

*Библиотека*  
**ЭЛЕКТРОМОНТЕРА**

**И. А. Г у р е е в**

**КОМПЛЕКТНЫЕ  
ШИНОПРОВОДЫ  
ЦЕХОВЫХ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
СЕТЕЙ**

**Г О С Э Н Е Р Г О И З Д А Т**

ЭЭ-3-3

В брошюре приведены некоторые требования, предъявляемые к современным цеховым сетям. Освещены вопросы, являющиеся общими для шинопроводов, и даны описания конструкций шинопроводов, выпускаемых заводами ведущих электромонтажных организаций. Помещены рекомендации по монтажу и эксплуатации шинопроводов

---

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Особенности современных цеховых электрических сетей . . . . .	2
2. Шинопроводы — комплектные устройства . . . . .	4
3. Конструктивные исполнения шинопроводов . . . . .	11
4. Монтаж и эксплуатация шинопроводов . . . . .	28

---

6П2.12 Гуреев Игорь Александрович

Г 95      **Комплектные шинопроводы цеховых электрических сетей.** М.—Л., Госэнергоиздат, 1961.

32 с. с черт. (Б-ка электромонтера. Вып. 53)

6П2.12

Редактор Гринберг Г. С.

Техн. редактор Широкова М. М.

Сдано в набор 6/VI 1961 г.

Подписано к печати 28/VII 1961 г.

Формат 84×108/32

1,64 печ. л.

Уч.-изд. л. 1,8

T-08383

Цена 6 коп.

Тираж 12 500

Зак. 312

---

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

*Выпуск 53*

И. А. ГУРЕЕВ

КОМПЛЕКТНЫЕ  
ШИНОПРОВОДЫ  
ЦЕХОВЫХ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

753356.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКВА 1961 ЛЕНИНГРАД



## 1. ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ЦЕХОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Рост выпуска, улучшение качества и расширение ассортимента продукции промышленных предприятий неразрывно связаны с изменениями и совершенствованием принятого на этих предприятиях технологического процесса. Всякие изменения технологического процесса, как правило, влекут за собой изменения расположения, состава и количества технологического оборудования (станков, прессов, сварочных аппаратов, печей) и связанных с ним токоприемников (электродвигателей, нагревателей).

Для того чтобы изменения в расстановке и количестве токоприемников, связанные с перестройкой технологического процесса, вызывали минимальные переделки цеховых сетей, питающих токоприемники, эти сети должны удовлетворять таким требованиям:

- с малыми затратами труда и времени позволять изменять конфигурацию для приведения ее в соответствие с изменившимся расположением токоприемников;

- иметь конфигурацию и пропускную способность, обеспечивающие подключение токоприемников, расположенных в цехе в любом месте;

- обеспечивать простое, быстрое и безопасное присоединение токоприемников без перебоев или с минимальными перебоями в электроснабжении других токоприемников, питающихся от этой сети;

- иметь максимальное количество мест для присоединения токоприемников.

Сети, отвечающие этим требованиям, получили название гибких и универсальных.

При выполнении гибких и универсальных сетей широкое распространение получила схема «блок трансформатор — магистраль», в которой обычные сборные шины щита подстанции как бы растянуты по всей длине магистрали и совмещают в себе, таким образом, и функции магистрали

и функции распределительного устройства низкого напряжения. Это позволяет сократить до минимума количество распределительных устройств низкого напряжения, так как потребители при схеме «блок трансформатор—магистраль» могут получать питание непосредственно от проходящей над ними магистрали. Варианты схемы «блок трансформатор-магистраль» с центральным и торцовым питанием приведены на рис. 1. Для обеспечения бесперебойности электроснабжения при питании нагрузок цеха только от одной подстанции для наиболее ответственных потребителей предусматриваются резервные линии от соседних под-

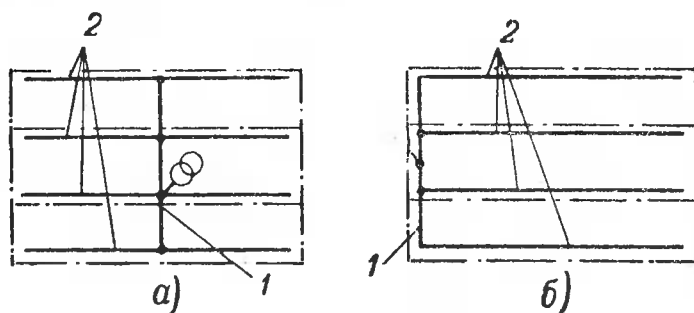


Рис. 1. Схема цеховой системы распределения электроэнергии с питанием от блока трансформатор — магистраль.

а — центральное питание; б — торцовое питание; 1 — питающие линии; 2 — распределительные линии.

станций. В крупных цехах питание сетей осуществляется от двух и более цеховых трансформаторных подстанций, работающих раздельно. В этом случае для взаимного резервирования питания предусматривается возможность соединения как магистральных, так и распределительных линий соседних подстанций при помощи секционных разъединителей, как это показано на рис. 2 и 3. Наиболее рациональным является расположение цеховых трансформаторных подстанций в центре нагрузок. Если по соображениям планировки технологического оборудования, пожарной безопасности и т. п. не представляется возможным расположить подстанцию в центре нагрузки, то ее сдвигают от центра нагрузки в направлении источника питания.

Цеховые сети, выполняемые кабелями и проводами, не обеспечивают гибкости и универсальности, так как всякие изменения их конфигурации требуют производства трудоемких работ по перекладке сетей с полной или частичной заменой кабелей и проводов. При этом значительная часть

технологического оборудования обычно простаивает длительное время, в результате чего сокращается выпуск продукции. Сложно выполнять дополнительные подключения токоприемников.

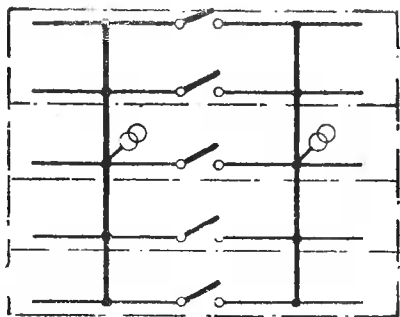


Рис. 2. Схема цеховой системы распределения электроэнергии с питанием от двух цеховых трансформаторов.

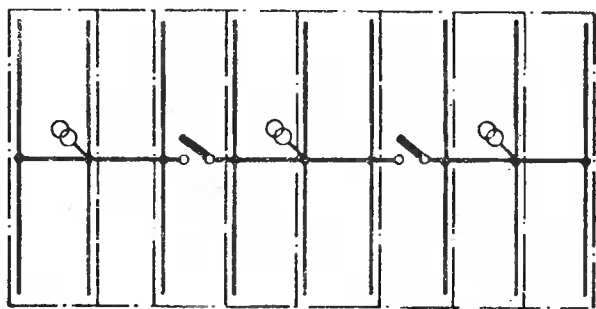


Рис. 3. Схема цеховой системы распределения электроэнергии с питанием от нескольких трансформаторов.

Гибкость и универсальность цеховых сетей достигаются при применении для них комплектных устройств заводского изготовления, называемых шинопроводами.

## 2. ШИНОПРОВОДЫ — КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА

Сети, выполненные из шинопроводов, содержат, как и всякие сети, прямые участки, повороты и разветвления, ответвления к потребителям, подводы питания и, кроме того, устройства для компенсации и транспозиции<sup>1</sup>.

Прямые участки сетей из шинопроводов выполняются из так называемых прямых секций, каждая из которых представляет собой несколько шин, проложенных на изоляционных опорах и заключенных в защитный кожух.

Повороты и разветвления в сетях из шинопроводов выполняются в виде угловых и тройниковых секций, представляющих собой несколько шин, согнутых под прямым углом или соединенных сваркой Т-образно и проложенных, как и в прямых секциях, на изолированных опорах внутри защитного кожуха.

<sup>1</sup> Компенсация — в данном случае устранение механических усилий в шинах при их температурном удлинении. Транспозиция — изменение взаимного расположения шин разных фаз для выравнивания линейных напряжений вдоль шинопровода.

В местах ответвлений к потребителям в сетях из шинопроводов, как правило, устанавливаются ответвительные коробки с предохранителями либо автоматами.

Для подвода питания к шинопроводам применяются вводные коробки.

Компенсация температурных изменений и транспозиция шин обычно выполняются в прямых и реже — в специальных секциях. Прямые или специальные секции с такими устройствами называются компенсационными или транспозиционными.

Шинопроводы для распределительных сетей, называемые распределительными, служат для питания значительного числа токоприемников. В этих шинопроводах предусматривается большое количество мест для подключения токоприемников, т. е. большое количество ответвлений (обычно до четырех на каждые 3 *пог. м*); в соответствии с этим в комплект распределительных шинопроводов входит необходимое количество ответвительных коробок.

Магистральные шинопроводы, применяемые для магистральных сетей, питают распределительные шинопроводы, силовые шкафы и крупные токоприемники, т. е. сравнительно ограниченное количество потребителей. В таких шинопроводах обычно не требуется выполнять более одного ответвления на каждые 3 *м* и устанавливать непосредственно в месте ответвления предохранители и автоматы. В связи с этим ответвительные коробки в комплект магистральных шинопроводов, как правило, не входят.

Гибкие и универсальные сети, выполненные из шинопроводов, обеспечивают простоту, быстроту и безопасность присоединения токоприемников, что весьма важно, так как присоединения в большинстве случаев выполняются при наличии напряжения на шинах шинопроводов. Этим требованиям удовлетворяет присоединение токоприемников к шинам шинопроводов при помощи ответвительных коробок со специальными штепсельными контактами. Шинопроводы с таким присоединением ответвительных коробок называются штепсельными. Имеются также шинопроводы, в которых присоединение ответвительных коробок к шинам выполняется болтами. Такие шинопроводы называются шинопроводами с болтовым (или глухим) присоединением.

Шинопроводы применяются для двухпроводных, трехпроводных и четырехпроводных сетей. В зависимости от того, для каких из этих сетей предназначаются шинопроводы, их секции содержат две, три или четыре шины. Дли-

на этих шин в прямых секциях обычно равна 3 м. Эту же длину имеют и прямые секции.

В шинопроводах применяются шины из алюминия, меди и стали. В связи с тем, что раньше надежный штепсельный контакт представлялось возможным выполнять только на медных шинах, для штепсельных распределительных шинопроводов применялись только медные шины. За последние годы в практику внедрена соответствующая обработка алюминиевых шин в местах штепсельных присоединений, позволяющая получить надежный штепсельный контакт на алюминиевых шинах. Учитывая это, в настоящее время для распределительных шинопроводов широко применяются алюминиевые шины, у которых места штепсельных присоединений обработаны соответствующим образом (опрессованы медной лентой, покрыты серебром или оловом). Для повышения электрической прочности магистральных шинопроводов их шины в ряде случаев изолируются.

Как уже упоминалось ранее, шины шинопроводов заключены в короба или кожухи. В шинопроводах несущим элементом может быть короб, в котором закрепляются изоляторы с шинами, либо шины, скрепленные ярмами с изоляторами; защитный кожух в этом случае выполняется в виде съемных крышек, укрепляемых на ярмах. Шинопроводы последнего типа называются самонесущими. У самонесущих шинопроводов представляется возможным снимать кожух и производить ревизию, ремонт и чистку без нарушения работы шинопроводов, что создает известные удобства в эксплуатации.

