

Современную жизнь людей невозможно представить без бытовых электроприборов, персональных компьютеров, оргтехники, электроосвещения и прочих ресурсов, работоспособность которых обеспечивает наличие 220 В в питающей электросети. Электроэнергия вторглась во все сферы нашей жизнедеятельности: промышленность, сельское хозяйство, медицину, науку, космос и повседневный быт.

## Воздушные ЛЭП. Без инноваций не обойтись!

Даниил Молочаев, Ирина Коваль, г. Киев

В современном мире энергетика является основой развития базовых отраслей промышленности, определяющих прогресс общественного производства. Во всех промышленно развитых странах темпы развития энергетики опережали темпы развития других отраслей. Специфической особенностью электроэнергетики является то, что ее продукция не может накапливаться для последующего использования, поэтому потребление соответствует производству электроэнергии. Мировое потребление электроэнергии постоянно растет и требует все лучшего и лучшего качества, без потерь мощности на участках линий электропередач. Известным фактом является то, что в последние годы многие регионы и города Украины сталкиваются с проблемой ограниченной пропускной способности ЛЭП. Например, на сегодняшний день, для жителей г. Киева становится актуальным вопрос установки электрических бойлеров для нагрева воды, ввиду отсутствия централизованного снабжения горячей водой. Массовая установка данного оборудования существенно увеличит нагрузку на электрические сети и потребление электроэнергии. Соответственно, вопрос доставки качественной электроэнергии, без перебоев и скачков, к потребителям становится актуальным и для энергетиков. Мало кто из нас задумывался, какой путь преодолевает электричество на пути к станкам промышленных предприятий и к бытовым розеткам наших домов.

Транспортировка электроэнергии – это процесс передачи электрической энергии от генерирующих электрических станций к потребителям. Транспортировка электроэнергии осуществляется посредством электрических сетей, подразделяющихся на воздушные и кабельные (проложенные под землей).

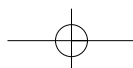
Основной проблемой, возникающей при транспортировке электроэнергии, являются технологические потери. Потери электрической энергии возникают ввиду того, что электрический ток, проходя по проводам, нагревает их. При этом величина потерь будет определяться длиной линии и величиной тока. Также огромной проблемой является пропускная способность существующих электромагистралей. Из-за постоянного роста электропотребления электросети подвергаются большому перегрузам. Значительное увеличение спроса на электроэнергию за последние 10 лет требует постоянного расширения или обновления распределительных сетей энергообеспечивающих предприятий. Для удовлетворения всё более растущих потребностей, электросетевые компании вынуждены постоянно модифицировать существующие сети, применяя следующие классические методы:

- строительство дополнительных воздушных линий;
- замена проводов на провода большего сечения;
- повышение напряжения;
- расщепление фазы.

Несмотря на то, что эти методы иногда можно применить, у них есть существенные недостатки. Первое решение требует значительных вложений, времени и получения разрешений на установку новых линий. Второе оказывается не всегда возможным, поскольку сталеалюминевый провод большего сечения обладает такой массой, на которую старые опоры часто не рассчитаны, что в конечном итоге приводит к необходимости установки новых опор ЛЭП большего размера. Организация строительства новых опор может обернуться серьёзными проблемами в густонаселённых районах, районах частных земель, в национальных парках, заповедниках и других зонах с запретом на строительство, кроме того это требует огромных капиталовложений. Третье и четвертое решения почти всегда приводит к необходимости перестраивать всю линию.

Отсюда возникает актуальная необходимость существенного повышения передаваемой мощности воздушных линий, по возможности, избегая строительства новых линий, полной перестройки существующих линий, подвески новых цепей и т.д.

В настоящее время в технологически развитых странах, существуют решения, не имеющие недостатков вышеописанных методов. Эти решения обеспечивают увеличение пропускной токовой способности имеющихся линий за счёт применения специальных проводов с повышенной пропускной способнос-



тью и малыми потерями. Их использование привлекательно, как с технической, так и экономической точек зрения.

На сегодняшний день, выдвигаются следующие требования к современным проводам:

- максимально высокая электропроводность и малые потери;
- максимально высокая механическая прочность;
- низкий вес;
- устойчивость к высоким температурам;
- малые температурные удлинения;
- устойчивость к старению и ветровым воздействиям.

Условия выполнения вышеописанных требований являются взаимоисключающими, поскольку, например, наилучшая электропроводность обеспечивается при наивысшей чистоте алюминия, однако при этом значительно снижается прочность. Поэтому для получения необходимой температурной устойчивости рассматривалось применение дисперсионно-твердеющих материалов, циркониевых сплавов, композитных и других материалов, получением и внедрением волокон оксида алюминия.

Поэтому важным критерием при проектировании воздушных ЛЭП является правильный, технически и экономически обоснованный выбор проводов, которые будут передавать электроэнергию.

Компания СЭА, проанализировав существующие предложения на мировом рынке современных проводников, рекомендует обратить внимание на композитный провод 4-го поколения HVCRC производства Mercury Cable & Energy (США).

