

Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Г. В. БЕЛОВ

**МОНТАЖ
ТОКОПРОВОДОВ ИЗ ШИН
КОРОБЧАТОГО
СЕЧЕНИЯ**

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

52785

80

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 50

Г. В. БЕЛОВ

МОНТАЖ ТОКОПРОВОДОВ
ИЗ ШИН КОРОБЧАТОГО
СЕЧЕНИЯ

752785



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1961 ЛЕНИНГРАД

ЭЭ-33

В брошюре приводится описание работ по изготовлению и монтажу алюминиевых токопроводов коробчатого сечения. Даются рекомендации по применению наиболее современных экономических способов сварки алюминиевых шин различных профилей, а также технология изготовления и монтажа шин коробчатого сечения.

Брошюра рассчитана на монтеров, мастеров-монтажников.



6П2.14 Белов Георгий Васильевич

Б 43 Монтаж токопроводов из шин коробчатого сечения.

М.—Л., Госэнергоиздат, 1961.

48 с. с черт. (Б-ка электромонтера. Вып. 50.)

6П2.14

Редактор Смирнов В. Н.

Техн. редактор М. М. Широкова

Сдано в набор 12/V 1961 г.

Подписано к печати 6/VII 1961 г.

Формат бумаги 84×108¹/₃₂

2,46 п. л.

Уч.-изд. л. 2,7

T-08328

Тираж 10 000

Цена 9 коп.

Зак. 264

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТОКОПРОВОДАХ

Электрическая связь мощных генераторов с подключаемыми к ним в блок повысительными трансформаторами осуществляется в настоящее время главным образом алюминиевыми токопроводами большого сечения. На тепловых электростанциях такие токопроводы обычно состоят из двух конструктивно отличных друг от друга частей (рис. 1). Внутри машинного зала токопровод представляет собой пакет жестких алюминиевых шин, укрепленный на опорных изоляторах. На открытом воздухе от стены машинного зала до портала трансформатора токопровод выполняется в виде гибкой подвески нескольких проводов в фазе, укрепленных на натяжных изоляторах. Преимущество гибкой подвески по сравнению с жесткой ошиновкой заключается в меньших затратах на устройство токопроводов, а также в том, что отпадает необходимость в установке промежуточных опорных конструкций, которые затрудняют устройство транспортных путей, каналов, циркуляционной воды и других инженерных сооружений на открытой подстанции.

Однако гибкая подвеска проводов внутри машинного зала не может быть осуществлена из-за больших габаритов в сравнении с токопроводом из жестких шин.

Для каждого отдельного случая конструкцию токопроводов, их сечение и форму выбирают, исходя из местных условий, в соответствии с технической и экономической целесообразностью.

На электростанциях для связи генераторов с трансформаторами широко применяются токопроводы из алюминиевых плоских шин сечением $1\,000\text{--}1\,200\text{ мм}^2$, собираемых в пакеты по две, три и четыре полосы в фазе, с расстоянием между шинами, равным толщине полосы (рис. 2,а).

Однако передача мощности с помощью собранных в пакеты плоских шин ограничивается тем, что пропускная способность таких пакетов повышается не пропорциональ-

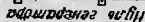


Рис. 1. Схема токопровода, соединяющего генератор с повышающим трансформатором.

1—выход генератора; 2—шины короче
частого сечения; 3—провода гибкой
части; 4—плоская шина; 5—трансфор-
матор тока; 6—проходной изолятор;
7—опорный изолятор; 8—переход-
ный элемент; 9—компенсатор;
10—шпандержатель.

10 — шинодержатель.

но увеличению количества в них шин, а значительно медленнее. Если, например, допустимая токовая нагрузка на одну алюминиевую плоскую шину сечением 100×10 мм равна 1 820 а, то нагрузка на три такие же шины, собранные в пакет, составляет 3 650 а, т. е. только вдвое больше. Добавление еще одной, четвертой, шины повышает пропускную способность пакета всего лишь на 500 а.

