

ВРОЖДЁННЫЙ ИММУНИТЕТ

ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ электропередачи



Александр ФИЛИЧЕВ,
коммерческий директор ООО «Ламифил»,
г. Углич, Россия.

Хотя в Казахстане существует много причин для прерывания электроснабжения (9-я страна в Мире по территории), считаю, что суровые погодные условия и люди являются единственными главными причинами отключения электроэнергии, смею утверждать, что экстремальные метеоусловия и, соответственно, отключения электроэнергии в настоящее время возрастают, а люди приходят к этому пониманию и что-то предпринимают.

ИММУНИТЕТ – невосприимчивость организма к инфекционным и неинфекционным агентам и веществам.

В бытность СССР у военных было понятие – «**Расписание болезней**» – это список болезней и врождённых дефектов, служащих основанием для признания человека негодным к военной службе, который объявлялся приказом Министра обороны.

Старые добрые сталеалюминовые неизолированные провода (ГОСТ 839-80) для воздушных линий электропередачи (ВЛ) славно послужили энергетике. Но всему есть предел. С почтенным их возрастом, в ВЛ на их основе в полной мере проявился весь спектр врождённых болезней.

Расписание болезней проводов для ВЛ на сегодня выглядело бы так

Диагноз и проявление болезни человека	Внешние проявления и последствия болезни ВЛ		
<i>Osteolysis</i>			Склонность к коррозии
<i>Incontinence</i>			Недержание и утечка смазки
<i>Labilis</i>			Склонность к золотой вибрации
<i>Obesitas</i>			Излишние масса и количество (опор, фундаментов, провода и пр.)

<i>Tremor</i>			Склонность к пляске
<i>Megalomania</i>			Склонность к короне и др. видам потерь
<i>Congelatio</i>			Склонность к налипанию снега и обледенению
<i>Hyperthermia</i>			Склонность к перегреву
<i>Histolysis</i>			Вероятность отжига алюминия и потеря несущей способности
<i>Meteorizm</i>			Склонность к повышенному выделению парниковых газов
<i>Scoliosis</i>			Склонность к нарушению габарита. Опасен для людей!
<i>Dystrophe</i>			Неспособность противостоять условиям
<i>Inertia stress</i>			Неспособность выдержать возможные пиковые режимы
<i>Contraceptio</i>			Требуется постоянный контроль за поведением

При наличии (или подозрении) – к службе в Армии не годен.

Казалось бы, объяснить, что такое здоровье, не так сложно, тем не менее это не просто. Но, если у человека перед его рождением даже при нынешнем научно-техническом прогрессе проблемно заменить костно-мышечную и сердечно-сосудистую системы, и современное поколение уже, просто по определению обязано и обладает врожденным иммунитетом, то здоровье линий электропередачи можно укрепить ещё на стадии проектирования, заложив современные инновационные решения.

Дело в том, что само определение здоровья (надёжности) несколько размылось, потому что это определение используется зачастую для описания технологии, а не наоборот.

Удивительно, но факт, в наше время, когда есть возможность реализовать полноценные эффективные технологии, проектировщики и нормировщики, а

им вторят и подрядчики (каждый в своих интересах, см. далее), продолжают готовить и поставлять своими решениями на службу в нашу Энергетическую Армию «недееспособных призывников» – устаревшие проектные решения, возлагая на энергокомпанию весьма затратные обязанности по ведению реальных боевых действий для выполнения требований государственных предписаний к надёжности и по поддержанию «бесперебойного» функционирования сети, на которое рассчитывает, полагается и которое оплачивает потребитель.

Об одном из «воспитанников компании ООО «Ламифил», мы рассказали в № 3(54) журнала «Энергетика» за 2015 год.

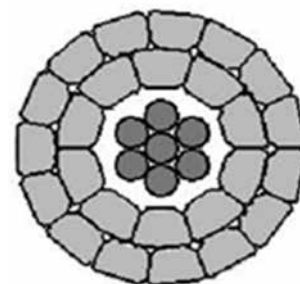
Ниже речь пойдёт об ещё одном нашем, «специально подготовленном для боевых действий в самых горячих точках» энергосистем.

