

# Шинопровод:

## надежное и экономичное решение для электроснабжения без потерь

**Способ передачи и распределения электрической мощности в сетях напряжением до 1000 В является одной из главных задач в электроэнергетике. Как правило, в качестве проводников используются кабели, которые нашли широкое применение в многоэтажных домах, торговых комплексах, промышленных предприятиях и т. д. Но в настоящее время все большую популярность набирают шинопроводные системы — шинопроводы.**

Анатолий Афтенюк

### Типология и назначение

Шинопровод представляет собой устройство из неизолированных или изолированных проводников, изоляторов и конструкций, которые служат для передачи и распределения электроэнергии в производственных помещениях, на территориях промышленных предприятий, стояках многоквартирных домов, торговых помещениях и пр. Согласно ГОСТ 28668.1-91 (МЭК 439-2-87) шинопровод — комплектное устройство в виде системы проводников, состоящее из шин, разделенных промежутками и опирающихся на изолирующий материал, помещенных внутри трубы, лотка или другой подобной оболочки, прошедшее типовые испытания.

Шинопровод может включать в себя следующие элементы: прямые секции стандартной длины (2, 3, 4 м), секции для распределения, блоки для соединения секций (у компании Schneider Electric с самозатягивающимися гайками), элементы подключения к щитам и трансформаторам, секции специального назначения — транспозиции фаз, компенсационные, гибкие, отводные блоки для установки автоматических выключателей и иной коммутационной аппаратуры.

По назначению шинопроводы подразделяют на магистральные, распределительные, осветительные и троллейные.

Магистральными называются шинопроводы, предназначенные для сооружения магистральных линий, связи подстанций по стороне низкого напряжения, для питания распределительных шинопроводов, распределительных пунктов, отдельных крупных электроприемников напряжением до 1000 В частотой 50 Гц. Шинопроводы представляют собой комплектную электрическую сеть, состоящую из конструкций для крепления и отдельных секций, соединяемых между собой предусмотренным способом. Они изготавливаются отдельными секциями нормализованной длины — прямые и фигурные (угловые и от-

ветвильные), что позволяет собрать шинопровод любой конфигурации. Номиналы магистральных шинопроводов составляют от 630 до 6300 А.

Распределительные шинопроводы состоят из специальных секций для распределения с установленными отводными блоками, непосредственно к которым присоединяются электропотребители. Номиналы распределительных шинопроводов составляют от 100 до 6300 А.

Осветительные шинопроводы применяют для создания сетей освещения и подключения осветительных приборов, а также потребителей небольшой мощности. Осветительные шинопроводы производят на токи от 25 до 40 А.

Троллейные шинопроводы применяют для питания цеховых электроприемников подвижного состава (например, кранов, кран-балок, монорельсовых дорог, напольных тележек, установок для раскраски тканей) и выпускают на токи от 35 А до 1 кА.

### Преимущества конструкции

Конструкция большинства современных шинопроводов представляет собой пакет шин, плотно прижатых друг к другу, изолированных при помощи полиэфирной пленки и помещенных в кожух. Шины изготавливаются из меди или алюминия прямоугольной формы. Кожух, в зависимости от производителя, может быть либо алюминиевый, либо стальной. В качестве примера на рис. 1 представлено сечение шинопровода Canalis KT производства Schneider Electric.

Благодаря именно такой конструкции шинопровода обеспечивается равномерное распределение плотности тока по сечению проводника, в отличие от кабеля. Эта особенность приводит к значительному сокращению падения напряжения и потерь энергии в магистрали. Расчеты показывают, что при применении шинопровода на ток 2000 А длиной 100 м вместо кабельной линии такой же длины на аналогичную нагрузку можно сэкономить 1 936 110 руб.

в год только на потерях, которые возникают в линии при передаче электроэнергии.

**Пример**

В качестве примера рассмотрим линию для передачи электроэнергии длиной  $L = 100$  м, напряжением  $U = 400$  В на ток  $I = 2000$  А при  $\cos\phi = 0,9$ , температура окружающей среды  $t = +35$  °С.

**Решение**

Падение напряжения в шине питания (ШП) КТА2000 исполнение 3L+N+PER:

$$\Delta U_T = 0,003 \text{ В (100 м/А)}.$$

Падение напряжения в ШП при распределенной нагрузке:

$$\Delta U_{\text{шп}} = \Delta U_T \times L \times I = (0,003 \times 100 \times 2000) / 100 = 6 \text{ В}.$$

Падение напряжения в кабельных линиях (КЛ) ВВГнг-FRLS 5x240-1:

$$\Delta U_{\text{кл}} = (P \times R + Q \times X) / U = 33 \text{ В},$$

где  $P$  и  $Q$  — активная и реактивная мощности соответственно;  $R$  и  $X$  — активное и реактивное сопротивления кабеля соответственно.

