

## Проблемы внедрения проводов нового поколения и особенности проектирования ВЛ

Директор по развитию  
ООО «Сим-Росс-Ламифил»,  
Фёдоров Н.А.

Повышение энергетической эффективности в последние годы стало основным приоритетом как российской, так и международной экономической политики. Для отечественных электросетей это особенно важно, поскольку понятно, в каком плачевном состоянии они находятся. Достаточно отметить, что по опубликованным данным с 1991 года потери электроэнергии при передаче в сетях выросли в 1,5 раза, при этом эффективность использования капиталовложений снизилась в 2,5 раза. По мере роста стоимости энергоресурсов энергосбережение признано стратегической задачей, связанной с поддержанием технического состояния электросетей на современном уровне. Решение указанных задач по энергоэффективности и энергосбережению возможно за счет:

- обеспечения бесперебойности энергоснабжения и повышения **надежности** и долговечности ВЛ;
- **снижения потерь** электроэнергии при передаче;
- **увеличения пропускной способности** электросетей.

С точки зрения надежности линий напряжением 110-750 кВ по данным НТЦ ФСК за 11 лет наблюдений более половины технологических сбоев в электросетях приходилось на провода. Следовательно, повышение надежности проводов существенно повысит надежность самих сетей. В структуре технологического расхода электроэнергии около 60% всех потерь при передаче составляют потери в проводах ВЛ, поэтому первый шаг в борьбе с потерями – это замена проводов на более экономичные, обладающие большей проводимостью. Проблему повышения пропускной способности электросетей также можно эффективно решать с помощью замены проводов ВЛ – это достаточно результативный и не самый дорогой путь. Таким образом, повысить энергоэффективность в электросетях можно простой и быстрой заменой типовых проводов на провода нового поколения (ПНП), причем без использования дорогостоящего оборудования. Мировая практика показывает, что такой путь в значительной степени снижает риски выхода ВЛ из строя из-за угрозы повреждений и воздействия экстремальных погодных условий, обеспечивает решение экологических проблем и способствует в полной мере энергоэффективности и энергосбережению. Признанными мировыми производителями ПНП являются Lamifil (Бельгия), Nexans (Франция), J-Power Systems (Япония), 3M (США), Lampi-Berndorf (Австрия), и пилотные проекты с продукцией этих компаний уже реализованы в России. Однако использование импортных инноваций – это только первый шаг. Следующий этап внедрения энергоэффективных решений – локализация производства.

ООО «Сим-Росс-Ламифил» - инновационный российско-бельгийский завод ПНП для высоковольтных воздушных линий электропередачи, построенный в 2013 году в г. Углич Ярославской области. Наше предприятие единственное в России, владеющее современными мировыми технологиями в данной области и разрабатывающее новые технологии. Мы являемся центром компетенции и передового ноу-хау по производству и внедрению энергоэффективных ПНП. Строительство завода было поддержано Наблюдательным Советом Агенства стратегических инициатив под председательством

Путина В.В. (Протокол НС АСИ №4 от 21.11.2012 г.). Заинтересованность электросетевого комплекса страны в продукции предприятия закреплена в Соглашении № 164889 о сотрудничестве между ОАО «ФСК ЕЭС» и ЗАО «Группа компаний Сим-Росс» от 18.06.2011 г., Меморандуме № 207599 о локализации ПНП на территории РФ между ОАО «ФСК ЕЭС» и ООО «Сим-Росс-Ламифил» от 01.10.2012 г. и Соглашении №2045 о сотрудничестве между ОАО «Россети» и ООО «Сим-Росс-Ламифил» от 28.09.2013 г.

Высоковольтные неизолированные ПНП: это новые конструкции (с использованием Z-образных и трапециевидных проволок) и новые материалы повышенной прочности и проводимости. Это материалы, обладающие высокими электрическими и механическими характеристиками (термообработанные алюминий и алюминиевые сплавы с добавками редкоземельных металлов, алюминий-циркониевые термостойкие сплавы) в соответствии с международными и европейским стандартами МЭК 62219 (2002), МЭК 60004 (2007), МЭК 60121 (1960), EN 60889 (1987), EN 50183 (2000). На первом этапе для изготовления продукции используется катанка, произведенная на заводе Lamifil (Бельгия) – соучредителя нашего предприятия. В дальнейшем планируется создать собственное литейно-прокатное производство алюминиевой катанки. Применение композитных материалов в качестве несущего сердечника позволяет добиться уникальных свойств у ПНП.

В России планируется производство следующих типов ПНП.