О ТЕРМОСТОЙКИХ ПРОВОДАХ для воздушных ЛЭП GZTACSR (Gap-type Z-thermal aluminum conductor steel reinforced)

термостойкий алюминиевый провод с зазором и со стальным сердечником

Выпускается в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62219-2014 на основании ТУ 3510-004-699 48 333-2013, соответствует европейскому стандарту EN 61089, сертификат EAC TC.

Производитель ООО «Ламифил», г. Углич, Россия.



Органы и строение организма GZTACSR – новобранца сегодняшнего дня

Наружные и внутренние повивы из мягкого отожжённого алюминия (стандарт IEC 60121, нагрев и выдержка при 413 °С с последующим контролируемым охлаждением). Проволоки повивов имеют в сечении форму трапецоида. Причём, сечение трапеции (проволоки) в каждом повиве своего определённого размера (*это важный момент, как увидим далее*).

Сердечник выполнен из круглых стальных проволок с цинковым покрытием (это не то, что мы видим со временем облезавшим, на домашних вёдрах).

При рождении провода (при его сборке на заводе), обеспечивается плотное прилегание проволок в повивах и повивов друг к другу с тщательно подобранным шагом их скрутки, специальным фирменным технологическим приёмом обеспечивается зазор определённого размера между силовым сердечником и токопроводящими повивами, заполняемый под давлением тугоплавкой смазкой.

Вроде просто, но результат достойный любой энергосистемы (сети).

Прецизионная конструкция **GZTACSR** из современных материалов сечением от 17,8 до 31,5 мм² и соответствующей погонной массой от 702 до 2 247 кг/км, уверенно работает на токах от 983 до 2 170 А, выдерживает без потерь габарита и прочности радиационное солнечное излучение и температуру 250 °С, а в пиках токовой нагрузки и до 310 °С. Один способен заменить двух бойцов старой гвардии (провод типа АС, да и подобных).

Распространён в Европе – более 25 тыс. км. Принят с недавнего времени на вооружение в России.

На фотографии действительно красивая фигурка. Стройный, гладкий (*важно*), плотно сбитый (*важно*), лишь небольшие папиллярные канавки на поверхности.

Что может дать призыв **GZTACSR** и ему подобных современных бойцов в нашу Армию (Энергетикам), защищаемому ей потребителю и, в конечном итоге, владельцу линии (сети)?

Защита ЛЭП от Incontinence u Osteolysis

ВЛ на основе **GZTACSR** долговечна, т.к. стальной сердечник (от слова – «сердце») провода **GZTACSR**, на весь срок призыва остаётся здоровым и способным выполнять свои боевые функции за счёт полученного при рождении оригинального цинкования.

При эксплуатации линии на любых режимах провод не течёт. Имеется ввиду, что из провода не выдавливается смазка ни при циклических нагрузках, ни при повышенной температуре. Уровень защиты сохраняется неизменным, тем самым повышаем надёжность ВЛ, снижаем вероятность аварий и, следовательно, сокращаются затраты на ремонт и восстановление.

Защита ЛЭП от Tremor (Labilis)

ВЛ на основе **GZTACSR** менее склонна к вибрации провода. Врождённая конструктивная динамическая уравновешенность компактированного **GZTACSR** (центр жёсткости и массы совпадают) исключает крутильные колебания и, соответственно, возбуждение вертикальных колебаний провода при ветровой атаке неприятеля (погоды). Риски возникновения на ВЛ режимов автоколебаний провода сводятся к минимуму, при этом сам провод ещё и обладает высокой степенью самодемпфирования, что в целом уменьшает требования к защите ВЛ от вибрации, позволяя экономить на затратах при строительстве.

Защита ЛЭП от Congelatio

ВЛ на основе **GZTACSR** лучше противостоит снегу и обледенению, что также препятствует возбуждению «пляски проводов». На компактированном проводе вследствие его высокой крутильной жёсткости и гладкой поверхности образование ледяных «рукавов» становится более затруднительным. К тому же, эти отложения на компактированном проводе быстрее самоотделяются. Нормальная работы линии при повышенной температуре, также способствует её самоочищению от наледи, даже если она и образуется.

Весьма существенная экономия затрат при эксплуатации ВЛ.

Защита ЛЭП от Scoliosis

ВЛ на основе **GZTACSR**, ну скажем так, практически не ограничена по повышению нагрузочной способности величиной опасного увеличения провеса провода.

