

## Энергоэффективное решение с проводом нового поколения АССС™ на примере реконструкции ВЛ 220кВ.

*Федоров Николай Александрович,  
технический директор  
СП «Сим-Росс-Ламифил»*

В последние годы повышение энергетической эффективности - основной приоритет как российской, так и международной экономической политики [1]. По мере роста стоимости энергоресурсов энергосбережение стало стратегической задачей, связанной с поддержанием технического состояния электросетей на современном уровне. Решение указанных задач по энергоэффективности и энергосбережению возможно за счет:

- ✓ увеличения пропускной способности электросетей;
- ✓ снижения потерь электроэнергии при передаче;
- ✓ обеспечения бесперебойности энергоснабжения в сложных природных условиях, а также повышения надежности и долговечности высоковольтных воздушных линий электропередачи (ВЛ).

Эффективным решением проблем электросетевого комплекса стали провода нового поколения [2], провода с использованием новых конструкций и новых материалов. Провода АССС™ с композитным сердечником – это самая современная инновационная технология, быстро завоевавшая признание в мировой электроэнергетике.

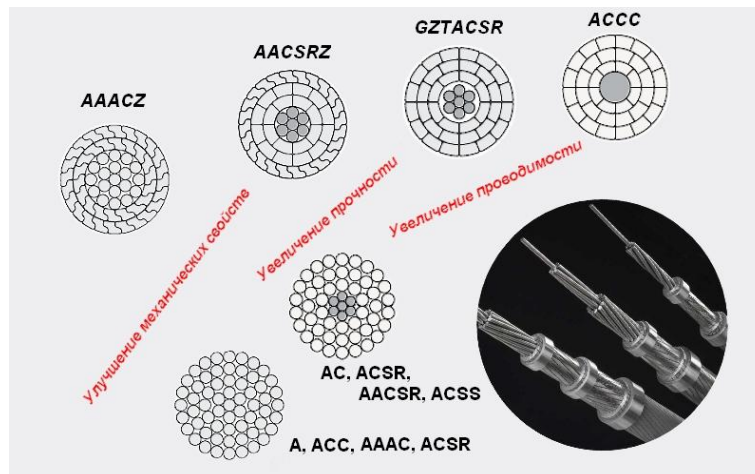


Рис.1 Эволюция проводов для ВЛ.

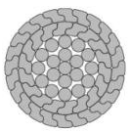
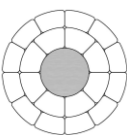
Их проводимость на 25-30% выше, чем у традиционных проводов того же удельного веса, что позволяет сократить потери линии и связанные с ней выбросы в атмосферу на 20-30%, а также повысить передаваемую мощность при меньших затратах на производство энергии. В проводах АССС™ используется запатентованный композитный сердечник с низким коэффициентом теплового расширения, который обеспечивает более высокую прочность провода по сравнению с другими проводами и меньшие стрелы провеса при использовании режима передачи повышенной мощности.



Рис.2 Провод с композитным сердечником ACCC™

Применение провода ACCC™ Brussels 430 для проекта реконструкции ВЛ 220кВ по сравнению со стандартным проводом АС 400/51 обеспечивает существенное увеличение (в 1,87 раза ) пропускной способности линии без значительной модернизации инфраструктуры и решает проблему перегрузок ВЛ. Низкие потери в линии (на 10% ниже, чем у провода АС) достигнуты за счет применения в проводе ACCC™ материала с максимальной проводимостью – термообработанного алюминия. Использование провода ACCC™ с улучшенными механическими характеристиками такими как: коррозионная стойкость, низкий аэродинамический коэффициент, способность к самодемпфированию и минимальные стрелы провеса - позволило минимизировать отчуждение земли под ВЛ, использовать опоры меньшей высоты, чем потребовалось для проводов других типов, и обеспечивает более высокую надежность провода и линии в целом. Прогнозируемый экономический эффект от внедрения провода ACCC™ в данном проекте составляет более 150 млн. рублей в год, а за 45 лет (гарантийный срок эксплуатации линии) - 6,8 миллиардов рублей. Такая экономия позволит энергетикам не только остановить рост тарифов на электроэнергию, но и снижать их!

