалтЭнергоЭффект»;

Владимир Толмачёв, доктор технических наук, профессор, почетный энергетик, директор центра АО «Газпром-Промгаз»

Всю мировую общественность взволновало выступление Греты Тунберг с трибуны ООН о необходимости сберечь нашу планету, применяя «зеленые» технологии, а не гнаться за прибылью. Реакции были самые разные: от восторгов и поддержки до возмущения и негодования.

Мировые тренды

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) все больше и больше занимают умы политиков, научных работников и простых граждан. Основу ВИЭ составляет энергия солнца, ветра и воды, а также биомассы (отходов древесины). Может также использоваться геотермальная энергия. Есть еще так называемые квазивозобновляемые источники энергии, к которым относится торф, объемы которого ежегодно увеличиваются на 10 %.

По данным [1] возобновляемые источники энергии в настоящее время обеспечивают около 15 % мирового первичного энергопотребления, но при этом 13 % — это гидроэнергия и традиционная биомасса. Доля новых видов ВИЭ (энергия солнца, ветра, приливов, геотермальных источников, волн и пр.) пока составляет лишь 2 %. Вместе с тем, за последние 10 лет (с 2008 по 2018 гг.) новые виды ВИЭ показали впечатляющую динамику развития: мощности ветроэнергетики выросли в 6 раз, а солнечной энергетики — в 8 раз. В период до 2040 года потребление всех ВИЭ в мире вырастет на 76–115 %, при этом быстрее всего по темпам роста будут увеличиваться новые виды ВИЭ, а в абсолютном выражении наибольший прирост прогнозируется в потреблении твердой биомассы и отходов [1].

В статье будет рассматриваться эффективность внедрения солнечных батарей и ветрогенераторов, так как гидроэнергетику, в связи с масштабным внедрением ее в России и в мире в целом, следует рассматривать отдельно. Почему же «зеленая энергетика» с ВИЭ не так быстро завоевывает позиции в мире, и возможно ли ее быстрое продвижение в России?

Начнем с того, что для любой технологии необходимо прописывать так называемый «жизненный цикл», то есть период от создания оборудования (установки, изделия), ее эксплуатации до процесса его утилизации, что необходимо учитывать и рассчитывать в стоимостном выражении. Развитие новых технологий позволило снизить расходы на оборудование ВИЭ. Так, менее чем за 10 лет (с 2009 по 2017 гг.) стоимость 1 Вт установленной мощности солнечных батарей снизилась на 75 %, а ветровых турбин — на 50 %. Однако мы сталкиваемся с парадоксом: в странах, активно развивающих технологии с ВИЭ, стоимость электроэнергии растет. В Германии с 2006 по 2016 гг. цена на электроэнергию возросла на 51 % при существенном увеличении доли солнечной и ветровой энергии в энергетическом балансе (рис. 1). В Калифорнии с 2011 по 2017 год цена на электроэнергию возросла на 24 % при росте объемов солнечной энергии (рис. 2). В Дании с 1995 года, когда она начала всерьез внедрять возобновляемые источники энергии (в основном ветрогенераторы), стоимость электроэнергии выросла более чем на 100 % [2]. Стоимость электроэнергии в Дании и Германии является самой высокой в Европе.

С другой стороны, в странах, активно использующих атомную энергетику (Швеция, Франция, Южная Корея), стоимость электроэнергии остается одной из самых дешевых в мире. Германия отказалась от строительства АЭС, однако это не означает, что в этой стране вообще не используются невозобновляемые источники энергии: на работающих ТЭС сжигаются и природный газ, и уголь, так как приходится покрывать дефицит электрической и тепловой энергии. Эффективность солнечных батарей и ветрогенераторов в значительной степени зависит от метеословий, и зачастую фактическая выработка электроэнергии данными источниками не совпадает с графиками потребления энергии населением и промышленностью. Так, при скорости ветра менее 5 м/с (характерная среднегодовая скорость ветра на большей части территории России) ветроэлектростанции могут генерировать лишь незначительную долю электроэнергии от номинальной выработки и работают практически в «холостом» режиме. При скорости ветра менее номинальной (в основном равной 12–15 м/с) они вырабатывают электроэнергию невысокого качества (с отклонениями по частоте и напряжению). Солнечные батареи позволяют получить электроэнергию в дневное время, а потребность в ней возникает, как правило, в утренние и вечерние часы. В пасмурную погоду эффективность такого оборудования становится крайне низкой. Таким образом, для обеспечения промышленности и населения качественной электроэнергией требуется дополнительное оборудование (желательно с аккумулярованием энергии), что приводит к дополнительным затратам. А, кроме того, при неблагоприятных метеословиях необходимо держать в резерве дополнительные мощности в виде теплоэлектростанций (ТЭС), что также требует затрат.

Есть шокирующие заявления специалистов по поводу широкого внедрения ВИЭ. Так, старший исполнительный вице-президент электрогенерирующей и распределительной компании Electricite de France (EDF) Марианн Легно на XXIV Всемирном энергетическом конгрессе в Абу-Даби заявила, что переход Германии к политике поддержки возобновляемых источников энергии, начатый более 15 лет тому назад, в итоге отнюдь не привел к уменьшению выбросов CO₂.

«Если мы посмотрим на процесс перехода от использования одних видов энергии к другим в Германии, уровень выбросов CO₂ сейчас такой же, какой был в 1990-х годах. Тем не менее

Евроцент/(кВт·ч)

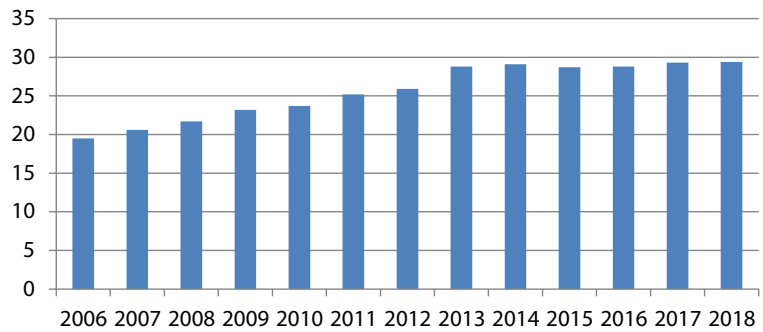


Рис. 1. Рост цен на производимую электроэнергию в Германии. Источник: Federal Association of German Energy and Water Industries (BDEW), 2017, via Clean Energy Wire, 2018

Цент/(кВт·час)

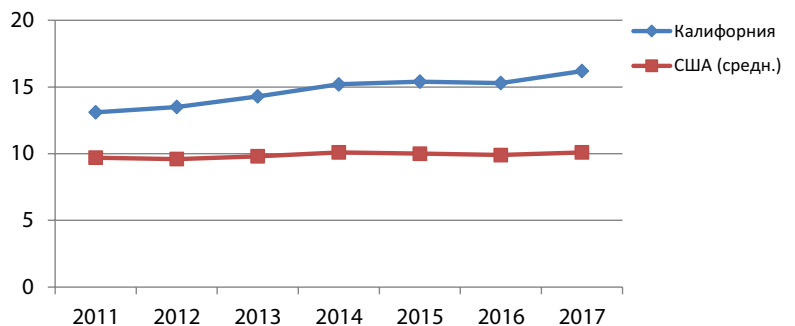


Рис. 2. Рост цен на производимую электроэнергию. Источник: US Energy Information Administration, 2017

огромная сумма затрат возложена на жителей и налогоплательщиков, потому что были инвестированы огромные суммы в возобновляемые источники энергии. И, когда нет солнца или ветра, нужна базовая нагрузка. Что является базовой нагрузкой в Германии? Это бурый уголь», — прокомментировала вице-президент французской компании ситуацию, сложившуюся в соседней стране. «Цены на энергию в Германии для промышленных потребителей на 30 % выше, чем во Франции. Давайте оперировать фактами и цифрами, а не идеологией!» — отметила она.

Реальные показатели разнятся больше, чем сказано в докладе. Французские домохозяйства в 2018 году, согласно данным агентства Eurostat, в среднем платили лишь 0,179 евро за каждый потребленный кВт·ч электроэнергии, в то время как жители соседней Германии — на 67 % больше — 0,3 евро за каждый кВт·ч. Выше, чем в Германии, в 2018 году цены были только в соседней Дании — там каждый кВт·ч обходился бытовым потребителям в 0,312 евро [3].

Например, формально в Швеции и Норвегии доля возобновляемых источников даже выше, чем в Германии, а Норвегия и вовсе является рекордсменом в переходе на возобновляемую энергию. В 2017 году, по данным того же Eurostat, в Норвегии 45,7 % энергии поступало из возобновляемых источников. Однако в этой немалой доле общего энергетического баланса 40,3 % составляла энергия ГЭС, а еще 4,6 % энергии норвежцы получали из биомассы, в основном лесного происхождения. В то время как солнечной энергии в норвежском энергетическом балансе не было вовсе, а, казалось бы, «перспективный» на морском побережье ветер занимал всего 0,8 % [3]. Таким образом, энергия солнца и ветра активно используется не повсеместно, а с учетом реальных условий и политических установок.

Взгляд из России

В России энергия, производимая с использованием ВИЭ, составляет сегодня менее 1 %. Большая часть электрической энергии производится на ТЭС (там же генерируется и тепловая энергия), 19 % приходится на АЭС и 16 % на ГЭС (рис. 3).

В перспективе до 2040 года основой российской электроэнергетики останутся тепловые электростанции (около 62 % от общего производства электроэнергии в 2040 году). При этом самые высокие темпы роста выработки электроэнергии будут характерны для новых видов ВИЭ (15 % в год в период до 2040 года), их доля в производстве электроэнергии увеличится к 2040 году с менее чем 1 % до 2,5–6 % [1].

В последнее время Россия ищет пути изменения в балансе производства как электрической, так и тепловой энергии. Недавно в рамках Российской энергетической недели прошла панельная сессия «Партнерство Россия — Евросоюз: возможности для обеспечения экологической трансформации энергетического рынка». Одна из центральных ветвей дискуссии была посвящена тому, как инновации европейских энергетических компаний помогут отечественному энергетическому сектору трансформироваться в современной экологической парадигме. Здесь рассматриваются различные варианты как для невозобновляемых источников энергии (в частности, внедрение парогазового цикла для ТЭС), так и для ВИЭ.

Президент «Сименс» в России Александр Либеров заявил: «В долгосрочной перспективе будет увеличиваться доля возобновляемых источников энергии, таких как энергия ветра, солнца и воды». При этом было отмечено, что необходимо использование систем накопления и хранения электроэнергии, или преобразования энергии в такие высокоэнергоемкие химические вещества, как водород.

Руководитель департамента мировой экономики ВШЭ Игорь Макаров — спикер состоявшейся в Осло конференции «Civil Society and the Energy Sector: Natural Resources and Climate Change» отметил: «По мере того, как технологии будут развиваться, и по мере того, как законодательство в России будет приходить в некий порядок, интерес к возобновляемым источникам энергии будет расти. Это будет происходить очень медленно, мы не можем ожидать, что в России возобновляемая энергетика очень скоро достигнет каких-то значимых величин — скажем 10–15 % или даже больше». Однако далее его прогноз звучал так: «И если не считать крупные ГЭС и атомную энергетику, то в ближайшие 10–15 лет Россия будет базироваться на ископаемом топливе».

В чем причины отставания российской энергетики в быстром продвижении на ее рынок ВИЭ? Их несколько, и все они существенны.

Во-первых, большие запасы ресурсов невозобновляемых источников энергии. Несмотря на возникающие трудности по их дальнейшей разведке и извлечению из недр, использование невозобновляемых ресурсов остается приоритетным в энергетике.

Во-вторых, сложившаяся за многие десятилетия инфраструктура энергетической отрасли. Сегодня невозможно отказаться от действующих ТЭС или АЭС, заменив их ВИЭ. Применение ВИЭ наиболее целесообразно и эффективно для труднодоступных удаленных районов в зонах децентрализованного энергоснабжения.

В-третьих, экономические причины, по которым стоимость оборудования на 1 кВт установленной мощности ВИЭ в 1,5–2 раза превосходит стоимость традиционных генерирующих мощностей.

В-четвертых, отсутствие развитой технической и технологической базы по производству оборудования ВИЭ на отечественных предприятиях.

Электроэнергия, в %

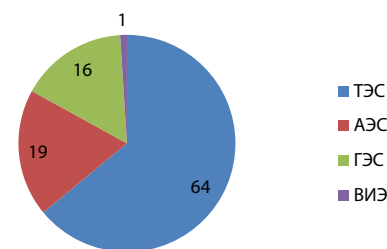


Рис. 3. Выработка электроэнергии в России от различных источников

Лишь некоторые производства сегодня («НПО «Электромашина», ГК «Хэвел», АО «Сатурн», АО Научно-инженерный центр «ВИНДЭК», ТХ «Электросистемы», ООО «Президент-Нева» Энергетический центр», АО «НИПОМ» и др.) готовы выпускать ветрогенераторы и солнечные батареи из отечественных комплектующих и энергокомплексы на их основе.

Сегодня рабочие ветрогенераторы уже установлены в Крыму, еще две площадки с альтернативными источниками энергии на 250 и 300 МВт планируется построить в Краснодарском крае. На них будут установлены ветрогенераторы, большую часть комплектующих для которых изготовят российские производители. В последние годы, в ряде регионов России ведется активное строительство солнечных электростанций. Кроме указанных выше проблем необходимы политические решения и нормативно-правовая база по внедрению ВИЭ в тех регионах, где их применение будет оправданным и эффективным.

Выводы

1. В настоящее время массовый переход от установок традиционной энергетики к энергоустановкам на основе ВИЭ невозможен в силу ряда объективных причин (политического, экономического, технологического характера).

2. В России, в связи с существенными отличительными климатическими и метеорологическими условиями, а также демографическими показателями регионов, необходимо тщательно подходить к определению мест размещения и обоснованию технических характеристик энергокомплексов, функционирующих на базе ВИЭ.

3. Повышение удельного веса ВИЭ в топливно-энергетическом балансе РФ обусловлено необходимостью снижения выбросов CO₂ и обеспечения здорового экологического климата в регионах. **ЭС**

Литература

1. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А. А. Макарова, Т. А. Митровой, В. А. Кулагина; ИНЭИ РАН — Московская школа управления СКОЛКОВО — Москва, 2019. — 210 с. - ISBN 978-5-91438-028-8.
2. Шелленбергер М. ВИЭ — гипотезы и факты [Электронный ресурс] // Forbes.com: электрон. версия журн. 2004 — 2019. URL: <https://www.forbes.com/sites/michaelschellenberger/2018/04/23/if-solar-and-wind-are-so-cheap-why-are-they-making-electricity-more-expensive/#600c78691dc6> (дата обращения: 20.10.2019).
3. Анпилогов А. Солнце и ветер завели в тупик немецкую энергетику [Электронный ресурс] // vz.ru: электрон. газ. М., 2005 — 2019. URL: <https://vz.ru/economy/2019/9/11/997148.html> (дата обращения: 19.20.2019).

XIX Всероссийская специализированная выставка с международным участием:



Энергетика Закамья - 2020

ОРГКОМИТЕТ <http://www.expokama.ru>

Генеральный
Информационный
партнер выставки

РЫНОК
Электротехники
www.marketlectro.ru
ежеквартальный журнал-справочник



В РАМКАХ XV КАМСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА

12 - 14 февраля

Республика Татарстан, г. Набережные Челны,
пр. Автозаводский, 4А,
Выставочный центр ЭКСПО-КАМА
Тел./факс: (8552) 470-102
E-mail: expokama1@bk.ru

Пути повышения надежности и эффективности воздушных линий электропередачи

Анатолий Поплавский, Заслуженный строитель РФ, почетный энергетик РФ;
Олег Салов, генеральный директор АО «Энергия +21», почетный энергетик РФ

В современных экономических и политических условиях начала XXI века перед электросетевым комплексом России возникает ряд важнейших стратегических задач по развитию энергетического потенциала, повышению качества и надежности эксплуатации отраслевой системы.

Разработанные Минэнерго России *Программа, Схема и Стратегия* развития электросетевого комплекса Российской Федерации намечает создание в стране высокотехнологичной прогрессивной электросетевой инфраструктуры. Очевидно, что без новой техники, современных технологий, новых материалов и оборудования задачу по повышению надежности энергетической отрасли решить будет невозможно. Внедрение в сетевое строительство линий электропередачи до 500 кВ полимерной изоляции на основе цельнолитой кремнийорганической оболочки далеко не новый, но в настоящее время приобретает все более актуальную значимость. В сетях Министерства энергетики сегодня эксплуатируется более 2,6 млн км ВЛ, использующих более 27 млн линейных изоляторов в фарфоровом, стеклянном и полимерном исполнении.