Задача обеспечения необходимого по электрической прочности расстояния от токоведущих частей линии (провода) до земли решается один раз на весь срок службы линии при её строительстве. Стальной сердечник принимает всю нагрузку от тяжёлых на себя, и температурный коэффициент линейного расширения провода «в целом» определяется только коэффициентом линейного расширения самого сердечника (стали), что позволяет изначально фиксировать требуемую стрелу провеса по сравнению с «прогибающимися туда-сюда» традиционными сталалюминиевыми проводами.

Понятно, что чем меньше вероятность возникновения критического провеса, тем меньше степень риска работы ВЛ в опасных условиях, приводящих к тяжелейшим последствиям, зачастую сопровождающимися человеческими жертвами.

Защита ЛЭП от Obesitas

Лишний вес считают таковым, если идеальный вес превышен более, чем на 20 %. В среднем, это как раз та величина, на сколько компактированные провода имеют меньшую погонную массу в сравнении с традиционными сталалюминиевыми при одинаковом длительно допустимом токе нагрузки (на максимальной рабочей температуре).

ВЛ, построенные на основе **GZTACSR**, не имеют той врождённой патологии избыточного веса провода (и арматуры), которая диктует необходимость завышения габаритов опор и фундаментов, да и их количества в целом. Новые линии сейчас могут быть спроектированы с меньшим количеством опор, меньшей их высотой, со всеми преимуществами по сокращению фундаментной части.

Весьма существенная экономия на капитальных затратах.

Защита ЛЭП от Dystrophe

ВЛ, построенные в советский период, сегодня все в большей мере проявляют свою «дистрофичность». Они просто физически уже не могут справиться с насущными требованиями потребителей по увеличению пропускной способности или технологических присоединений на том или ином боевом участке сети.

GZTACSR позволяют значительно уменьшить коэффициент аэродинамического сопротивления ВЛ ($y_{AC} = 0,95$ независимо от диаметра; у компактированных 0,8 при диаметре 18 мм и 0,55 – при диаметре 31,5 мм). Уменьшение аэродинамического сопротивления влечёт за собой меньшие нагрузки на опоры и позволяет существенно увеличить полезное электропроводящее сечение провода при равных механических напряжениях в опорах.

Повышается запас ВЛ по её пропускной способности. Возможный источник дополнительной прибыли при эксплуатации линии (сети).

Защита ЛЭП от Hyperthermia u Histolysis

Каковы последствия повышения температуры для обычного сталалюминиевого провода? Когда такой провод работает при температуре, превышающей примерно 93 °С, алюминий начинает отжигаться. Отжиг ослабляет алюминий, и это приводит к ослаблению провода «в целом», и к риску разрушения ВЛ при повышенных ветровых и гололёдных нагрузках. Для предотвращения таких повреждений эксплуатационники обычно ограничивают температуру 75 °С, и это ещё, если солнышко не особо греет.

Для ВЛ, построенных на основе **GZTACSR**, у которого работа при повышенной температуре (до 250–310 °С) не вызывает дальнейшего уменьшения прочности, расчётные параметры изначально принимаются, исходя из стрел провеса и тяжёлых при повышенной температуре.

Защита ЛЭП от Meteorizm

Сегодня, когда есть систематическое рассмотрение острой проблемы землеотвода (зачастую отъёма и «частного») при строительстве новых линий, возможность сокращения количества опор скорее даже превалирует над внешней эстетикой и прочими доводами оппонентов.

10–20 % сэкономленной на опорах площади земли, должно вроде стать веским основанием голосовать за современные ВЛ. Тем не менее «Старый конь борозды».

Кроме того, ВЛ на основе современных компактированных проводов, более экологичны и с точки зрения образования парникового эффекта (снижения выделения диоксида углерода).

Мне тут попался как-то интересный, необычный довод американцев в пользу обоснования применения современного провода при реконструкции старой ВЛ: «Замена 100 миль сталеалюминиевого провода на компактированный на ВЛ 345 кВ, приведёт к снижению объёма выбросов CO₂ в размере 200 000 метрических тонн в год, это эквивалентно удалению 42 000 автомобилей с дороги (1 автомобиль = 4,75 тонны оксида/год)».

Хоть в одном нашем ТЭО встречали такое? А ведь есть «Концепция по переходу Казахстана к «зелёной экономике».

