

**В.И. Бойченко**

**Монтаж токопроводов 6-10  
кВ**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 62-63  
ББК 30.6  
В11

**В.И. Бойченко**  
В11 Монтаж токопроводов 6-10 кВ / В.И. Бойченко – М.: Книга по Требованию, 2021. – 80 с.

**ISBN 978-5-458-74507-9**

В брошюре дается краткая характеристика токопроводов по конструктивным признакам, электрическим потерям и эксплуатационным свойствам. Указывается преимущество токопроводов перед кабельными линиями. Рассмотрены вопросы, связанные с организацией и подготовкой монтажного производства при сооружении токопроводов. Описана передовая технология заготовки шинных пакетов, металлоконструкций и укрупненных секций, их транспортировка на трассу и выполнение монтажа с широким использованием высокопроизводительных монтажных механизмов. Брошюра представляет обобщение передового опыта специализированных проектных, экспериментальных и монтажных организаций. Брошюра является практическим пособием для электромонтажников при сооружении протяженных токопроводов 6-10 кВ.

**ISBN 978-5-458-74507-9**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ТОКОПРОВОДОВ И ИХ КОНСТРУКТИВНОЕ ОТЛИЧИЕ

Увеличение передаваемых мощностей в системе электроснабжения промышленных предприятий требует повышения сечения сетей. В последние 20 лет наблюдается постепенный переход от кабельных линий к токопроводам, обладающим большими надежностью и перегрузочной способностью.

Если в начальном периоде развития токопроводы использовались исключительно для питания отдельных потребителей (например, преобразовательных подстанций электролизных установок), то теперь их область значительно расширена: токопроводы питают подстанции, печные установки, группы потребителей металлургического, химического и других электроемких производств, расположенных вдоль трассы.

Токопроводы сооружаются на напряжения до и выше 1 000 в (до 35 кВ). Конструктивно они различаются расположением фаз, материалом шин, их профилем и типом изоляторов. Большое развитие получают открытые токопроводы.

Современные токопроводы (рис. 1) имеют следующие исполнения: с жесткими шинами, закрепленными на опорных изоляторах, с расположением фаз в одной плоскости; с жесткими шинами на опорных изоляторах, с симметричным расположением фаз по вершинам равностороннего треугольника; с жесткими шинами с наружным экраном; с гибкими шинами наружной прокладки на подвесных изоляторах (рис. 2).

Токопроводы с расположением фаз в одной плоскости сооружаются исключительно в закрытых галереях или туннелях. Это значительно повышает основные затраты на монтаж токопроводов.

Симметричные токопроводы с жесткими шинами прокладывают в закрытых помещениях и на открытом воздухе.

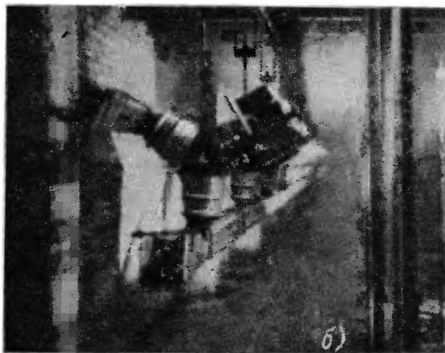
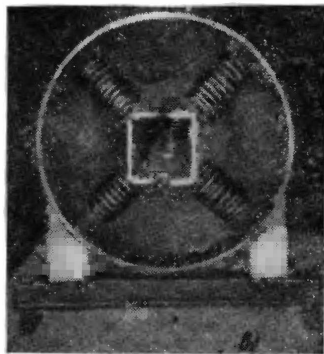
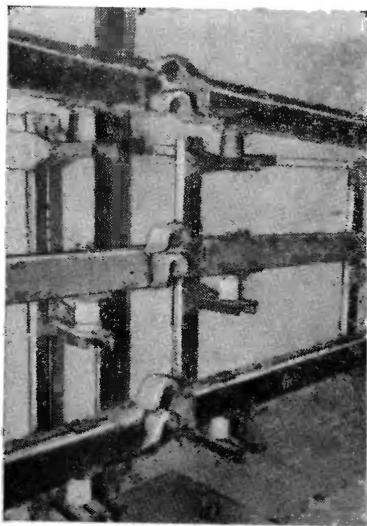


Рис. 1. Конструктивные признаки токопроводов.