Таким образом, разница в падениях напряжения между кабелем и шинопроводом составит:

$$\Delta U_{\text{кабель}} - \Delta U_{\text{шинопровод}} = 33 - 6 = 27 \text{ В}.$$

Эквивалентные потери мощности при условии, что линия работает в течение 10 ч в сутки, составят:

$$\Delta P_{\text{сут}} = 3 \times I \times \Delta U \times \cos\phi \times 10 = 3 \times 2000 \times 27 \times 0,9 \times 10 = 1458 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Стоимость 1 кВт электроэнергии при одноставочном тарифе для предприятий составляет 5,03 руб/кВт·ч. Следовательно, дополнительные затраты на потери, которые будут возникать в случае установки кабельных трасс, по отношению к трассам шинопроводов ежемесячно, при условии, что предприятие работает 22 дня в месяц, составят:

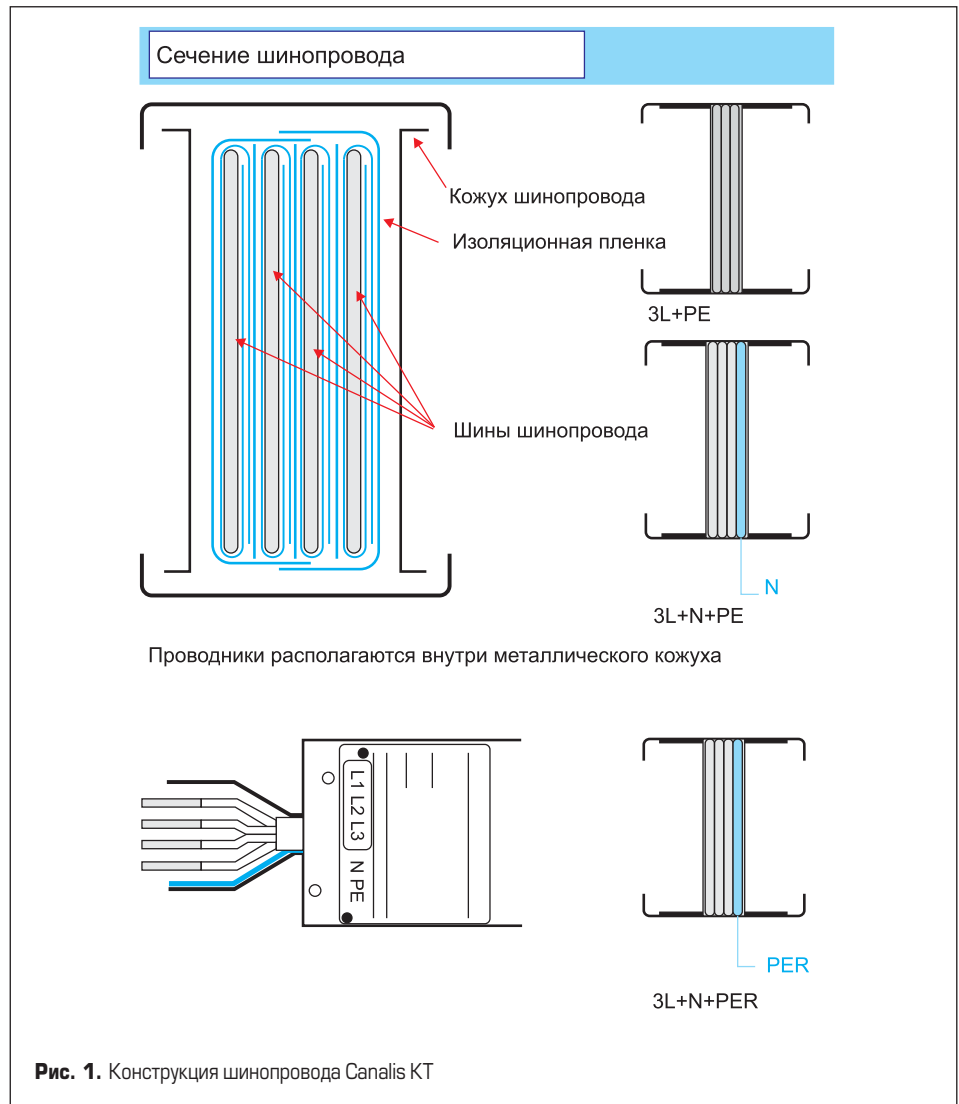
$$\Delta C_{\text{доп/мес}} = 22 \times \Delta P_{\text{сут}} \times 5,03 = 22 \times 1458 \times 5,03 = 161\,340 \text{ руб}.$$

Дополнительные затраты в год:

$$\Delta C_{\text{доп/год}} = 12 \times \Delta C_{\text{доп/мес}} = 12 \times 161\,340 = 1\,936\,110 \text{ руб}.$$

**Эффективность и экономия**

Еще один миф, который хочется развеять, — утверждение о том, что стоимость шинопровода значительно выше стоимости кабельной системы. В качестве примера используем данные, которые приводились выше, а именно: магистральная трасса длиной  $L = 100$  м, напряжение  $U = 400$  В, ток  $I = 2000$  А.



