

# Алюминиевый композитный усиленный провод (ACCR)

## Новое поколение линий электропередачи

Американская компания 3М разработала новый композитный провод для высоковольтных воздушных линий электропередачи, который способен передавать в два - три раза больше мощности по сравнению с обычным проводом такого же сечения при одновременном улучшении механических и прочностных характеристик.

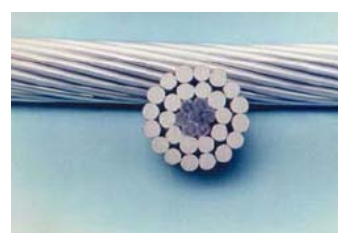
Новый продукт получил название ACCR - Алюминиевый композитный усиленный провод (Aluminum Conductor Composite Reinforced).

Помимо улучшенной пропускной способности ACCR обладает меньшей массой, большей прочностью, более высокой температуростойкостью и устойчивостью к провисанию, по-сравнению с существующими аналогами. Композитный провод более устойчив к коррозии, обладает повышенным сопротивлением усталости и безвреден для окружающей среды (отсутствие экологической деградации).

Это изобретение является поистине революционным и считается первым важным прорывом в области проводов воздушных ЛЭП с тех пор, как в начале 20 века появился широко применяемый сталеалюминиевый провод.

Алюминиевый композитный провод прошел масштабные лабораторные и линейные испытания при финансировании Министерства Энергетики США и с 2005 года введен в коммерческую эксплуатацию. В настоящее время семь основных энергетических сетей общего пользования Соединенных Штатов используют проводник ACCR, либо находятся в процессе его инсталляции.

С 2007 года новое изобретение стало доступно в России.



Новое изобретение в области проводов для высоковольтных воздушных ЛЭП

## Структура алюминиевого композитного усиленного провода

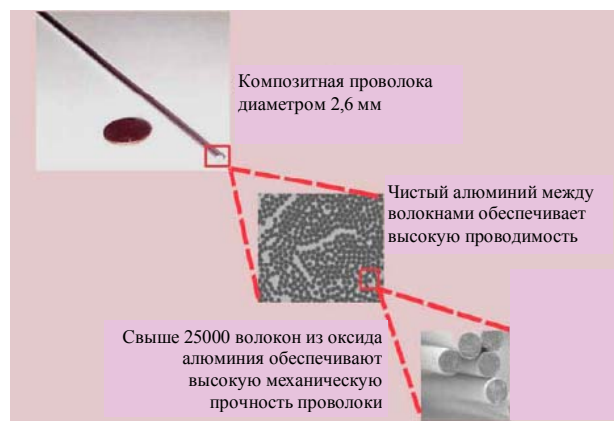
ACCR является витым многожильным проводом, который состоит из сердечника и внешних токоведущих жил. Композитный сердечник образуют несколько проволок диаметром от 1,9 до 2,9 мм. Каждая проволока представляет собой алюминий высокой чистоты, в который внедрены более 25000 микрометровых непрерывных продольных волокон оксида алюминия ( $Al_2O_3$ ). Эти волокна придают материалу сверхвысокую прочность. Внешне композитный сердечник выглядит подобно стандартному алюминиевому проводу, но его физические и механические свойства сильно отличаются как от алюминиевых, так и от стальных аналогов:

- Прочность композитного сердечника сравнима со стальным и в 8 раз выше алюминиевого
- Масса композитного сердечника в 2 раза меньше стального и всего на 20% больше массы чистого алюминия
- Электропроводность сердечника ACCR в 4 раза выше стального
- Коэффициент теплового расширения в 4 раза меньше алюминиевого и в 2 раза меньше стального
- Жесткость – в 3 раза выше алюминиевого сердечника

Внешние токоведущие жилы провода ACCR состоят из температуроустойчивого сплава алюминий-цирконий (Al-Zr). Сплав Al-Zr имеет прочность аналогичную стандартному алюминию 1350-H19, но его микроструктура сформулирована так, чтобы он сохранял эту прочность при высоких температурах. Если обычный алюминий при температуре 120-150<sup>0</sup>С отжигается и резко теряет прочность, то сплав Al-Zr сохраняет свои свойства до 210<sup>0</sup>С, с пиковыми нагрузками до 240<sup>0</sup>С.