Таблица 1 Сравнение технических и экономических характеристик проводов.

| Характеристика                                                                   | Единица измерения    | АС 400/51                                                                          | АААС 455-22                                                                         | АССС 430 Brussels                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Производитель                                                                    |                      | Россия                                                                             | Lamifil (Бельгия)                                                                   | Lamifil (Бельгия)                                                                   |
|                                                                                  |                      |  |  |  |
| <b>Конструкция</b>                                                               |                      |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                  | мм                   | сталь 7 x Ø3.07<br>алюминий 54 x Ø3.07                                             | ал.сплав<br>(1+6+12) x Ø2,9 +<br>ал.сплав (18+24)<br>x 3,17                         | композит 1 x Ø8,13 +<br>алюминий (8+12) x<br>5,21                                   |
| Сечение провода общее                                                            | мм²                  | 445,1                                                                              | 455                                                                                 | 477,2                                                                               |
| Сечение провода по Al                                                            | мм²                  | 394,0                                                                              | 392,1                                                                               | 439,4                                                                               |
| Внешний диаметр                                                                  | мм                   | 27,5                                                                               | 26,1                                                                                | 25,14                                                                               |
| Масса провода                                                                    | кг/м                 | 1,490                                                                              | 1,289                                                                               | 1,275                                                                               |
| <b>Прочность</b>                                                                 |                      |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Модуль упругости провода                                                         | Н/мм²                | 77 000                                                                             | 54 000                                                                              | 112 300                                                                             |
| Разрывное усилие провода, не менее                                               | Н                    | 120 481                                                                            | 146 570                                                                             | 135 900                                                                             |
| <b>Электрические и тепловые характеристики</b>                                   |                      |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Электрическое сопротивление постоянному току при 20°C                            | Ом/км                | 0,0733                                                                             | 0,0742                                                                              | 0,0659                                                                              |
| Температурный коэффициент линейного удлинения                                    | 10 <sup>-6</sup> /°C | 19,8                                                                               | 23,0                                                                                | 1,61                                                                                |
| Мак рабочая температура поверхности провода                                      | °C                   | 70                                                                                 | 90                                                                                  | 175                                                                                 |
| Номинальный (длительно допустимый) ток при максимальной рабочей температуре      | А                    | 825                                                                                | 882                                                                                 | 1546                                                                                |
| <b>Стоимость</b>                                                                 |                      |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Стоимость провода без НДС                                                        | тыс.руб./км          | 162,000                                                                            | 480,050                                                                             | 845,000                                                                             |
| Стоимость 215 км провода без НДС                                                 | млн.руб.             | 35                                                                                 | 103                                                                                 | 182                                                                                 |
| <b>Экономия на опорах</b>                                                        |                      |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Количество анкерных опор                                                         | шт.                  | 37                                                                                 | 35                                                                                  | 33                                                                                  |
| Количество промежуточных опор                                                    | шт.                  | 70                                                                                 | 65                                                                                  | 57                                                                                  |
| Стоимость опор и фундаментов                                                     | млн.руб.             | 609                                                                                | 570                                                                                 | 516                                                                                 |
| <b>Экономия на тепловых потерях</b>                                              |                      |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Электрическое сопротивление постоянному току при 20°C                            |                      | 1                                                                                  | +1,2%                                                                               | -10,0%                                                                              |
| Тепловые потери в год                                                            | МВт/км               | 1070                                                                               | 1081                                                                                | 970                                                                                 |
| Экономический эффект на всю линию за 45 лет                                      | млн.руб.             | 0                                                                                  | 0                                                                                   | 132                                                                                 |
| <b>Повышение пропускной способности</b>                                          |                      |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Номинальный (длительно допустимый) ток при максимальной рабочей температуре      |                      | 1                                                                                  | +6,9%                                                                               | +87,4%                                                                              |
| Экономический эффект на всю линию за 45 лет (при коэффициенте загрузки ВЛ = 0,6) | млн.руб.             | 0                                                                                  | 637                                                                                 | 6824                                                                                |
| <b>Окупаемость дополнительных затрат</b>                                         |                      |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| Сумма затрат провод + опоры                                                      | млн.руб.             | 643,83                                                                             | 673,21                                                                              | 697,68                                                                              |
| Экономия на потерях + доп.передаваемая мощность в год                            | млн.руб.             | 0,00                                                                               | 14,16                                                                               | 154,58                                                                              |
| Срок окупаемости дополнительных затрат                                           | лет                  | -                                                                                  | 2,1                                                                                 | 0,3                                                                                 |

Однако при внедрении проводов нового поколения в России пришлось столкнуться с определенными трудностями, связанными с устаревшей **нормативно-технической базой** и отсутствием современных **инструментов для проектирования ВЛ**.