#### «Эволюция» провода с композитным сердечником:

- 1-е поколение – CRAC;
  - 2-е поколение – ACCR (например, производства «ЗМ»);
  - 3-е поколение – ACCC (например, производства «Lamifil»);
  - 4-е поколение – HVCRC (MercuryCable&Energy).
- Разрез провода ACCC показан на [рис.1](#), а провода HVCRC – на [рис.2](#).

Mercury Cable & Energy является исследовательской компанией, занятой работами в области высоковольтных проводов с композитным сердечником (HVCRC). На основании более чем 10-ти летних исследований и разработок ве-

дущих инженеров и ученых, суровых температурных и нагрузочных испытаний композитных материалов в космических технологиях, компания Mercury Cable & Energy разработала и производит новое поколение запатентованных проводов HVCRC для энергосистем Smart Grid. Инженеры и ученые компании создали самый легкий и прочный высоковольтный (до 1150 кВ) провод с композитным усиленным сердечником – HVCRC.

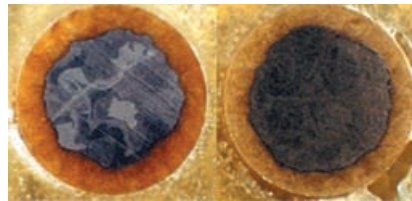


Рис.1

Инновационный, рентабельный, высокотемпературный, высоковольтный композитный провод HVCRC на напряжение от 110 кВ до 1150 кВ – одно из лучших и экономически целесообразных решений существующих на сегодняшний день на энергетическом рынке.

Типы HVCRC/TW:

- Linnet 431 kcmil;
- Hawk 611 kcmil;
- Groseak 816 kcmil;
- Drake 1020 kcmil;
- Bittern 1572 kcmil.

Данное техническое решение лишено недостатков и обеспечивает повышение пропускной способности по сравнению с проводом АС в два раза, за счет применения специальных сплавов и особой конструкции.

Но одним из ключевых решений HVCRC является применение композитного усиленного сердечника состоящего из множества волокон оксида алюминия, что кардинально повышает допустимую токовую нагрузку, обеспечивает максимально высокую электропроводимость и невероятную механическую прочность. Высокое качество HVCRC подтверждено протоколами испытаний авторитетных компаний AEP, SECRI, LAPEM и Kinetics North America Inc.

#### Основные преимущества провода HVCRC

**Механическая прочность** – провод имеет повышенную гибкость и значительно меньший вес; устойчив к температу-

ре до + 150°C при непрерывной эксплуатации; не имеет биметаллической коррозии; на много прочнее на разрыв при гололедно-ветровом воздействии.

**Низкое сопротивление и большой ток** – не влияют индуктивные помехи, благодаря трапецевидной форме составных жил и имеет на 28% больше алюминия по сравнению с проводом соответствующего размера цилиндрической формы, что значительно снижает потери – до

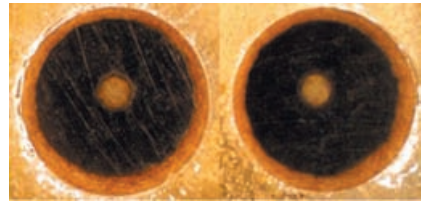


Рис.2

20% и повышает токовые нагрузки (при 90°C ток 1502 А для HVCRC/TW вместо ACSR – 972 А), а так же снижает выброс углерода в окружающую среду



Рис.3

**Прочность на изгибе** – не хрупкий и прочный сердечник позволяет использовать для транспортировки бухты меньшего диаметра, при монтаже не требуются специальные процедуры ([рис.3](#)).

**Экономический эффект** – меньше провисает, поэтому увеличивается расстояние пролетов, таким образом, необходимо меньше опор.

#### Сравнительный финансовый анализ HVCRC и провода АС

Он основан на теоретическом расчете для замены 1000 км провода электрической линии.

Для расчетов принимаем, что линия передач будет – 110 кВ и предположим, что стоимость каждой опоры с линейной арматурой и фундаментом будет стоить 14000 USD (без учета проектной документации и стоимости документов землеотвода под опору).

При этом выяснилось:

1. По сравнению с проводом ACSR (AC), провод Mercury HVCRC/TW обеспечивает экономию в 669 опоры (пролет для провода HVCRC составляет 546 м и вместо 2500 м для AC, нужно только 1831 опоры), что на 1000 км составляет около 9 366 000 USD (экономию только на одних опорах).

2. Эта экономия достигается тем, что провод Mercury HVCRC/TW обладает большей механической прочнос-

- ACCR – производства компании ЗМ, США;
- ACCC – производства компании Lamifil, Бельгия;
- HVCRC – производства компании Mercury, США.

Усилие растяжения-сжатия

Сравнительная характеристика усилия растяжения сжатия провода сечением – 1020 kcmil HVCRC/TW и ACSR сечением 795 kcmil (1 kcmil=0,5067 мм) в единицах Lbf/°C, (1 Lbf=0,22Н) показано на рис.5.