Возможное расположение шин в кожухах или коробах шинопроводов показано на рис. 4, на котором приведены поперечные разрезы прямых секций разных шинопроводов. Для лучшего понимания связи между явлениями, обусловленными электрическим током в шинах и их взаимным расположением, необходимо иметь в виду следующее. При протекании переменного электрического тока по шинам вокруг каждой из них возникает переменный магнитный поток. Представим себе, что в трехфазном шинопроводе шины разных фаз установлены так, что их продольные оси совмещены и получается как бы одна суммарная шина. Так как в каждый момент времени сумма токов в шинах разных фаз равна нулю, то и магнитный поток суммарной шины, равен нулю. Если раздвинуть эти условно совмещенные шины, то суммарный поток перестает быть



равным нулю и с увеличением расстояния между шинами начинает расти. Переменный магнитный поток вызывает нагрев стальных конструкций, расположенных вблизи шин, что влечет за собой потери электроэнергии, т. е. влияние этого потока является вредным. Поэтому для уменьшения внешнего магнитного потока и связанных с ним потерь в трехфазных шинопроводах весьма целесо-

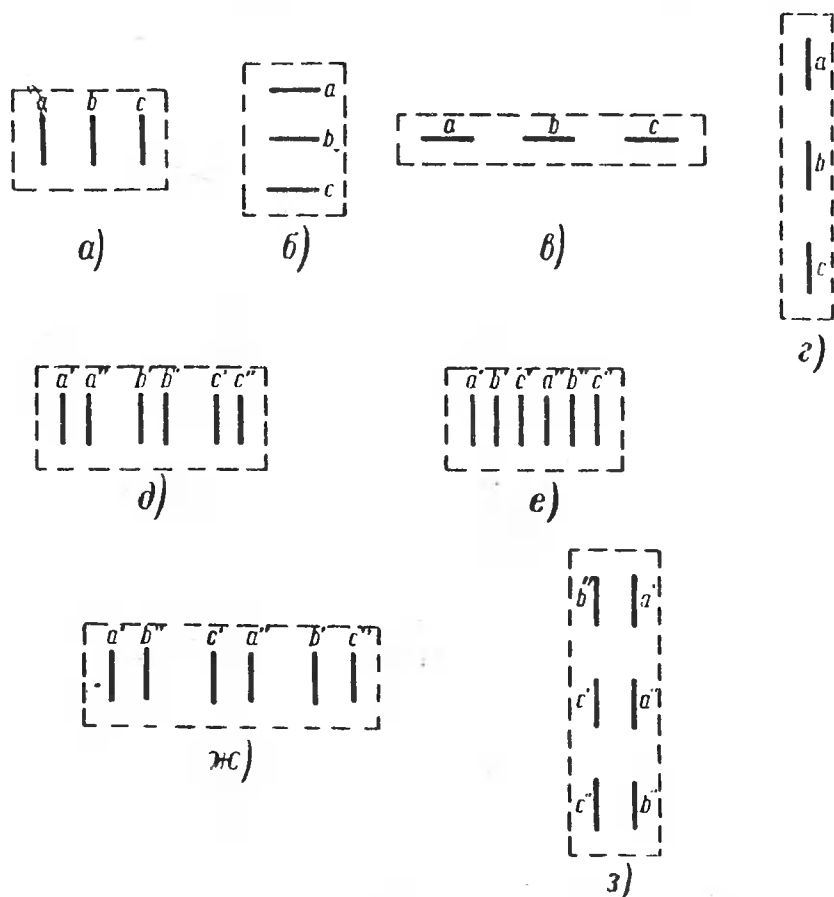


Рис. 4. Расположение шин в шинопроводах.

образно предельно сближать шины разных фаз. Вообще сближение шин, токи в которых направлены противоположно друг другу, всегда способствует снижению общего магнитного потока вокруг этих шин. Взаимодействие магнитных потоков параллельных шин проявляется в виде сил, стремящихся сближать или раздвигать шины. Действие этих сил проявляется тем меньше, чем больше расстояние между шинами. Под действием равных сил шины одного и того же сечения, будучи одинаково закреплены и расположены так, как указано на рис. 4, в, будут прогибаться меньше шин, показанных на

рис. 4,а и б. Жесткость и прочность шин характеризуется их способностью сопротивляться изгибанию под действием изгибающих усилий. При коротких замыканиях по шинам шинопровода протекают большие токи, создающие большие силы взаимодействия. Так как силы, приложенные к шинам, действуют также на опоры, на которых закреплены шины, то естественно, что и опоры должны быть достаточно прочными, чтобы противостоять действию этих сил. Чем чаще стоят опоры вдоль шин, тем меньше сила, действующая на каждую из опор. Чем больше прогиб шин, тем больше разрушающие усилия, возникающие в материале шин. Для того чтобы не сомкнуться или не разрушиться при коротких замыканиях под действием возникающих при этом сил, шины должны быть достаточно жесткими и прочными, что достигается, как видно из отмеченного выше, их соответствующим расположением, а также закреплением.

В распределительных шинопроводах обычно на одну фазу приходится одна шина (полоса), и шины этих шинопроводов располагаются так, как это показано на рис. 4,а и б. Такое расположение шин особенно удобно для штепсельных шинопроводов, так как обеспечивает возможность более удобного «врубания» штепсельных контактов ответвительных коробок непосредственно на шины.

Указанное расположение шин может применяться и у магистральных шинопроводов на токи до 1 000 а. Учитывая, однако, что в этих шинопроводах не требуются штепсельные присоединения, для выполнения которых наиболее желательным является расположение шин по рис. 4,а и б, для магистральных шинопроводов на токи до 1 000 а более целесообразным является расположение шин, показанное на рис. 4,в и г; при таком расположении шины будут более жесткими и прочными, чем при расположении по рис. 4,а и б, и более устойчивыми при коротких замыканиях, когда по ним будут протекать большие токи, вызывающие большие силы взаимодействия.

С возрастанием тока в шинах вокруг них возрастает магнитный поток и увеличиваются связанные с ним потери электроэнергии; поэтому для магистральных шинопроводов на токи более 1 000 а, т. е. на такие токи, при которых потери становятся значительными, приходится принимать меры для уменьшения потока. Как уже упоминалось, одним из способов уменьшения потока является сближение шин трехфазных шинопроводов и вообще шин, в которых

токи направлены противоположно. Если шины шинопровода изолировать, сблизить их между собой и расположить их так, как показано на рис. 4,е, то получается так называемый шинопровод с «переплетенными» фазами, в котором шины всех трех фаз предельно сближены, благодаря чему внешний поток мал.

Если в трехфазном шинопроводе шину каждой фазы составить из двух полос и полосы разных фаз сблизать или, как принято говорить, «спаривать» так, как это показано на рис. 4,ж и з, то в каждой из таких пар будет почти полностью отсутствовать внешний магнитный поток.

Это объясняется тем, что токи в спаренных шинах разных фаз имеют почти противоположные направления. Принцип спаривания является одним из наиболее эффективных способов уменьшения магнитного потока и широко используется в современных конструкциях магистральных шинопроводов. Различные возможные комбинации взаимного расположения шин в спаренных магистральных шинопроводах приведены на рис. 4,ж и з.

Иногда для лучшего использования материала шин в магистральных шинопроводах (на токи более 1000 а) шину каждой фазы составляют из двух или трех полос. Лучшее использование материала объясняется тем, что суммарное сечение шины, составленной из нескольких шин (полос), учитывая, что плотность тока (амперы на 1 мм<sup>2</sup> поперечного сечения) уменьшается с увеличением сечения шины, всегда меньше сечения одинарной шины (которая была заменена несколькими шинами). Шины такого трехфазного шинопровода, так называемого шинопровода с «расщепленными» фазами, показаны на рис. 4,д. Уменьшение магнитного потока вокруг шин расщеплением не достигается, так как в расположенных близко друг от друга шинах (шинах одной фазы) токи имеют одинаковые, а не противоположные направления.

Короба секций шинопроводов несамонесущей конструкции изготавливаются из листовой стали толщиной 1—2 мм и выполняются симметричными и несимметричными. Шинопроводы с симметричными коробами могут иметь два рабочих положения, с несимметричными — одно (рис. 5). Короба штепсельных распределительных шинопроводов в местах, предусмотренных для присоединения потребителей, имеют отверстия — окна. Через эти окна вводятся и врубаются на шины штепсельные контакты ответвительных коробок. Внутри короба штепсельных шинопроводов неко-

торых конструкций за окнами установлены камеры, разделяющие шины в местах штепсельных контактов. В коробах секций, в местах соединения шин, имеются большие отверстия — монтажные окна, через которые производят соединение шин, осмотр и в необходимых случаях ремонт. Монтажные окна закрыты крышками. Окна для присоединений также закрыты крышками, называемыми заглушками, снимаемыми с окон при установке на них ответвительных коробок.

Для шинопроводов на напряжение до 500 в, выполненных в виде комплектных устройств, в Советском Союзе существует государственный стандарт (ГОСТ 6815-53),

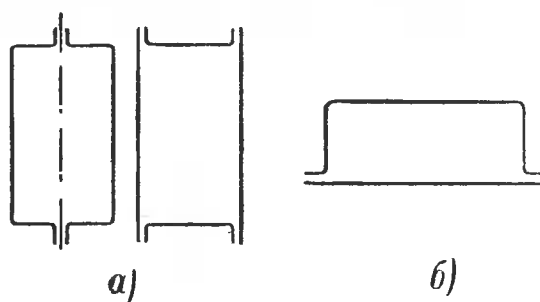


Рис. 5. Короба шинопроводов.  
а — симметричные; б — несимметричные.

в соответствии с которым распределительные шинопроводы должны выпускаться на номинальные токи 100, 250, 400 и 600 а, а магистральные — на номинальные токи 800, 1 200 и 1 500 а. В настоящее время этот стандарт пересматривается; в новый стандарт предполагается ввести дополнительно для магистральных шинопроводов номинальные токи 2 000, 2 500 и 4 000 а. Действующим стандартом также установлены номинальные токи присоединений, под которыми понимаются либо токи аппаратов, устанавливаемых в ответвительных коробках, либо токи, предельно допустимые для присоединений; для распределительных шинопроводов они не должны превышать 200 а, а для магистральных — 600 а (по проекту нового стандарта — 1 000 а).

Динамическая устойчивость шинопроводов, характеризующаяся наибольшей величиной тока короткого замыкания (так называемого ударного тока короткого замыкания), при протекании которого от возникающих механических сил шины, изоляторы и другие части шинопроводов не должны разрушаться, установлена стандартом: для распределительных шинопроводов 250 и 400 а — 10 ка и

600 а — 25 ка, а для магистральных — 25 ка (по проекту нового стандарта величина этого тока намечается для магистральных шинопроводов до 2 000 а — 40 ка и магистральных шинопроводов 2 500 и 4 000 а — 75 ка).

### 3. КОНСТРУКТИВНЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ ШИНОПРОВОДОВ

В настоящее время ряд организаций выпускает различные типы шинопроводов, конструктивно отличающиеся друг от друга. Ниже рассматриваются конструкции наиболее распространенных шинопроводов заводского изготовления.

На рис. 6 показана прямая секция магистрального шинопровода на 1 500 а, изготавливаемого заводами Укрэлектромонтажа. Шинопровод выполнен со спаренными фазами и имеет изолированные алюминиевые шины. Шины у этого шинопровода расположены так, как показано на рис. 4,з. Для обеспечения хорошей компенсации магнитного потока шины предельно сближены и зазор между полосами составляет 7—8 мм. Для повышения надежности изоляции парные полосы разделены сплошной перегородкой из изоляционного материала (гетинакса, текстолита или стекло-текстолита).