Изоляция — чрезвычайно ответственный элемент в линии электропередачи. Составляя очень малую долю в стоимости ЛЭП (менее 2 %), она на 98% обеспечивает надежность работы линии. Поэтому к выбору типа изоляции, ее надежности и долговечности проектировщики энергосистем должны проявлять особое внимание, так как в случае неправильного выбора мы можем не получить требуемой надежности ВЛ.

На сегодня существует три типа изоляции — фарфоровая, стеклянная и полимерная, и, безусловно, каждая из них имеет как достоинства, так и недостатки, о которых следует сказать подробнее. Если задаться вопросом, какие типы линейных изоляторов устарели окончательно, то без сомнения можно заявить — это тарельчатые фарфоровые изоляторы. К достоинствам стеклянных изоляторов (СИ) следует отнести, прежде всего, продолжительный опыт эксплуатации и простоту диагностики повреждений. Однако к недостаткам стеклянных изоляторов относятся:

- высокая повреждаемость стекла на всех переделах технологического процесса изготовления и монтажа;
- снижение надежности работы гирлянд изоляторов в условиях повышенного загрязнения и в прибрежных зонах солевого тумана;
- высокая трудоемкость сборки гирлянды и ее монтажа на ЛЭП (стоимость ее сборки на монтаже составляет половину стоимости гирлянды);
- токи утечки на стеклянных гирляндах превосходят на 8–10% утечки на полимерных изоляторах, что увеличивает потери электроэнергии на воздушных линиях высокого напряжения;
- полное отсутствие стойкости к вандализму;
- высокая энергоемкость производства, сказывающаяся в конечном итоге на цене (стоимости) гирлянды.

История становления и развития полимерной изоляции имеет свое начало с конца 70-х годов прошлого столетия. Первоначально с высокой степенью осторожности полимерными изоляторами оснащались только отдельные опоры и небольшие участки ВЛ 110–750 кВ. В конце 1980-х годов после успешного опыта эксплуатации, повторных испытаний демонтированных образцов и проведенных обследований опытных участков перешли к применению полимерных изоляторов (ПИ) на высоковольтных линиях в целом. В начале 90-х годов прошлого столетия первоходцами в производстве ПИ для ЛЭП, на основе кремнийорганических смесей, стали предприятия: АО «Энергья+21», СибНИИЭ. Именно эти организации-изготовители в полной мере освоили серийное производство полимерных изоляторов первого поколения (последовательная сборка защитной оболочки изолятора). Однако, как показала практика, конструкция и технология изготовления таких изоляторов не обеспечивали их устойчивую надежность. Поэтому с 2006 года применение таких изоляторов в энергосистемах было запрещено. С начала текущего столетия производители полимерных изоляторов стали осваивать конструкции и технологии производства цельнолитых изоляторов с оребрением из кремнийорганических резиновых смесей. Это, по сути, был гигантский шаг в завтрашний день полимерной изоляции.

С развитием технологии производства ПИ следует отметить и рост экономической эффективности их применения. Если на стадии «шашлычной» технологии стоимость гирлянды СИ и ПИ были примерно равнозначны, то с применением цельнолитой оболочки ПИ разница в стоимости гирлянд очень значительна. Для примера предлагается рассмотреть уровень цен на СИ и ПИ в 2001 и 2018 гг.

Таблица. Изоляторы полимерные типа ЛК и стеклянные типа ПС в сравнении по массе и цене для 2-й степени загрязнения

Цены указаны согласно действующим на 11.10.2001 г. и 30.03.2018 г. прайс-листам заводов-изготовителей без учета системы скидок, НДС и транспортных расходов

Характеристика	ВЛ 35 кВ (7 тн ряд)		ВЛ 110 кВ (7 тн)		ВЛ 110 кВ (12 тн)	
	ЛК 70/35	Гирлянда ПС-70Е	ЛК 70/110	Гирлянда из ПС-70Е	ЛК 120/110	Гирлянда из ПС-120Б
Количество изоляторов	1	4	1	10	1	8
Масса, кг	1,8	13,6	3,3	34	6,1	31,2
Стоимость, руб. 2001 г.	590	680	1265	1700	1580	1568
Стоимость, руб. 2018 г.	920	1980	1970	4950	2150	4920

Характеристика	ВЛ 220 кВ (7 тн)		ВЛ 220 кВ (12 тн)		ВЛ 220 кВ (16 тн)	
	ЛК 70/220	Гирлянда ПС-70Е	ЛК 120/220	Гирлянда из ПС-120Б	ЛК 160/220	Гирлянда из ПС-160Д
Количество изоляторов	1	21	1	21	1	18
Масса, кг	5,5	71,4	9,1	81,9	9,1	108
Стоимость, руб. 2001 г.	2246	3570	2669	4116	2865	5868
Стоимость, руб. 2018 г.	4800	10395	5150	12915	6200	21600



Как видно, цены на гирлянды отличаются как минимум в два раза. Если транспортные расходы по доставке на склад Потребителя и в дальнейшем к месту монтажа, разница будет только увеличиваться в пользу ПИ. Значение внедряемой технологии для всей индустрии сетевого строительства в энергетике трудно переоценить.

Проведенные испытания в ВЭИ им. В. И. Ленина показали абсолютную надежность и качество полимерных изоляторов, которые сохраняют свои характеристики и после длительных сроков эксплуатации в самых экстремальных условиях. Это была совместная трудовая победа коллективов ЗАО «Электросетьинвест», ОАО «СКТБ по изоляторам и арматуре», АО «Энергия+21», ЗАО «НПО «Изолятор». Аттестационные комиссии ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «Россети», оценивая технический уровень созданной продукции различных производителей ПИ, разрешили их поставку на объекты ФСК ЕЭС и Россетей. Полимерные изоляторы также активно эксплуатируются на объектах «Газпром», «Транснефть», «РЖД».

Показатель надежности полимерных изоляторов возрос, достигнув уровня 10–6, в сто раз превысив надежность стеклянных и фарфоровых изоляторов, показатель надежности которых не превышает 10–4—10–5. Казалось бы, при таком очевидном превосходстве в основных технических параметрах и технологии изготовления (не говоря уже о простоте сборки и монтажа) должна широко открыться перспектива для внедрения полимерной изоляции — *изоляция XXI века*: наконец-то на рынке появился реальный конкурент стеклянной изоляции, которая десятилетиями диктует цены на рынке, однако этого не произошло.

Некоторые руководители в ОАО «ФСК ЕЭС» совершенно серьезно начали предлагать: «Давайте смонтируем полимеры на опытных участках ЛЭП и еще понаблюдаем лет 20–25, а тогда и примем решение по использованию полимерной изоляции». Консерватизм здоровый, конечно, нужен, но не до такой же степени. Невосполнимый урон продвижению инновационной технологии нанесло утвержденное в 2011 году «Положение

о технической политике ПАО «ФСК ЕЭС», где в разделе 2.3 «Линии электропередачи (ЛЭП)», п. 2.3.1.5 было категорично записано «На ВЛ 220 кВ (круглогодично доступных) следует применять полимерные изоляторы цельнолитые с кремнийорганической оболочкой при наличии индикатора пробоя».

Положение о технической политике было утверждено, а индикатора пробоя как не было, так и нет, по сей день. Опытные образцы неутвержденного в ПАО «ФСК ЕЭС» индикатора пробоя так и остались нереализованными. Потеряны годы. Проектные институты закладывали и закладывают в проектные решения только стеклянные гирлянды, и ни о какой конкуренции не могло быть и речи.

И только в конце 2014 года был издан приказ ОАО «ФСК ЕЭС» № 525, в котором был утвержден Стандарт организации (СТО 56947007-29.240.55.192), позволяющий применение полимерной изоляции *без индикатора пробоя* (если ВЛ оснащена высокоточными техническими средствами определения места повреждения — ОМП). Кроме того, рекомендовано для ЛЭП до 500 кВ включительно тип изоляции подбирать исходя из результатов технико-экономического сравнения вариантов «в стекле и полимерах».

Это решение руководства и технических служб ПАО «ФСК ЕЭС» хоть и запоздалое, но абсолютно верное. Прежде всего, следует думать о надежности линии, ее долговечности и простоте отыскания повреждений. Нужно уважать эксплуатацию и помнить главный принцип — *«смонтировал и забыл»*, а уж если и возникла аварийная ситуация, то не гадать на «кофейной гуще», а точно знать на какой километр, и в какой пролет направлять бригаду ремонтников.

В настоящее время в России довольно успешно функционируют приборы ОМП четырех производителей. Это НПП «Бреслер» (Чебоксары), ОАО «НТЦ СибНИИЭ» (Новосибирск), ООО «БО-Энерго» (Москва), и существующая на мировом рынке более 20 лет фирма «Qualitrol» (США). Наиболее надежным методом определения места повреждения признан метод *«бегающей волны»*, когда точка повреждения определяется одновременно с двух противоположных концов участков линии. Точность показания прибора совершенно не зависит от длины линии, достигающей порой протяженности сотни километров, и от ее конструктивной неоднородности. Проведенные испытания показали, что приборы достигают высокой точности (± 150 м, т.е. в пределах одного пролета). На сегодня *«волновые системы»* уже применяются в Тюменьэнерго, Сахалинэнерго, МЭС Сибири, Якутскэнерго и ряде других. Благодаря высокой точности фиксации мест повреждений отпадает необходимость многочисленных обходов и использования дорогостоящих вертолетов для отыскания поврежденного участка.

19 Всероссийская специализированная выставка



Электро-2019. Энергосбережение

• ЭЛЕКТРО

- Электротехническое оборудование
- Генераторы, трансформаторы, электроприводы
- Кабель, провод
- Светотехника
- Высоковольтное и низковольтное оборудование
- КИП, автоматика
- Электроинструмент

• ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКА

- Электро-, гидро-, теплоэнергетика
- Нетрадиционная и возобновляемая энергетика
- СИП и ЛЭП
- Энергоэффективные, ресурсосберегающие технологии и оборудование
- Приборы и системы учета
- Тепло-, электро-, газоснабжение
- АСУТП, системы контроля

• ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ • ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

- Тепловые, электрические сети
- Оборудование для магистральных и разводящих сетей
- Энергоменеджмент, энергоаудит

Генеральный
интернет-партнер

 **elec.ru**

Официальный
партнер

 **Электротехнический
рынок**

Организатор

 **Волгоград
ЭКСПО**
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

(8442) **93-43-02**

www.volgogradexpo.ru

**18-20
МАРТА
2020**

**ВОЛГОГРАД
ЭКСПОЦЕНТР
пр. Ленина 65А**

46 Всероссийская специализированная выставка

СтройЭКСПО

- **СТРОИТЕЛЬСТВО**
- **СИСТЕМЫ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ**
- **СПОРТИВНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ОБЪЕКТЫ,
ОБОРУДОВАНИЕ**
- **СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**



Эволюция полимерных изоляторов

Прошло уже более 30 лет с того момента, как в энергетической отрасли появилась полимерная изоляция. Много грамотных полезных решений было принято за все эти годы. Пройден путь от сомнительных полимерных композитов до высококачественной кремнийорганической резины, от ручной «шашлычной» сборки до высокотехнологичных цельнолитых полимерных изоляторов. Но нельзя забывать, что в сложном процессе освоения полимерной изоляции было допущено много ошибок. Чего только стоило внедрение и серийный выпуск на протяжении 10 лет полимерных изоляторов с полиолефиновой защитной оболочкой (серия ЛП). Они, по сути, дискредитировали полимерную изоляцию. А сколько загадок и неприятностей доставили изоляторы с некачественной адгезией при ручной сборке в цехах. Но сегодня следует признать, что полимерные изоляторы полностью изменились. Более чем за 10 лет прочно узаконилась технология выпуска изоляторов с цельнолитой кремнийорганической оболочкой, которая многократно повысила надежность полимерной изоляции. Кроме того, хочется обратить внимание заказчиков на то, что несмотря на разработанные и принятые в ПАО «ФСК ЕЭС» и ПАО «Россети» правила закупок, на рынке продолжает появляться продукция, продаваемая через посредников, и появляющаяся затем на объектах без должной гарантии качества, а порой и вообще без сопроводительных документов. Давно пора признать, что покупать лучше всего у непосредственного производителя, а не через вторые или третьи руки.

В мире сейчас идет массовое внедрение полимеров. По материалам доклада на Всемирном конгрессе СИГРЕ/МЭК (г. Ванкувер, Канада) доля полимеров с 23 %, в 1990-е годы, выросла в настоящее время до 42 %, в то время как на объектах ПАО «ФСК ЕЭС» она составляет всего лишь 1,8 %. В Китае сегодня 98 % линий 220 кВ и выше строятся на полимерной изоляции. А мы все продолжаем сомневаться: «А как бы чего не вышло?». А что может случиться, если полимерная изоляция имеет степень надежности 10^{-6} ? Поэтому и в тайге, и на болотах, и в других труднодоступных местах тоже нужно применять полимерную изоляцию, как бо-

лее надежную, проще монтируемую и легче доставляемую до объекта. Но для этого, прежде всего, следует пересмотреть действующие на сегодня «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ-7 глава 2.5), утвержденные приказом № 187 Минэнерго России в 2003 году. Они давно уже требуют переработки, а проектные организации и эксплуатационники неукоснительно продолжают следовать устаревшим правилам и закладывают в проектных решениях преимущественно стеклянную изоляцию.

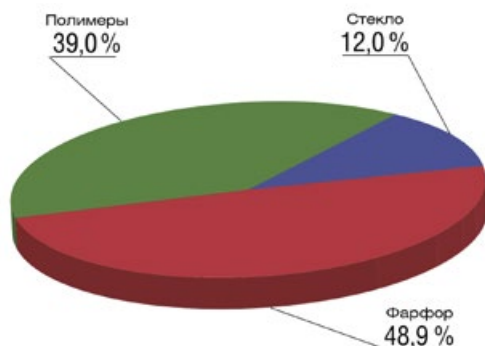
Показательно, что страны Средней Азии, откуда в советские времена к нам приезжали учиться и перенимать передовые технологии, теперь опережая нас, построили и строят ЛЭП протяженностью в 600–800 км и напряжением 220–500 кВ в полимерной изоляции. Только в последнее время на полимерной изоляции построены:

- в *Казахстане*: ВЛ 500 кВ «Алматы–Алма» (315 км), ВЛ 500 кВ «Север–Юг» (1080 км), 2 линии 500 кВ «Аксу–ГРЭС» (306 км);
- в *Узбекистане*: ВЛ 500 кВ «Талимарджанская ТЭЦ–ПС Согдиана» (215 км);
- в *Туркменистане*: строится ЛЭП 500 кВ «Ашхабад–Балканабад–Туркменбаши» (870 км).

А мы за 10 лет построили в полимерах только одну линию 500 кВ «Курган–Козырево» и ждем (по всей вероятности 25 лет), чтобы оценить надежность полимерной изоляции, и решить ее дальнейшее использование.

Применение полимерной изоляции на каждом 100 км ЛЭП 500 кВ дает экономию в 64,7 млн рублей без учета экономии от снижения утечек тока. Хочется верить, что в этот кризисный период, когда Правительство только и занимается секвестированием проектов, техническое руководство ПАО «Россети», а особенно ПАО «ФСК ЕЭС» задумается над потерей государственных средств, как, кстати, и над потерями тока в сети.

В ряде стран на опорах воздушных линий электропередачи высокого напряжения устанавливаются датчики для мониторинга утечки тока на гирляндах изоляторов и уже определено, что на полимерной изоляции потери значительно ниже. А у нас учета потерь тока в сетях по видам изоляции нет. На железных дорогах ПАО «РЖД», которые широко использует полимерные изоляторы, потери на 8 % меньше, чем на стекле только вследствие повышенной гидрофобности кремнийорганической изоляции. Сегодня настало время, когда следует проводить перевооружение и реконструкцию, и вместе с тем строить новые линии электропередачи и подстанции. И где, как не здесь, открываются возможности активного применения полимерной изоляции. Предприятия, мощности которых позволяют обеспечить рост в применении ПИ в России, имеются. В завершение хотелось бы вновь обратить внимание руководителей отраслей энергетики, что сейчас как никогда подготовлена почва для внедрения прогрессивной технологии и материалов. ЭС



Мировой уровень распределения изоляции

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ И УЧАСТИИ:

Министерство промышленности,
связи, цифрового и
научно-технического развития
Омской области

Администрация города Омска

Межрегиональная ассоциация
«Сибирское соглашение»

Омская ТПП

НП «Сибирское машиностроение»

Союз машиностроителей России

24 - 27 МАРТА 2020 Г.