*а* — расположение фаз в одной плоскости; *б* — симметричное расположение фаз; *в* — шинкопровод, окруженный экраном.

По сравнению с расположением фаз в одной плоскости (горизонтальной или вертикальной) симметричное расположение фаз отличается меньшими потерями электроэнергии, не требует устройства транспозиции фаз, а также имеет меньшее индуктивное сопротивление.

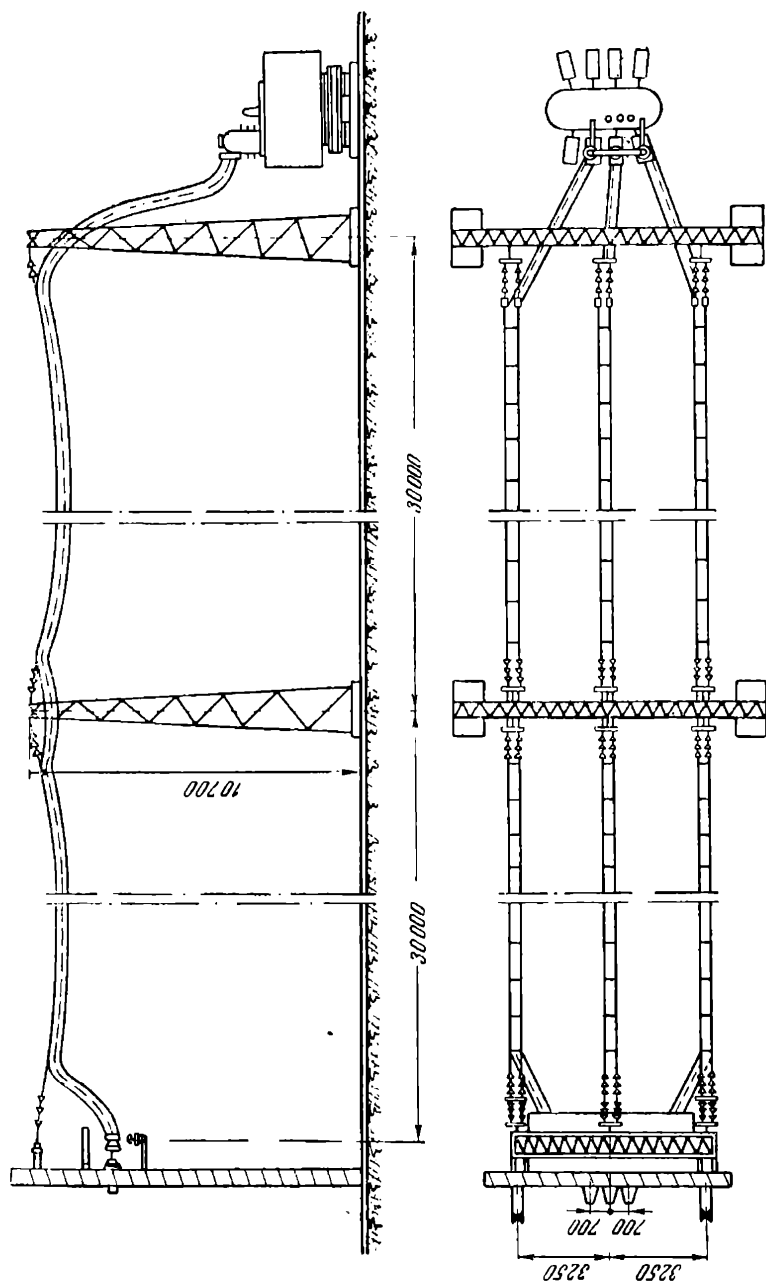


Рис. 2. Гибкий токопровод.

Фазо-шины жестких токопроводов чаще всего выполняются из алюминиевого коробчатого профиля, а гибких токопроводов — из пучка голых, чаще алюминиевых проводов, расположенных по периметру круга.

В зависимости от характера трассы у гибких токопроводов фазо-шины располагаются симметрично — по вершинам треугольника и в одной плоскости.