Изоляция шин выполнена хлопчатобумажной лентой, пропитанной и окрашенной дугостойким лаком. На средние полосы поверх изоляции наложена дополнительная изоляция из лакоткани, чем достигается повышение междупазовой изоляции шинопровода. Шины лежат на фарфоровых изоляторах, обеспечивающих необходимый распор как между шинами, так и между шинами и коробом. Для лучшего охлаждения шин стенки короба шинопровода выполнены из сетки или перфорированного стального листа. Подвод питания к шинопроводу и присоединение потребителей предусматриваются в стыках шин, где в этих случаях осуществляется также соединение разных полос шин одноименных фаз между собой (рис. 6,б). В комплект шинопровода, кроме прямых секций, входят также угловые и тройниковые секции (рис. 6,в) и торцовые крышки для закрывания концов крайних секций линий. Шинопровод приведенной конструкции достаточно громоздок и дорог. В нем также неудовлетворительно, с точки зрения удобства и безопасности эксплуатации, выполнен короб, в котором для осмотра шин не предусмотрены снимаемые или откры-

ваемые крышки. Изоляция шин недостаточно механически прочна и может быть сравнительно легко повреждена. В связи с этим при сетчатых стенках короба исполнение шинопровода классифицируется как открытое, т. е. к его установке предъявляются более строгие требования, чем к установке шинопровода закрытого исполнения. Необходимо также отметить, что кожух коробки в месте соединения секций, будучи примерно в 3 раза шире короба секций,

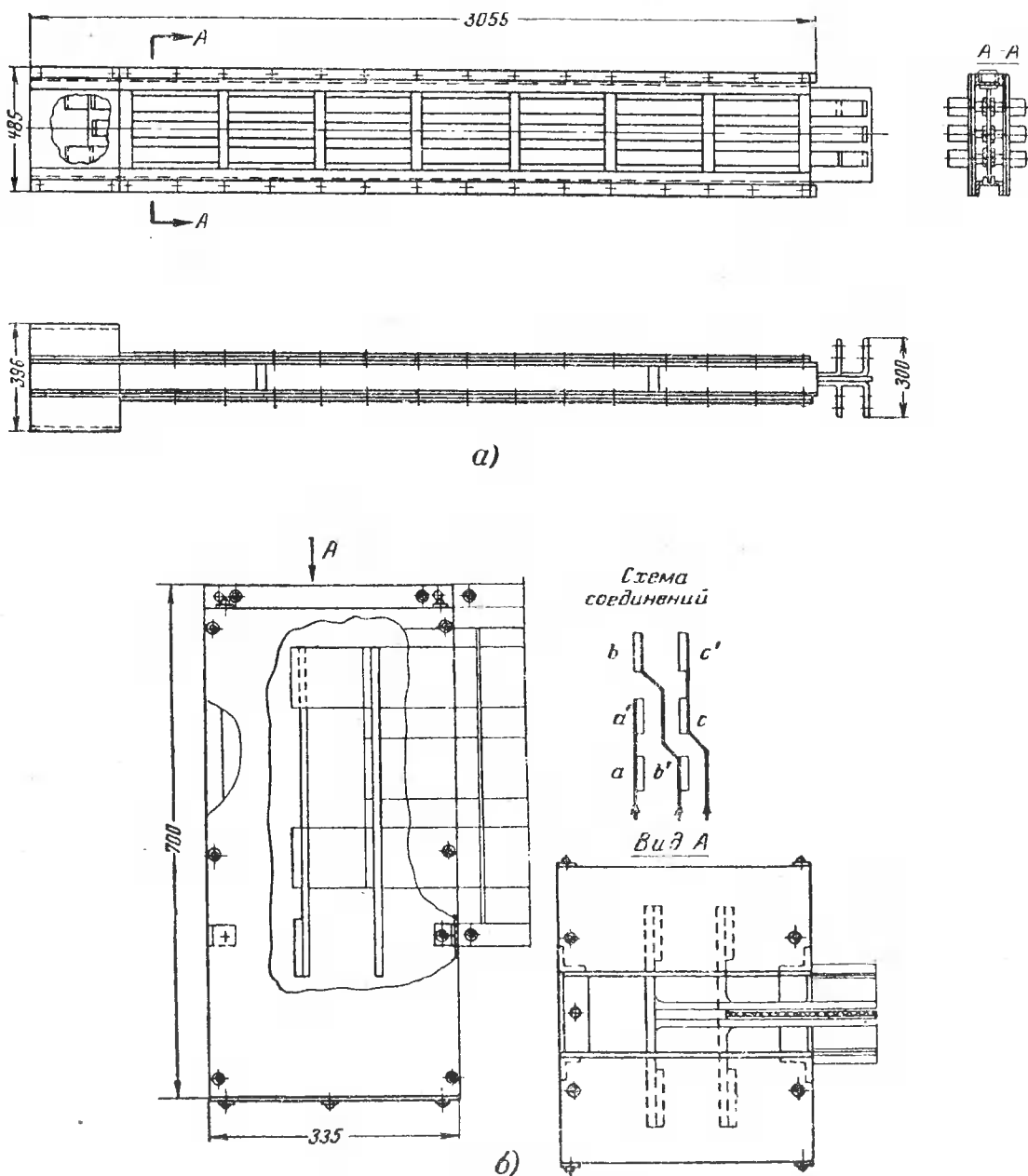
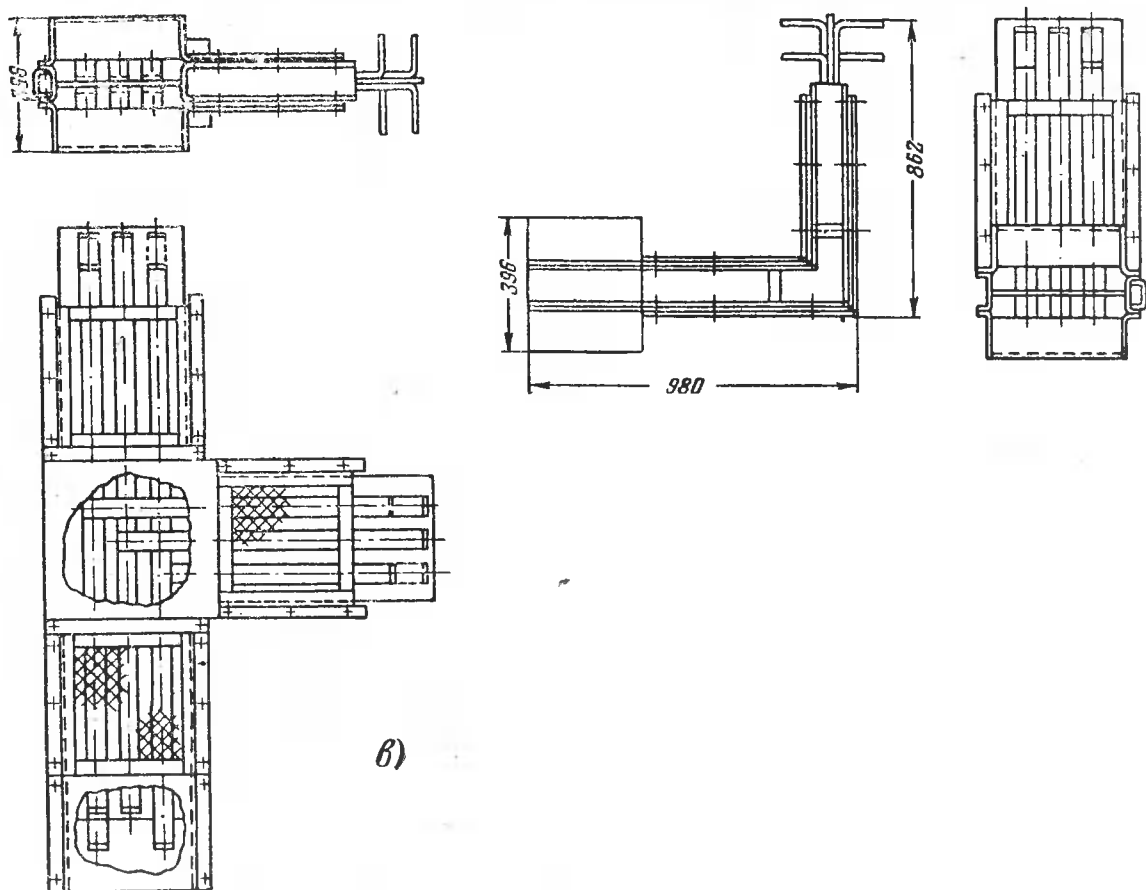


Рис. 6. Магистральный шинопровод 1500 а со  
а — секция; б — вводная коробка в месте соеди

создает значительные трудности при выборе трассы, особенно в условиях стесненной прокладки.

Одной из последних разработок являются магистральные шинопроводы серии ШМА59, изготавливаемые заводами Главэлектромонтажа Министерства строительства РСФСР. Шинопроводы этой серии выполняются на токи 1 500, 2 500 и 4 000 а. Уменьшение внешнего магнитного потока в этих шинопроводах достигается спариванием шин, описанным ранее и показанным на рис. 4,ж. Прямая секция шинопровода серии ШМА59 на 1 500 а показана на рис. 7. Шины секции выполняются из шести полос (по две полосы в каждой фазе), спаренных друг с другом. Расположение шин «на ребро», принятое в шинопроводах серии ШМА59, обеспечивает наилучшие условия охлаждения, сравнительно небольшие габаритные размеры, а также большую жесткость шинопроводов в их рабочем положении, что позволяет выполнять шинопроводы этой серии самонесущими. Благодаря этому также представилось возможным от-



спаренными фазами (заводов Укрэлектромонтажа).  
нения секций; в — угловые и тройниковые секции.

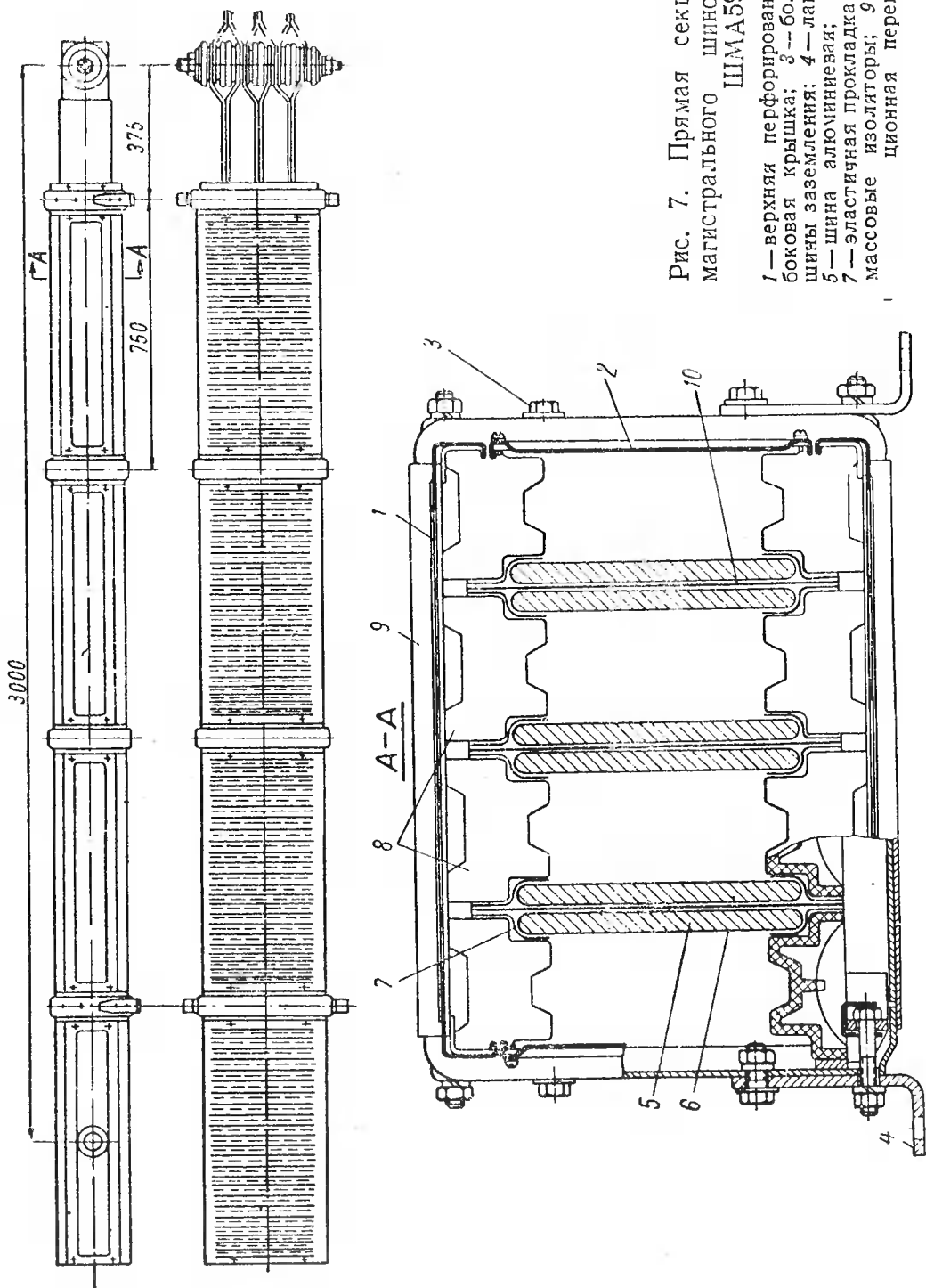


Рис. 7. Прямая секция трехфазного магистрального шинпровода серии ШМА59.