ОМСК



СИБИРСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО- ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ

ПРОМТЕХЭКСПО

В ЭКСПОЗИЦИИ ФОРУМА:

АВТОМАТИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРОНИКА, ИЗМЕРЕНИЯ

СВЯЗЬ

IT-ТЕХНОЛОГИИ

ОМСКГАЗНЕФТЕХИМ

МАШИНОСТРОЕНИЕ

МЕТАЛООБРАБОТКА

СВАРКА

ЭНЕРГОСИБ, СИБМАШТЭК

ИНЭКСПО

МВЦ «ИНТЕРСИБ», ВК «ОМСК_ЭКСПО»
Тел./факс: +7 (3812) 22-04-59; 23-23-30; 22-01-59
E-mail: expo@intersib.ru www.intersib.ru

Оптический кабель, совмещенный с фазным проводом:

опыт и перспективы применения в сетях ФСК ЕЭС России

Рис. 3. ОКФП на ЛЭП 110/220 переход через р. Лена

Дмитрий Гиберт, заместитель генерального директора по техническим вопросам ООО «Инкаб»;
Дмитрий Пахомов, исполнительный директор группы компаний «Глобал Оптика»

В настоящее время наиболее стандартными техническими решениями для построения ВОЛС на высоковольтных ВЛ являются оптический кабель самонесущий неметаллический (ОКСН) и оптический кабель встроенный в грозозащитный трос (ОКГТ). Это наиболее экономически обоснованные решения, со временем доказавшие свою эффективность.

Но не всегда эти способы построения ВОЛС могут быть реализованы из-за особенностей размещения высоковольтных линий: климатических параметров, сложных пересечений, высоких токов короткого замыкания и/или высокого наведенного потенциала.

В качестве альтернатив возможно применение оптических кабелей:

- ОКСМ — самонесущий металлический;
- ОКНН — неметаллический навиваемый кабель;
- ОКФП — встроенный в фазный провод.

Преимущества и перспективы применения последнего будут рассмотрены в данной статье.

Конструкция ОКФП

Кабель (рис. 1.) содержит центральный оптический модуль со свободно уложенными оптическими волокнами. Свободное пространство в оптическом модуле заполнено гидрофобным гелем. В центральном модуле возможно размещение до 48 оптических волокон.

На центральный оптический модуль спирально накладываются несколько повивов (слоев). Внутренние слои состоят из стальных проволок, плакированных алюминием. Внешние слои состоят из проволок из алюминиевого сплава. Таким образом достигаются следующие характеристики:

- стальные проволоки обеспечивают требуемую механическую стойкость кабеля на растяжение, а также раздавливание, кручение и изгиб;
- проволоки из алюминиевого сплава обеспечивают требуемую электрическую проводимость;
- покрытие стальных проволок алюминием (плакирование) обеспечивает высокую коррозионную стойкость и требуемый срок службы не менее 50 лет.

Возможно изготовление ОКФП, когда стальной модуль с оптическим волокном находится в первом повиве (рис. 2.). При этом обеспечивается несколько большая защита оптического волокна при эксплуатации.

В зависимости от расчетных характеристик провода по сечению и числу волокон на основании заполненного опросного листа, заводом рассчитывается подходящая конструкция, обеспечивающая выполнение всех заявленных требований:

- вес;
- прочность на разрыв;
- модули упругости для обеспечения габаритов при воздействии ветра и гололеда;
- электрическое сопротивление;
- термическая стойкость.

Фазный провод с оптическим кабелем (рис. 3.) рассчитан на работу при следующих климатических условиях: минимальная температура до -60°C , максимальная рабочая температура до $+85^{\circ}\text{C}$. При этом во всех конструкциях ОКФП применяются оптические волокна ф. Corning (США), с пониженным затуханием (не более 0,18 дБ/км) и стойкие к изгибным потерям (соответствующие стандарту G.657A1).

Соответствие отраслевым стандартам

Основным нормативным документом, определяющим применение ОКФП на объектах ПАО «Россети» является СТО 56947007- 33.180.10.176-2014 «Оптический кабель, встроенный в фазный провод, натяжные и поддерживающие зажимы, муфты для организации ВОЛС–ВЛ на линиях электропередачи напряжением 35 кВ и выше. Общие технические условия». Этот стандарт определяет технические требования к ОКФП, нормирует формат и порядок составления технических требований на поставку ОКФП, охватывает методологию выбора параметров ОКФП при проектировании ВОЛС–ВЛ, рассматриваются методы испытаний ОКФП, натяжных и поддерживающих зажимов и подвесных оптических муфт. Стандартом определено, что ОКФП должен соответствовать требованиям ГОСТ 839, и при этом отклонение электрического сопротивления допускается не более чем на 5 % от фазного провода, аналогом которого он является.

Типовой состав технических требований на поставку ОКФП:

- общее число оптических волокон в кабеле;
- класс напряжения ВЛ;
- марка фазного провода, для которого требуется поставить аналог ОКФП (может быть добавлено значение требуемой номинальной токовой нагрузки).

Конструкции муфт должны обеспечивать надежную эксплуатацию при условии нахождения муфты под рабочим напряжением ВЛ в течение срока службы ОКФП, а также не должны иметь деталей, приводящих к возникновению коронных разрядов при их эксплуатации на ВЛ с классом напряжения, на который эти муфты рассчитаны.

Конструкция зажимов должна обеспечивать надежное крепление ОКФП, исключать прокручивание кабеля в зажиме, не должна приводить к возникновению коронных разрядов при их эксплуатации на ВЛ с классом напряжения, на который эти зажимы, арматура и протекторы рассчитаны.

Вся система «ОКФП-муфта-зажимы» должна соответствовать предъявляемым в СТО требованиям по механическим, электрическим и климатическим воздействиям. Методики испытаний на соответствие подробно изложены в разделе 5 данного СТО.

Возможности применения

- В ряде случаев применение ОКФП является экономически оправданным решением при проектировании новых ВЛ.
- Этот способ организации ВОЛС позволяет дублировать канал связи при наличии ОКГТ и (или) организовать независимый, например, в случае столкновения интересов собственников, канал.

Эскиз кабеля:

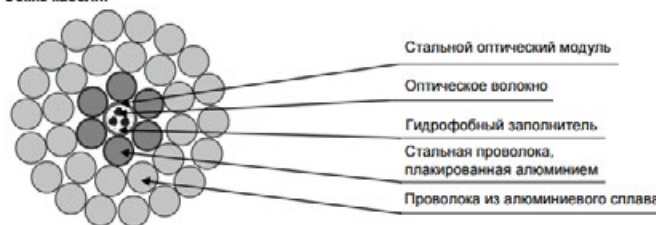


Рис. 1. Эскиз кабеля ОКФП с оптическим модулем в центре

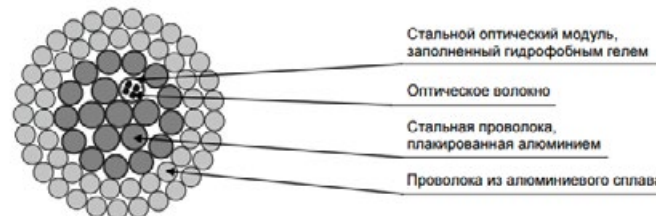


Рис. 2. Эскиз кабеля ОКФП с оптическим модулем в первом повиве

- Данный способ особо актуален при необходимости замены фазных проводов в связи с их физическим износом.
- Еще одним фактором в пользу применения ОКФП является износ опор и, как следствие, невозможность увеличения нагрузки на несущую инфраструктуру линии.
- Целесообразно использовать ОКФП при жестких требованиях к стрелам провиса, например, переходах через судоходные реки, значительных перепадах высот в горных районах.

Анализируя приведенные доводы, можно считать организацию канала связи в фазном проводе актуальной, в некоторых случаях — предпочтительной, а в некоторых — единственно возможной.

Мировой опыт применения

Стоит отметить, что в технологически развитых странах использование ОКФП получило достаточно широко распространение. Однако зарубежные компании, обладающие технологиями производства данного типа кабеля и сопутствующих комплектующих, отказывают в предоставлении информации, документации и материалов по запросам из России по политическим причинам. В открытых источниках, в том числе в сети Интернет, доступна крайне скудная информация, что является дополнительным барьером для потенциальных потребителей.

Один из мировых лидеров в производстве оптических кабелей, компания «AFL» (США), предоставляет лишь общую информацию о возможностях производства ОКФП, без указания каких-либо подробностей. Китайская компания «ZTT» имеет большой опыт реализации проектов на основе ОКФП в Китае на ЛЭП 10-500 кВ. Однако данная информация и технологии реализации этих проектов не являются открытыми. Таким образом, единственно возможным вариантом реализации данных решений на территории России является создание полностью отечественных разработок, отвечающих намеченному курсу на импортозамещение, особенно в высокотехнологичных и стратегически важных сферах.

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

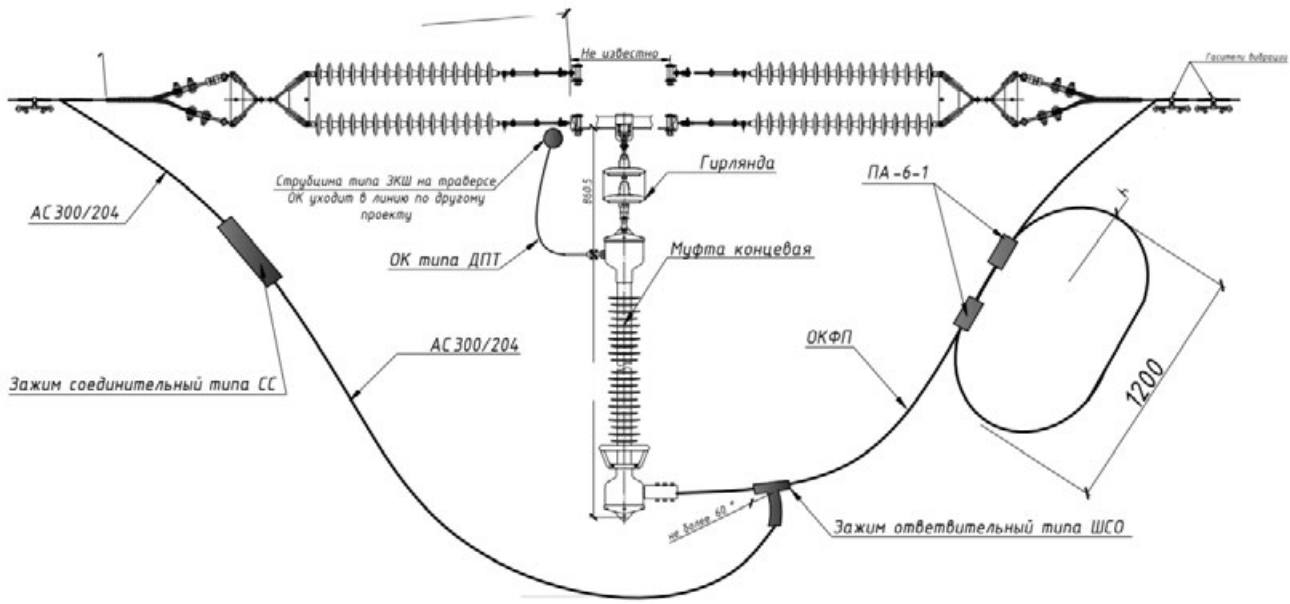


Рис. 4. Эскиз поддерживающего крепления с концевой муфтой

Сдерживающие факторы применения ОКФП

Основными сдерживающими факторами в развитии технологии применения ОКФП в сетях России является:

- отсутствие интеграторов, обладающих полным набором компетенций, а также технических возможностей;
- отсутствие достаточно подробных регламентов и норм по проектированию, монтажу и эксплуатации данной технологии;
- отсутствие аттестованной системы «ОКФП, натяжных и поддерживающих зажимов и подвесных оптических муфт»;
- отсутствие компетентных кадров на всех этапах проекта: техническое задание, проектирование, поставки материалов, монтаж, пусконаладка, подготовка исполнительной документации и регламентов по ремонту и устранению аварий и ЧС;
- низкая осведомленность заказчиков (титлодержателей) о возможностях применения данной технологии;
- низкий уровень культуры строительства ВОЛС–ВЛ, узкая специализация компаний, проводящих пусконаладочные работы.

Комплексное решение

Для устранения вышеперечисленных сдерживающих факторов, с целью развития энергетики и связи, повышения надежности строящихся ВОЛС–ВЛ, Новосибирской компанией «Глобал Оптика», в тесном сотрудничестве с Пермским заводом по производству оптического кабеля «Инкаб», было разработано и реализовано техническое решение по организации оптического канала связи в фазном проводе. Данное решение в полной мере отвечает ПУЭ, стандартам ФСК и полностью состоит из комплектующих отечественной разработки. Абсолютное большинство компонентов изготовлено на территории России. Теоретический расчет работоспособности произведен на базе институтов СО РАН с привлече-

нием инженеров разработчиков и производителей арматуры. Техническое решение основано на широко применяемых элементах ВОЛС–ВЛ с доработками под специфику проектов.

Спроектированная муфта отвечает требованиям СТО ФСК ЕЭС и монтируется путем подвеса через гирлянду изоляторов на ту же траверсу, что и провод, с соблюдением ПУЭ (рис. 4). Муфта находится под напряжением и не является токонесущей. Основная токовая нагрузка идет через обводной шунт. Тупиковые муфты, на которых предполагается отпайка самонесущим кабелем, представляют собой две оптические муфты, соединенные между собой проходным полимерным изолятором, подобранным в соответствии с проектируемым напряжением. Для проверки соответствия муфт проведены испытания по методикам, изложенным в СТО 56947007- 33.180.10.176-2014.

В соответствии с техническими характеристиками кабеля и линии были подобраны спиральные зажимы, исключающие возможность повреждения оптических волокон и обеспечивающие необходимую прочность заделки. Зажимы состоят из двух U-образных силовых прядей с разным направлением повива.

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

1-3 апреля
/ Волгоград Арена /



Организаторы:



Комитет жилищно-коммунального хозяйства и
топливно-энергетического комплекса Волгоградской области,
ГБУ ВО "Волгоградский центр энергоэффективности",
ВЦ "Царицынская ярмарка"

ВЫСТАВКА

"ЭНЕРГО-VOLGA-2020"

межрегиональный форум

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Выставочный центр

"ЦАРИЦЫНСКАЯ ЯРМАРКА"

Контакты:

 valya@zarexpo.ru

 www.zarexpo.ru

 **[8442] 26-50-34**



Рис. 5. Опоры ЛЭП перехода через Лену

Опыт применения

Пилотным проектом для новой технологии стал сложнейший объект — ВЛ 110/220 переход через реку Лену в районе Табагинского мыса под городом Якутск. Линия имеет две цепи грозозащиты, обе используются операторами связи и реконструкции не подлежат.

Переход представляет собой масштабное инженерное сооружение, состоящее из шести анкерных опор, расположенных в пойме реки Лена, четыре из них высотой 140 м (рис. 5).

Максимальное расстояние по свету 1700 м, при этом перепад высот между этими опорами 105 м. Минимальное расстояние между нижней точкой стрелы провеса и судовым габаритом 13 м (рис. 6).

Общая протяженность перехода по сумме строительных длин — 5,5 км. При реконструкции было задействовано четыре высококвалифицированные бригады и 19 единиц спецтехники. Для замены был выбран провод правой цепи верхней траверсы. Особой сложностью в реализации данного проекта проявилась необходимость монтажа муфт для сварки ОВ на опоре, на высоте 133 м (рис. 7).

Для соединения строительных длин было смонтировано шесть муфт: четыре проходных и две тупиковых. В процессе монтажа было сделано множество выводов по улучшению технологий монтажа провода и муфт (рис. 8).

Этап проектирования, технических согласований, производства и поставки материалов: ноябрь-март 2016–2017 года. Проведение работ по реконструкции: март-апрель 2017 года. Линия встала под напряжение 26.04.2017. Столь сжатые сроки реализации проекта — это удачный пример слаженной работы заказчика, титулодержателя, подрядчиков, разработчиков и производителей материалов. Работы по шеф-монтажу и пусконаладке были осложнены весенней распутицей и близостью ледохода (рис. 9). К примеру, время восхождения на опору для физически подготовленного человека составляло порядка 50 минут.

При изготовлении комплектующих для реализации проекта были применены преимущественно отечественные материалы и российский научный потенциал. Комплексный подход и единый надзор при построении данной линии позволили произвести высокотехнологичный продукт, который по праву может считаться отечественным, и полностью соответствует курсу на импортозамещение. Проекты ВОЛС с использованием кабеля типа ОКФП имеют большую актуальность и перспективы к внедрению и применению на объектах электроэнергетики.