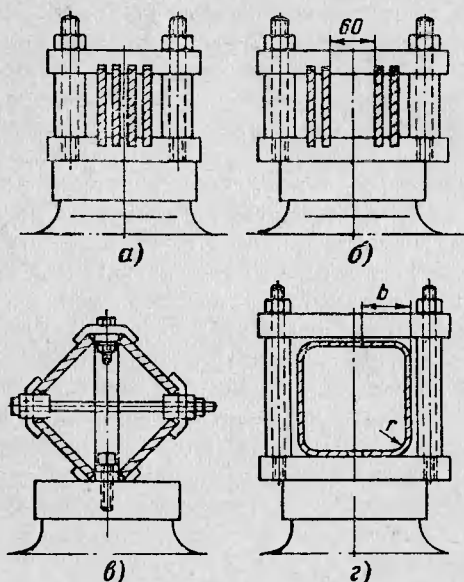


Рис. 2. Конструкция токопроводов.

а — пакет из плоских шин; б — пакет с увеличенным расстоянием между внутренними шинами; в — полный пакет из плоских шин; г — пакет из двух шин корытного сечения.

Поэтому пакеты с количеством шин более четырех не применяются.

Незначительное повышение пропускной способности пакета с увеличением количества шин в нем объясняется свойством переменного тока распределяться не по всему сечению проводника равномерно, а как бы оттесняться к его поверхности — явление, называемое поверхностным эффектом. Кроме того, собранные в пакет плоские шины находятся в различных условиях естественного охлаждения: наружные — в более благоприятных, чем внутренние, вследствие чего внутренние шины, как более нагретые, могут быть нагружены меньшим током.

Вследствие этого размещать большое количество проводникового материала в середине поперечного сечения проводника нецелесообразно, поскольку это ведет к нерациональному расходу цветного металла и повышению стоимости токопровода.

Стремление к более полному использованию проводникового материала привело к применению пакетов из четырех плоских шин, расщепленных на две части, с увеличенным расстоянием между внутренними шинами до 60 мм (рис. 2,б). Такая конструкция пакета позволяет несколько снизить дополнительные потери мощности, но одновременно усложняет и удорожает монтаж токопроводов.

Значительное снижение дополнительных тепловых потерь и более рациональное использование проводникового материала были достигнуты применением полых пакетов, состоящих из четырех плоских шин, расположенных по сторонам квадрата с зазорами между шинами (рис. 2,в).

Однако необходимость установки такого пакета ребром на головку опорного изолятора с целью улучшения условий естественной вентиляции в значительной мере ухудшает и усложняет конструкцию и монтаж таких токопроводов, в особенности на участках, имеющих изгибы.

Непрерывное повышение мощности генераторов привело к увеличению токов до величины, превосходящей 10 000 а и потребовало применения более совершенных и современных конструкций токопроводов. Задача выбора рациональной конструкции токопроводов для электрических установок большой мощности была решена применением токопроводов из алюминиевых шин коробчатого сечения. Каждая фаза такого токопровода собирается из двух шин корытного профиля, обращенных полками друг к другу, образуя в сечении полый квадрат (рис. 2,г). Две шины между собой свариваются с помощью сухарей, заложенных с заданными промежутками в зазор между шинами. Зазор оставляется для естественного охлаждения внутренней полости шин.

Форма шин коробчатого сечения выбрана с учетом уменьшения влияния поверхностного эффекта. Кроме того, шины коробчатого сечения, имея высокий момент сопротивления, способны надежно противостоять электродинамическим усилиям, возникающим при коротких замыканиях.

Дополнительные тепловые потери в таких токопроводах несколько выше, чем в полых пакетах из плоских шин. Однако вследствие механической прочности и простоты из-

готовления и монтажа токопроводов из профильных шин, позволяющих значительно сократить время сооружения токопроводов, они находят себе все более широкое применение для передачи энергии в крупных электрических установках.