1 — верхняя перфорированная крышка; 2 — боковая крышка; 3 — болт для крепления шины заземления; 4 — лапка для крепления; 5 — шина алюминиевая; 6 — изоляция шин; 7 — эластичная прокладка; 8 — опорные пластмассовые изоляторы; 9 — ярмо; 10 — изоляционная перегородка.



казаться от сплошного прочного кожуха и заменить его легкими съёмными перфорированными крышками лишь для защиты изоляции шин от случайных механических повреждений. Расход листовой стали на изготовление указанных крышек в 2—2,5 раза меньше, чем для изготовления сплошного кожуха. Шины выполнены из алюминия; размеры поперечного сечения шин в шинопроводах: на 1 500 а —  $100 \times 8$  мм, на 2 500 а —  $120 \times 10$  мм и на 4 000 а —  $160 \times 12$  мм. Шины шинопровода изолированы. Скругленные кромки шин исключают повреждение о них изоляции в процессе изготовления и сборки шинопровода. Изолирование шин обусловлено, с одной стороны, соображениями безопасности при эксплуатации шинопровода, так как наличие вентиляционных отверстий в горизонтальных крышках не исключает возможности случайных прикосновений к шинам тонкими металлическими предметами, а с другой — стремлением повысить надежность шинопровода, уменьшая возможность замыкания между шинами. В качестве материала для изоляции шин принята стеклоэскапоновая лако-ткань марки ЛСЭ-1 (теплостойкость  $125^{\circ}\text{C}$ , пробивное напряжение при толщине 0,2 мм — 4—7 кВ), которой в два слоя обертывается каждая шина. Каждая пара изолированных шин разных фаз для большей надежности разделяется изоляционной перегородкой из гетинакса толщиной 1,5 мм. Шины уложены между опорными изоляторами, сжатыми стальными штампованными обоймами (ярмами). Расстояния между ярмами (750 мм для всех шинопроводов), размеры, конструкция и материал изоляторов выбраны из условий динамической устойчивости при ударных токах короткого замыкания (40 кА — для шинопроводов 1 500 а и 70 кА — для шинопроводов 2 500 и 4 000 а). На каждой из двух боковых сторон ярма имеются четыре резьбовых отверстия, любая пара из которых (верхняя или нижняя) может быть использована для опорных лапок для крепления шинопроводов. Оставшиеся свободными отверстия используются для крепления шинок заземления, не входящих в комплект шинопровода и прокладываемых на монтаже. Тонкие стальные штампованные крышки, применяемые, как указывалось выше, для защиты изоляции шин от случайных повреждений, имеют длину 680 мм и крепятся винтами к отбортовкам деталей ярма. Отсутствие сплошного жесткого корпуса исключает возникновение деформирующих усилий, вызываемых различными линейными расширениями стального кожуха и алюминиевых шин

при изменениях температуры. Средняя часть ярма, выступающая на 15 мм над крышками, предохраняет тонкие крышки от случайных повреждений и деформаций при транспортировке и складировании. Верхняя и нижняя перфорированные крышки имеют одинаковые размеры для шинопроводов всей серии, глухие боковые крышки имеют разную высоту для шинопроводов на 1 500, 2 500 и 4 000 а. Длина прямых секций, как правило, 3 м; длина укороченных прямых секций, предназначенных для подгонки длины

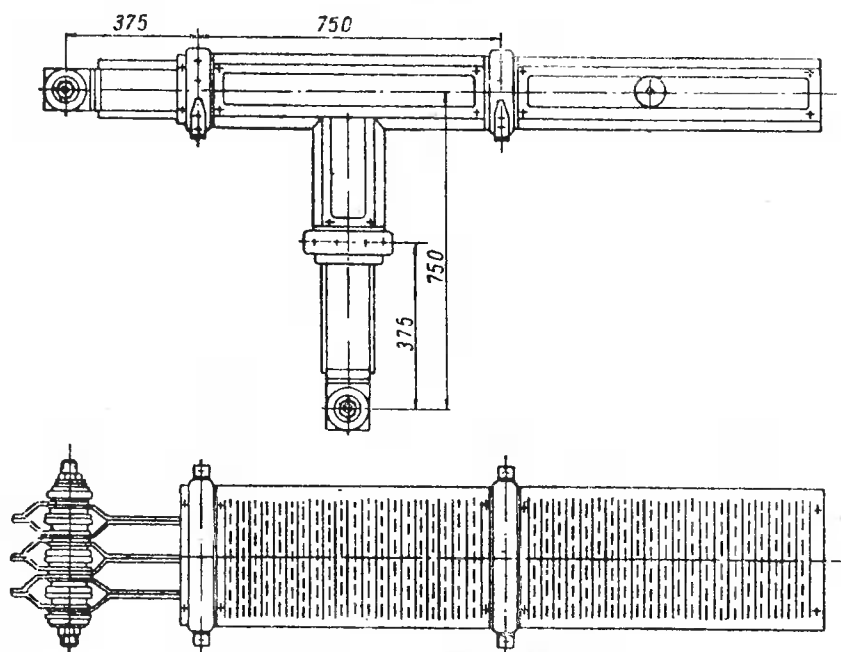


Рис. 8. Тройниковая секция.

линий шинопроводов, 1,5 м. Для изменения направления прокладки шинопровода и для выполнения ответвлений имеются специальные секции: тройниковые, угловые (с изгибом шин на ребро и на плоскость), ответвительные шинные и проводные, переходные (на 2 500 и 1 500 а), гибкие.

Тройниковые секции (рис. 8) служат для выполнения ответвлений вверх или вниз. Угловые секции с изгибом шин на ребро (рис. 9) и на плоскость (рис. 10) служат соответственно для выполнения поворотов на угол  $90^\circ$  вверх или вниз и поворотов на  $90^\circ$  влево или вправо.

Ответвительные секции (рис. 11 и 12) применяются для выполнения ответвлений шинами или проводами от шинопроводов 1 500 и 2 500 а; эти ответвительные секции устанавливаются в месте соединения двух соседних секций.

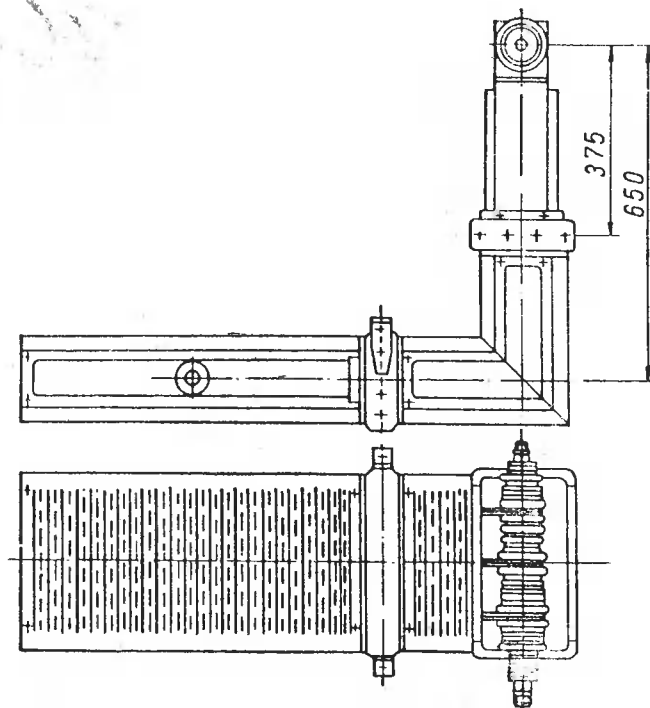


Рис. 9. Угловая секция с изгибом шин „на ребро“.

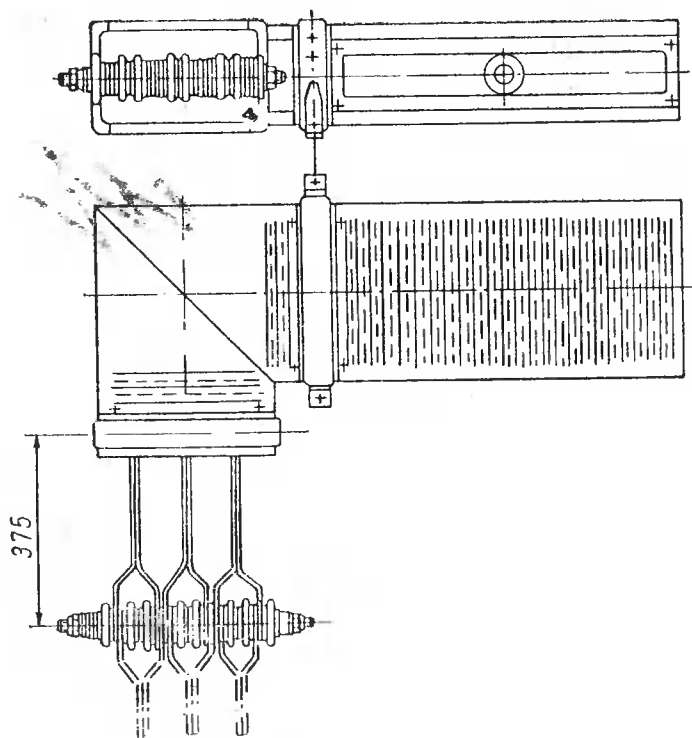


Рис. 10. Угловая секция с изгибом шин „на плоскость“.

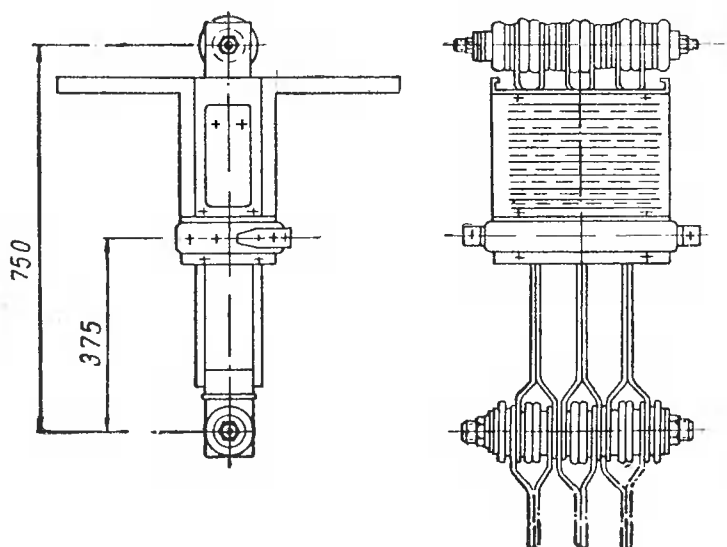


Рис. 11. Ответвительная секция для выполнения ответвлений от магистрали шинами.

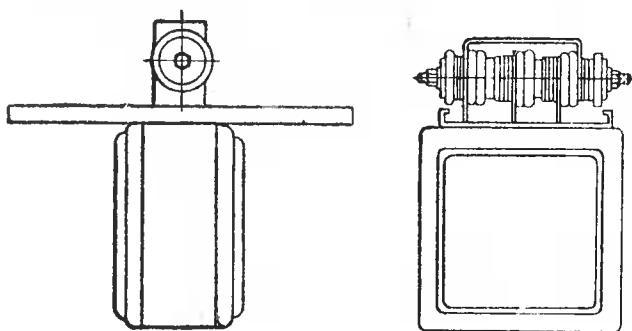


Рис. 12. Ответвительная секция для выполнения ответвлений от магистрали проводами.

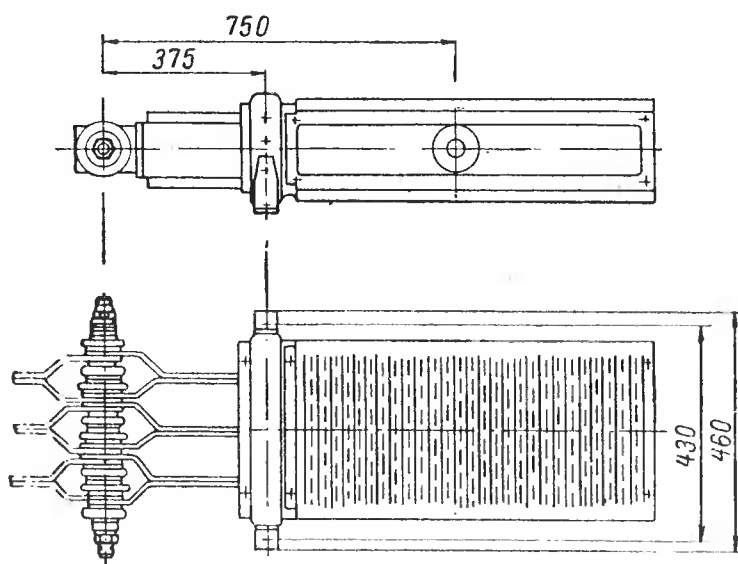


Рис. 13. Переходная секция.