Рис. 6. ВЛ 110/220 переход через р. Лена с применением ОКФП



Рис. 7. Монтаж муфты для ОКФП на опоре



Рис. 8. Монтаж муфты для ОКФП



Рис. 9. Монтаж ОКФП

Группа компаний «Локус» является партнером «Инкаб» и готова обеспечить поставку продукции этой компании 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. Большевистская, 177, оф. 425

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

e-mail: locus-nsk@locus.ru

www.locus.ru

XVII межрегиональная специализированная выставка

26-28 февраля 2020 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

Повышение надежности сети 6–35 кВ путем изменения режима заземления нейтрали

Андрей Кудрявцев, главный инженер, ООО «Экспертный центр»;
Михаил Бабушкин, инженер ИК, ООО «Экспертный центр»

Задачей энергетиков промышленных предприятий является недопущение прерывания технологических процессов по вине систем электроснабжения. Большое количество аварийных отключений происходит по причине повреждения изоляции на кабельных сетях 6–35 кВ. При этом надо понимать, что изоляция изнашивается в любом случае, этого не избежать. Но одно дело, когда она теряет свои свойства в ходе естественного старения, а другое — когда этот процесс ускоряется в результате воздействия негативных внешних факторов.

Снижение этих факторов и является основополагающим фактором системной надежности электрических сетей, который приводит к:

- уровню аварийности, который приемлем для процесса эксплуатации;
- длительной безаварийной эксплуатации, которая соответствует критерию «надежная система электроснабжения»;
- исключению претензий от потребителей электроэнергии;
- исключению сбоев технологических процессов, которые могут приводить к техногенным последствиям и влекут за собой убытки и потери для промышленности.

Не все знают, что основополагающим фактором, определяющим свойства сетей 6–35 кВ,

является режим заземления нейтрали (далее РЗН). Его выбор связан главным образом с поведением системы при замыкании на землю, и представляет собой проблему, которая затрагивает вопросы перенапряжений, релейной защиты, выбора оборудования, бесперебойности электроснабжения, безопасности персонала и т.д. Согласно «ПУЭ» сети 6–35 кВ могут эксплуатироваться с:

- изолированным РЗН;
- компенсированным РЗН;
- резистивным РЗН;
- комбинированным РЗН.

Каждый из режимов заземления нейтрали имеет ограниченную область применения, так как имеет свои преимущества и недостатки.

Изолированный режим заземления нейтрали

При этом способе РЗН нейтральная точка источника (генератора или трансформатора) не присоединена к заземляющему контуру.

Данный режим имеет ряд достоинств:

- возможность работы сети с однофазным замыканием на землю (далее ОЗЗ) в течение некоторого ограниченного времени до принятия мер по безаварийному отключению поврежденного элемента;
- малый ток в месте повреждения (при малой емкости сети на землю);
- не требуется дополнительная аппаратура для заземления нейтрали.

Однако опыт эксплуатации сетей с изолированной нейтралью позволяет говорить и о существенных недостатках данного режима:

- дуговые перенапряжения приводят к пробоям изоляции на первоначально неповрежденных фидерах при ОЗЗ в сети;
- возможность возникновения многоместных повреждений изоляции (одновременное повреждение изоляции нескольких фидеров) при длительно действующем ОЗЗ (см. выше);
- повреждения трансформаторов напряжения (НТМИ, ЗНОЛ, ЗНОМ) при ОЗЗ из-за перенапряжений, которые возникают в сети;
- сложность обнаружения места повреждения (места замыкания), так как изменяется режим работы сети по всем присоединениям, которые питаются от секции с поврежденным фидером;
- не всегда корректная работа релейных защит от ОЗЗ;
- опасность поражения электрическим током обслуживающего персонала при длительной работе сети с ОЗЗ.

ПУЭ не ограничивает применение изолированного режима заземления нейтрали, но, ввиду недостатков данного режима, промышленные предприятия (сетевые компании, алюминиевые заводы и т.д.) начали процесс перехода на резистивный и комбинированный РЗН, которые являются оптимальными для сети предприятий. На рис. 1 показана осциллограмма при дуговом ОЗЗ в сети 10 кВ при изолированном РЗН. Исходя из осциллограммы мы видим, что кратность перенапряжения при дуговом ОЗЗ достигает 4,3. При нормальном значении кратности перенапряжений 2,8.

Резистивный режим заземления нейтрали

Для ограничения перенапряжения (далее ПН) в сетях с изолированным РЗН сети 6–35 кВ нейтраль заземляют через резистор, т.е. переводят сеть с изолированного на резистивный РЗН. В этом случае максимальная кратность ПН может быть снижена с 4,2 до 2,1, при условии, что отношение активного тока, протекающего через резистор, к емкостной составляющей тока ОЗЗ будет более 60 %. При резистивном РЗН коэффициент работоспособности

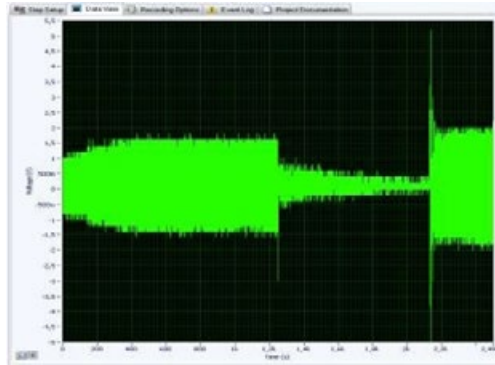


Рис. 1. Осциллограмма при дуговом ОЗЗ в сети 10 кВ при изолированном РЗН

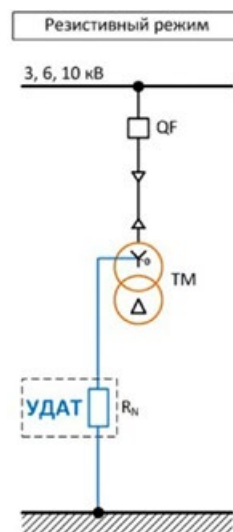


Рис. 2. Резистивный режим заземления нейтрали

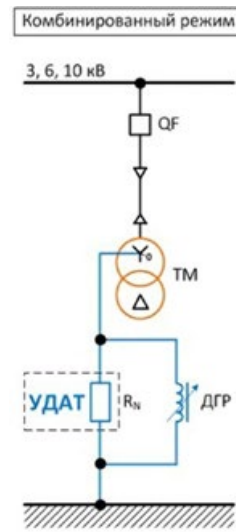


Рис. 3. Комбинированный режим заземления нейтрали

защит от ОЗЗ возрастает до 82 %. Уменьшается вероятность поражения персонала электрическим током при ОЗЗ. В качестве резистора для заземления нейтрали используют устройства добавочного активного тока (УДАТ). С помощью фиксации ОЗЗ используется регистратор событий «Мерадат».

Компенсированный режим заземления нейтрали

Если величина токов ОЗЗ в сетях 6–35 кВ превышает допустимые значения, тогда, согласно ПУЭ, необходимо предусмотреть мероприятия по компенсации емкостной составляющей тока ОЗЗ, т.е. перевести сеть на компенсированный режим нейтрали. В этом случае можно добиться существенного снижения тока ОЗЗ, если дугогасящий реактор (ДГР) будет настроен на резонанс токов с емкостью сети. Кратность ПН не будет превышать 2,3, что практически исключает пробой изоляции, т.к. допустимая кратность ПН системы электроснабжения равна 2,8. Однако коэффициент работоспособности защит резко снижается до 12 %, что делает процесс отключения линии с ОЗЗ за счет действия защиты практически невозможным. В этом случае линия отключается эксплуатационно-техническим персоналом, что сопровождается длительным существованием ОЗЗ.

Комбинированный режим заземления нейтрали

Исключить недостатки компенсированного режима заземления нейтрали можно за счет параллельного включения резистора и дугогасящего реактора, т.е. перейти на комбинированный режим заземления нейтрали. Этот режим позволяет использовать преимущества резистивного РЗН сети независимо от величины емкостной составляющей тока ОЗЗ. Кратность ПН в режиме ОЗЗ зависит от соотношения активного тока, протекающего через резистор, к результирующему реактивному току ОЗЗ и практически не зависит от степени расстройки реактора и времени существования ОЗЗ. Стоит заметить, что оптимальный режим заземления нейтрали для конкретной сети предприятия определяется по результатам экспериментально-аналитических исследований, которые необходимо провести перед принятием технического решения.

На рис. 4 показана осциллограмма при дуговом ОЗЗ в сети 10 кВ при комбинированном РЗН. Кратность перенапряжения при ОЗЗ равна 1,93, что полностью исключает пробой изоляции и выход из строя оборудования.

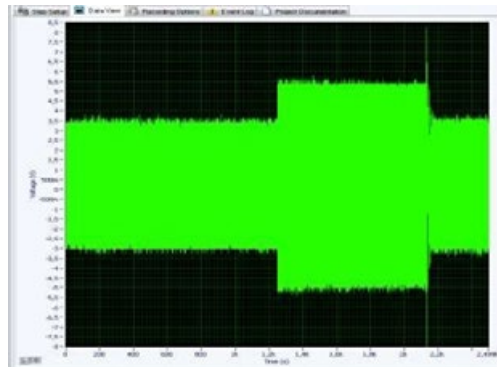


Рис. 4. Осциллограмма при дуговом ОЗЗ в сети 10 кВ при комбинированном РЗН

Таблица 1. Данные об аварийных отключениях в сети 10 кВ до перевода на комбинированный РЗН

	Дата	Время	№ с.ш.	№ ячейки	Ток	С отключением или без отключения потребителя	Погодные условия
1	11.03.2018	13.30	2С 10 кВ	101	>300	авт. откл.	t = -9-10, солнечно
2	24.03.2018	18.33	1С 10 кВ	1835	>300	авт. откл.	t = -2-3, снег
3.	24.03.2018	19.14	1С 10 кВ		>1410	авт. откл.	t = -2-3, снег
4.	14.06.2018	12.14	1С 10кВ	1835	>300	авт. откл.	t = +17-18, пасмурно, дождь
5.	17.06.2018	11.45	2С 10 кВ	101	>300	авт. откл.	t = +11-12, пасмурно, дождь
6.	17.06.2018	11.45	2С 10 кВ	563-2	>300	авт. откл.	t = +11-12, пасмурно, дождь
7.	06.08.2018	11.29	1С 10кВ	563-1	>300	авт. откл.	t = +20-21, солнечно
8.	26.08.2018	18.20	2С 10 кВ	101	>300	авт. откл.	t = +17-18, пасмурно, дождь
9.	26.08.2018	18.20	2С 10 кВ	563-2	>300	авт. откл.	t = +17-18, пасмурно, дождь

Таблица 2. Данные об аварийных отключениях в сети 10 кВ после перевода сети на комбинированный РЗН

№	Дата	Время	№ с.ш.	№ ячейки	Ток	Тип	Погодные условия
1	04.06.2019	15.22	2С 10кВ	556-2	>600	авт. откл.	t = +12, пасмурно, дождь
2	10.06.2019	23.41	2С 10кВ	101	>300	авт. откл.	t = +22-23, без осадков

Опыт перевода режима заземления с изолированного на комбинированный РЗН в городских сетях

На одной из подстанций в городских сетях г. Екатеринбурга был реализован проект по переводу режима заземления нейтрали с изолированного на комбинированный. Для компенсации ёмкостного тока однофазного замыкания на землю в сети 10 кВ использовались по два параллельных реактора на каждой секции ЗРУ-10 кВ. В качестве резистора была использована система УДАТ с принудительным охлаждением резисторов, с фиксацией времени и даты существования режима ОЗЗ в сетях 10кВ ПС 110/10/6кВ.

Сравнение аварийных отключений проводилось в период с 1.03.2018–1.09.2018 в сети с изолированным РЗН и в аналогичный период 2019 года с комбинированным РЗН. Данные об аварийных отключениях в период сравнения приведены в таблицах 1 и 2.

Количество автоматических ситуаций в сети 10 кВ по вине короткого замыкания (далее КЗ) и перегрузок привело к девяти отключениям линий: из них одно отключения связано с КЗ в удаленной точке (24.03.2018), так как токи в сети превышают 600 А, а остальные восемь отключений обусловлены перегрузкой, поскольку ток в сети превышал 300А.

Количество автоматических ситуаций в сети 10 кВ по вине КЗ и перегрузок привело к двум отключениям линий: из них одно связано с КЗ в удаленной точке (04.06.2019).

На основании данных по отключениям в сети 10 кВ можно сделать вывод, что количество аварийных ситуаций в данный период снизилось почти в 5 раз. Результатом является то, что кабельные сети при комбинированном РЗН работают в более щадящем режиме из-за ограничения ПН в режиме ОЗЗ. То есть, при внедрении комбинированного РЗН, кабельные сети работают в условиях снижения воздействий, которые приводят к ускоренной деградации свойств изоляции. А снижение количества технологических нарушений, количества отключений потребителей или количества нарушений технологических процессов на промышленных предприятиях и есть основная задача работы всех энергетиков, вне зависимости от их отраслевой принадлежности.

ЭС

16+



26-я международная выставка-форум



ЭНЕРГЕТИКА

18–20 ФЕВРАЛЯ 2020 • САМАРА

ВСТРЕЧА
ЭНЕРГЕТИКОВ
ПОВОЛЖЬЯ



ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

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

www.expo-volga.ru

Многочастотный гаситель вибрации типа ГВ

Александр Зигун, начальник технического отдела Группы Компаний «Инсталл»

На проводах и грозозащитных тросах высоковольтных линий электропередач возникают различные механические нагрузки и напряжения. В частности, при ветре наблюдается такое явление как вибрация проводов, то есть периодические колебания провода или троса в пролете между опорами ЛЭП. Существует немало гасителей вибрации, но одним из самых востребованных на сегодня является многочастотный гаситель с эксцентрично расположенными грузами (рис. 2). Он отличается наличием в его амплитудно-частотной характеристике пиков гашения, обусловленных не только изгибными деформациями демпферного троса, но и деформациями кручения.

Гаситель вибрации ГВ — разработка нового поколения, обладающая рядом преимуществ перед аналогами, технически более совершенная, чем гасители ГВН, ГВП, ГВУ, ГПГ. Многочастотные гасители вибрации ГВ предназначены для защиты неизолированных проводов и молниезащитных тросов воздушных линий электропередачи, а также самонесущих волоконно-оптических кабелей связи, подвешиваемых на опорах ВЛ. Эти гасители доказали свою сверхнадежность в самых суровых условиях эксплуатации (рис. 1).

В состав гасителя входят:

- корпус с плашкой;
- демпферный трос и грузы;
- крепежный болт с гайкой и пружинными шайбами.

Расшифровка обозначения гасителя ГВ

Пример обозначения: ГВ-0,8/0,6-9,1-400/16-20 (рис. 3).

Общая конструкция гасителя аналогична традиционному гасителю вибрации Стокбриджа, но имеет ряд принципиальных отличий:

- корпус гасителя вибрации и прижимная плашка выполнены литьем или из прессованного профиля, демпферный трос в нижней части корпуса надежно закреплен опрессованием;
- демпферный трос с высокой способностью к энергопоглощению;
- у грузов, закрепленных опрессованием на демпферном тросе — за счет возбуждения не только изгибных, но и крутильно-изгибных колебаний при вибрации — характеристика энергопоглощения оказывается более равномерной и значительно расширяет частотный диапазон виброзащиты, чем для обычного гасителя Стокбриджа;
- крепление корпуса гасителя к проводу имеет вид крюка для увеличения угла охвата и осуществляется болтом с мелкой резьбой и двумя пружинными шайбами для исключения самоотвинчивания.

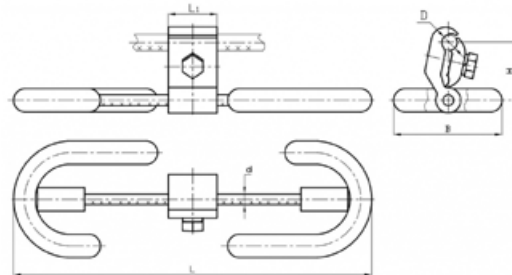


Рис. 1.



Рис. 2.

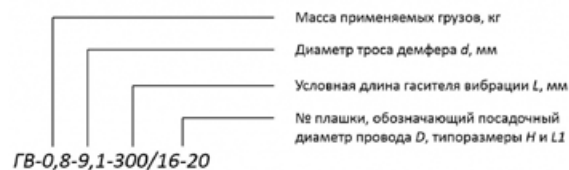


Рис. 3.

Таблица 1.