При сооружении предпочтение оказывается открытым токопроводам как более экономичным, и лишь в том случае, когда трасса часто пересекается зданиями и сооружениями или когда в атмосфере содержатся агрессивные вещества, действующие разрушающе на алюминий и изоляцию, применяют закрытую прокладку токопроводов в галерее или туннеле. Галереи сооружаются непосредственно на поверхности земли либо на эстакаде. Туннели располагаются в земле на глубине 1—3 м.

При выборе конструкций токопровода существенную роль наряду с основными затратами играют потери энергии в металлических частях поддерживающих и ограждающих конструкций, в арматуре и закладных деталях, в шинодержателях и др. Значительную долю их составляют потери на перемагничивание стали. Наибольшего значения потери достигают при несимметричном расположении фаз. Если в этом случае стальные части заменить на части из алюминиевых или медных сплавов, которые не имеют потерь на перемагничивание, то удастся снизить общие потери на 35—40%.

Существенная роль в общем балансе потерь падает на поддерживающие конструкции, поэтому замена у них стали на сплавы имеет первостепенное значение. Удорожание стоимости конструкции из сплавов окупается сравнительно скоро, на втором-третьем году эксплуатации.

В токопроводах при симметричном расположении фаз переход от стали к сплавам не имеет актуального значения ввиду малых потерь в конструкциях благодаря скомпенсированному полю трех фаз. По этой причине поддерживающие конструкции из немагнитных сплавов находят применение главным образом при сооружении токопроводов с расположением фаз в одной плоскости.

Вторая важная особенность этих токопроводов заключается в различной индуктивности фаз (из-за

полей рассеяния), вызывающей нежелательный перекос фазных напряжений у электроприемников. Чтобы избежать этого, прибегают к транспозиции фаз. Транспозиция сводится к взаимному изменению положения всех трех фаз (скрещенне).

Осуществление транспозиции, однако, связано с увеличением в этом месте галереи (туннеля), что удорожает строительные работы. Эти весьма существенные недостатки не свойственны симметричным токопроводам.

Для более экономичного использования опор обычно по трассе прокладывают не менее двух токопроводов. Если при этом в эксплуатации один из токопроводов отключен, то в нем от токов, проходящих в работающем токопроводе, благодаря взаимоиндукции наводится напряжение, которое может представлять опасность для персонала при ревизии или ремонте неработающего токопровода.

Для локализации наведенного напряжения конструкция токопровода предусматривает устройство стационарных заземляющих закороток. При длине токопровода 1 000 м количество закороток составляет не меньше четырех.

Защита от случайных прикосновений к токопроводящим шинам в галереях и туннелях осуществляется устройством ограждения, состоящего из металлических (смотровых) сеток против изоляторов и фанерных щитов в пролете между поддерживающими конструкциями.

Симметричные токопроводы специальной конструкции с жесткими шинами находят также применение на вертикальных трассах, например в шахтах. Они сооружаются главным образом на токи до 600 а при напряжении до 1 000 в.

Особое место в передаче электроэнергии занимают экранированные (закрытые) токопроводы, которые находят применение главным образом на электростанциях, при присоединении генераторов к повышающим трансформаторам и к сборным шинам распределительных устройств.

Экранированный токопровод представляет собой трубу в трубе (или короб в трубе) с установленными между ними изоляторами, при этом внутренняя труба выполняет функции собственно токопровода, а наруж-

ная — экрана. Обе трубы выполняются из одного и того же проводникового материала — алюминия.

Шинный пакет с охватывающим его экраном (кожухом) принципиально представляет трансформатор тока без железного сердечника. Поэтому при прохождении тока по шине в экране возникает индуцированный ток размагничивающего действия, благодаря чему результирующее магнитное поле внутри короба заметно ослабляется, и, следовательно, электродинамическое воздействие между шинными пакетами отдельных фаз такого токопровода также в значительной мере ослаблено.

Экранированные токопроводы безопасны при прикосновении к экранам и устойчивы в динамическом отношении при прохождении токов короткого замыкания. Однако высокая их стоимость является серьезным препятствием к широкому распространению.

Развивающимся в настоящее время симметричным токопроводам с жесткими шинами присущи тоже некоторые недостатки, они характеризуются использованием дорогостоящих опорных изоляторов типа ИШД-35, а также технологической сложностью выполнения поворотов шинных пакетов в пространстве. Это вызывает необходимость дальнейших поисков новых конструктивных решений. Одним из возможных вариантов нового решения явится переход от жестких опорных конструкций (треугольников) к гибким подвесам с использованием более дешевых подвесных изоляторов типов П, ПМ и ПС, применяющихся на линиях электропередачи.