Переходные секции (рис. 13) служат для выполнения соединений шинопроводов на различные номинальные токи.

Гибкие секции (рис. 14) применяются для компенсации небольших погрешностей в строительных размерах зданий, а также для температурной компенсации. Гибкие секции имеют участки, выполненные вместо шин проводами, и телескопический участок кожуха; это позволяет изменять длину этой секции в пределах  $\pm 100$  мм.

Для закрытия торцов концевых секций применяются торцовые заглушки.

Принципиально конструкция специальных секций шинопроводов не отличается от конструкции прямых секций.

Соединение шин секций шинопроводов выполняется обычно внахлестку несколькими болтами. Такой вид соединения обладает рядом недостатков, основными из которых являются необходимость в отключении шинопровода для доступа к большому количеству болтов при проверке и регулировке контактов, трудность обеспечения одинакового давления и одинакового переходного сопротивления в контактах разных фаз, сравнительно трудоемкий монтаж. В шинопроводах серии ШМА59

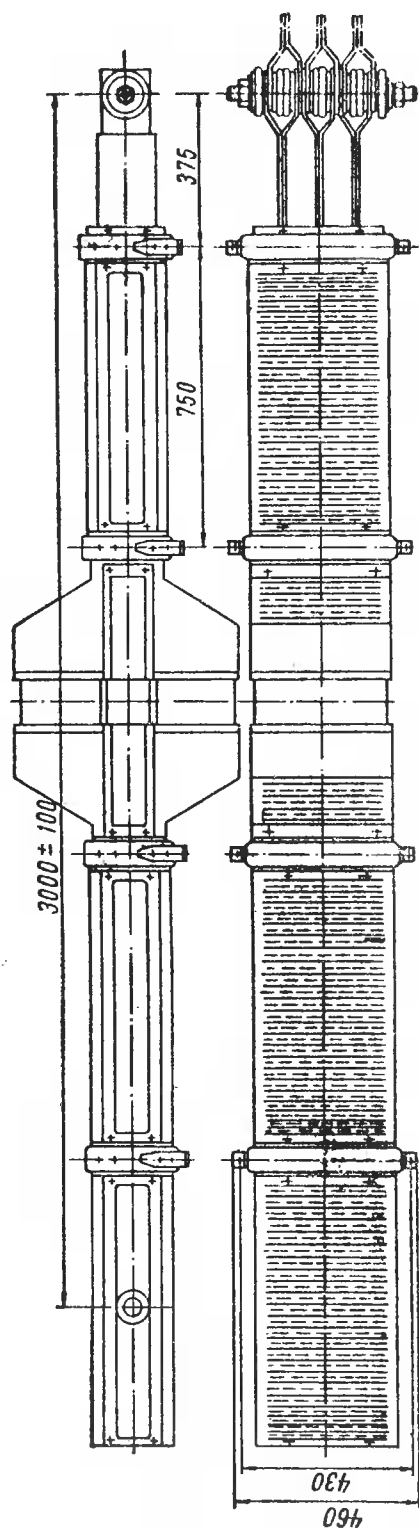


Рис. 14. „Гибкая“ секция.

применено так называемое одноболтовое соединение шин секций, изображенное на рис. 15, не имеющее указанных выше недостатков. Все 12 концов шин смежных секций соединяются одной стальной изолированной шпилькой с двумя гайками. Затяжка только одной, общей для всего соединения шпилькой обеспечивает необходимое и одинаковое давление на контактах шин всех фаз, а также создает

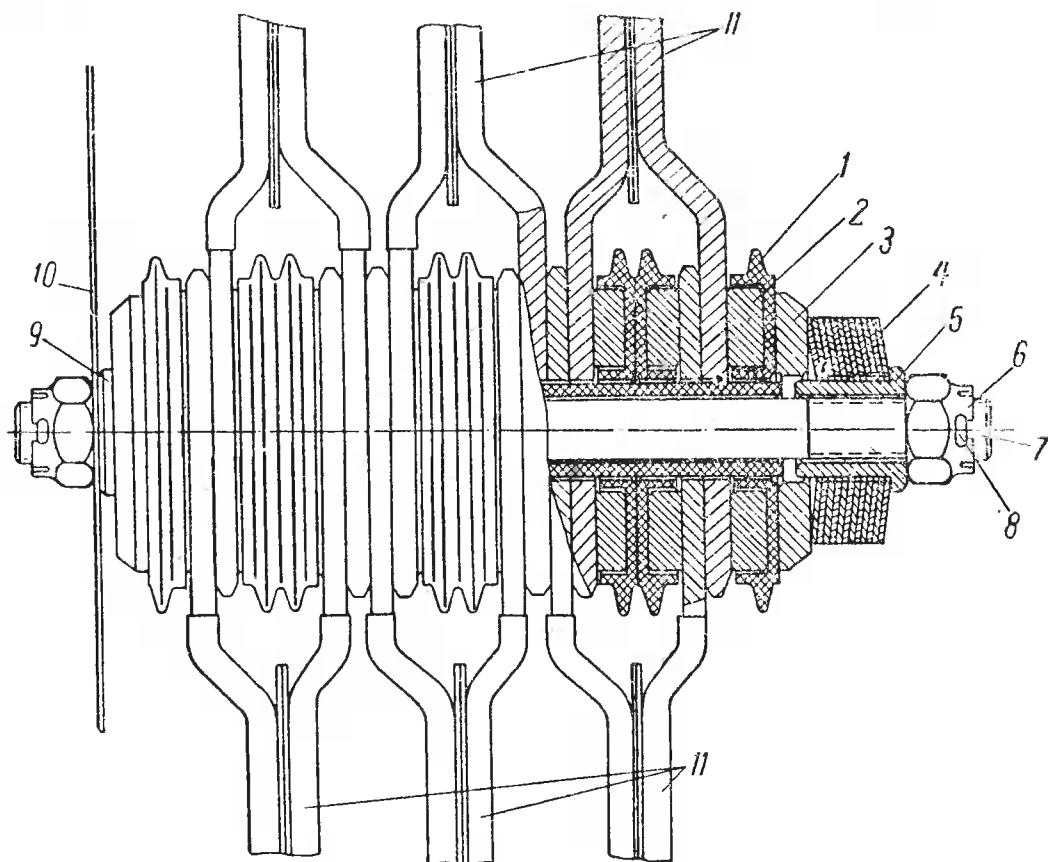


Рис. 15. Одноболтовое соединение секций шинопроводов ШМА59.

1—изолятор пластмассовый; 2—шайба алюминиевая; 3—шайба стальная; 4—тарельчатая пружина; 5—втулка большая; 6—гайка; 7—шпилька; 8—шплинт; 9—втулка малая; 10—шина заземления; 11—шины двух сопрягаемых секций.

возможность регулирования давления в контактах без отключения шинопровода; это весьма важно для ответственных установок, не допускающих перебоев в электроснабжении. Для ограничения увеличения давления в контактах вызываемого расширением пакета шин при нагревах токами короткого замыкания и для сохранения этого давления постоянным, в одноболтовом соединении применены тарельчатые пружины (по ГОСТ 3057-54). Все детали одноболтового соединения надежно изолированы от шин и за-

крыты сверху, снизу и с боков крышками. Каждая из боковых крышек имеет посредине отверстие, через которое наружу выходит конец шпильки с гайкой. Это позволяет производить регулировку затяжки контактов без снятия напряжения с шинопровода. Одноболтовое соединение обеспечивает также быстроту замены поврежденной секции резервной.

Из распределительных шинопроводов наиболее распространенными являются шинопроводы серии ШРА на токи 250, 400 и 600 а и напряжение 380 в.

Прямая секция такого шинопровода изображена на рис. 16. Она представляет собой стальной несимметричный

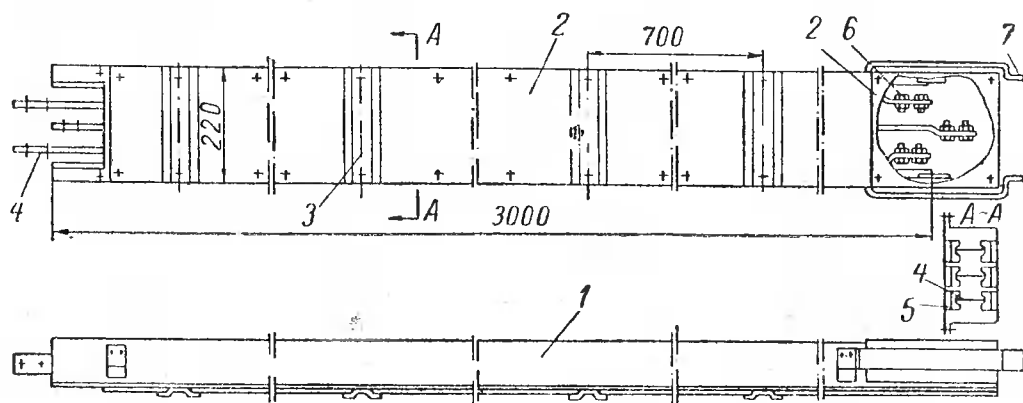


Рис. 16. Прямая секция распределительного шинопровода серии ШРА.

1 — короб; 2 — съемный лист; 3 — заглушка; 4 — шины; 5 — фарфоровые изоляторы; 6 — болты с гайками (для соединения шин стыкуемых секций); 7 — перемычка заземления.

короб длиной 3 м, в котором на фарфоровых изоляторах проложены алюминиевые шины. Размеры алюминиевых шин:  $30 \times 5$  мм — для шинопроводов 250 а,  $50 \times 5$  мм — для шинопроводов 400 а и  $60 \times 6$  мм — для шинопроводов 600 а. Для штепсельных подключений ответвительных коробок каждая прямая секция имеет четыре места, закрытых заглушками. Алюминиевые шины в местах штепсельных подключений опрессованы медными накладками. Это обеспечивает достаточную надежность разъемного контакта, так как он создается медными штепсельными контактами ответвительных коробок и медными накладками шин. Выполнение разъемного контакта непосредственно на алюминиевых шинах из-за образования на их поверхности оксидной пленки, обладающей высоким электрическим сопротивлением, явилось бы неприемлемым.

Для подвода питания к распределительным шинопроводам служат вводные коробки типа УВШ, показанные на рис. 17; они устанавливаются в местах соединений секций на монтажных окнах.