Для сравнения пропускной способности токопроводов различной конструкции в табл. 1 приведены данные о допустимых для них нагрузках:

Таблица 1

Конструкция пакета	Номер рисунка	Размеры сечения шины, мм	Площадь поперечного сечения пакета, мм ²	Допустимая нагрузка на пакет, а
Пакет из плоских шин	2,а	100×10	4 000	4 150
	2,а	120×10	4 800	4 650
Пакет из плоских шин с увеличенным расстоянием между внутренними шинами	2,б	100×10	4 000	4 230
	2,б	120×10	4 800	4 740
Полый пакет из плоских шин	2,в	100×10	4 000	6 200
	2,в	120×10	4 800	7 300
Пакет из двух шин корытного сечения	2,г	150×65×7	3 570	5 650
	2,г	175×80×8	4 740	6 430

Размеры выпускаемых промышленностью алюминиевых шин корытного сечения, а также площади поперечного сечения собранных из двух таких шин пакетов (рис. 2,г) и допустимые на них токовые нагрузки, приведены в табл. 2.

Нормальная длина шин 6—7,5 м.

Применение в электрических установках большой мощности алюминиевых шин потребовало изыскать более надежные способы соединения их между собой, чем это может быть достигнуто при широко распространенном соединении шин болтами. Ненадежность болтовых контактных соединений происходит из-за того, что алюминий является материалом пластичным и неустойчивым против коррозии. При прокладке алюминиевых шин в сырых помещениях и вне зданий необходимо применять защитные меры, предо-

храняющие болтовые контактные соединения от окисления.

Наиболее надежным способом соединения шин является сварка их, так как переходное сопротивление сварных соединений не отличается от сопротивления шины в целом месте и со временем не изменяется, вследствие чего такие соединения в процессе эксплуатации не требуют ухода.

Таблица 2

Размеры шин корытного сечения, мм				Площадь поперечного сечения пакета из двух шин, мм ²	Допустимая токовая нагрузка на пакет из двух шин, а
a	b	c	r		
75	35	5,5	6	1 390	2 670
100	45	4,5	8	1 550	2 820
100	45	6	8	2 020	3 500
125	55	6,5	10	2 740	4 640
150	65	7	10	3 570	5 650
175	80	8	12	4 880	6 430
200	90	10	14	6 870	7 550
200	90	12	16	8 080	8 830
225	105	12,5	16	9 760	10 300
250	115	12,5	16	10 900	10 800

Кроме того, сварные соединения обладают достаточной механической прочностью, просты и дешевы в изготовлении. Поэтому при изготовлении и монтаже шин, особенно крупного сечения, необходимо стремиться к тому, чтобы максимально возможное количество соединений шин выполнялось сваркой.

Передача электроэнергии сопровождается потерями не только в токопроводах, но и в опорных и ограждающих стальных конструкциях, а также в стальной арматуре железобетонных сооружений, находящихся в непосредственной близости от токопроводов. При больших токах потери могут достигать такой величины, при которой температура стальных элементов может повыситься до опасного значения.

Для уменьшения нагрева на ближайших к шинам металлических конструкциях устанавливаются размагничивающие кольца, которые, охватывая балку, образуют короткозамкнутые витки.

Магнитный поток в металлических конструкциях, вызывающий нагрев их за счет перемагничивания и вихревых токов, ослабляется встречным потоком, обусловленным протеканием тока в короткозамкнутых витках, вследствие чего потери в конструкциях, а следовательно, и нагрев их уменьшаются. Размагничивающие кольца изготавливаются из алюминиевых плоских шин шириной 80—100 мм.

Токопроводы из шин коробчатого профиля могут быть открытые или закрытые.

В последнее время для связи генераторов мощностью 100 Мвт и выше с повысительными трансформаторами находят применение закрытые токопроводы коробчатого или кольцевого сечения, каждая фаза которых защищена алюминиевыми прямоугольной или цилиндрической формы кожухами.