1) Высокотехнологичные **провода типа Z** с улучшенными механическими характеристиками:

- AAACZ (All Aluminium Alloy Conductor, Z-type) - провод из алюминиевого сплава с наружными повивами из проволок Z-образного сечения;
- AACSRZ (Aluminium Alloy Conductor Steel Reinforced, Z-type) - провод из алюминиевого сплава со стальным сердечником с наружными повивами из проволок Z-образного сечения.



Рис. 1.1. Провод типа Z

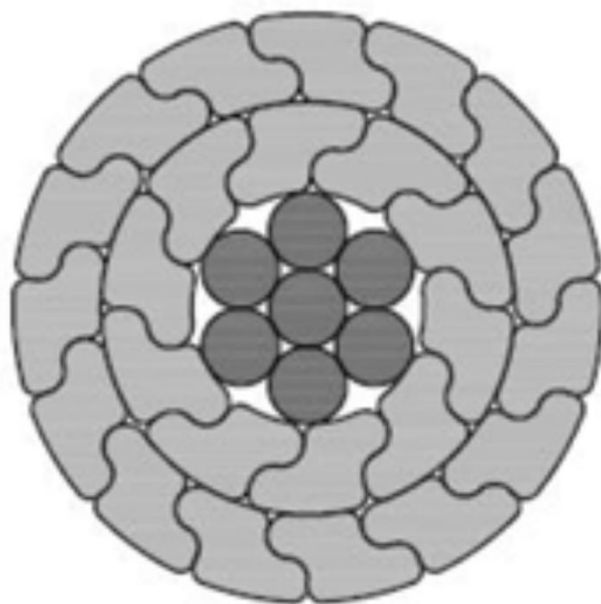


Рис. 1.2. Провод типа Z

В проводах типа Z в качестве 1-2 наружных слоев взамен круглых использованы проволоки Z-образного профиля, что дает возможность получить внешнюю поверхность провода практически идеально гладкой, при этом достигается значительное уменьшение коэффициента аэродинамического сопротивления и более плотная компоновка. С одной стороны, при сравнении проводов равного эффективного сечения опоры на линиях и сами провода типа Z испытывают меньшие механические напряжения, что **снижает риски выхода линии из строя** при возникновении повышенных нагрузок в виде шквалистых ветров и гололедно-изморозевых отложений; с другой стороны, более компактная конструкция позволяет увеличить эффективное сечение провода, а, значит, **снизить потери и повысить пропускную способность ВЛ.**

2) **Высокоэффективные провода с композитным сердечником АССС®** (Aluminium Composite Core Conductor - алюминиевый провод с композитным сердечником) являются новинкой для российского электроэнергетического рынка. Это инновационная технология с применением композитного материала из углеродных волокон (карбоновых нитей), которые значительно легче и прочнее стали.

Основные преимущества проводов АССС®:

- позволяют удвоить номинальный ток и **увеличить пропускную способность линии в 2 раза;**
- позволяют **сократить** потери и связанные с этим при производстве электроэнергии **выбросы в атмосферу на 20-30%;**
- **легче** по сравнению с проводами АС аналогичного эффективного сечения **на 50-60%;**
- **обеспечивают меньшие стрелы провеса**, что позволяет увеличивать длины пролетов линии, использовать опоры меньшей высоты или меньшее количество опор;
- **не подвержены коррозии;**

- позволяют **снизить нагрузку на опоры** при обледенении и ветровых нагрузках, что повышает **надежность и долговечность работы ВЛ.**

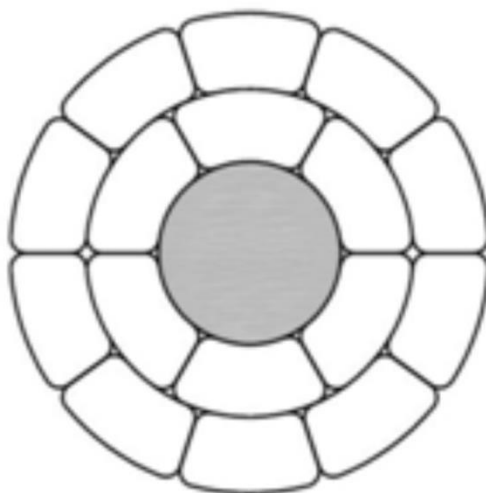


Рис. 2 Провод с композитным сердечником ACCC®

3) **Термостойкие провода с зазором G(Z)TACSR** (Gap type (Super) Thermal resistant Aluminium Conductor Steel Reinforced) – это провода, в которых между наружными повивами из термостойкого алюминиевого сплава и стальным сердечником есть зазор, заполненный термостойкой смазкой.