Для присоединения потребителей служат штепсельные ответвительные коробки типа КПШ-100 (рис. 18) с предо-

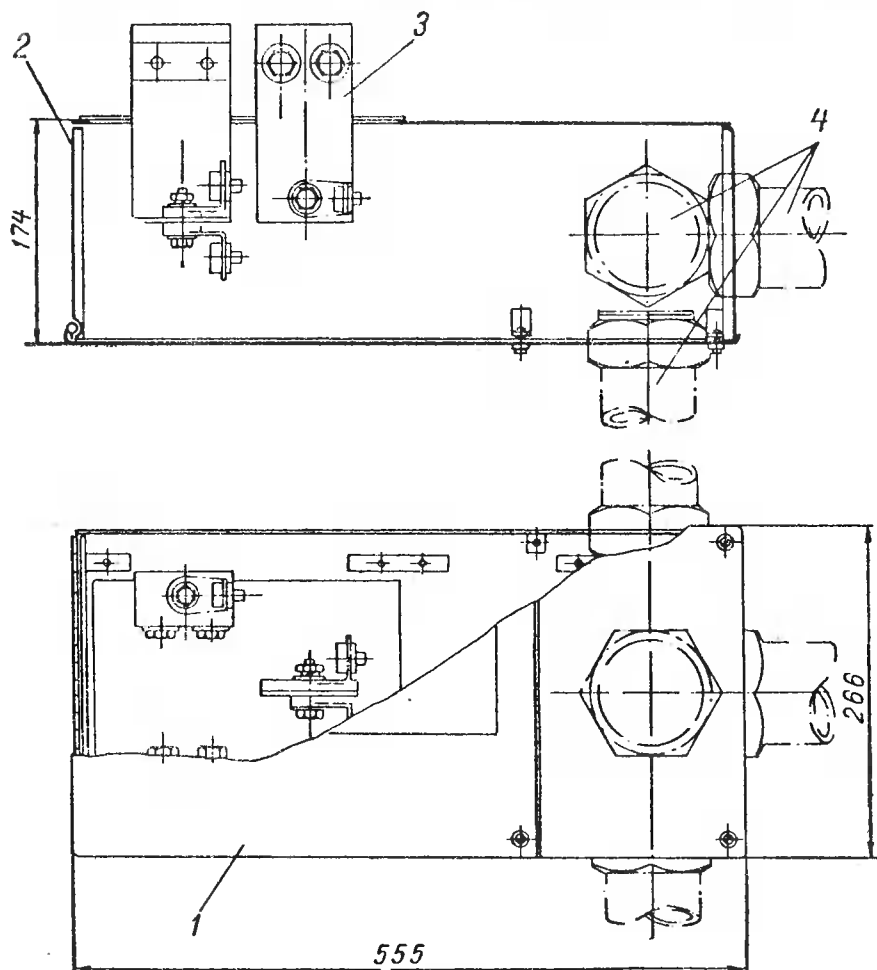


Рис. 17. Вводная коробка типа КВШ.

1 — короб; 2 — открывающаяся крышка; 3 — пластины для присоединения наконечников питающих линий; 4 — места вводов труб с проводами в коробку.

хранителями типа ПН2-100 на 100 а, типа КАШ-100 (рис. 19) с автоматами АЗ124 и типа ККШ-200 с ножевыми контактами до 200 а. Патроны предохранителей в коробке КПШ-100 закреплены на крышке коробки и выдвигаются из контактных стоек при открывании крышек (при снятой нагрузке). Коробка ККШ-200 отличается от коробки КПШ только тем, что в ней вместо патронов предохранителей устанавливаются ножи. Эта коробка устанавли-



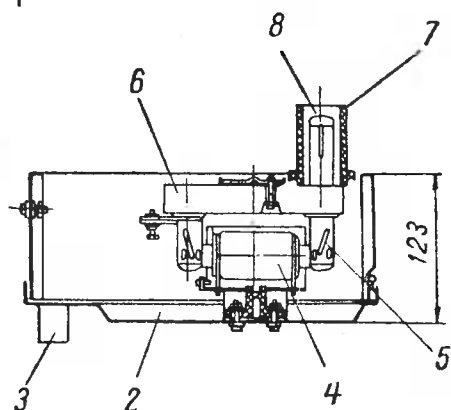
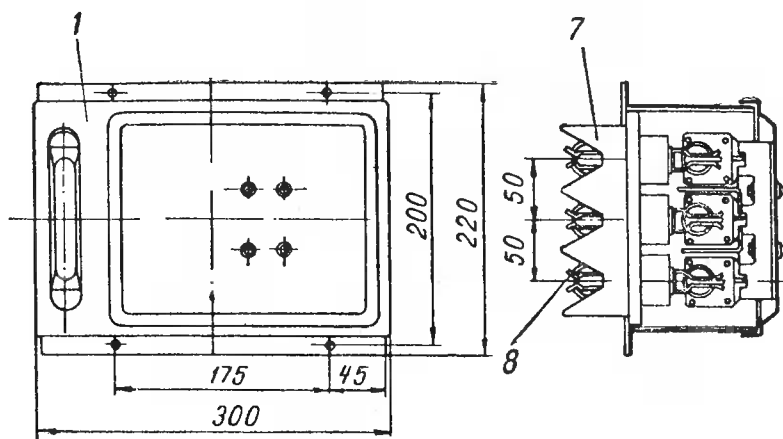


Рис. 18. Коробка ответ-  
вительная типа КПС.

1—корпус; 2—крышка; 3—  
рукоятка; 4—патрон предо-  
хранителя; 5—контактная  
стойка предохранителя; 6—  
изолятор; 7—штепсельная ка-  
мера; 8—штепсель.

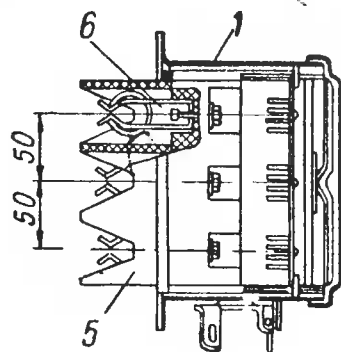
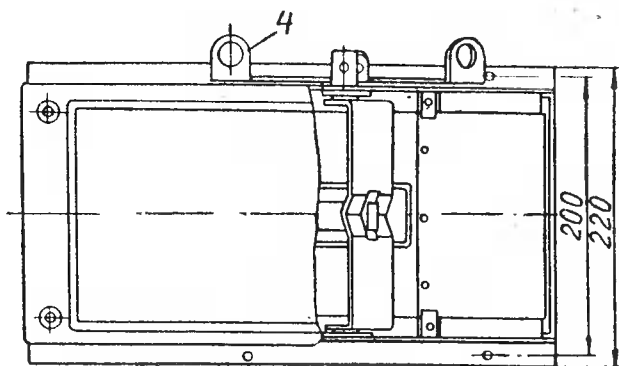


Рис. 19. Коробка ответ-  
вительная типа КАС.

1—корпус; 2—крышка;  
3—автомат; 4—рукоятка;  
5—штепсельная камера;  
6—штепсель.

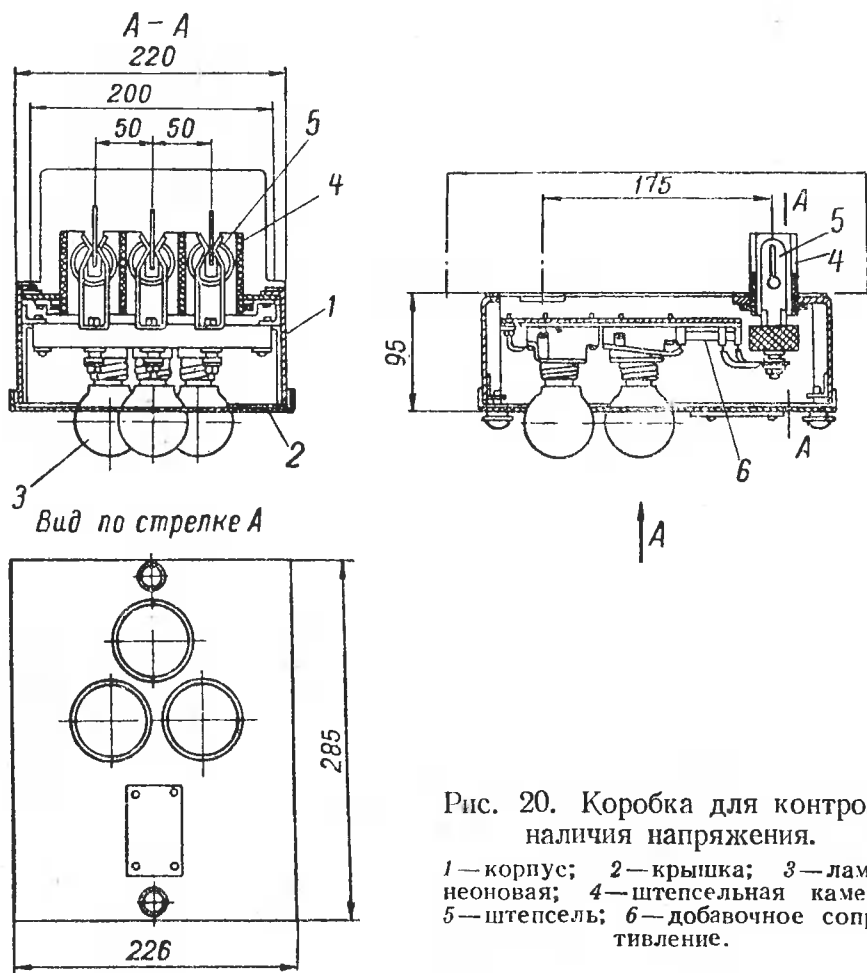


Рис. 20. Коробка для контроля наличия напряжения.

1 — корпус; 2 — крышка; 3 — лампа неоновая; 4 — штепсельная камера; 5 — штепсель; 6 — добавочное сопротивление.

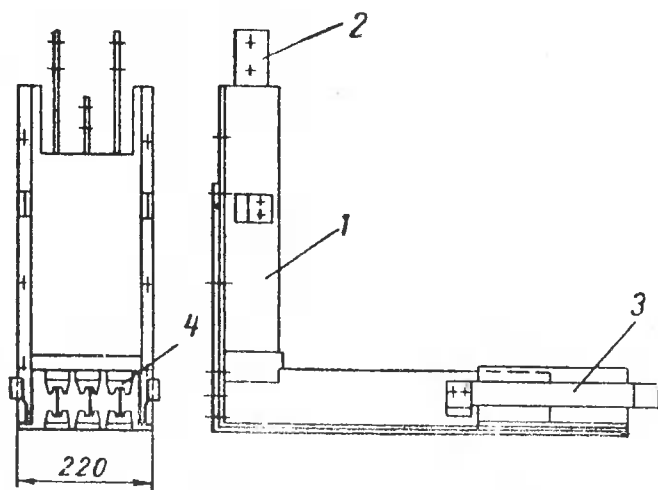


Рис. 21. Секция угловая УВШ для вертикального поворота.

1 — короб; 2 — шины; 3 — заземляющая перемычка; 4 — изоляторы.

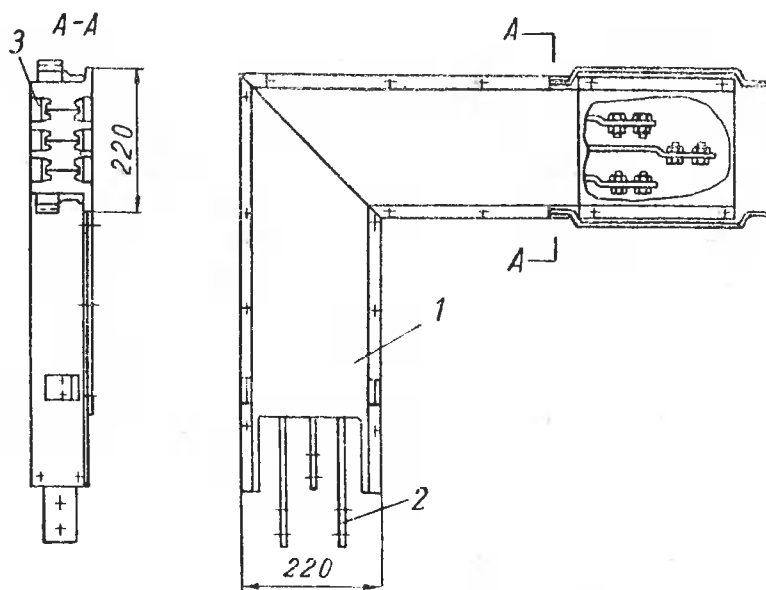


Рис. 22. Секция угловая типа УГШ для горизонтального поворота.

1 — короб; 2 — шины; 3 — опорные изоляторы.