Очевидно, что высокий уровень потерь в российских электросетях определяется не только старением и изношенностью электросетевого оборудования и сложными условиями климата. Производство проводов регламентируется устаревшей нормативной базой электрокомплекса (ГОСТ 839-80 ПРОВОДА НЕИЗОЛИРОВАННЫЕ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ– 1980 года, ПУЭ 7-ая редакция 2002 года в части ВЛ унаследовала основные положения версии 1997 года), которая была создана несколько десятилетий назад и не только не стимулирует отечественных производителей к разработке новых конструкций проводов, но и определяет 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 проводов нового поколения только участки, где эти провода не проходят по механическим расчетам, не обеспечивая требуемые габариты пролетов ВЛ даже при максимальной высоте опор. Основные параметры ВЛ такие, как пропускная способность, уровень потерь и надежность определяются характеристиками провода (электрическое сопротивление, максимальный допустимый ток и стойкость к ветровым нагрузкам, гололеду и вибрации). При этом параметры провода, естественно, зависят от качества исходного материала – катанки. Катанка, производимая в России, соответствует устаревшим стандартам (ГОСТ 20967-75 Катанка из алюминиевого сплава. Технические условия – 1975 года и ГОСТ 13843-78 КАТАНКА АЛЮМИНИЕВАЯ – 1978 года) и отстает по характеристикам от катанки, используемой в проводах нового поколения и соответствующей европейским стандартам (МЭК 62219:2002 Провода для воздушных линий – 2002 года и EN 50183 Провода для воздушных линий - 2000 года). Несмотря на усилия Русала достичь европейского качества до сих пор не удалось, поэтому остаются актуальными вопросы перехода отечественной сырьевой базы электроэнергетики и требований к строящимся ВЛ на новый уровень для решения задач по энергоэффективности и энергосбережению.

САПР, используемые в настоящее время в России для проектирования ВЛ, позволяют получить корректные механические расчеты только со сталеалюминиевыми проводами. Действующие программы проектирования ВЛ не адаптированы под применение новых продуктов, не учитывают их преимущества, включая снижение рисков эксплуатации ВЛ. Только к концу текущего года ожидается появление на российском рынке программы, которая позволит проектировщикам использовать провода нового поколения во всех проектах ВЛ. Реализация полномасштабных инновационных проектов, таких как Smart Grid, невозможна без проводов нового поколения, которые являются инновационным решением, основанным на новых технологиях и материалах, сырье высокого качества. При проектировании и выборе решений для новых проектов ВЛ необходимо предусмотреть введение коэффициентов рисков, позволяющих сравнивать технические решения разного уровня новизны и надежности и, в итоге, управлять рисками, регулируя степень надежности и устойчивости передачи электроэнергии. Наконец, в соответствии со ст.6 Федерального закона №261-ФЗ существует возможность разработать федеральную программу в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности магистральных и распределительных электросетей, включающую государственную поддержку инновационных энергоэффективных и энергосберегающих технологий для электросетей. Провода нового поколения должны быть включены в Перечень объектов и технологий, имеющих высокую энергетическую эффективность в качестве объектов для оптимизации режима работы электросетей (п. 44 Перечня, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 562 от 12.07.2011),

позволяющих снизить потери передачи электроэнергии на 10-30%.

Эффективность и экономичность решения с проводом АССС™ подтверждена многократным использованием при модернизации старых и строительстве новых ВЛ в десятках стран мира, где на сегодняшний день с проводами АССС™ успешно работают ВЛ общей протяженностью более 11 000 км. Мировая практика показывает, что замена проводов старых конструкций на новейшие и применение инновационных технологий в значительной степени снижают риски выхода ВЛ из строя из-за угрозы повреждений и воздействия экстремальных погодных условий, обеспечивают решение экологических проблем и способствуют в полной мере энергоэффективности и энергосбережению. Но использование импортных инноваций – это только первый шаг. В России, в Энергетическом Технопарке «Сим-Росс» г. Углич Ярославской области совместно с ведущим мировым производителем Lamifil завершается строительство завода по производству современных проводов для ВЛ [3]. В ассортименте завода предусмотрен выпуск проводов АССС с композитным сердечником (на первой стадии – с импортным, а затем с сердечником отечественной разработки). Пуск предприятия намечен на конец сентября 2012 года. С выходом на проектную мощность завод будет выпускать 12-16 тысяч км проводов нового поколения в год.

### Литература

1. Топуридзе Н.Р. Существующие линии передачи не могут обеспечить увеличения пропускной способности. Комментарии к статье.// «Transmission & Distribution World. Russian Edition», приложение к отраслевому журналу «Электроэнергия. Передача и распределение» - №4(13) 2012 г., с. 20-21.
2. Федоров Н.А. Энергоэффективность и энергосбережение в электросетевом хозяйстве страны за счет применения инновационных проводов нового поколения.// «Воздушные линии», научно-технический журнал - № 1 (6) 2012г., с.31-34.
3. Топуридзе Н.Р., Деягер Д. Завод в Угличе – прорыв в будущее.// «Электроэнергия. Передача и распределение», отраслевой журнал - № 6 (9) 2011г., с.90-91.