Порядковый № символов в маркировке гасителей вибрации ГВ	Параметры, обозначаемые символами	Значения технических параметров (технические характеристики) гасителей вибрации ГВ									
		0,8		1,6		2,4		3,2		4,0	
1	Соответствующие им линейные размеры грузов, мм (размер «В» на рис.1)	100		128		150		160		168	
	Масса грузов, кг	2,07/2,15		3,95/4,11		5,58/5,92		7,48/7,60		8,34/8,68	
	Диаметр троса демпфера, мм (размер «d» на рис.1)	9,1		11,0				13,0			
3	Условная длина гасителя вибрации, мм (размер «L» на рис.1)	300	350	400	450	500	550	600	650		
4	Номер плашки крепления гасителя вибрации ГВ	10–13		16–20		23–31		23–35			
	Соответствующий диаметр провода, мм (размер «D» на рис.1)	9,0–14,0		14,5–20,0		20,1–32,0		20,1–35,0			
	Высота гасителя вибрации — расстояние между осями провода и троса демпфера, мм (размер «H» на рис.1)	50,0		65,5		85,0		85,0			
	Ширина плашки, мм (размер «L1» на рис.1)	45,0		45,0		50,0		50,0			

Характеристики гасителя вибрации

Основным эксплуатационным параметром гасителей вибрации является диапазон частот гасителя, при котором происходит наиболее эффективное гашение вибрации. Значения резонансных частот гасителей приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Марка гасителя	Диаметр тросика, мм	Длина гасителя, мм	Масса груза, кг	Расчетная частота, Гц		
				1-я	2-я	3-я
ГВ-0,8-9,1-350	9,1	350	0,8	12,4	45,2	91,2
ГВ-0,8-9,1-400	9,1	400	0,8	9,2	40,1	81,6
ГВ-1,6-11-400	11	400	1,6	11,2	30,6	65,0
ГВ-1,6-11-450	11	450	1,6	8,1	29,3	60,1
ГВ-1,6-11-500	11	500	1,6	6,3	31,0	56,2

Указания по применению гасителей вибрации

Марка гасителей вибрации, места их установки и количество выбираются в зависимости от преобладающего направления ветров, условий прохождения линии, тяжения или длины пролета, а также диаметра провода или грозозащитного троса. В таблице 3 представлено пять основных разновидностей топографических особенностей и категорий местности.

Таблица 3.

Категория местности	Характерные особенности топографии
1	Ровная открытая местность без преград со снежным покровом более 5 месяцев в году, водная поверхность значительных размеров
2	Ровная открытая местность без снежного покрова или со снежным покровом менее 5 месяцев в году
3	Слабохолмистая местность, отдельные деревья и строения
4	Пересеченная местность, редкий или низкорослый лес, невысокая застройка
5	Горные районы, территория города с высокой застройкой, лесной массив

Рис. 4.



Рис. 5.



Рис. 6.



Таблица 4. Марки проводов и длины пролетов в зависимости от категорий местности

Провода (тросы)	Номинальное сечение, мм ²	Категория местности		
		2 и 3	4	5
		Длина пролета (м) более		
Сталеалюминиевые марки АС и из алюминиевого сплава со стальным сердечником марки АЖС	25–95	80	90	100
	120–240	100	120	130
	300 и более	120	130	150
Алюминиевые марки А и из алюминиевых сплавов АН и АЖ и др.	35–95	80	90	100
	120–240	100	120	130
	300 и более	120	130	140
Медные марки М	25–50	80	90	100
	70–150	100	120	130
	185–400	120	140	150
Стальные	25 и более	120	140	150

Таблица 5. Марки проводов и механические напряжения, обусловленные их тяжением

Провода, тросы	Отношение сечений А/С	Категория местности		
		2 и 3	4	5
		Механическое напряжение, обусловленное тяжением провода, Н/мм ²		
Сталеалюминиевые марки АС и из алюминиевого сплава со стальным сердечником марки АЖС	Менее 0,65	80	90	100
	0,65–1,0	70	84	90
	1,1–1,5	60	72	80
	1,6–4,4	45	50	54
	4,5–8,0	35	40	48
	8,1–11,4	33	35	40
	11,5 и более	30	35	40
Алюминиевые марки А и из алюминиевых сплавов АН и АЖ и др.	–	30	–	–
Медные марки М	–	100	120	140
Стальные	–	180	200	220

В зависимости от условий прохождения трассы линии и ее конструктивных параметров защита от вибрации одиночных проводов и тросов не требуется:

- при длинах пролетов, равных или меньших указанным в таблице 4;
- при расчетных механических напряжениях в проводах и тросах при среднегодовой температуре (для районов Крайнего Севера — при среднемесячной температуре самого холодного месяца года), не превышающих значений, указанных в таблице 5.

В зависимости от длины пролетов и тяжения проводов (тросов) гасители вибрации устанавливаются на проводах с обеих сторон пролета, либо только с одной стороны.

- Односторонняя установка гасителя допускается в следующих случаях:
- в пролетах длиной менее 150 м независимо от значения механических напряжений в проводах (тросах). При этом не допускается односторонняя установка гасителей, если трасса ВЛ проходит по местности категории 1;
 - в пролетах длиной 150–200 м, если расчетное механическое напряжение в проводах (тросах) при среднегодовой температуре не превышает значений, указанных в таблице 5.

Применение спиральной арматуры — тяжелых, поддерживающих зажимов и защитных протекторов требует внесения корректив в сложившуюся практику защиты ВЛ от вибрации. Игнорирование этого факта приводит к резкому снижению эффективности принятого варианта защиты провода от вибрации, снижению показателя надежности ВЛ. Номенклатура разработанных и выпускаемых конструкций арматуры для линий ВОЛС-ВЛ имеет беспрецедентный состав по всему разнообразию проводов и кабельной продукции, как в структурном плане, так и по уровню диаметров и допустимых нагрузок. Использование в расчетах современных критериев безопасного уровня изгибных деформаций дает возможность надежной эксплуатации ВОЛС-ВЛ на срок пятьдесят и более лет.



XVII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ • ВЫСТАВКА • НЕФТЬ. ГАЗ. ЭНЕРГО

НЕФТЬ
ГАЗ
ЭНЕРГО 2020

25 - 27
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.



ARMA DA
КОНГРЕСС-ЦЕНТР

7 галерея

зал «Неплюев»
Шарлыкское шоссе, 1/2
г. Оренбург

ООО «УралЭкспо»

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

Методологии RCM: есть проблема с пониманием

Игорь Антоненко, кандидат технических наук, ООО «НПП «СпецТек»

В 2018 году исполнилось 40 лет с тех пор, как Стэнли Ноулан и Говард Хип в своем основополагающем исследовании [1] представили методологию RCM (Reliability Centered Maintenance). Их идея состояла в том, что правила обслуживания оборудования должны определяться последствиями отказа, а не только природой и параметрами самого отказа. Аналогичную идею мы находим у отечественных специалистов по надежности, в публикациях того времени [2].

Затем существенный вклад в развитие и популяризацию RCM внес Джон Маубрей [3]. К настоящему времени накопился значительный массив публикаций, посвященных RCM, включая книги [4–6]. Разработаны соответствующие международные и национальные стандарты, как за рубежом [7–9], так и в России [10, 11]. В России развивается практика успешного применения RCM в энергетике, нефтепереработке и нефтехимии, в металлургии и других отраслях [12–16]. В работе [17] подробно описаны этапы становления и развития RCM.

Краткое введение в RCM

Из русскоязычной нормативно-технической документации известно несколько определений RCM, которые помогают понять ее суть. Так, согласно ГОСТ 18322-2016, это техническое обслуживание, основанное на методологии определения оптимального набора операций ТО и частоты их применения, с учетом вероятностей и последствий отказов на любом уровне разукрупнения. Согласно ГОСТ Р 27.002-2009 (в настоящее время не действует), это систематизированный метод, определяющий соответствую-

щие задачи и частоту повторения операций технического обслуживания, в основу которого положены вероятности и последствия отказов. Более удачным представляется определение стандарта [10], согласно которому надежность-ориентированное техническое обслуживание (RCM) представляет собой методологию выявления и выбора политик управления отказами (рис. 1). Политика управления отказами, в свою очередь, может включать в себя как действия по техническому обслуживанию, так и изменения правил эксплуатации, конструктивные доработки и другие действия, которые в стандарте [11] названы разовыми преобразованиями, и нацелены на ослабление риска отказов. К ним также относятся изменение методов технического обслуживания и ремонта (ТОиР) и обучение персонала.



Рис. 1. Комплексное применение политик управления отказами при RCM

Основные идеи RCM:

1. Внимание должно быть сфокусировано на вопросе «как избежать последствий отказов?», а не на вопросе «как избежать отказов?».

2. Отказы имеют разную значимость, которая определяется их последствиями. Отказы, не влекущие значимых последствий, не требуют мер по их предупреждению. Целесообразно позволить этим отказам произойти. Такую политику управления отказом называют «корректирующим обслуживанием».

3. Для каждого отказа со значимыми последствиями необходимо выбрать применимую и эффективную политику предупреждения отказа. Применимость определяется характеристиками самого отказа и оборудования. Например, если отказ не имеет устойчивого и достаточно длительного P-F-интервала, обслуживание по состоянию не будет применимой политикой. Эффективность определяется способностью предупредить отказ и соотношением затрат на предупреждение отказа и цены предупреждаемых последствий: затраты на предупреждение должны быть меньше. Последний критерий применяется только если отказ не влияет на экологию и безопасность, имеет чисто экономические последствия (недовыпуск продукции + снижение качества + затраты на ремонт после отказа).

4. Главное — работоспособность системы в целом, а не каждой единицы оборудования в отдельности. Необходимо определить оптимальный набор и частоту действий, которые должны быть выполнены для того, чтобы система продолжала делать то, что от нее требуется в заданных условиях.

5. Одинаковое оборудование не означает одинаковое обслуживание. Например, два одинаковых насоса могут иметь совершенно разную значимость для производства: один работает в системе охлаждения оборудования, а другой в системе водоотведения. Кроме того, два одинаковых насоса могут иметь различную интенсивность эксплуатации. Это должно учитываться при определении состава и частоты повторения операций по их обслуживанию.

Процесс RCM, описанный в стандарте [7], включает в себя семь этапов, или семь шагов (рис. 2).

Мифы и заблуждения

Проблема понимания методологии RCM обнаружилась еще в 1990-х годах. Тогда же для ее решения Общество автомобильных инженеров США (Society of Automotive Engineers, SAE) занялось разработкой общепринятого стандарта на RCM-процесс, и привлекло к этой работе RCM-сообщество авиации и флота, чтобы создать универсальный стандарт. В 1999 году было опубликовано первое издание стандарта [7], а в 2002 году — второго стандарта [8]. Тем не менее, и сегодня, несмотря на весьма



Рис. 2. Семь шагов RCM2

зрелый возраст, существуют некоторые заблуждения и мифы об RCM. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

1. *RCM — это стратегия ТОиР.* Стратегия ТОиР — это система принципов организации и проведения технического обслуживания и ремонта (МЭК 60050 (191):1990-12, пункт 191-07-02). Некоторые авторы считают, что существует всего три стратегии ТОиР: регламентированное обслуживание и ремонт (ППР), ремонт и обслуживание по техническому состоянию, корректирующее обслуживание (ремонт после отказа). Другие добавляют к ним работы по поиску скрытых отказов и проверки резервного оборудования на функциональные отказы.

В любом случае, RCM не сводится к стратегии ТОиР. Из определения стандарта [10] следует, что RCM — это методология выявления и выбора политик управления отказами и формирования из них программы работ, сочетающей различные стратегии ТОиР и разовые преобразования, и отвечающей профилю рисков, связанных с отказами (рис. 1).

2. *RCM — это неподъемный труд.* Конечно, полный RCM-анализ в отношении всего технологического оборудования — очень трудоемкий и длительный процесс. Он откладывает внедрение оптимальных программ работ и получение эффекта. Далеко не каждый руководитель готов к длительному проекту со значительной нагрузкой персонала и туманными перспективами.

Однако совсем не требуется объять необъятное. Классики RCM говорят [1], что для сокращения объема анализа до разумных и управляемых размеров необходимо разбиение оборудования по категориям. То есть, проведению RCM должна предшествовать приоритизация оборудования. Она позволяет выявить наиболее критичные активы, сосредоточить на них внимание и ограниченные ресурсы, и быстрее достичь значимого эффекта от RCM. Чтобы приоритизировать оборудование необходимо отранжировать его в порядке убывания риска отказов, а потом идентифицировать объекты, вошедшие в верхнюю часть списка. Для этих наиболее приоритетных объектов выбрать соответствующие политики управления отказами, нацеленные на снижение риска. Типичный проект RCM-анализа выполняется в течение недели группой из 4 или 5 человек. Затем, когда риск отказов этих объектов будет уменьшен, необходимо провести повторно приоритизацию, повторить RCM-анализ на более низком уровне рисков. Не существует принципиальных ограничений количества таких циклов.

3. *RCM приводит к росту трудоемкости обслуживания.* Это не так. Результаты RCM-проектов показывают снижение занятости персонала до 16 % [16], сокращение затрат на ТОиР от 10 до 30 %. Экономия происходит за счет устранения избыточного обслуживания, а также работ, выполнение которых не влияет на предупреждение каких-либо отказов. Также из программы работ удаляется предупредительное обслуживание некритичного оборудования, в отношении которого выбрана политика управления отказами «корректирующее обслуживание».

Классики [1] приводят в качестве примера программу обслуживания Boeing-747. В этой программе предусмотрено 66 000 человеко-часов на инспекции конструкций самолета, позволяющие обеспечить интервал между проверками в 20 000 часов. До анализа на избыточность программа предполагала более 4 млн человеко-часов для достижения того же интервала между инспекциями на меньшем и менее сложном Douglas DC-8.

4. *Необходимо проводить RCM на всем оборудовании.* Неверно. Как уже было сказано, проведению RCM должна предшествовать приоритизация. И если верхняя часть ранжированного списка активов требует RCM-анализа, то самая нижняя часть, то есть некритичные активы, должна быть выведена за пределы RCM. Джон Маубрей приводит статистику из своего опыта [3], согласно которой около 65 % его клиентов проанализировали часть своего оборудования по RCM и в большинстве своем планировали дальнейший анализ если не всех своих активов, то основной их части, и около 10 % организаций применили RCM ко всему оборудованию.

5. *Обучение RCM является излишним.* Особенность RCM состоит в том, что эта задача предусматривает реорганизацию технических служб, трансформацию культуры ТОиР на предприятии, глубокий реинжиниринг и стандартизацию процессов управления активами, разработку нормативно-методических документов, создание центров компетенций по видам оборудования, введение новых профессий, таких как инженер-надежник. Весьма важным является организационное обеспечение взаимодействия и координации различных служб, занятых в процессах ТОиР, поскольку это взаимодействие значительно усложняется. Поэтому вам потребуются знания и соответствующее обучение. Начинать надо с анализа «пробелов» знаний в области управления активами. В качестве критериев мы используем требования к компетенции, разработанные GFAMM [18]. Такой подход позволяет гарантировать систематический охват требуемых ролей и соответствующих элементов компетенций.

Невозможно одновременно решить все проблемы по формированию системных знаний и компенсировать все пробелы в квалификации. Поэтому важно сформировать дорожную карту обучения с ранжированием рассматриваемых тем по их ценности для данного предприятия. Нужно включать в нее требования к компетенции применительно к конкретным ролям и бизнес процессам. План развития компетенций должен учитывать ценность, которую несут физические активы, операционный контекст и реальные ограничения функционирования организации. Это гарантирует концентрацию усилий на наиболее проблемных местах, проведение осознанного найма персонала и целенаправленного обучения.

6. *Оптимизация программы предупредительного обслуживания — это RCM.* Нет, но это может быть частью RCM, и может принести большую пользу. Оптимизация программы предупредительного обслуживания (ОППО) проводится на основе принципов RCM, представленных выше. Как правило, при ОППО решаются следующие задачи:

- выявление и удаление из программы дублирующих работ, направленных на предупреждение одного и того же отказа;
- выявление и удаление работ, которые не могут влиять на риск какого-либо отказа, даже если эти работы рекомендует поставщик оборудования;
- дополнение программы работами, направленными на предупреждение отказов, пропущенных в действующей программе работ;
- выявление неэффективных работ, которые не приводят к снижению риска отказов, изменение дизайна этих работ (например, периодичности) или замена их эффективными работами;

• выявление отказов, для которых не найдено эффективных предупредительных работ, анализ корневых причин этих отказов, и разработка разовых изменений, направленных на устранение этих причин (например, реконструкция или модернизация оборудования, замена поставщика запчастей).

7. *RCFA так же хорош, как RCM.* Нет. Анализ корневых причин отказов (Root Cause Failure Analysis — RCFA) может быть самостоятельным бизнес-процессом, который выполняется по факту произошедшего отказа и наступления значимых последствий. В этом случае проводится расследование, выявляются причины отказа, и разрабатываются корректирующие мероприятия, направленные на предупреждение этого отказа в будущем. Например, в программу обслуживания вносится новая предупредительная работа, выполняется реконструкция оборудования, проводится обучение персонала, низкая компетентность которого стала причиной отказа. Таким образом, RCFA — это в принципе реактивная деятельность, которая начинается, когда нежелательные последствия отказа уже наступили, в то время как RCM-процесс изначально направлен на их предупреждение. В то же время, RCFA может быть частью RCM. В этом случае RCFA выполняется, когда не удалось найти применимую и эффективную предупредительную политику управления отказом.