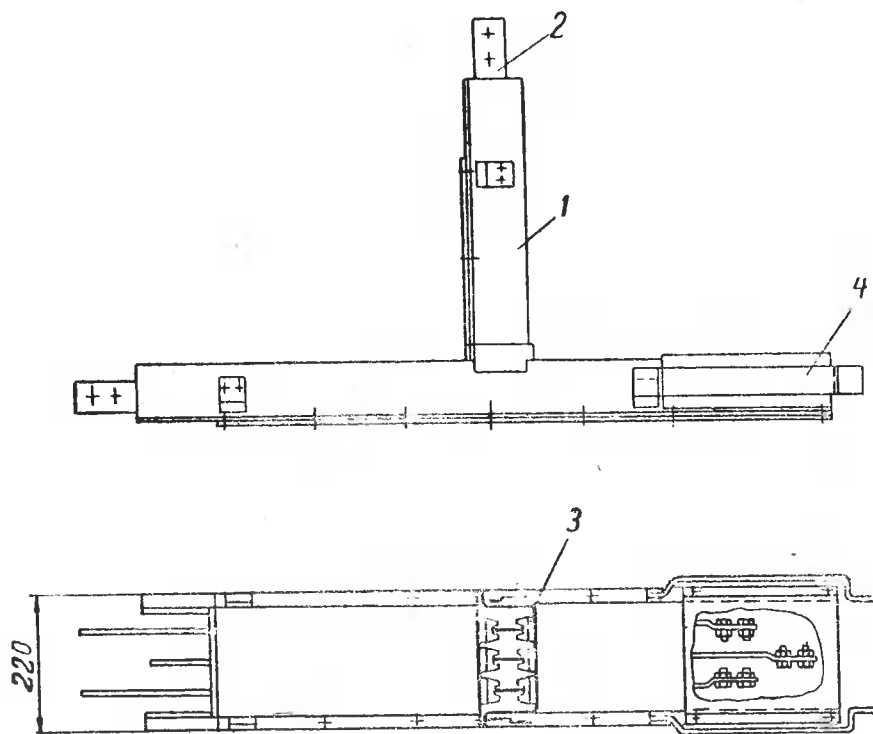


Рис. 23. Секция тройниковая типа ТВШ.

1 — короб; 2 — шины; 3 — изоляторы; 4 — заземляющая перемычка.

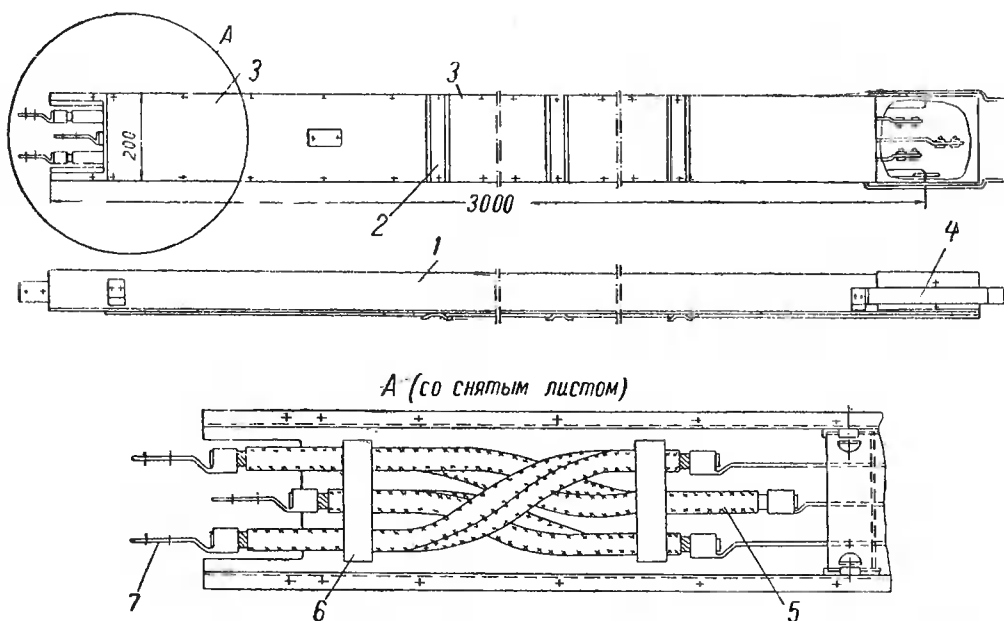


Рис. 24. Секция для температурной компенсации и транспозиции.  
1 — короб; 2 — заглушка; 3 — съемный лист; 4 — заземляющая перемычка; 5 — про-  
вода; 6 — бандаж; 7 — наконечники для присоединения к шинам.

вается в тех случаях, когда на ответвлении не требуется установки защитных аппаратов. В коробках с установочными автоматами наружу выведен рычаг, связанный с ме-

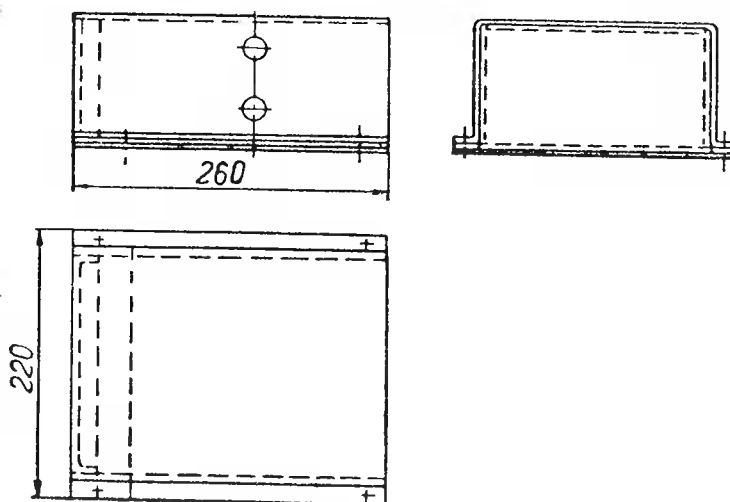


Рис. 25. Торцовая заглушка.

ханизмом отключения автомата и позволяющий отключать автомат с пола при помощи штанги.

Для контроля наличия напряжения на шинопроводе имеются индикаторы напряжения, выполненные в виде ко-

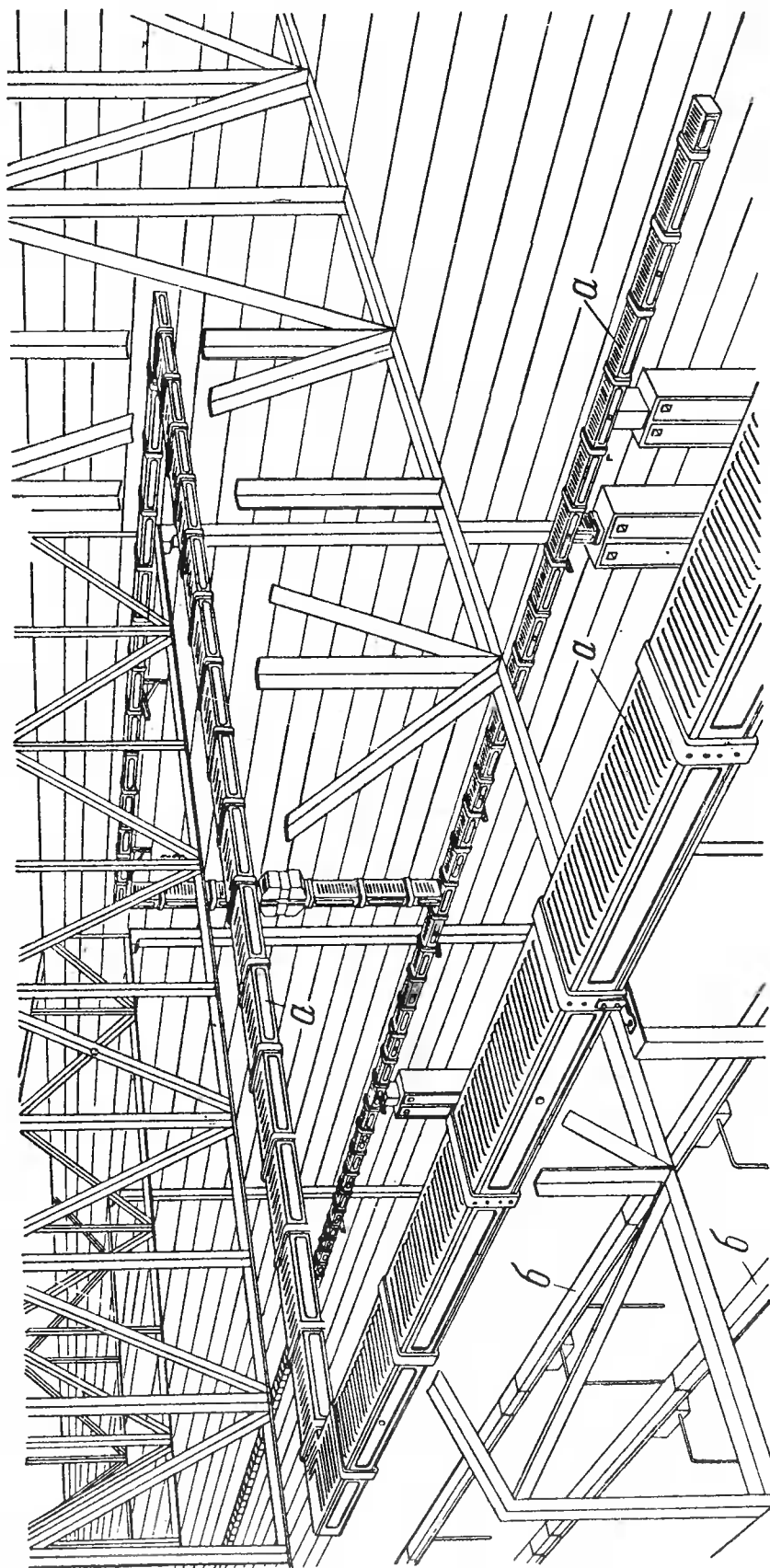


Рис. 26. Участок сети, выполненный шинпроводами.  
а — магистральные шинпроводы; б — распределительные шинпроводы.

робок (тип КУШ, рис. 20), в которых встроены три неоновые лампы с добавочными сопротивлениями, соединенными в звезду. Коробки типа КУШ, так же как и ответвительные коробки, снабжены штепсельными контактами и могут подключаться к любому свободному гнезду вдоль шинпровода.

Для выполнения разветвлений, изменения отметки и направления прокладки распределительных шинпроводов предусматриваются специальные переходные угловые и тройниковые секции типов УВШ, УГШ и ТВШ, показанные на рис. 21—23. Конструктивно они оформлены аналогично прямым секциям.

Для компенсации температурных удлинений шинпровода и выполнения транспозиции шин имеются специальные секции типа ШРАК (рис. 24). Компенсация температурных удлинений в этих секциях осуществляется имеющимся в них участком, выполненным проводами; провода соответствующим образом переплетены, и этим достигается транспозиция. Такие секции имеют по 3 места для присоединения ответвительных коробок и изготавливаются на токи 400 и 600 а.

Для закрытия торцов крайних секций шинпроводов применяются торцовые заглушки (рис. 25).

Участок сети, выполненный шинпроводами, приведен на рис. 26.

#### 4. МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ШИНОПРОВОДОВ

Комплектные шинпроводы, применяемые для сооружения цеховых сетей, не требуют выполнения на месте монтажа работ по изготовлению узлов и деталей. Сооружение сетей из шинпроводов сводится только к работам по их установке и сборке.

Шинпроводы прокладываются в цехах по фермам, колоннам и стенам, а также под полом на специальных стойках (обычно на высоте не менее 2,5 м). Крепление шинпроводов при прокладке по фермам выполняется на подвесках (рис. 27,а), при прокладке по стенам и колоннам — на кронштейнах (рис. 27,б) и при прокладке над полом — на стойках (рис. 27,в). Шинпроводы закрепляются на подвесках, кронштейнах и стойках таким образом, что они могут свободно перемещаться при изменении линейных размеров вследствие колебаний температуры. Пример такого закрепления шинпроводов серии ШРА показан на приведенном ранее рис. 27. Шинпроводы закрепляются на

конструкциях при помощи лапок, захватывающих отогнутые края коробов шинопроводов и не препятствующих продольным перемещениям последних.

Ниже приводится описание работ по монтажу распределительных шинопроводов серии ШРА.