## **2. ПОДГОТОВКА МОНТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ СООРУЖЕНИИ ТОКОПРОВОДОВ**

**Общие соображения.** Конкурентоспособность токопроводов с кабельными линиями создала реальную перспективу развития токопроводов и в первую очередь при электроснабжении промышленных предприятий.

Актуальное значение приобретают вопросы, связанные с рациональной организацией монтажа различных по конструктивному исполнению токопроводов. Решение их должно быть направлено на сокращение сроков монтажа при хорошем качестве работ и минимальных трудозатратах. Реальными предпосылками к этому является обеспечение высокого уровня индустриализа-

ции работ при широком использовании совершенных средств механизации, заметно снижающих долю ручного труда.

В качестве примера в табл. 1 приведены трудозатраты на 100 пог.м коробчатого токопровода.

Таблица 1

**Трудозатраты на 100 пог. м коробчатого несимметричного токопровода**

Исполнитель	Заготовительные работы		Монтажные работы	
	чел.-дней	руб.—коп.	чел.-дней	руб.—коп.
Монтажная организация А	693,40	364—00	422,00	205—00
Монтажная организация Б	Совмещены с монтажом		1672,2	810—46

Как это видно из таблицы, при одном и том же характере работ монтажная организация А по сравнению с монтажной организацией Б имела на 50% выше производительность труда, при этом стоимость работ у нее оказалась ниже на 41%. Причиной столь заметной разницы явилось то обстоятельство, что монтажная организация А в значительной мере индустриализировала свои работы, более 60% общего объема работ при сооружении токопровода у нее падало на долю заготовительных работ, выполнявшихся в МЗУ, в то время как монтажная организация Б вовсе не вела заготовительных работ и весь объем работ выполняла непосредственно на монтаже.

Метод работы монтажной организации Б является устаревшим, так как слабо использует техническую вооруженность и возможности МЗУ. Такая организация работ не должна в дальнейшем поощряться.

Другим положительным примером может служить монтаж симметричного токопровода в городе С.

Двухцепный симметричный токопровод 6 кв открытой установки длиной 860 м был здесь смонтирован, включая заготовительные работы, за 90 дней. При этом было изготовлено и смонтировано: 4,5 км шинокороба весом 70 т, 850 температурных компенсаторов, 600 подвесных конструкций и 1 800 изоляторов типа ИШД-35. На монтаже было занято 25 чел., из которых только 7 чел. ра-

ботали в монтажной зоне, а остальные были заняты в МЗУ и на транспортировке секций на трассу.

Индустриальный метод монтажа обеспечил сравнительно высокую выработку — 51 руб. в день на 1 чел. против наивысшей плановой выработки 33,5 руб. Сжатые сроки окончания монтажа при высоких трудовых показателях говорят об эффективности проведенной организации работ. Решающим фактором явилось централизованное изготовление укрупненных секций токопровода длиной до 36 м. Это в значительной мере сократило трудозатраты, связанные со сваркой стыков коротких секций после их подвески на опоры.

Технической особенностью токопровода явился сложный характер трассы. Трасса проходила по стесненному участку, прилегающему к территории ТЭЦ, на которой размещено несколько линий напряжением 35 и 110 кВ, технологические трубопроводы, проложенные по эстакадам, кабельные туннели и другие коммуникации. Насчитывалось более 15 вертикальных и горизонтальных поворотов трассы. Все это существенно осложняло организацию и производство работ. Характерный участок токопровода приведен на рис. 3.

Монтаж крупными блоками (секциями) весом до 5 т потребовал применения высокопроизводительных тяжелых механизмов и совершенных приспособлений, в частности: подъемных кранов с большим вылетом стрелы, гидropодъемников, автотранспортеров длинномерных секций, транспортно-монтажных ферм, подъемных траверс и т. п.

Заготовка шин велась на специальном полигоне с применением наиболее передовых методов труда, с широким использованием сварки, специальной пилы для разрезания шинкоробов под углом для осуществления рациональных поворотов и др. Сборка укрупненных секций и их перевозка на трассу производились на стальных фермах.