В данном случае будем сравнивать стоимость кабельной системы с применением кабелей ВВГнг-FRLS-5x240-1 в количестве 5 шт. (т. к. ток одного кабеля, согласно техническим

данным завода-производителя, составляет 472 А) и шинопровода с усиленным исполнением земли 3L+N+PER — КТА2000. Расчет представлен в виде таблицы.

**Таблица.** Сводная спецификация стоимости материалов и монтажа линии 2000 А длиной 100 м для вариантов: кабельная система и шинопровод магистральные

Наименование оборудования	Количество, ед.	Усредненная стоимость, руб./ед.	Стоимость итого, руб.
<b>Кабельная линия длиной 100 м номиналом 2000 А</b>			
5 кабелей с 10% запасом по длине ВВГнг-FRLS 5x240-1	550	6 105,00	3 357 750,00
Лоток монтажный прямой перфорированный, длиной L = 2 м ЛМ 300x65УХЛ2,5	100	1 314,00	131 400,00
Стойка кабельная высотой 600 мм К1151цУТ1,5	100	121,75	12 175,00
Полка кабельная шириной 300 мм К1162цУТ1,5	200	68,70	13 740,00
Скоба для крепления кабельных стоек К1157цУТ1,5	200	41,80	8 360,00
Стяжка для внешнего монтажа ПА6.6	500	8,20	4 100,00
Кабельные наконечники ТМЛ 10-6.2-6 JG-10	50	18,10	905,00
Монтажные работы по установке трассы составят 50% от стоимости материалов			1 764 215,00
Финальная стоимость трассы			5 292 645,00
<b>Линия шинопроводная длиной 100 м номиналом 2000 А</b>			
Секция присоединительная N5 КТА2000ER55	1	184 464,00	184 464,00
Прямая секция 2М КТА2000ET520	3	82 554,00	247 662,00
Прямая секция 4М КТА2000ET540	23	144 194,00	3 316 462,00
Секция термокомпенсации 1М КТА2000DB510	2	226 660,00	453 320,00
Секция присоединительная N6 КТА2000ER56	1	179 361,00	179 361,00
Соединительный блок КТА2000YA5	1	26 921,00	26 921,00
Горизонтальный крепеж снизу КТВ0000ZA1	35	3 398,00	118 944,00
Монтажные работы по установке трассы составят 15% от стоимости материалов			679 070,00
Финальная стоимость трассы			5 206 204,00

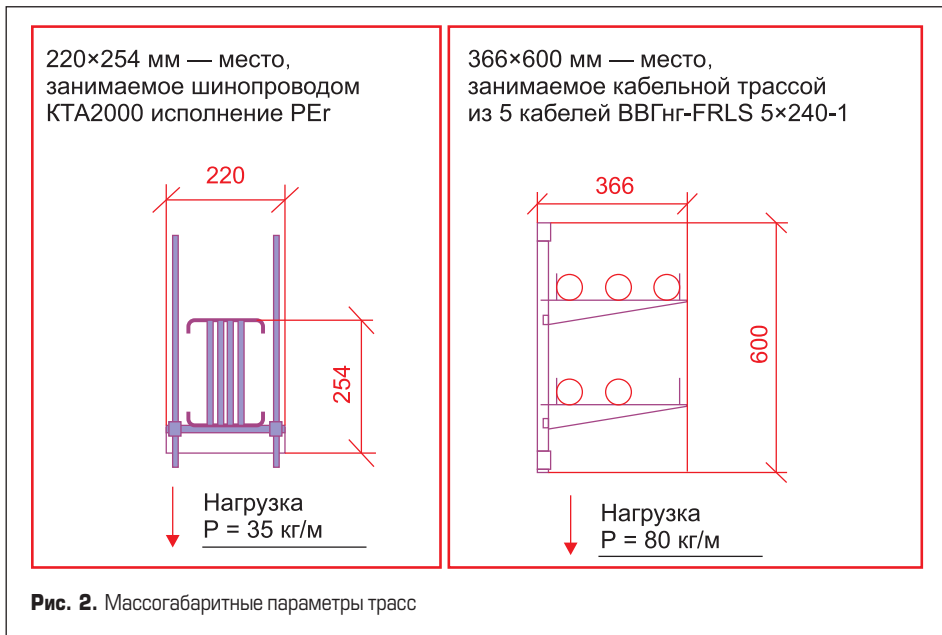


Рис. 2. Массогабаритные параметры трасс

Таким образом, легко сделать вывод, что в современных условиях 2016 г. стоимость системы шинопровода оказывается меньше стоимости кабельной системы на 86 441 руб. Это является еще одной причиной интереса и спроса на шинопроводы.