8. *Я могу выполнить RCM самостоятельно.* Нет. Выполнение RCM — это командная работа. Очевидно, что в ней должны участвовать эксперты по видам оборудования (опытные механики и энергетики). Менее очевидно, но не менее необходимо, чтобы в ней участвовал производственный персонал, который со своей стороны может выдвинуть идеи о причинах тех или иных отказов, а также знает их последствия для производства. Так же необходимо, чтобы в ней участвовали специалисты финансовой и экологической службы предприятия, а также службы безопасности труда, которые компетентны в оценке последствий отказов, включая штрафы и иную ответственность. Таким образом, RCM-процесс — это горизонтальный бизнес-процесс, который должен объединять различные службы предприятия.

9. *Мы пригласим консультантов, и они проведут нам RCM.* Ни один консультант, даже самый опытный, не знает контекста, в котором эксплуатируется то или иное оборудование, выпускается та или иная продукция на конкретном предприятии. Ни один консультант, сколь талантливы бы он ни был, не может обладать всеми специальными знаниями, которыми обладают десятки или сотни инженеров различных специальностей на предприятии. Консультант окажет методическую помощь, но он не сможет заменить всех участников RCM-процесса, о которых сказано выше.

12-14
МАРТА


**ПРИГЛАШАЕМ
К УЧАСТИЮ**


КРЫМ. СТРОЙИНДУСТРИЯ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. ВЕСНА-2020

**34-Я МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА**

- Строительные материалы и технологии
- Строительные машины и механизмы
- Окна, двери, кровли, фасады
- Металлические конструкции
- Сантехника
- Экология. Системы очистки воды
- Системы отопления, вентиляции и кондиционирования
- Котельное оборудование
- Электротехническое и осветительное оборудование
- Кабельно-проводниковая продукция
- Энергосбережение и использование нетрадиционных экологически чистых источников энергии
- Системы автоматизации, программное обеспечение предприятий строительной, энергетической и электротехнической отраслей промышленности

ФОРУМ КРЫМСКИЕ
ВЫСТАВКИ

 г. Симферополь, ул. Набережная, 75 В,
ТЦ «Гагаринский»

 т.: +7 978 78 178 83, +7(3652) 54-60-66
marketing@expoforum.biz
expoforum.biz



10. RCM — это проект в области технического обслуживания. Изначально методология RCM была разработана для потребностей авиации [1], и тогда в ее название вошло слово «maintenance», т.е. техническое обслуживание. Однако уже тогда многих интересовало применение RCM в других отраслях. В версии RCM2 (рис. 2), адаптированной для применения в промышленности, введены в рассмотрение экологические последствия отказов и более строго рассматриваются производственные последствия [3]. Следующая версия, RCM3 (рис. 3), перешла к логике принятия решений, основанной на оценке рисков [19].

Сегодня RCM это процесс, результаты которого могут привести к изменению не только в техническом обслуживании, но также и в эксплуатации, производственном планировании, материально-техническом снабжении, экологическом менеджменте, риск-менеджменте и других сферах деятельности организации.

Согласно результатам исследования Aberdeen Group [20] по выборке из 173 компаний, 60 % из них разработали документированные процедуры обслуживания каждого актива, основанные на RCM и критичности оборудования. При этом 50 % предприятий создали команды непрерывного улучшения в рамках реализации RCM. Лучшие в своем классе компании на 89 % чаще используют RCM в своей программе ТОиР.

Успех RCM проекта во многом зависит от воли руководства предприятия и руководителя этого проекта. Практика показывает, что существует разница между количеством разработанных программ обслуживания по результатам RCM, количеством утвержденных программ и количеством реализованных. Там, где процесс не имеет должного руководства, до внедрения дело не доходит. После внедрения необходим анализ результативности принятых решений (внедренных программ) и непрерывное циклическое улучшение. Если этого нет, то первоначально достигнутый эффект быстро исчезнет, так как однажды разработанная программа работ не может оставаться оптимальной неограниченно долго.

Для успеха не обойтись и без информационной поддержки, т.е. внедрения информационной системы управления производственными активами. Принятие решений при RCM предполагает наличие информации об активах или накопление этой информации в процессе эксплуатации. Создание такой системы — это особая задача [21], требующая комплексной компетенции в области управления активами, разработки и внедрения программного обеспечения класса EAM (Enterprise Asset Management).



Рис. 3. Девять шагов RCM3

35

Литература

- Nowlan F. S., Hear H. F. Reliability-Centered Maintenance. San Francisco: Dolby Access Press, 1978. — 466 p.
- Нейман В. Г., Шапиро Б. В. Оценка критичности отказов технических устройств // Надежность и контроль качества. 1975. № 10. С. 49–51.
- Moubray J. Reliability-Centered Maintenance. Second Edition. NY: Industrial Press Inc., 1997. — 426 p.
- Neil B. Bloom. Reliability-Centered Maintenance: Implementation Made Simple. NY: McGraw-Hill, 2005. — 291 p.
- Ефремов Л. В. Проблемы управления надежностно-ориентированной технической эксплуатацией машин. СПб: Art-Xpress, 2015. — 206 с.
- Jesus R. Sifonte, James V. Reyes-Picknell. Reliability-Centered Maintenance — Reengineered: Practical Optimization of the RCM Process with RCM-R. CRC Press. 2017. — 349 p.
- SAE JA 1011:2009. Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes.
- SAE JA 1012:2011. A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard.
- IEC 60300-3-11:2009. Dependability Management — Part 3-11: Application guide — Reliability-centered maintenance.
- ГОСТ Р 27.606-2013. Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность. М.: Стандартинформ, 2014. — 34 с.
- ГОСТ Р 55.0.05-2016. Управление активами. Повышение безопасности и надежности активов. Требования. М.: Стандартинформ, 2016. — 10 с.
- Диагностика на страже безопасности // Энергетика и промышленность России. 2017. № 15–16 (323–324). С. 12.
- Америк А., Микерин О. Безнадежность результатов без надежности // ITime. 2007. № 4. С. 21–25.
- Амиров В. Р. Управление надежностью и целостностью оборудования — важный инструмент повышения эффективности бизнеса // ПРОнефть. 2018. № 1 (7). С. 77–80.
- От ППР к ABC и RCM // Новатор. 2019. № 11 (5368). С. 3.
- Беляков М. И. Оптимизация программы обслуживания оборудования на основе методологии RCM // Главный механик. 2015. № 9. С. 69–74.
- Антоненко И. Н. Методология RCM: ретроспектива и перспектива надежностно-ориентированного технического обслуживания // Энергия единой сети. 2019. № 1 (43). С. 34–46.
- The Asset Management Landscape. Second Edition // Gfmm.org: Сайт глобального форума по техническому обслуживанию и управлению активами. URL: https://www.gfmm.org/sites/default/files/2019-05/GFMMLandscape_SecondEdition_English.pdf (дата обращения: 22.10.2019).
- Marius Basson, Aladon. RCM3: Risk-Based Reliability Centered Maintenance. Third Edition. NY: Industrial Press, Inc., 2018. — 500 p.
- Cline G. Asset performance Management: blazing a better path to operational excellence // Aberdeen Group Rep. November 2017. P. 11.
- Кац Б. А., Молчанов А. Ю. Цифровизация процессов управления ТОиР: проблемы и решения // ЭнергоStyle. 2018. № 4 (44). С. 28–34.

**стильный
отраслевой
журнал**

ЭнергоStyle

ЭS

**О важнейшей отрасли,
от которой напрямую
зависят жизнь и развитие
экономики страны**



**МЫ
ГОВОРИМ:**

**о профессиональном —
ДОСТУПНО**

**об очевидном —
НЕСТАНДАРТНО**

**о важном —
АВТОРИТЕТНО**

**о наиболее —
ОТКРОВЕННО**

ЭS

620062, Екатеринбург, ул. Генеральская, 7
тел./факс: (343) 375-87-87, 375-88-06, 375-88-09
e-mail: m.lupanova@locus.ru
www.locus.ru/energostyle

Страховочная система — основа безопасности

Работы на высоте выполняются в различных отраслях производства и сферах деятельности человека: от строительства до науки и развлечений. В энергетике тоже существует ряд общих методов обеспечения безопасности при работе на высоте. Один из них — стационарная страховочная система для подъема на опоры высоковольтных линий и порталы открытых распределительных устройств производства компании «Каскад». Данная система позволяет предотвратить падение работника при его случайном срыве, а также делает удобной и безопасной работу электромонтеров.

Строение и функции

Стационарная страховочная система состоит из жесткой анкерной линии (страховочная направляющая) и средства защиты от падения с высоты ползункового типа (страховочная каретка с демпферным стропом). Страховочные направляющие могут быть нескольких типов: для перемещения работника вверх-вниз по опоре без ступеней (по степ-болтам), страховочная направляющая со съемными ступенями (в основании опоры), страховочная направляющая со ступенями (на тросостойках), а для безопасного перехода работника с «основной» части опоры на траверсу, используется распределительная направляющая. Таким образом, обеспечивается непрерывность страховки работника при его подъеме, спуске или переходе с основной части «опоры» на траверсы или тросостойки. Работник присоединяется к анкерной линии при помощи средства защиты от падения с высоты ползункового типа (страховочная каретка с демпферным стропом).

Основной компонент жесткой анкерной линии (ЖАЛ) — С-образный профиль, прикрепленный жестко к опоре (порталу) таким образом, что боковые смещения линии ограничены. Жесткие анкерные линии, как правило, устанавливаются на длительный срок и предназначены для периодического выполнения работ, при этом надежны и просты в эксплуатации.

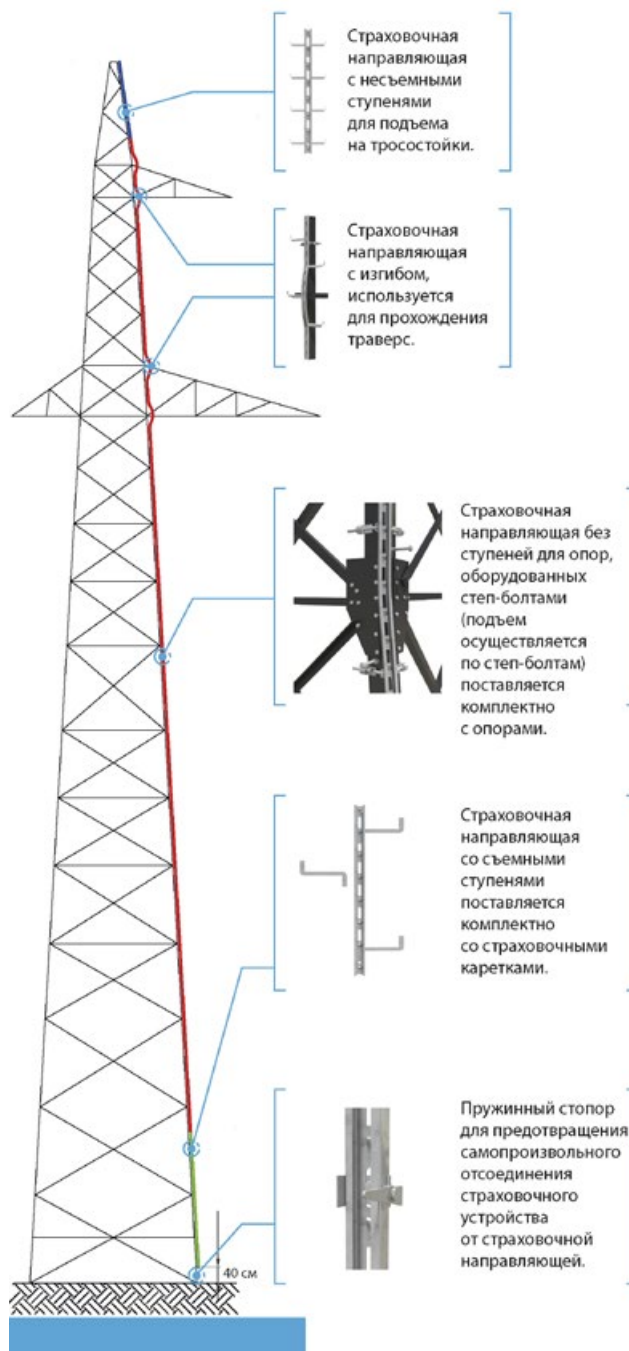
Непрерывность — гарантия безопасности

В России на основе лучшего зарубежного опыта разработано по ГОСТ Р ЕН 353-1-2008 и

внедрено в производство средство защиты от падения с высоты, которое предназначено для обеспечения непрерывности страховки электромонтера при подъеме (спуске) на опоры ВЛ 35–750 кВ и порталы ОРУ. Данное средство защиты состоит из стационарно закрепленной жесткой анкерной линии и съемной страховочной каретки с амортизатором, которая свободно перемещается по ЖАЛ. В случае срыва работника при подъеме или спуске с опоры каретка стопорится на ней, тем самым предотвращая его падение. При подъеме на опору страховочная каретка устанавливается на жесткой анкерной линии, а амортизатор карабином закрепляется к расположенной на груди анкерной точке страховочной привязи. Амортизатор ограничивает высоту и динамическую нагрузку на работника в случае его падения.

Страховочная направляющая выполнена в виде полуоткрытого С-образного профиля прямоугольного сечения (52 x 32 x 3 мм) с прямоугольными отверстиями, пробитыми по всей длине профиля с интервалом 40 мм. Эта направляющая, совмещенная с лестницей, имеет консольные ступеньки, которые привариваются к ней и имеют противоскользкую поверхность и боковые ограничительные выступы высотой 20 мм. Расстояние между ступеньками 280 мм.

Страховочная направляющая стационарно прикрепляется к конструкции стойки опоры или портала, по которым производится подъем (спуск) работника. Отдельные секции направляющей стыкуются между собой при помощи соединительных элементов, а в местах «излома» стойки опоры для соединения применяются радиальные страховочные направляющие.



Защищайтесь!

Средство защиты ползункового типа движется вдоль анкерной линии, сопровождает работника, не требует ручной регулировки в ходе изменения положения вверх или вниз и автоматически блокируется на анкерной линии в случае падения. Оно состоит из страховочной каретки, демпферного стропа и карабина. Демпферный строп прикреплен к страховочной каретке и карабину. Перед подъемом на опору страховочная каретка вставляется внутрь страховочной направляющей, а строп прикрепляется к анкерной точке страховочной привязи работника. При подъеме (спуске) работника на опору страховочная каретка перемещается внутри страховочной направляющей, а в случае его срыва перемещение каретки вниз блокируется за счет зацепления ее стопора за пробивное отверстие в направляющей, таким образом предотвращая дальнейшее падение электромонтера с высоты.

Правильная страховка

В чем же преимущества страховочной системы с жесткой анкерной линией? Прежде всего, в обеспечении повышенного уровня безопасности и производительности труда по сравнению с другими способами страховки при таком подъеме. Применение механизма качения страховочной каретки снижает трение и обеспечивает плавность ее перемещения внутри страховочной направляющей, в том числе, в местах стыков и изгибов. Совмещение страховочной направляющей с лестницей делает значительно более удобным подъем на опоры, неоснащенные стационарными лестницами, скобами или ступ-болтами. Кроме того, для комфорта и безопасности такого подъема (а также для ограничения доступа к объекту посторонних лиц) нижняя секция жесткой анкерной линии выполнена со съемными ступенями, которые эксплуатационный персонал устанавливает перед подъемом на опору и снимает после спуска с нее. Нижние секции ЖАЛ крепятся к опоре с помощью антивандальных гаек, соответствующих требованиям ПАО «ФСК ЕЭС».

Стропы с амортизатором используются для страховки и безопасной остановки падения электромонтера при работе на высоте. Амортизатор, встроенный в строп, не позволит достичь критической нагрузки на человека во время остановки падения, что обеспечивает дополнительную защиту от травм. Стропы для удержания и позиционирования служат для ограничения перемещения работника, не допускающие его в опасную зону, где есть риск падения с высоты, и как средство опоры. Таким образом, жесткая анкерная линия — оптимальный выбор для системы безопасности, который избавит от множества проблем.

Правила по охране труда требуют, чтобы здания и сооружения были оборудованы системами безопасности. Это касается как металлических, так и железобетонных опор воздушных линий электропередач, порталов открытых распределительных устройств подстанций, а также любых конструкций, оборудования, зданий и сооружений, обслуживание и ремонт которых выполняются на высоте.

Нестандартный взгляд на привычное

Жесткая анкерная линия

Фото: Евгений Ланкин
Постановка и дизайн: Олеся Акулова
Визажист: Юлия Бобина
Модель: Яна Сковородченко
(Модельное агентство «Art models»)

Редакция благодарит
за помощь в съемках
Уральскую государственную
архитектурно-художественную академию:
кафедра «Дизайн одежды».

