Соблюдение обязательной технологии работ, предусмотренной в проекте производства работ (ППР), явилось вторым положительным фактором в достижении высоких трудовых показателей.

**Требования к проекту производства работ.** Подготовка производства работ при сооружении токопроводов имеет первостепенное значение. Именно в подготовке заложено получение высоких трудовых показателей.

Основным документом подготовки является ППР. Хорошо составленный ППР должен быть достаточно кратким и в то же время должен содержать исчерпывающий материал по организации и технологии загото-

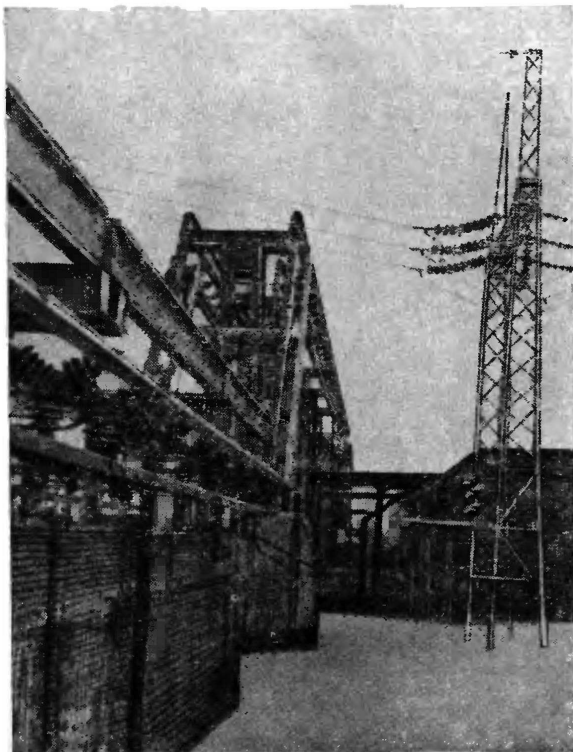


Рис. 3. Переход токопровода под линией электропередачи.

вительных и монтажных работ. В ППР необходимо отразить следующие вопросы:

раскрой токопровода (трассы) на укрупненные монтажные секции для изготовления их в МЗУ;

технология заготовки шинных коробов и сборки из них укрупненных секций;

технология выполнения заготовок угловых поворотов шин;

план монтажно-заготовительного полигона с размещенными станками и механизмами в соответствии с производственным потоком;

чертежи нестандартного оборудования и приспособлений, изготавливаемых в МЗУ;

перечень и техническая характеристика подъемно-транспортных средств.

Пояснительная записка ППР должна включать плановые трудовые показатели (трудозатраты, состав бригад, графики работ), а также технологические схемы и указания по общей координации работ, выполнению работ на отдельных сложных участках трассы, например на переходах, вводах, вблизи действующего оборудования и пр.

При сооружении сравнительно коротких токопроводов до 200—300 м ППР разрабатывают в сокращенном объеме, так как в этом случае применяются сравнительно короткие секции. При этом специального полигона не предусматривают, а все заготовительные работы выполняют в мастерских МЗУ.

Разработку ППР целесообразно вести на стройплощадке силами группы подготовки монтажного производства.

**Раскрой токопровода на укрупненные монтажные секции.** В проектах электроснабжения обычно предусматривается применение типовых секций токопровода в пределах строительной длины шин 6—7 м. Такая длина принимается проектировщиками исходя из наиболее стесненных условий монтажа, например, в туннеле или галерее.

При разработке ППР нужно сделать критическую оценку возможности максимального укрупнения монтажных секций токопровода, учитывая, что это дает ощутимые результаты в экономии трудозатрат. К укрупнению секций следует подходить не механически, а путем анализа всех обстоятельств, в частности: ведется ли монтаж токопровода открытым способом или в галерее (туннеле), путем ли подвеса на гибкой связи или же установкой шин на жесткие опоры. Учитываются также состояние и проходимость дорог, по которым будет идти доставка готовых секций на трассу, наличие подъемно-транспортных средств и пр.

Укрупнение секций достигается в результате раскроя токопровода по длине трассы. Оно сводится к суммиро-