Основное преимущество закрытых токопроводов состоит в повышении надежности работы мощной электрической установки, так как исключается возможность междофазного короткого замыкания на участке генератор — трансформатор, при котором возникающие электродинамические силы могут вызвать деформации лобовых частей обмоток генератора и вывести его из строя на продолжительное время. В таких токопроводах создаваемое током в фазовом проводнике магнитное поле, пронизывая кожух, наводит в нем вихревые токи, которые вследствие высокой проводимости алюминия достигают значительной величины.

Вихревые токи образуют в кожухе встречное поле, ослабляющее основное поле проводника, вследствие чего электродинамические силы при коротком замыкании воспринимаются не столько токопроводящими шинами, сколько более прочным, имеющим высокий момент сопротивления кожухом, что значительно повышает механическую прочность закрытого токопровода.

Преимуществом закрытых токопроводов является также то, что кожух предохраняет изоляцию от влаги и пыли; это позволяет осмотры токопроводов производить во время эксплуатации более редко. Выполненные сваркой контактные соединения токопроводов способствуют увеличению промежутков времени между осмотрами.

Весьма существенным преимуществом закрытых токопроводов является и то, что они вместе с опорными стальными конструкциями могут быть изготовлены на заводе и поставлены блоками на место монтажа. Индустриальный способ изготовления закрытых токопроводов и монтаж их блоками способствуют сокращению сроков и снижению затрат при сооружении мощных электрических установок.

К недостаткам закрытых токопроводов относятся: высокая стоимость их, весьма большой расход цветного металла, ухудшенные условия охлаждения, требующие при значительных токах применения принудительной системы вентиляции, а также потери энергии в кожухе.

На рис. 3 приведена одна из конструкций фазы закрытого токопровода.

В настоящей брошюре приводится описание изготовления и монтажа открытых токопроводов из шин коробчатого сечения, конструкция которых в настоящее время наиболее распространена при соединениях в блок мощных турбогенераторов с повысительными трансформаторами.

Сооружение токопроводов разделяется на следующие три основные группы операций:

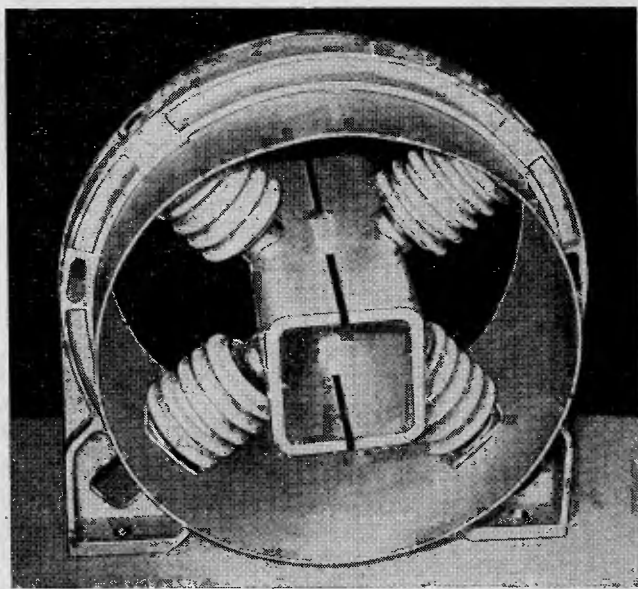


Рис. 3. Конструкция фазы закрытого токопровода.

а) разметка трассы, изготовление и установка металлоконструкций, установка на них опорных и проходных изоляторов, трансформаторов тока и прочей аппаратуры;

б) изготовление пакетов шин токопровода;

в) монтаж пакетов шин и подсоединение их к электрическим машинам и аппаратам.

Ниже приводится описание изготовления и монтажа токопроводов, причем основное внимание уделено вопросам сварки алюминиевых шин коробчатого сечения.

Операции, отнесенные к группе «а», выполняются общеизвестными способами, применяемыми при всех видах ошиновки, и поэтому описание их здесь не дается.