### Компактные, надежные и безопасные

Помимо двух важных технико-экономических показателей, рассмотренных выше, стоит отметить ряд других технических преимуществ шинопровода по сравнению с кабелями.

К примеру, простота планирования и проектирования трасс. Все трассы шинопроводов могут быть прорисованы на этапе проектирования в 3D, что позволяет четко оценить граф сети и расположение возможной установки отводных блоков для питания потребителей. Некоторые производители шинопроводов предлагают специальное программное обеспечение, например CanBrass или Brass II от компании Schneider Electric, которые позволяют прочертить трассы шинопроводов в DWG-расширении в трехмерном виде с последующей возможностью загрузки трасс в чертежи проектов.

В связи с тем что шинопроводы поставляются в виде отдельных секций конечной длины и понятной формы, монтаж представляет собой последовательный сбор модулей: как будто вы собираете конструктор, следуя чет-

кой и понятной инструкции. Это позволяет сэкономить до 70% рабочего времени по сравнению с монтажом аналогичной трассы кабельной системы. Подключение потребителей даже к уже имеющейся шине осуществляется очень быстро благодаря специальным стыковочным модулям. Возможен монтаж на любые несущие конструкции.

Следует отметить массо-габаритные размеры шинопровода по сравнению с кабелями. Трасса шинопровода всегда будет занимать меньше места по сравнению с кабельной трассой, независимо от номинала. В качестве примера приведем чертеж сравнения габаритов и нагрузки на метр длины шинопровода и кабельной трассы для линии на 2000 А (рис. 2). Данный факт позволяет экономить на металлических конструкциях здания — колоннах, фермах и т. д., а также обеспечить эстетичный вид трасс электроснабжения.

Гибкость трансформации системы — еще один плюс шинопроводов. Это особенно важно при распределенной нагрузке, когда мощность потребителей часто меняется или они переносятся с места на место. Возможность отбора мощности в разных точках сети без перерыва в электроснабжении является существенным преимуществом шинопроводов.

Стоит также отметить возможность многоразового использования. Трасса шинопровода может быть разобрана и собрана и пригодна к использованию неограниченное количество раз при условии, что монтаж/демонтаж проводились без нарушений.

Шинопроводная система является более безопасной и надежной по сравнению с кабельной трассой по следующим параметрам:

- Благодаря экранирующим свойствам кожуха шинопровода обеспечивается низкий уровень электромагнитного излучения. Это позволяет прокладывать трассу шинопровода в непосредственной близости к сети передачи данных или располагать рядом с радиоэлектронной аппаратурой.
  - Стандартное исполнение шинопровода имеет высокую степень защиты IP55 и механическую прочность IK08. Конструкция шинопровода предотвращает попадание воды от спринклеров систем, а также высокую степень защиты кожуха от ударов и вибростойкость.
  - Все элементы шинопровода не содержат галогены и ПВХ. При пожаре шинопровод не выделяет дым и токсичные газы, а также сам является противопожарным барьером и предотвращает распространение огня в течение двух часов при использовании дополнительных огнезащитных барьеров.
  - Устройства блокировки исключают монтажные ошибки, а также установку и снятие отводного блока под напряжением. Степень защиты от прикосновения к токоведущим частям электроустановки IP\*\*D обеспечивает абсолютно безопасные условия труда для обслуживающего персонала вследствие отсутствия доступа к токоведущим частям.
  - Специально разработанная конструкция шинопровода, узлов присоединения по питающей стороне, стороне потребителя, стыковые моноблочные соединения, ответвительные модули. Соблюдение усилий затяжки и положения узлов при монтаже гарантируют надежность передачи и распределения электроэнергии.
  - За счет плотной укладки изолированных проводников без воздушного зазора и их соприкосновения друг с другом и с корпусом, который выступает в роли радиатора охлаждения, обеспечивается легкий отвод тепла, выделяемого при протекании тока.
  - При нормальной эксплуатации шинопроводы практически не нуждаются в обслуживании в течение всего срока службы, составляющего 25–30 лет.
- Таким образом, налицо явные преимущества шинопроводных систем для электроснабжения любых объектов: сокращение падения напряжения и потерь энергии в магистрали, значительная экономия средств при монтаже шинопровода, экономия места, простота монтажа, безопасность и надежность.