Трамвай Пироцкого

Елена Крживицкая

«...в Санкт-Петербурге на Песках, на углу Болотной улицы и Дегтярного переулка, первый раз в России двинут вагон электрической силою, идущей по рельсам, по которым катятся колеса вагона...»

(из газет 1880 года)

Кучер трамвая

3 сентября 1880 года. На рельсах — первый российский трамвай. *«...Странно, даже жутко становится смотреть на вагон, который движется без лошади и который, по одному только желанию управляющего им кучера, может внезапно останавливаться и двигаться в обратном направлении».* Случайный очевидец, написавший впоследствии эти строки, в волнении, впрочем, как и все, кто собрался в тот день во множестве в Рождественском парке, дабы лицезреть чудо сверхсовременной по тем временам электротехники.

«Кучер трамвая!» Сегодня это звучит смешно, но другого слова для человека, управляющего движением безлошадного вагона, тогда просто не придумали. «Глубокоуважаемый вагоновожатый» — тоже смешно, однако. Это уже из стишка Маршака про Рассеянного с улицы Бассейной (опять питерский ландшафт). Вагоновожатые появятся на улицах российской столицы намного позже. А потом пройдет еще какое-то время, и все вокруг изменится настолько, что извозчики последнего призыва станут именовать себя — не без иронии — «водителями кобылы». Это уже Утесов. «Стой, Маруська, в стороне»... Кобылу Маруську, однако, отправят в отставку в XX веке. А пока на дворе век XIX.

Когда же праздновать?

Кстати, дата, которую отмечают как дату появления первого русского трамвая, закрепились на страницах исторического календаря на четверть века позже. Вот и столетний юбилей первого русского трамвая (читай — Санкт-Петербургского) шумно отпраздновали в 2007 году. Что не так? Да просто счет ведут от года, когда в столице Российской империи появился первый постоянный трамвайный маршрут. То есть с того времени, когда трамвай стал частью столичного быта, начал функционировать как общественный транспорт.

Появление же первого вагона, двигавшегося по рельсам на электрической тяге, случилось более чем на четверть века раньше! Вообразите только — трамвай изобретен и опробован еще при Александре II. И ведь все работало, испытания прошли успешно, однако общедоступное использование трамвая наладилось уже при Николае II, еще какой-то десяток лет — и революция... Помешали тому, чтобы это произошло раньше, конкуренты. Владельцы вагонов конно-железнодорожной дороги, в просторечии — конки.



Пироцкий Ф. А.

Федор Пироцкий

Федор Аполлонович Пироцкий родился в 1845 году на Полтавщине, в семье потомственных украинских казаков. Родители прочили сыну карьеру военного, и, как только мальчик подрос, отправили его на учебу в Санкт-Петербург в кадетский корпус. Затем Пироцкий окончит Михайловскую военную академию и получит предписание отправиться в Киев, в Печерский крепостной артиллерийский гарнизон.

Там, в Киеве, молодой офицер займется изобретательством, увлечется и модной в то время электротехникой, а после знакомства с изобретателем первой лампочки накаливания Яблочковым, электричество займет все мысли Пироцкого. Именно Яблочков обратит внимание молодого изобретателя на то, что гужевой транспорт в городе давно устарел: *«Если цивилизация будет развиваться по нынешнему пути, в городах невозможно будет жить. Посмотрите, телег и карет нужно все больше. За лошадьми и сейчас не успевают убирать. С мостовыми проблема — даже гранитное покрытие истирается подковами и железными ободьями... К этой мрачной картине могу добавить темноту... Полагаю, спасение — в электричестве, точнее — в электрической тяге».* В 1871 году Пироцкий возвратится в Санкт-Петербург, поступит на службу в Главное артиллерийское управление, а все свободное время посвятит опытам по передаче электрической энергии и преобразованию ее в механическую.

Конки

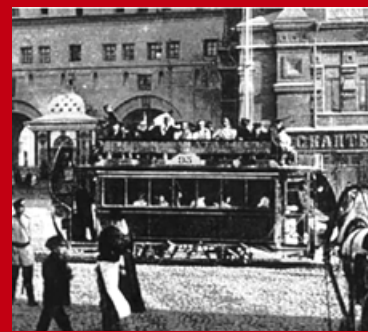
Конки в Санкт-Петербурге появились в 1860 году. На нескольких проспектах были уложены чугунные рельсы и по ним двигались вагоны на конной тяге. По две лошади на вагон. Двигалась конка не слишком быстро — около 10 км/час. Сначала вагоны эти возили только грузы, через три года открылись пассажирские маршруты. Конструкция была двухэтажная. Второй этаж (без крыши) называли империадом и забирались на него по винтовой лестнице с задней площадки. В нижнем этаже вагона проезд стоил пятак, а за то, чтобы ехать под открытым небом, пассажиры платили меньше — «алтын», то есть три копейки.

Управлял экипажем вожатый, он сидел на передней площадке с вожжами в одной руке и кнутом в другой. Был на конке рычаг тормоза, но вожатые, по кучерской привычке, для остановки вагона обыкновенно предпочитали с громким криком «тпру!» натягивать вожжи. Конка быстро набирала популярность у петербуржцев, и к 1879 году общая протяженность конно-железных дорог в городе перевалила за 100 км.

Заманчивое предложение

Однако у этого вида транспорта были свои, и довольно ощутимые, недостатки. И когда в том же 1879 году в Городскую Управу пришел человек в двубортном офицерском сюртуке и предложил лошадей из конки выпрячь, а запрячь в нее электричество, то чиновники отнеслись к предложению благосклонно. В самом деле, преимущества у этого проекта вырисовывались серьезные. Во-первых, он сулил избавление столичных улиц от неприятного запаха — «конские яблоки» убирать с них просто не успевали. Во-вторых, радовала перспектива открыть движение на крутых спусках и подъемах, которые конная тяга осилить не могла. Ну, и чисто экономически эта затея сулила необычайную выгоду. Человек, пришедший в Управу с предложением, был Федор Пироцкий.

Летом 1880 года Пироцкий реконструирует вагон конной железной дороги, рассчитанный на 40 пассажиров. В нижней части кузова изобретатель прикрепил тяговый электромотор постоянного тока и редуктор. Впервые подобная конструкция была оснащена двухступенчатой зубчатой передачей тягового электромотора к осям вагона, что стало прототипом для привычной сегодня колесной пары локомотива.



На пути к трамваю

В своих изысканиях Пироцкий был настойчив и планомерен. В 1874 году изобретатель получил десятилетнюю привилегию (патент) на электродвижущий вагон; два года спустя сделал первый подробный проект передачи электричества на большие расстояния.

Для проведения опытов он использовал заброшенный участок железной дороги Миллера длиной 3,5 версты в районе Сестрорецка. Добиваясь сокращения потерь в линии, Федор Аполлонович организовал серию опытов по передаче электричества с помощью двух изолированных железнодорожных рельсов, чье сечение было в 600 раз больше, чем у стандартного телеграфного провода. При этом один рельс играл роль прямого провода, а второй — обратного. Чтобы повысить проводимость и уменьшить сопротивление он использовал стыковые электросоединения прямого и обратного проводов. Для улучшения изоляции двух ниток рельсов одной колеи их подошва смазывалась асфальтом. Эта идея Пироцкого не потеряла актуальности и в наши дни — сегодня рельсы железнодорожной колеи выступают ключевым элементом автоблокировки, локомотивной сигнализации и диспетчерского контроля движения транспортного средства.

В 1876 году Федор Аполлонович добился вращения электродвигателя, расположенного в километре от генератора Гамма. В итоге нашла подтверждение его гипотеза о возможности передачи электричества с помощью железнодорожных рельсов. Описание проведенных опытов и полученные результаты автор изложил в статье «О передаче работы воды как двигателя на всякое расстояние посредством гальванического тока», которая была переведена на немецкий язык для фирмы «Сименс и Гальске».

Вагон номер 114

Наконец, летом 1880 года, уже получив разрешение от властей, Пироцкий начинает реконструировать вагон конной железной дороги, рассчитанный на 40 пассажиров. История сохранила номер этого вагона — 114. В нижней части кузова изобретатель прикрепил тяговый электромотор постоянного тока и редуктор. Впервые подобная конструкция была оснащена двухступенчатой зубчатой передачей тягового электромотора к осям вагона, что стало прототипом для привычной сегодня колесной пары локомотива.

По соседству с дорогой в Рождественском вагонном парке возвели электростанцию, оборудованную генератором постоянного тока. В начале сентября Пироцкий организовал испытание, на котором присутствовала администрация Второго общества конно-железных дорог. Вагон передвигался самостоятельно со скоростью 10–12 км/ч. Опытный образец был оснащен четырехсильным тяговым двигателем, а питание электричеством обеспечивали рельсовые пути. Токосъем осуществлялся посредством бандажей колес, поэтому они были изолированы от вагонных осей. Вагон мог ускоряться и замедляться, делать остановки и двигаться обратно. Экономическая целесообразность изобретения Федора Пироцкого была несомненна, однако у руководства столицы было долгосрочное соглашение с конно-железными дорогами для пассажирских перевозок в черте города... Внедрение застопорилось.

В 1881 году Пироцкий представил авторскую модель железной дороги на электротяге в Париже на Международной электротехнической выставке. Вернувшись в Россию, он первым проложил под землей электрический кабель — для передачи тока от Литейного завода к Технической артиллерийской школе, а также разработал целый проект подземной электросети, что впоследствии подтолкнуло власти Петербурга к возведению центральной электростанции.

И далее — везде...

Тем временем идею трамвая подхватил Вернер фон Сименс. Спустя год немецкий инженер запроектировал и ввел в эксплуатацию электрическую железную дорогу между Берлином и Лихтерфельдом. (В отличие от Федора Пироцкого, он уменьшил размер трамвайного вагона, а также применил ременную передачу вместо шестерен, что приводило к частым поломкам трамвая).

В Европе появилось несколько внутригородских трамвайных дорог (в Вене в 1883 году, в Англии в 1884 году и пр.), которые были построены на основе проекта российского изобретателя. Да и само устройство трамвая сохраняло конструктивные особенности, предложенные Федором Пироцким — вплоть до того времени, когда появилось питание вагона от контактной сети.

А в России не спешили...

Во многих городах по-прежнему действовали конно-железные дороги. Единственным крупным городом, в котором не было своей конки, был Киев, расположенный на крутых холмах (отчего лошадиная тяга была там просто неприменима). Киев и стал первым российским городом, который обзавелся собственным регулярно действующим трамваем уже в мае 1892 года. А в Петербурге эксплуатация трамвая началась, как мы уже знаем, лишь в 1907-м. Этому предшествовали суды и выкуп городом прав у владельцев конно-железных дорог.

Печальное послесловие

В последние годы жизни Пироцкому — как это часто бывает с талантливыми людьми — увя, пришлось несладко. Несмотря на громкие изобретения, Федора Аполлоновича отсылают в Ивангородскую крепость, где в 1888 году досрочно отправляют в отставку в чине полковника. Все это случилось примерно за пять месяцев до окончания 25-летней военной службы, которая позволила бы ему получить максимальную пенсию.

Подавленный Пироцкий возвращается на Украину в имение дяди, доставшееся ему по наследству. Однако в результате судебных разбирательств (из-за одной неверно записанной буквы в фамилии!) недвижимость у Пироцкого отбирают. Федор Аполлонович вынужден вернуться в столицу. Жить негде, он снимает номер в гостинице. Денег катастрофически не хватает ни на оплату комнаты, ни на еду... 28 февраля (12 марта) 1898 года Федора Аполлоновича Пироцкого найдут мертвым. Никаких денег при нем не было, и знакомые устроили ему похороны в кредит, за счет описанного и позднее проданного имущества... **ЭС**





МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

RENWEX

«Возобновляемая энергетика
и электротранспорт»

21–23 АПРЕЛЯ 2020

Россия, Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»,
павильон №3

Реклама 12+



www.renwex.ru

При поддержке:



Под патронатом:



Организатор:



МИР ЭНЕРГЕТИКИ В ЭКСПОЗИЦИИ ВЫСТАВКИ ЯНВАРЬ / ФЕВРАЛЬ / МАРТ

ОАЭ, Абу-Даби / 13.01–16.01
«World Future Energy Summit»
13-я Международная выставка и саммит

Малайзия, Кучинг / 14.01–16.01
«International Energy Week»
Международная конференция и симпозиум
«ElectroPower Asia»
Международная выставка

США, Чикаго / 21.01–23.01
«Annual Smart Cities International Symposium & Exhibition»
4-я Международная конференция и выставка

США, Сан-Антонио / 28.01–30.01
«DistribuTech»
Международная выставка и конференция

Мексика, Мехико / 28.01–30.01
«Energy Mexico»
5-я ежегодная выставка и конгресс

Япония, Токио / 29.01–31.01
«ENEX / SEJ»
Международная выставка

Италия, Верона / 29.01–03.02
«Bioenergy»
Международная выставка и конференция

Австрия, Инсбрук / 31.01–02.02
«Tiroler Hausbau & Energie Messe Innsbruck»
Тирольская выставка

Испания, Мадрид / 05.02–07.02
«Genera»
Международная выставка

Финляндия, Ювяскюля / 05.02–07.02
«Electric Tele Valo AV»
Международная выставка

Нидерланды, Амстердам / 10.02–10.02
«Smart Building Conference»
10-я Международная конференция и выставка

Германия, Эссен / 11.02–13.02
«E-world energy & water»
Выставка и конгресс

Самара / 18.02–20.02
«Энергетика»
Международная специализированная выставка-форум

Австрия, Вена / 20.02–23.02
«Bauen & Energie Wien»
Международная выставка

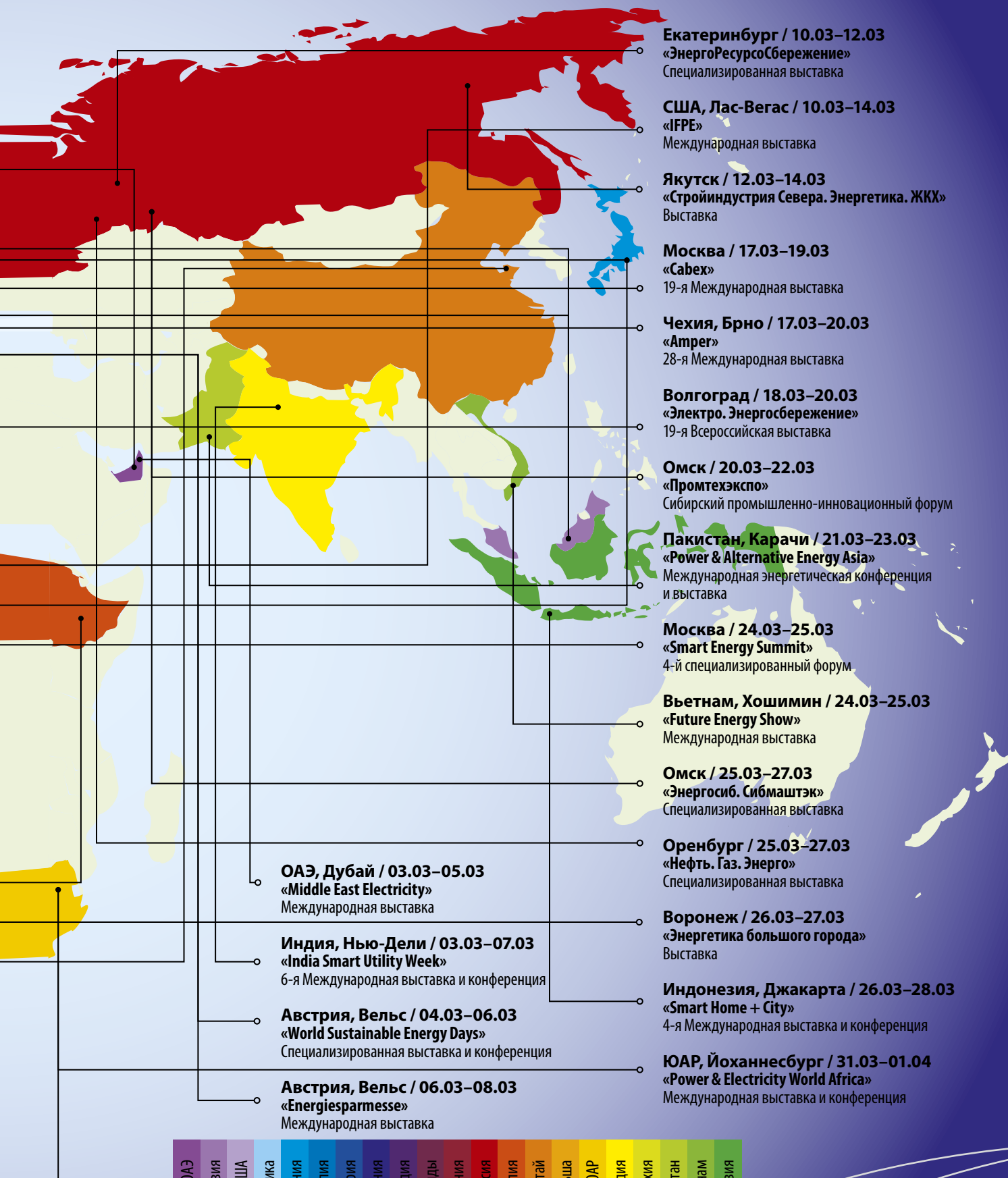
Эфиопия, Аддис-Абеба / 24.02–26.02
«Power & Energy Africa – Ethiopia»
Международная энергетическая выставка