Защита ЛЭП от Megalomania

Так называемая «корона» (коронный разряд) на проводах ВЛ приводит к потерям активной мощности. Одними из условий, определяющими возникновение «корон» является радиус (r) и коэффициент негладкости поверхности провода (k). Причём, негладкость (k) в числителе, а радиус (r) в знаменателе зависимости, да ещё и в 0,4 степени. Даже без проведения точных расчётов можно сразу понять, что применение компактированных проводов с гладкой поверхностью ($k = 0,95$) в сравнении с традиционными сталеалюминиевыми ($k = 0,82$) приведёт к снижению потерь на корону. При проектировании также можно рассмотреть целесообразность применения провода меньшего диаметра (соответственно, массы опор, фундаментов, арматуры).

Правда, проектировщику возможно надо будет отступить от догм ПУЭ, регламентирующими «*Минимальный диаметр проводов ВЛ по условиям короны, мм*», Таблица 2.5.6. – исключительно из класса напряжения линии и исполнения фазы. «*Ну просто Царское повеление (табу)*».

Конструкция токопроводящего слоя **GZTACSR** (разнонаправленность повивов и относительное увеличение от центра наружу сечения проволок в повивах) позволяет снизить сопротивление переменному току, тем самым уменьшить потери энергии из-за перемагничивания сердечника.

Проводящее сечение **GZTACSR** с заполнением 0,95 %, уменьшает электрическое сопротивление постоянному току, снижая тепловые потери электроэнергии и увеличивая допустимую нагрузку по току.

Изначально врождённая проводимость отожжённого алюминия 63 % (у твердотянутого 61,2 %) по отношению к «медному стандарту». Это значит, что ВЛ на основе **GZTACSR** опять же, более эффективна для передачи электроэнергии.

Все эти так называемые «технологические потери электроэнергии» – это недополученная прибыль электросетевой компании при эксплуатации ВЛ (сети) или «излишние узаконенные» составляющие тарифов для потребителей.

Защита ЛЭП от Inertia stress

Это самая главная фишка ВЛ на основе GZTACSR.

Реальные нагрузки в ВЛ часто могут (или заранее по задумке должны) допускаться выше обычных статических пределов.

Представим себе модель спроса на электроэнергию, скажем в Карагандинской или Южно-Казахстанской областях.

В этих районах, много ветра, солнца и снега, электронагревателей и кондиционеров.

Осень, Весна – обычные статические пределы нагрузки в сетях РЭКов – до 100 %.

Зима – минус 45 °С (нагрузка под 200 %, везде включены электрообогреватели), *Лето* – плюс 45 °С (перегрузка в сетях за 200 %, а кратковременно и выше, все включили кондиционеры, фонтаны, полив газонов).

Да ещё и межсетевые перетоки.

Работа и вклад ветровых, солнечных и прочих генераций ВИЭ, вообще не предсказуемы, метеорологи редко глядят в окно, поэтому энергия солнца, ветра и другой возобновляемой энергии то 75 % от запланированного номинала, то за 500 %.

Между тем, в рамках Концепции по переходу Казахстана к «зелёной экономике» к 2020 году планируется запустить 106 объектов, производящих энергию из ВИЭ. Кроме того, согласно закону «О поддержке использования ВИЭ», энерготрейдеры обязаны обеспечивать компаниям, производящим энергию из ВИЭ, свободный доступ к передаче энергии по сетям. Для сетей это стресс, который перекладывается на плечи энергетиков.

Стресс у ВЛ, как и у человека, может быть наиболее полно сопоставлен именно с напряжением металла: состояние, которое принимает металл (человек) при довольно сильном воздействии на него извне.

Чтобы гарантировать непрерывное электроснабжение во время повышенной потребности пропускной мощности, необходимо:

Вариант традиционный – решение ВЛ на сталеалюминиевом проводе большего сечения (массы, количестве фундаментов, опор), способных вместе выдержать механические напряжения и пропустить пиковые токовые режимы в стрессовые периоды (50 % времени), да ещё нужен запас по проводу для компенсации воздействия солнечной радиации с нагревом провода летом до тех же +45 °С.

Вариант современный – решение ВЛ на термостойком **GZTACSR** значительно меньшего диаметра (меньшей массы, количестве фундаментов, опор), способном совершенно нормально работать во всём требуемом потребителями и природой диапазоне нагрузок.