низацию всех сетей выделить средства не получится, но решить проблему электроснабжения городов-миллиоников, в частности г. Киева, рано или поздно придется. Следует также отметить, что реализация полномасштабных инновационных проектов, таких как Smart Grid, не возможна без проводов нового поколения HVCRC, которые являются решением «4-го поколения», основанным на инновационных технологиях и материалах.

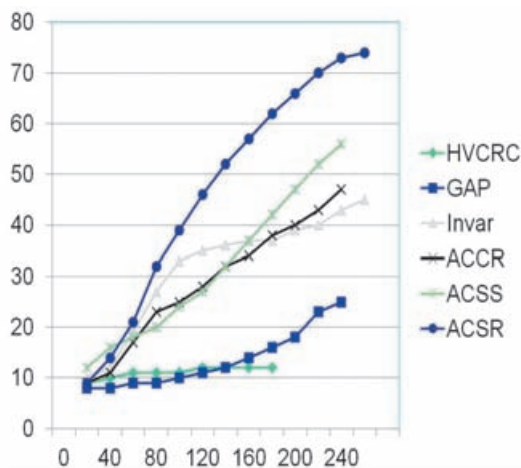


Рис.4

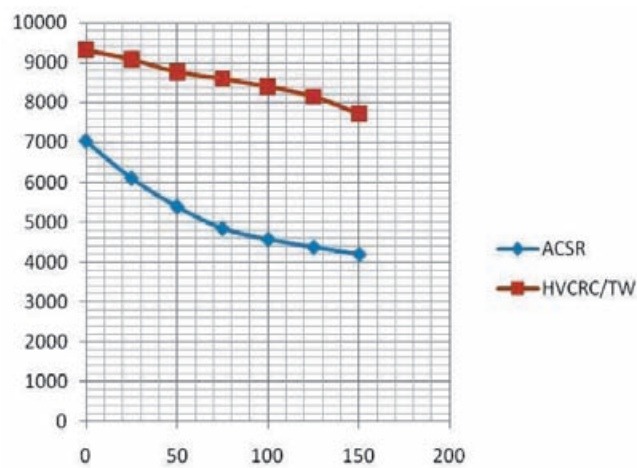


Рис.5

тью, что позволяет увеличить натяжение в проводе, и тем самым - существенно уменьшить стрелу провеса провода по сравнению с традиционными сталеалюминевыми проводами.

3. Высокотемпературные провода позволяют передавать необходимую токовую нагрузку проводом меньшего диаметра с меньшим термическим удлинением. Например: для AC185/29 - макс. ток 510 А, для провода Mercury HVCRC/TW - максимальный ток 1029 А.

4. Первоначальные инвестиции полностью окупаются только за счет снижения необходимого количества опор (без учета дополнительной экономии из-за снижения потерь на протяжении всего срока эксплуатации провода)

5. Сбережения электроэнергии будут продолжаться в течение всего срока эксплуатации (не менее 25 лет), принося большие доходы от разовых инвестиций.

#### Механические характеристики провода Mercury HVCRC/T

Провисание

В единицах дюйм/градус Цельсия (1дюйм = 2,54 см) показано на рис.4, где обозначено:

Прочность на разрыв

В единицах кН/градус Цельсия показан на рис.6.

#### Итоги

Таким образом, можно сделать вывод, что применение проводов HVCRC на украинских электромагистралях помогло бы решить проблемы постоянно растущего энергопотребления. На Украине достаточно много генерирующих станций (атомные, ГЭС, ТЭЦ, альтернативные источники электроэнергии), но наши сети не соответствуют требованиям рынка и спроса на электроэнергию. Единственным правильным решением является модернизация линий электропередач и экономическим обоснованием стало бы применение современных проводов. В сложившейся в стране ситуации, понятно, что на одновременную модер-

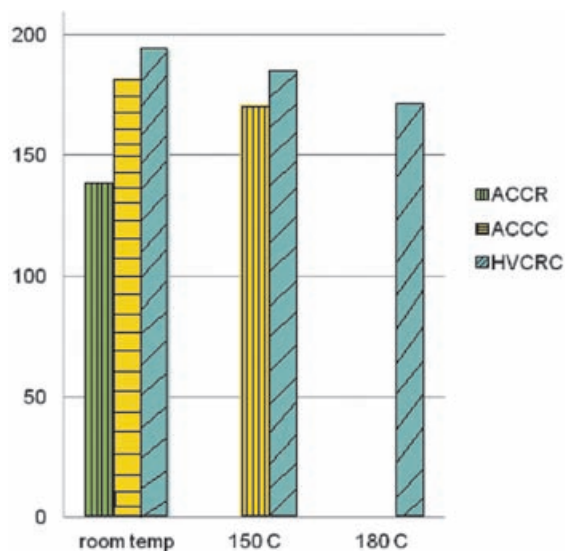


Рис.6

По вопросам приобретения продукции Mercury Cable & Energy в Киеве и на Украине обращайтесь к официальному дистрибьютору — Компании СЭА по тел.: (044) 291-00-41 или e-mail: info@sea.com.ua.