

# Новое поколение проводов ВЛ: пластически деформированные провода

Сергей КОЛОСОВ,

заместитель генерального директора ЗАО «Электросетьстройпроект»,

Виктор ФОКИН, генеральный директор ООО «Энергосервис»



**В** статье рассматривается особый класс проводов с повышенными прочностью и пропускной способностью — пластически обжатые высокопрочные и высокотемпературные провода. Пластически обжатые провода отличаются от проводов классической конструкции тем, что после свивки сердечник проходит процесс пластического обжатия, тем самым увеличивается плотность по сечению сердечника. Аналогичный процесс происходит и с токоведущими повивами после свивки. По сравнению с классическими проводами АС новые провода обладают существенно большими прочностью и токовой пропускной способностью. Приведены основные конструктивные особенности новых проводов, их сравнение с проводами АС и другими проводами нового поколения. Наряду с техническими характеристиками представлено сравнение экономических показателей проводов повышенной пропускной способности и некоторых проводов АС по ГОСТ 839-80 [1].

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие промышленности и социальной сферы требует симметричного совершенствования инфраструктуры обеспечения, в том числе и электрической сети. Развитие электрических сетей сталкивается с ограничениями, которые возникают из-за высокой плотности инфраструктуры и населения [2]. Естественным путём развития электрических сетей является увеличение пропускной способности существующих ВЛ. По данным ОАО «ФСК ЕЭС» список регионов пиковых нагрузок включает 16 областей, в числе которых Московская, Ленинградская, Нижегородская, Архангельская, Волгоградская области, Краснодарский и Пермский края, Республики Коми, Карелия, Тува, Дагестан и другие. Уже сегодня энергопотребление этих районов в несколько раз превышает величины, заложенные в Энергетической стратегии РФ до 2020 года, и потребление энергии в них постоянно растёт.

Для решения этой задачи многие производители проводов предпринимают зачастую успешные попытки

создания новых конструкций с повышенной пропускной способностью. В настоящее время на мировом рынке присутствуют провода высокотемпературные, компактированные, с зазором, с композитными сердечниками и другие [3]. Все эти провода обладают превосходными по отношению к классическим проводам АС характеристиками, но в то же время и существенно более высокой ценой. Одна из последних разработок отечественного производителя ОАО «Северсталь» — высокопрочные и высокотемпературные провода. Технические характеристики этих проводов также существенно выше, чем проводов АС, на уровне лучших разработок ООО «Энергосервис» и других компаний, но при этом стоимость практически не отличается от классических проводов АС.

**ПРОВОДА АСВП И АСВТ РАЗРАБОТАНЫ  
ООО «ЭНЕРГОСЕРВИС» И ПРОИЗВОДЯТСЯ  
ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ-МЕТИЗ»**

**Конструктивные особенности**

Одним из путей решения проблемы повышения пропускной способности является увеличение токоведущего сечения. В отличие от уже ставшего стандартным решением использования профилированной Z-образной, Ω-образной и трапецидальной проволоки, для того чтобы собрать провод с высоким процентом заполнения сечения, в проводах пластически обжатых изначально используются стандартные круглые проволоки из высокопрочной стали или из алюминиевого сплава с последующим пластическим обжатием после свивки. Это техническое решение защищено российскими и европейскими патентами.

При пластическом обжатии достигается плотность заполнения сечения более высокая, чем при сборке проводов из профилированных проволок. В табл. 1 приведено сравнение проводов АС, АЕРО-Z компании NEXANS [4] и проводов АСВП, АСВТ производства ОАО «Северсталь-Метиз».

**Преимущества**

Применение проводов АЕРО-Z значительно улучшает токовые характеристики провода, снижает сопротивление и погонную массу. В то же время провода АСВП и АСВТ имеют более чем вдвое более высокую прочность; провод АСВП — почти такой же высокий ток, как АЕРО-Z; а провод АСВТ — вдвое более высокую пропускную способность, чем АС, и в полтора раза более высокую, чем АЕРО-Z тех же диаметров.