Применение провода **GZTACSR** позволяют существенно повысить возможности ВЛ, часто с минимальными затратами на усиление её структуры, обеспечив запас по нагрузке очень полезный при управлении сетью.

ВЛ на основе **GZTACSR** является идеальной для определения корреляции между потребной нагрузочной способностью и высокой предельной нагрузкой в реальном времени при управлении сетью в дни с активным действием генерации и/или потребителей (по сути случайных величин, которые можно предвидеть лишь с некоторой степенью точности).

Вместо эпилога **ИММУНИТЕТ ПРИОБРЕТЕННЫЙ**

Выигран конкурс(ы) о ВЛ с вполне определённым бюджетом. Развилка такая.

У проектировщиков

Да слышали, знаем, есть новые инновационные решения (провода), на их основе можно, понимаем, как инженеры, действительно спроектировать энергоэффективное решение по ВЛ.

Но, это ведь надо разбираться, что-то по-новому просчитывать, думать, менять типовые проекты за 40 лет наработки, а это всё дополнительное время, да и главное, кому это нужно?!?

Делаем быстро и по старинке. Примут и так, с врожёнными болячками.

Главное ведь выдать быстро стандартные бумаги, их формально проэспертируют и оплатят (оценка ведь идёт по составу проекта, а не по его качеству). Эффективность при эксплуатации? За это никому не платят. Все ОТП и ТЭО заканчиваются на уровне капвложений и срока их окупаемости. Преимущества и финансовые выгоды при эксплуатации пока мало кого интересуют.

Понятно, что новым решениям по ВЛ «местный» заслон (если сверху не прикажут иное).

У подрядчиков

Да, слышали, знаем, есть новые инновационные решения (провода).

Так быстро. Кто проектирует? Мы сами? Или мы подсказываем проектировщикам? И в том и в другом случае для нас хорошо. Какие нововведения, какие уменьшения веса фундаментов, веса опор, а тем более их количества? Какой провод меньшей массы, да ещё с ним и работать надо аккуратно?!? Вы что? Мы ведь деньги получаем за тонны (а тут придумали, какое-то уменьшение потерь и повышение пропускной способности). Эффективность при эксплуатации, это не наша проблема, главное побольше тонн закопать в землю, поставить, повесить.

Защита ЛЭП от Contraceptio

Сколько стоит полёт на вертолёте? Не мало. А это все в тарифах на электроэнергию.

На ВЛ с проводом **GZTACSR** для диспетчерского управления, наверное, можно сохранить мониторинг метеорологических данных по длине трассы и непосредственное измерение температуры провода, а работы (существенные затраты) связанные с обследованием ВЛ с вертолётов, вездеходов и пр. с целью визуального выявления обледенения или недостаточности клиренса в пролётах по трассам, и опасное уменьшение габарита можно исключить из регламента как неостребованные на современных ВЛ (никто ведь сейчас не шприцует со лидолом свой автомобиль, если у него конечно не ретро «Москвич 407» или «Волга ГАЗ 21»).

Но опять же, нет в ТЭО создания (реконструкции) ВЛ сравнения затрат на её эксплуатацию.

Примут и оплатят по полной в тенге/тонна, и не надо нам никаких сокращений капитальных вложений («Тиграм мяса не докладывают!»).

Понятно, что и в этом случае, к новым решениям по ВЛ тоже нет интереса (по вполне понятным человеческим причинам).

В заключение

Создание ВЛ с применением проводов нового поколения, несмотря на более высокую оправданную стоимость последних, экономически целесообразно, так как эти провода имеют существенно более высокие технические и эксплуатационные показатели в сравнении с традиционными, позволяют обеспечить надёжное энергоснабжение потребителей при значительном снижении капитальных и эксплуатационных затрат, а по ряду работ даже исключить некоторые из бюджета энергокомпаний.

Политика в области энергетики основывается на понятии Оператора сети, поставляющего электроэнергию своим клиентам. Времена меняются.

Возможно пришли те, которые понимают, что надо уже что-то менять и в подходах к ВЛ.

ООО «Ламифил»

г. Углич, Россия.

тел.: + 7 (499) 346-2103

e-mail: info@lamifil.ru

www.lamifil.ru