Китай, Шанхай / 25.02–28.02
«PTE»
Международная выставка

Польша, Кельце / 26.02–27.02
«New Energy»
Международная выставка

Япония, Токио / 26.02–28.02
«World Smart Energy Week Tokyo»
15-я Международная выставка

ЮАР, Йоханнесбург / 03.03–04.03
«Africa Energy Indaba»
Международная выставка



Екатеринбург / 10.03–12.03
«ЭнергоРесурсоСбережение»
Специализированная выставка

США, Лас-Вегас / 10.03–14.03
«IFPE»
Международная выставка

Якутск / 12.03–14.03
«Стройиндустрия Севера. Энергетика. ЖКХ»
Выставка

Москва / 17.03–19.03
«Савех»
19-я Международная выставка

Чехия, Брно / 17.03–20.03
«Amper»
28-я Международная выставка

Волгоград / 18.03–20.03
«Электро. Энергосбережение»
19-я Всероссийская выставка

Омск / 20.03–22.03
«Промтехэкспо»
Сибирский промышленно-инновационный форум

Пакистан, Карачи / 21.03–23.03
«Power & Alternative Energy Asia»
Международная энергетическая конференция и выставка

Москва / 24.03–25.03
«Smart Energy Summit»
4-й специализированный форум

Вьетнам, Хошимин / 24.03–25.03
«Future Energy Show»
Международная выставка

Омск / 25.03–27.03
«Энергосиб. Сибмаштэк»
Специализированная выставка

Оренбург / 25.03–27.03
«Нефть. Газ. Энерго»
Специализированная выставка

Воронеж / 26.03–27.03
«Энергетика большого города»
Выставка

Индонезия, Джакарта / 26.03–28.03
«Smart Home + City»
4-я Международная выставка и конференция

ЮАР, Йоханнесбург / 31.03–01.04
«Power & Electricity World Africa»
Международная выставка и конференция

ОАЭ, Дубай / 03.03–05.03
«Middle East Electricity»
Международная выставка

Индия, Нью-Дели / 03.03–07.03
«India Smart Utility Week»
6-я Международная выставка и конференция

Австрия, Вельс / 04.03–06.03
«World Sustainable Energy Days»
Специализированная выставка и конференция

Австрия, Вельс / 06.03–08.03
«Energiesparmesse»
Международная выставка

- ЕвЗ
- Малайзия
- США
- Мексика
- Япония
- Италия
- Австрия
- Испания
- Финляндия
- Нидерланды
- Германия
- Россия
- Эфиопия
- Китай
- Польша
- ЮАР
- Индия
- Чехия
- Пакистан
- Вьетнам
- Индонезия

Музей-заповедник Поленово

«Что-то вроде волшебства...»



И. Е. Репин. «Портрет В. Д. Поленова»

Световой театр художника Поленова

Елена Крживицкая, искусствовед

«Натурный класс, ученики все в сборе. Он пришел. В лице его и манерах, во всем облике было что-то общее с Тургеневым...» — такой, много лет спустя, вспоминал художник Константин Коровин первую встречу со своим учителем. В самом деле, дворянское происхождение не скроешь. Известный русский живописец Василий Дмитриевич Поленов (1844–1927), а речь идет именно о нем, родился в многодетной, очень образованной дворянской семье с традициями (отец — секретарь русского археологического общества, мать — художница, ученица знаменитого Карла Брюллова).

Появившись на свет в том же десятилетии, что Чайковский, Сара Бернар и Ницше, ушел из жизни Василий Дмитриевич уже совсем в другую эпоху, при советской власти. Как говорится, родился при свечах, умер под лампочкой Ильича. Впрочем, так же как и его коллега и ровесник, знаменитый Илья Ефимович Репин (1844–1930), с которым они вместе «не один пуд соли съели»: одновременно учились в Академии художеств, одновременно закончили учебу, и в награду за программную работу «Воскрешение Христом дочери Иаира» получили так называемую *пенсионерскую* поездку за границу для усовершенствования в искусстве.

Живописец

Поистине замечательный, большой художник, Поленов написал много, и след в русском искусстве оставил значительный. Одни ценят его, прежде всего, как пейзажиста и тому есть основания. Взять хотя бы хрестоматийный «Московский дворик», написанный с натуры в арбатском переулке.

Солнечный летний пейзаж стал визитной карточкой художника. Благодаря этой картине Поленова, кстати, считают родоначальником нового жанра — «интимного пейзажа». Эту работу в самом деле, полную невыразимого очарования и сразу полюбившуюся публике, сам Василий Дмитриевич не считал особо сильной и «доведенной до ума», как всякий большой талант, он был очень требователен к себе. Тем не менее, Поленов существенно повлиял на развитие отечественной пейзажной школы — не только собственными картинами, выполненными в этом жанре, но и преподавательской деятельностью. Ведь у него учились и Левитан, и Коровин, а также Остроухов, Архипов, Головин...

Давайте вновь обратимся к воспоминаниям художника Константина Коровина: «Перед окончанием московского Училища живописи и ваяния мы, пейзажисты, узнали, что к нам вступит профессором в училище В. Д. Поленов. На передвижной выставке был его пейзаж: желтый песочный бугор, отраженный в воде реки в солнечный день летом. На первом плане большие кусты ольхи, синие тени и, среди ольхи, наполовину ушедший в воду, старый гнилой помост, блещущий на солнце. На нем сидят лягушки. Какие свежие, радостные краски и солнце! Густая живопись. Я и Левитан были поражены этой картиной. Я тоже видел синие тени, но боялся их брать: все находили — слишком ярко. Я и Левитан с нетерпением ждали появления в школе Поленова».

Константин Коровин многие годы спустя станет самым ярким из русских импрессионистов, и добьется невероятной живописной экспрессии; он научится не только «видеть», но и «брать» для своих картин краски открытые, писать свободно, раскованно. И немаловажную роль в его творческой эволюции сыграет Поленов, который уже в 1878 году синие тени брать не боялся! При этом не боялся Поленов и академически масштабных замыслов. Он написал целый цикл полотен о Христе, серьезных, глубоких, исторически проработанных, психологически точных и притом смелых и свежих по живописному исполнению... «Христос и грешница», «На Тивериадском (Генисаретском) озере» и другие. Работу над картинами евангельского цикла он завершил уже в 1905 году. Полотна выставляли по всей России, и они имели большой (и заслуженный!) успех.

Поленов и портретист был великолепный, и в области исторической живописи написал полотна самой высокой пробы, и театральной сценографии отдал должное (между прочим, именно Поленов рисовал для Федора Ивановича Шаляпина костюм Мефистофеля).

Путешественник

За границей Поленов впервые оказался не так уж рано — в 28 лет. Сразу после окончания Академии художеств, за время той самой пенсионерской поездки в Европу, он успел побывать в Германии и Швейцарии, пожить в Италии и Франции, набегом посетить Англию. В 32 года он добровольцем поедет на сербско-турецкий фронт и увидит Болгарию, Австро-Венгрию, Сербию (он воевал на сербско-черногорско-турецкой войне, а во время русско-турецкой войны состоял при штабе и посылал в иллюстрированный журнал «Пчела» зарисовки и этюды...) В 37 лет, а затем в 54 года художник Поленов отправится на Ближний Восток (в Константинополь, Палестину, Сирию и Египет). От поездки останутся не только этюды и картины, но и письма. Природа и музеи, нравы и странности, еда и цены — сейчас записи Поленова читаются, словно увлекательный трэвелог, заметки умного и весьма наблюдательного человека.

Просветитель

А еще Поленов вложил много средств, времени и сил в меценатство и в поддержку народных талантов. Давно мечтая о «домике на берегу Оки... где будет музей, галерея и библиотека», в начале 1890 года Поленов приобрел, наконец, старую усадьбу, на месте которой по чертежам самого художника построили дом. Дом, как и задумывал автор, стал важным просветительским центром. Здесь поселилась семья Поленова, разместились музей и картинная галерея, в которой висели картины самого художника и его многочисленных учеников: Константина Коровина, Исаака Левитана, Ильи Остроухова и других. И после Октябрьской революции художник продолжил просветительскую деятельность: самостоятельно водил экскурсии по усадьбе, работал с крестьянской молодежью, организовывал театральные кружки, преподавал детям основы живописи.

В окрестностях села Бехово Поленов выстроил две школы, а еще устроил диораму для крестьянских детей, такое кругосветное путешествие в картинках в виде маленького светового театра. О поленовском световом театре стоит рассказать особо.



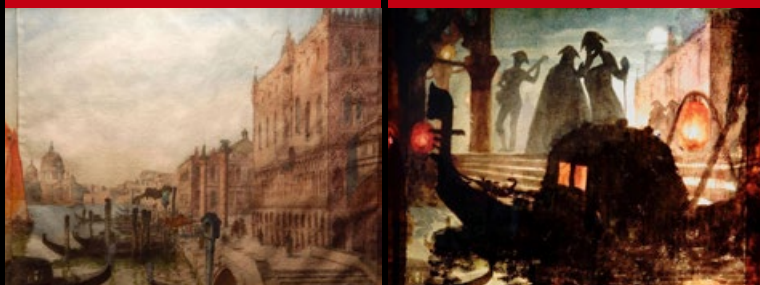
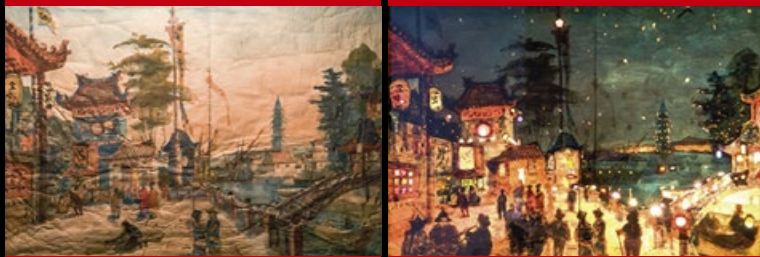
Театр-диорама

Театр-диорама

Театр-диорама — одна из последних масштабных работ Василия Дмитриевича, за которую художник взялся с азартом и большим усердием. Диорама (по-гречески *dia* «через, сквозь» и *horama* «зрелище, вид») была придумана Луи Дагером (1787–1851) — изобретателем фотографии, довольно давно, в сороковых годах XIX столетия. Принцип ее устройства был следующий: на полупрозрачное полотно с обеих сторон были нанесены изображения (дневной и ночной вид одной и той же картины — пейзажа); в зависимости от того, ночной вид или дневной требовалось представить зрителю, полотно освещалось либо спереди, либо сзади.

У Поленова было несколько подобных картин-диорам, привезенных когда-то из-за границы, с видами Италии и Парижа, с фейерверками и зрелищными ночными эффектами. Ими-то Василий Дмитриевич и вдохновился, чтобы устроить собственное «виртуальное» путешествие вокруг света. Поленову в тот момент было уже далеко за семьдесят. Сам много путешествовавший и повидавший мир, на старости лет он увлекся идеей дать другим людям возможность обозреть много стран: «Вы подумайте, как живут крестьяне. Полгода холода, темноты, ничего, кроме трактира. С тоски можно умереть. И вдруг кругосветное путешествие!»

Старшая дочь художника, Екатерина Васильевна, вспоминала, что Василий Дмитриевич уединился в мастерской, чтобы начать работу над переносным театром-диорамой в голодном 1920 году: «Палящий зной лета уничтожил все посевы. Было холодно. Отец не вылезал из своего толстого мехового пиджака, кутался в шапку и рукавицы. Чтобы подкрепить падающие силы, пек яблоки в своей печке и с утра до вечера стоял над картинами. В сумерки он приходил к нам усталый, но довольный и полный творческого подъема».



Диорама. Эффект дня

Диорама. Эффект ночи

«Поленовская кругосветка»

«Поленовская кругосветка» начинается с реки Оки, на берегах которой много лет жил и работал художник. Мы будто бы плывем по ней на пароходе, сначала днем, а потом вечером — и отражения судовых фонарей колыхнутся в темной воде вдоль борта. Вот железнодорожный мост через реку, вот паровоз, набирающий на станции воду для пара. Вот мы уже в Москве, на Красной площади, и любимеся башнями Кремля на фоне закатного неба.

Затем мы покидаем Россию, наш паровоз уже вовсю шпарит по Германии, а мы разглядываем германские древние замки, Вольфрам и Тангейзер; а там и Бавария: гостиница, почтовая карета-дилижанс, кондуктор которой звуком рожка собирает пассажиров... А вот молодые Шиллер и Гете — у них на дилижанс денег нет, и с альпенштоками в руках друзья идут из города в город ночью, при свете луны. (Это не выдумка Поленова — два великих поэта Германии, как известно, в студенчестве и впрямь много путешествовали пешком.)

Впереди у нас Швейцария, заснеженные Альпы, Монблан, монастырь Сен-Бернар, встреча с монахом, у ног которого собака породы, которую так теперь и называют — сенбернар. Преодолев Симплонский 18-километровый тоннель, через который можно поездом проехать сквозь толщу горных пород, мы попадаем в Италию. Там нас ждут Венеция (днем — дворец Дожей, ночью — маскарад и гондолы, украшенные фонарями), величественный Рим, Неаполь и извержение Везувия.

Затем отправляемся в морское плавание по Атлантике на большом корабле. Нас ждет Северная Америка — Йеллоустоунский парк и лестница гигантов, горы Кордильеры. А мы стремимся все дальше и дальше на юг — в девственные леса Амазонки... Пересекаем Тихий океан — там китайские пагоды, карнавал «День шествия дракона», нарядная толпа, китайские фонарики...

Далее через Стамбул мы плывем на пароходе по Черному морю, прибываем в Крым, гуляем по цветущей Ялте. Вот нас принимает в свои объятия теплая украинская ночь, шумящая листвою серебристых тополей и блистающая звездами. Наконец, мы садимся на колесный пароход и возвращаемся в Россию...

«Простая механика»

К каждой картине у Поленова был составлен рассказ, и рассказы эти в антрактах он перемежал игрой на ручном органчике «Селестине», в целом же это было «что-то вроде лекции-зрелища по географии, истории и этике, дополненных музыкой». Работа Поленовым была проделана огромная. Картин (и стран) было гораздо больше, чем теперь показывают посетителям во время сеанса представления светового театра в музее-заповеднике Поленово. Поленовский текст, поясняющий картины, музейщикам также пришлось несколько сократить: ритм музейной жизни, большое число посетителей лишают возможности неторопливого «кругосветного путешествия» с подробными комментариями. Впрочем, и керосиновая лампа и свечи, которыми пользовался художник, заменены сегодня на электрические лампочки.

«...Художнику это совсем не трудно, — рассказывал Василий Дмитриевич об устройстве диорамы в одном из писем. — «Механика простая: ящик, спереди и сзади стенки вынуты, крышка поднимается и опускается для дневного и ночного освещения». Ему 76, он и в мастерской вынужден не снимать ни шапки, ни варежек, печет антоновку в печке и трудится, трудится с утра до позднего вечера... «Художнику это совсем не трудно! Ну, вы понимаете... «Выходит что-то вроде волшебства!» — улыбаясь, рассказывал Поленов близким о результатах своей работы. Удивительно, но и ныне, в эпоху навороченных визуальных спецэффектов в зрелищной индустрии, очарование светового театра, созданного в 1920-е годы, ничуть не потускнело!

Cabex — энергия успеха



Ufi
Approved
Event

Cabex

19-я Международная выставка
кабельно-проводниковой
продукции

17–19 марта 2020 года
Москва, КВЦ «Сокольники»

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

Реклама

Забронируйте стенд
www.cabex.ru



Организаторы



Международная
Выставочная
Компания

+7 (495) 252 11 07
cabex@mvk.ru



АК АССОЦИАЦИЯ
ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ

Генеральный
информационный партнер

Специальный
отраслевой партнер

RusCable.Ru

Энергетика. Электротехника. Связь.
Первое отраслевое электронное СМИ 30119-0077-28661



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



ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

on-line
заказ
WWW.**locus.ru**

8-800-201-42-75

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