Из этого следует, что новые провода АСВП и АСВТ расширяют рамки проектирования ВЛ и позволяют решить задачи, которые раньше решить было нельзя или решение которых было связано с большими трудностями.

**Недостатки**

К недостаткам весьма условно следует отнести возросшую по отношению к проводу АС массу. Однако этот недостаток компенсируется значительно более высокой прочностью, иными словами, провода АСВП и АСВТ могут быть более прочными, в т.ч. позволяя увеличивать пролёт, обеспечить большую пропускную способность с меньшим диаметром, чем провода АС (табл. 2).

**Табл. 1. Сравнение проводов АС, АЕРО-Z, АСВП, АСВТ диаметром 22,4 мм**

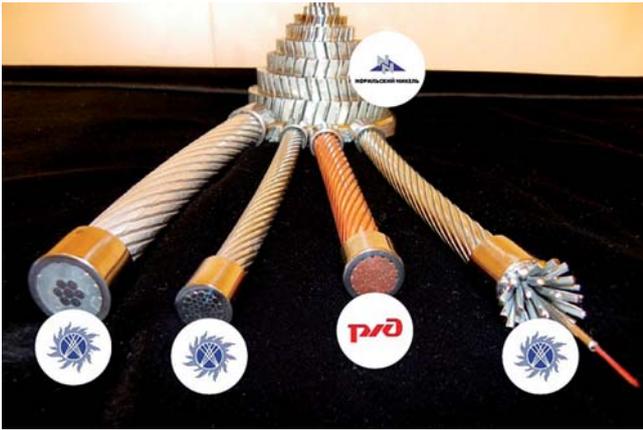
Марка	Диаметр, мм	Сечение, мм <sup>2</sup>	Сопротивление, Ом/км	Разрывное усилие, кг	Масса, кг/км	Ток, А
АС 240/56	22,4	241/56,3 (100% / 100%)	0,1197 (100%)	98253 (100%)	1106 (100%)	610 (100%)
АЕРО-Z 346-2Z	22,4	345,65 (143% / 0%)	0,0974 (81%)	111320 (113%)	958 (87%)	852 (140%)
АСВП 277/79	22,4	277,3/78,8 (115% / 140%)	0,104 (87%)	163940 (167%)	1399,6 (127%)	753,8 (124%)
АСВТ 277/79	22,4	277,3/78,8 (115% / 140%)	0,104 (87%)	163940 (167%)	1399,6 (127%)	1199,6 (197%)

Примечание. Значения величин для провода АС взяты за 100%.

**Табл. 2. Сравнение проводов АС, АСВП, АСВТ диаметром 22,4 мм и 19,8 мм**

Марка	Диаметр, мм	Сечение, мм <sup>2</sup>	Сопротивление, Ом/км	Разрывное усилие, кг	Масса, кг/км	Ток, А
АС 240/56	22,4	241/56,3 (100% / 100%)	0,120 (100%)	98253 (100%)	1106 (100%)	610 (100%)
АСВП 218/63	19,8	217,9/62,7 (90% / 111%)	0,132 (110%)	130096 (132%)	1106 (100%)	634 (104%)
АСВТ 218/63	19,8	217,9/62,7 (90% / 111%)	0,132 (110%)	130096 (132%)	1106 (100%)	1009,6 (166%)

### Инновационные продукты ООО «Энергосервис», прошедшие аттестацию основных потребителей



Таким образом, указанный недостаток весьма условный и возникает он из-за неудачного выбора проводов для сравнения. Более детальный подход к выбору провода показывает, что для достижения поставленной задачи провода АСВП и АСВТ представляют технически обоснованное решение.