ACCR поставляется различными сечениями до 1600 мм<sup>2</sup>. Провода больших диаметров находятся на этапе тестирования.

Разделка, сращивание и оконцевание ACCR производится методами, традиционными для обычных кабелей при помощи приспособлений, свободно доступных от поставщиков кабельной арматуры по всему миру.



Структура композитного сердечника

Какие основные преимущества несет собой новое изобретение, и как они связаны с проблемами энергетики России?

### **Новые ЛЭП на старых опорах**

Известно, что многие регионы нашей страны сталкиваются с проблемой ограниченной пропускной способности ЛЭП. По данным РАО «ЕЭС России» список регионов «пиковых нагрузок» включает 16 областей, в числе которых Московская, Ленинградская, Нижегородская, Архангельская, Волгоградская области, Краснодарский и Пермский край, республика Коми, Карелия, Тыва, Дагестан и другие

Уже сегодня энергопотребление этих районов в несколько раз превышает величины, заложенные в Энергетической стратегии РФ до 2020 года, и потребление электроэнергии в них постоянно растет.

В этих условиях электросетевые компании вынуждены модифицировать существующие сети - либо путем строительства параллельных линий, либо с помощью переноса дополнительной нагрузки на провода большего сечения. Первое требует беспрецедентных вложений, времени и получения разрешений на установку новых линий. Второе оказывается не всегда возможным, поскольку сталеалюминиевый провод большого 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 серьезными проблемами в густонаселенных районах, районах частных земель, в национальных парках, заповедниках и других зонах с запретом на строительство.

К примеру, в горных районах подготовить площадки для опор высоковольтных линий электропередачи и проложить к ним дороги чрезвычайно сложно и дорого из-за того, что приходится производить большой объем буровзрывных работ.

В таких ситуациях приходит на помощь новый проводник.

АССР обладает малым весом – всего на 20% тяжелее чистого алюминия. Он достаточно легко устанавливается на имеющиеся опоры. В результате жизнь старых конструкций продлевается, территория сохраняется от застройки, полоса пропускания линии электропередачи значительно увеличивается, а энергосетевая компания экономит миллионы долларов и время, часто измеряемое годами.

### **Решение проблемы обрыва высоковольтных проводов из-за превышения допустимой величины провисания**

В условиях пиковых нагрузок стандартный стальной сердечник перегревается и расширяется, провод растягивается под действием собственной массы и провисает ниже допустимой величины, что часто приводит к его обрыву или замыканию на землю.

Эта ситуация усугубляется при сильных снегопадах – провод обрывается под массой налипающего на него снега. В декабре 2006 г. авария в результате такого обрыва высоковольтной ЛЭП в одном из районов Дагестана оставила без электричества 471 000 человек. Из-за сложных географических и метеоусловий этом районе (скалистые горы, сильные ветра и снегопады) доступ аварийно-восстановительных бригад к месту повреждения был затруднен, и целый регион оставался без электроэнергии на протяжении нескольких дней, ожидая устранения повреждения.

Частые обрывы линий электропередачи из-за образования наледи характерны для Краснодарского края. Они ставят под удар развитие инфраструктуры города Сочи, находящегося в числе претендентов на проведение зимней Олимпиады 2014 года и подвергают опасности функционирование социально значимых объектов края. Так, в результате обрыва линий электропередачи 30 января 2007 года, без электроэнергии более чем на сутки остались 400 тысяч жителей г.Сочи, Туапсинского и Апшеронского районов Краснодарского края. Среди них медицинские, детские и образовательные учреждения. По состоянию на 31 января 2007г., снабжение данных городов электроэнергией прерывалось уже более трех раз.