До начала монтажа шинопроводов в соответствии с указаниями проекта устанавливаются опорные конструкции. Секции шинопроводов и все входящие в комплект изделия доставляются в монтажную зону в упакованном виде

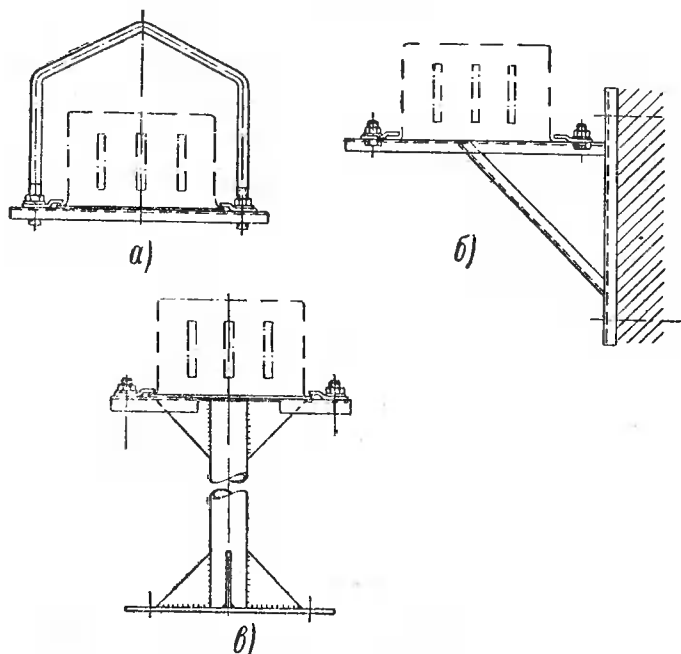


Рис. 27. Конструкции для крепления шинопроводов.  
а — подвеска; б — кронштейн; в — стойка.

и в количествах, намеченных для монтажа, в течение текущего рабочего дня разносятся по трассе. После этого секции распаковываются, слегка встряхиваются (для установления по звуку отсутствия внутри короба отломившихся частей), очищаются от пыли и укладываются на деревянные подставки либо козлы; смазка, нанесенная на контактные поверхности для их консервации, заменяется свежим вазелином.

Секции соединяются вместе по две или по три и в виде такого собранного блока поднимаются и устанавливаются на подготовленных ранее опорах; возможны также подъем и установка секций в отдельности. Окончательное закрепление секций на опорах осуществляется после соединения секций (т. е. соединения их шин и скрепления коробов).

Для соединения секций совмещаются отверстия в контактных поверхностях их шин. Шины соединяются болтами. После соединения шин концы коробов соединяются винтами и монтажные окна закрываются крышками.

Для создания непрерывной электрической цепи заземления выполняется сварное соединение перемычек со скобами коробов; эти перемычки являются также местом присоединения короба шинопровода к заземляющей сети.

Все ответвительные коробки, вводные коробки и коробки с указателями напряжения, так же как и секции шинопроводов, доставляются к месту монтажа в упакованном виде. Перед установкой на шинопроводы коробок проверяются их исправность, состояние изоляции; загрязненный вазелин на контактных частях заменяется чистым. Для установки ответвительной коробки на секции шинопровода в месте установки снимается заглушка и на зачищенных местах короба (у винтов) загрязненный вазелин заменяется чистым; то же делается и на зачищенных местах коробки. Коробка с присоединенными проводами устанавливается на шинопроводы и закрепляется на них винтами. Для обеспечения снятия или установки коробки без отсоединения проводов независимо от рода проводки участок линии длиной 0,5 м в месте подвода к ответвительной коробке должен быть гибким.

Вводная коробка устанавливается на стыке двух секций на монтажном окне; во вводной коробке через пластины осуществляется присоединение питающей линии к шинам шинопровода. Монтаж вводной коробки выполняется следующим образом. В стыке между шинами одноименных фаз устанавливаются пластины. После их установки сболчиваются соединяемые шины и находящаяся между ними пластина. После выполнения соединений на монтажном окне устанавливается корпус вводной коробки (его установка аналогична установке ответвительной коробки). Установка коробок с указателем напряжения выполняется аналогично установке ответвительных коробок. На концах крайних секций устанавливаются торцовые заглушки.

Перед подачей напряжения на смонтированные шинопроводы проверяется наличие крышек на всех окнах (не закрытых коробками) и торцовых крышек на концах секций, надежность металлической связи короба шинопровода с заземляющей сетью и заземляемых элементов токоприемников с коробом шинопровода, а также соответствие проектно-расчетным данным номинальных токов плавких



вставок предохранителей и расцепителей и уставок автоматов. Шинопровод при отключенных ответвлениях должен быть испытан переменным током 1000 в, 50 гц в течение 1 мин (ПУЭ 1-8-27).

Монтаж магистральных шинопроводов, с точки зрения организации, мало отличается от монтажа распределительных шинопроводов. Как и для распределительных шинопроводов, монтаж начинается с установки опорных конструкций, доставки на место монтажа (на трассу) секций, их распаковки и проверки. Дальнейший монтаж проводится соответственно конструктивным особенностям шинопроводов.

Ниже приводится примерное описание монтажа магистральных шинопроводов серии ШМА59.

После доставки в монтажную зону секции распаковываются и укладываются на деревянные настилы. Затем снимаются крышки, закрывающие участки одноболтовых соединений, секции очищаются от пыли, тщательно осматриваются, загрязненная смазка на контактных поверхностях шин заменяется чистой. Магистральные шинопроводы при прокладке по фермам, по стенам и колоннам устанавливаются на кронштейнах. Магистральные шинопроводы при прокладке по стенам и колоннам могут занимать горизонтальное и вертикальное положения, но ось болтового сжима должна быть расположена только горизонтально; во всех случаях должна быть обеспечена возможность съема крышек для обслуживания болтового соединения. Одноболтовое соединение секций осуществляется в следующем порядке: совмещаются концы стыкуемых секций так, чтобы совпали оси всех отверстий; в отверстия концов двух крайних, прилегающих друг к другу шин вставляется трубчатый изолятор; в просвет, образованный концами двух шин и концами следующих четырех шин, вставляются два дисковых изолятора с алюминиевыми шайбами, в которые продвигается трубчатый изолятор. Далее трубчатый изолятор продвигается в отверстия в концах четырех шин, потом опять вставляются два дисковых изолятора с шайбами, трубчатый изолятор продвигается дальше и так повторяется до тех пор, пока трубчатый изолятор не выйдет за пределы крайних шин. Затем через трубчатый изолятор продевается шпилька с навернутой на одном конце гайкой, с надетыми перемычкой заземления, малой втулкой, опорной шайбой и круглым изолятором с шайбой. На вышедший из трубчатого изолятора конец шпильки на-

деваются вторые круглый изолятор и опорная шайба; устанавливаются тарельчатые пружины, в которые вводится большая центрирующая втулка, и наворачивается вторая гайка; этим заканчивается сборка одноболтового соединения. Для обеспечения давления на контактных поверхностях 12—14 т — у шинопроводов 4 000 а, 7—8 т — у шинопроводов 2 500 а, 5—6 т — у шинопроводов 1 500 а собранное одноболтовое соединение подвергается контролируемой затяжке. Степень затяжки контролируется положением наружной поверхности верхней тарельчатой пружины. Для определения этого положения служит мерительная скоба.

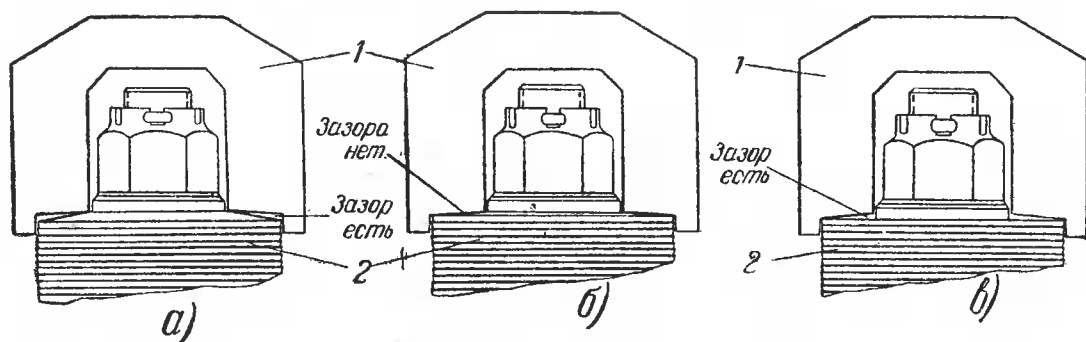


Рис. 28. Применение мерительной скобы.

а — неправильно (не дотянут); б — правильно; в — неправильно (перетянут); 1 — мерительная скоба; 2 — пружины тарельчатые.

мерительная скоба (применение скобы иллюстрируется рис. 28). Зазор между скобой и наружной поверхностью тарельчатой пружины не должен превышать 0,05 мм. После того как осуществлена затяжка всех одноболтовых соединений, неизолированные участки соединения покрываются теплоустойчивой краской или же изолируются любым другим равноценным способом. Затем привертываются крышки стыковых участков и концы заземляющей перемычки приболчиваются к обоймам под один из двух средних болтов ярма, которые не использованы для крепления лапок.

Смонтированный шинопровод закрывается чехлом до окончания строительных и отделочных работ.

Перед включением изоляция шинопроводов должна проверяться напряжением 1 000 в в течение 1 мин.

Эксплуатация шинопроводов должна производиться в полном соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации электротехнических установок».

Учитывая конструктивные особенности шинопроводов при их эксплуатации, также следует иметь в виду следующие

щее. Не реже 1 раза в 3 мес. и после каждого аварийного отключения у шинопроводов должны ревизоваться контактные соединения шин, изоляторы и коммутационная и защитная аппаратура. Шины и изоляторы периодически должны очищаться от пыли продувкой сжатым воздухом при максимально возможном количестве снятых съемных частей короба. Детали шинопроводов, в которых при осмотре или ремонте обнаружены непоправимые повреждения, должны заменяться новыми; эти новые детали должны быть взяты из запасных деталей, поставляемых вместе с шинопроводами. При производстве сварочных работ вблизи шинопроводов с изолированными шинами должны быть приняты меры, исключающие попадание на шины искр, могущих повредить изоляцию этих шин. При ремонте и покраске помещений необходимо закрывать шинопроводы для предохранения их от воды, пыли, цементного раствора, краски и т. п., которые могут попасть внутрь; закрывать следует таким образом, чтобы вентиляция шин в шинопроводах не ухудшалась. Не разрешается сидеть и ходить по шинопроводам, класть на них или подвешивать к ним какие-либо предметы. Установку и снятие ответвительных коробок распределительных шинопроводов допускается выполнять только после отключения потребителя, питающегося от коробки. После снятия ответвительных коробок окна, на которых они были установлены, должны закрываться крышками. Штанги, предназначенные для отключения с пола автоматов ответвительных коробок, должны храниться в определенном месте.

---

## БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

### ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ

Анастаснев П. И., Сооружение и монтаж воздушных линий электропередачи напряжением до 1 000 в (выпуск 35)

Ключев В. И., Выбор электродвигателей для производственных механизмов (выпуск 36)

Мишустина Л. И., Воздушные автоматические установочные выключатели серии АЗ100 (выпуск 37)

Кожин А. Н., Релейная защита линий 3—10 кв на переменном оперативном токе (выпуск 38)

Карпов Ф. Ф., Козлов В. Н., Лоодус О. Г., Автоматизация насосных установок (выпуск 39)

Лвиновичский И. Я., Соединения кабелей (выпуск 40)

Якобсон И. А., Опрессование контактных соединений проводов и тросов (выпуск 41)

Булавин Н. П., Селеновые выпрямители (выпуск 42)

Ермолаев И. Н., Магнитные пускатели переменного тока (выпуск 43)

Каминский Е. А., Звезда и треугольник (выпуск 44)

Киселев П. Л., Вибрация электрических двигателей и методы ее устранения (выпуск 45)

Гринберг Г. С. и Дейч Р. С., Электромонтажные изделия (выпуск 46)

Чернев К. К., Обслуживание распределительных устройств высокого напряжения (выпуск 47)

Плетнев Л. Ф., Реле прямого действия, их наладка и проверка (выпуск 48)

Слонский В. В., Электродуговая сварка алюминиевых шинопроводов переменным током (выпуск 49)

Белов Г. В., Монтаж токопроводов из шин коробчатого сечения (выпуск 50)

Жуков Е. П., Монтаж проводов вторичной коммутации (выпуск 51)

Иевлев В. И. и Рябцев Ю. И., Монтаж трансформаторов напряжением 500 кв (выпуск 52)

### ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ

Клюев С. А., Осветительные сети производственных помещений

Шувалов К. И., Простейшие схемы автоматического управления электроприводами

Ашкенази Г. И. и Холмянский Р. М., Электрооборудование зрелищных зданий