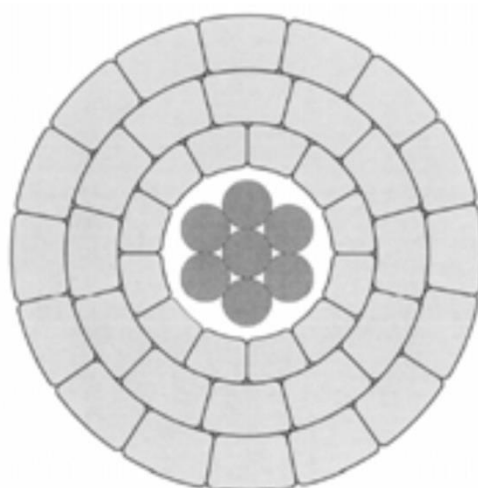


Рис. 3 Провод с зазором G(Z)TACSR

Эти провода, выдерживающие высокие рабочие температуры, позволяют **существенно увеличить пропускную способность линии без замены опор**, обеспечивая заданный габарит. На наш взгляд несмотря на дополнительные тепловые потери эта технология имеет хорошие перспективы при реконструкции отечественных ВЛ, т.к. позволяют снизить затраты при строительстве (не потребуется замена опор для увеличения пропускной способности линии), а высокотемпературный режим может использоваться не постоянно, а только при пиковых нагрузках.

4) **Провода повышенной проводимости АААС УНС** (All Aluminium Alloy Conductor, Ultra High Conductivity - провода из алюминиевого сплава и повышенной проводимости) могут быть различных конструкций, но в их наружном слое используется материал с минимальным электрическим сопротивлением – термообработанный алюминий. Это позволяет **снизить потери линии до 9%** по сравнению с проводами АС.

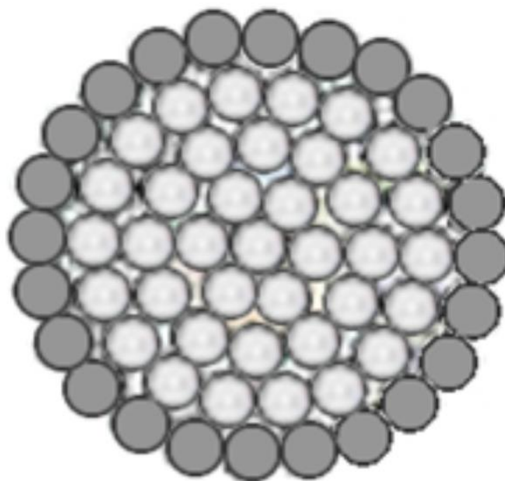


Рис. 4 Провод повышенной проводимости АААС УНС

Нужно отметить, что каждый из упомянутых выше производителей ПНП продвигает лишь один из типов проводов, и только ООО «Сим-Росс-Ламифил» и наш бельгийский партнер Lamifil производят и внедряют все типы энергоэффективных проводов, обосновывая применение наиболее эффективного из них в каждом конкретном проекте. В планах развития углического предприятия предусмотрено расширение линейки ПНП и работа по принципу “tailor made” (буквально «индивидуальный пошив») с учетом пожеланий, потребностей и возможностей заказчиков.

#### **Энергоэффективность применения проводов нового поколения**

Хотя ПНП достаточно дороги сейчас, оценочные расчеты доказывают, что замена типовых проводов на ПНП не только позволяют снизить риски аварий на ВЛ, вызванные непогодой, но и позволяют получить экономический эффект. При сравнении вариантов реконструкции ВЛ 220кВ ПС Орбита – ПС Спутник энергосистемы города

Калуги, введенной в эксплуатацию в декабре 2013 года, анализ показывает, что несмотря на более высокую начальную стоимость применение в проекте провода с композитным сердечником ACCC Brussels 430 позволяет за короткий срок окупить дополнительные инвестиции и в дальнейшем при эксплуатации получить значительный экономический эффект. Использование ПНП приводит к снижению потерь линий электропередач до 30%, что дает экономию около 100 тыс. руб. на 1 км линии в год, и увеличение пропускной способности линии в 1,5 - 2 раза, что позволяет получить за счет дополнительной передаваемой мощности 150 - 250 млн руб. на линию в год.

Следует отметить, что реализация полномасштабных инновационных проектов, таких как Smart Grid, не возможна без ПНП, которые являются инновационным решением, основанным на новых технологиях, новых материалах, сырье высокого качества.