#### СТОИМОСТЬ ПРОВОДОВ

В отличие от стандартного решения «сборки» профилированных проволок (Z-, Ω-образных и трапецеидальных), производство провода из стандартных круглые проволок с последующим пластическим обжатием технологически проще и значительно дешевле, при этом достигается требуемый высокий процент заполнения сечения. Некоторое увеличение стоимости АСВП относительно стандартных проводов АС в основном объясняется увеличением содержания алюминия за счёт конструкции и плотности свивки. Тем не менее стоимость этих проводов кратно ниже изделий с тем же комплексом свойств.

#### АТТЕСТАЦИЯ ПРОВОДОВ

Пластически обжатые провода АСВП и АСВТ, разработанные ООО «Энергосервис» и производимые ОАО «Северсталь-Метиз» аттестованы межведомственной комиссией ОАО «ФСК ЕЭС».

#### ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Провода АСВТ и АСВП прошли аттестацию в начале 2014 г. Таким образом, применение этих проводов только начинается. Их эффективность в эксплуатации покажут ближайшие годы.

#### ВЫВОДЫ

Опыт применения проводов повышенной пропускной способности в Европе, Японии и Америке уже насчитывает более двух десятков лет. Объёмы их поставок исчисляются сотнями тонн в год и растут ежегодно. В каждом случае применение проводов повышенной пропускной способности оправдано экономически — единственный критерий, показывающий необходимость применения этих проводов. Стоимость переоборудования ВЛ для проводов нового поколения не-

значительно превышает стоимость переоборудования для проводов АС, но повышение пропускной способности перекрывает дополнительные затраты, позволяет достигнуть требуемых токов значительно быстрее и дешевле, понижает нагрузки на опоры, сокращает тяжёлые, ветровую и гололёдную нагрузки и в конечном итоге повышает надёжность самой ВЛ и системы линий в целом.

Провода АСВП и АСВТ позволяют гибко решать проблемы проектирования и строительства ВЛ. Стоимость проводов АСВП и АСВТ незначительно превышает стоимость проводов АС. Пропускная способность ВЛ за счёт применения проводов АСВП и АСВТ может быть увеличена на величину от нескольких десятков до нескольких сот процентов по отношению к проводам АС (ACSR). Меньший диаметр и масса проводов АСВП, АСВТ по сравнению с АС той же прочности позволяет снизить нагрузки на опоры. Более высокая прочность позволяет уменьшить стрелы провеса. Грамотно выбранный провод — вопрос искусства проектировщика, он покажет свои преимущества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 839-80, Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия.
2. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое.
3. Повышение пропускной способности ВЛ: анализ технических решений. Колосов С.В., Рыжов С.В., Сюксин В.Е. Энергетик: Производственно-массовый журнал. - 2011. - № 1. - с. 18—22.
4. NBN C 34-100 Conducteurs nus pour les lignes ayrie. Comity Electrotechnique Belge asbl.

#### Команда ООО «Энергосервис» уже 20 лет работает на рынке стальных канатов и неизолированных проводов.

Новые конструкции изделий, большинство из которых впервые разработаны специально для крупных компаний с учётом специфики их использования, выполнены с применением современных канатных технологий и обладают целым рядом отличительных свойств.

К разработке, испытаниям и сертификации новых изделия ООО «Энергосервис» привлекает ведущие научные организации, специалистов эксплуатирующих организаций и отраслевые НИИ.

Компания «Энергосервис» разрабатывает, испытывает и внедряет инновационную продукцию для крупнейших компаний страны, таких как ОАО «ГМК «Норильский никель», ОАО «РЖД», ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «Россети» и др. Среди объектов компании — Останкинская телебашня, глубокие шахтные подьёмы, тысячи километров ЛЭП и многие др. Производственный партнёр компании — ОАО «Северсталь-Метиз», даёт возможность создавать изделия, успешно конкурирующие с продукцией европейских фирм.

**www.energосervice.com,**  
**e-mail:energосervice2@yandex.ru,**  
**Тел./факс: +7 (495) 799-92-35**