В этих условиях проблему может решить применение композитного провода АССР, который обладает низким температурным коэффициентом линейного расширения и высокими прочностными характеристиками, и поэтому менее подвержен удлинению, чем провода со стальными сердечниками. Это позволяет значительно увеличить рабочую температуру без риска провисания и разрушения провода.

### **Местности с повышенными требованиями к длине пролета**

При проектировании новых линий на основе АССР высокая устойчивость к провисанию позволяет увеличить длину пролета.

Это критично, в основном, в прибрежных районах, при пересечении линией электропередачи рек, озер, горных ущелий и каньонов.



## Линии электропередачи, проходящие через заповедники и национальные парки

В настоящее время в России около 335 тыс. кв. километров природных заповедников и 70 тыс. кв. километров национальных парков. Неизбежно возникают ситуации, когда по территории заповедника проходит линия электропередачи. Такие линии зачастую строились еще в середине прошлого века, и были рассчитаны на небольшую заселенность обслуживаемых территорий. Но со временем регион развивается, плотность населения в нем возрастает, и мощности существующих линий становится недостаточно.

Типичным примером такого региона является тот же Краснодарский край. Бурное наращивание объемов строительства рискует погубить уникальный Кавказский заповедник и Сочинский национальный парк.

Чтобы сохранить природу и сделать модернизацию ЛЭП как можно менее ощутимой для окружающей среды применяется ACCR. Строительства новых линий не требуется, нужно заменить только провод. Замена провода довольно проста, не занимает много времени и никак не меняет вид местности и ее экологическое состояние.

## Зоны с агрессивными внешними условиями

Новый проводник превосходно показал себя в экстремальных условиях, таких как чрезвычайно низкие или высокие температуры, повышенная влажность, воздействие соленой воды, сильные ветры, вибрация, УФ-излучение. Применение ACCR в этих условиях поможет значительно сократить затраты на ремонт линий и частую замену подвергающихся коррозии участков.

Итак, описанное выше решение, несомненно, является заманчивым выбором в проектах по повышению пропускной способности сетей. Жизнеспособность и технические характеристики ACCR уже доказаны многолетними испытаниями в реальных условиях при участии самых авторитетных энергетических организаций Америки и Европы, а также первыми коммерческими внедрениями. В настоящее время провод рекомендуется применять, в первую очередь, для устранения особенно проблемных участков, поскольку его стоимость довольно высока.

Благоприятные возможности для композитных проводов находятся по всему земному шару, везде, где есть потребность в увеличении плотности существующей инфраструктуры – по оценкам экспертов, полный объем рынка превышает 50 млрд. долларов США.

Для применения ACCR в России потребуется ряд процедур по сертификации и локализации продукта которые, как мы надеемся, он успешно преодолет, и в скором времени мы сможем воспользоваться преимуществами нового продукта в нашей стране.

### Свойства Al-Zr жил

Предел прочности на разрыв (при диаметре <4 мм) (при диаметре >4 мм)	162 МПа 159 МПа
Предельное удлинение	>2%
Сохранение прочности на разрыв при нагревании свыше 280°C /1 час	>90%
Плотность	2,7 г/см <sup>3</sup>
Электропроводность\	>60% IACS
Удельное сопротивление при 20°C	<28.73 x 10 <sup>-9</sup> Ом.м
Рабочая температура	210°C
Максимальная температура при кратковременных пиках нагрузки	240°C МПа

### Свойства композитного сердечника

Предел прочности на разрыв	1380 МПа
Плотность	3,33 г/см <sup>3</sup>
Жесткость	215 ГПа
Электропроводность	27% IACS
Температурный коэффициент линейного расширения	6 x 10 <sup>-6</sup> /°C
Сопротивление усталости (усталостная прочность)	> 10 млн. циклов при 690 МПа
Максимальная температура при кратковременных пиках нагрузки	> 300°C