### **Барьеры при внедрении проводов нового поколения**

По причине очевидного роста стоимости энергоресурсов потери, которым ранее почти не уделялось внимание, сейчас стали обходиться слишком дорого. Высокий уровень потерь в российских электросетях (4,8% в магистральных и 8,9% в распределительных) определяется не только высоким уровнем изношенности электросетевого оборудования и сложными условиями климата России. При реализации пилотных проектов с ПНП выяснилось, что несмотря на все очевидные преимущества и экономический эффект существуют административные барьеры при внедрении инновационных проводов.

Дело в том, что производство и применение проводов ВЛ регламентируется устаревшей нормативной базой электрокомплекса: Правила устройства электроустановок (7-ая редакция 2002 года) в части линий напряжением свыше 1 кВ унаследовали основные положения предыдущей версии 1997 года, ГОСТ 839-80 «Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия» принят еще в 1980 году, ГОСТ 13843-78 «Катанка алюминиевая» – в 1978 году, ГОСТ 20967-75 «Катанка из алюминиевого сплава. Технические условия» – в 1975 году. Действующие нормативы прошлого века не только не стимулируют отечественных производителей к разработке новых конструкций проводов, но и определяют проектные и эксплуатационные требования электросетей с достаточно высоким по современным меркам уровнем потерь. Устаревшие технические требования к проводам ВЛ позволяют сетевым компаниям закладывать в новые проекты и использовать для реконструкции ВЛ сталеалюминиевые провода АС, оставляя для ПНП только участки, где АС не проходят по механическим расчетам, не обеспечивая требуемые габариты пролетов ВЛ даже при максимальной высоте опор.

Наша компания, через Агентство стратегических инициатив, инициировала процесс пересмотра устаревшей нормативной базы электроэнергетики России, что позволит снять административные барьеры при внедрении востребованных инновационных решений. Уже в этом году Росстандарт планирует утвердить 2 новых ГОСТ по проводам и по проволоке для изготовления ПНП.

### **Снятие барьеров и особенности проектирования проводов нового поколения**

Новое «Положение ОАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе», принятое в конце 2013 года, снимает часть барьеров на пути внедрения ПНП в отечественном электросетевом комплексе и открывает новые возможности модернизации и повышения энергоэффективности электросетей России.

Оно содержит следующие требования: "...при реконструкции ВЛ с целью повышения пропускной способности при сохранении (или снижении) нагрузки на опоры, а также при строительстве больших переходов **применять провода с длительно допустимыми температурами до 240°C** ... с коррозионностойким сердечником, в т.ч. изготовленном из стали, алюминиевых сплавов, или **с композитным сердечником**, с целью снижения нагрузки на опоры и фундаменты. В районах с интенсивными ветровыми и гололёдными нагрузками, а также на больших переходах ВЛ 35-110 кВ **рекомендуется применять новые конструкции проводов**, превосходящие стандартные пропускной способностью и техническими характеристиками с целью:

- снижение нагрузок на опоры и фундаменты; увеличения длины пролетов;
- уменьшения коэффициента аэродинамического сопротивления;
- снижения вероятности пляски проводов;
- снижения вероятности обрыва проводов при воздействии внешних механических нагрузок (противодействия налипанию снега и гололедообразованию).

Одним из основных направлений технической политики электрокомплекса при проектировании, строительстве, техническом перевооружении и эксплуатации воздушных ВЛ определено **снижение стоимости** не только строительства, но и **эксплуатации ВЛ**. Т.е. сравнение проектов должно происходить **по стоимости владения ВЛ с учетом дисконтированных затрат**. При этом должны использоваться следующие критерии сравнения решений:

- обеспечение надежности и **эффективности** работы ВЛ;
- сокращение влияния ВЛ **на экологию**, включая минимизацию ширины лесных просек за счет применения высотных опор и опор с вертикальной подвеской проводов, создания компактных ВЛ;
- **снижение потерь** электроэнергии в ВЛ.

В целом, открывающиеся возможности внедрения проводов нового поколения при реконструкции старых и строительстве новых линий электропередачи позволяют значительно повысить энергоэффективность и энергобезопасность российской энергетики и решать актуальные задачи по модернизации российских электросетей.

**ООО «Сим-Росс-Ламифил»**  
152616, Ярославская область, г. Углич,  
Камышевское шоссе, дом 10-Д  
Тел./факс: +7 (495) 745-24-14, доб. 301  
[info@simross-lamifil.ru](mailto:info@simross-lamifil.ru)  
[www.simross-lamifil.ru](http://www.simross-lamifil.ru)