2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПАКЕТОВ ШИН

Изготовление пакетов шин коробчатого сечения для токопровода может быть осуществлено в приобъектных или центральных монтажных мастерских, а также непосредственно на месте монтажа. Пакеты шин изготавливаются по размерам, указанным в рабочих чертежах, с предварительным уточнением их по месту. Пакеты шин изготавливаются по-фазно отдельными участками, форма и размеры которых зависят от длины и конфигурации токопроводов, а также от устанавливаемой на них аппаратуры. При монтаже изготовленные участки токопроводов соединяются между собой главным образом в стык сваркой непосредственно или посредством компенсаторов. Так как при изготовлении пакетов шин выполнять сварочные работы проще и удобнее, чем при их монтаже, необходимо стремиться к тому, чтобы длина изготавливаемых участков была наибольшей, а количество — наименьшим. Это ограничивается условиями удобства изготовления и транспорта длинных участков, наличием компенсаторов, размерами помещения мастерской и т. п. Кроме того, при определении количества и размеров участков предусматривается, чтобы стыки их были в местах, удобных и легко доступных для производства сварочных работ во время монтажа токопроводов.

Пакеты шин могут быть прямолинейными или иметь один или несколько изгибов. Прямые пакеты шин изготавливаются путем сварки по длине двух профильных шин с помощью сухарей для получения заданного зазора.

При изготовлении пакетов шин, имеющих изгибы, вначале сваривается каждая из профильных шин в отдельности (рис. 4), после чего шины проверяются по шаблону и

при необходимости производится их правка. Затем обе шины свариваются между собой по длине с помощью сухарей точно так же, как и прямолинейные участки. Как это видно из рисунка, каждая из шин имеет зеркальное изображение. Это обстоятельство необходимо учитывать при заготовке отрезков профильных шин и главным образом при обрезании концов их под углом.

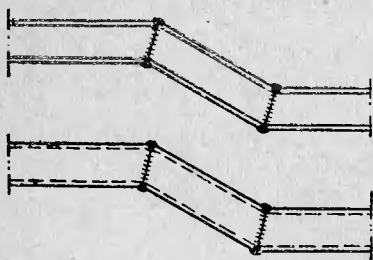


Рис. 4. Две продольные половины участка пакета шин козырного сечения, изготовленные в зеркальном изображении.

При изготовлении пакетов шин необходимо следить за тем, чтобы расстояния между сухарями соответствовали проекту, чтобы сухари фаз находились на одной прямой, поперечной к оси токопровода, а также, чтобы сухари не оказались в местах крепления пакетов шин к опорным изоляторам (рис. 5). Для этого при изготовлении пакетов шин в монтажных мастерских необходимо перед заваркой сухарей наметить на шинах места крепления их к опорным изоляторам. При изготовлении пакетов шин на месте монтажа токопровода перед заваркой сухарей шины укладываются на опорные изоляторы и разметка мест заварки сухарей осуществляется по месту.

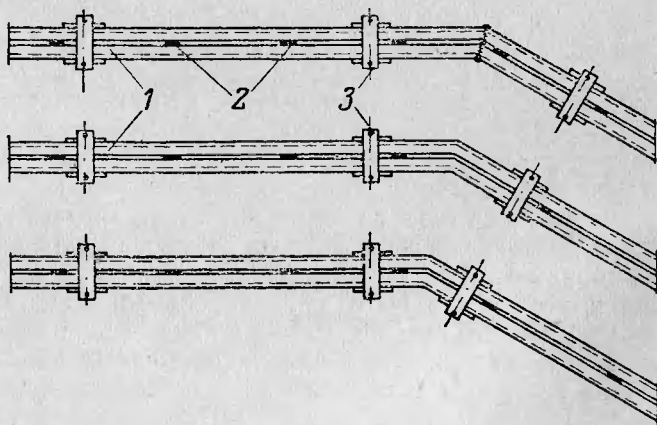


Рис. 5. Размещение сухарей на фазах токопровода.
1 — шина; 2 — сухари; 3 — шинодержатели.

Описанный выше в общих чертах процесс изготовления пакетов шин коробчатого профиля разбивается на ряд работ, более подробное описание которых в отдельности приводится ниже.

К числу этих работ в порядке технологической последовательности относятся: а) правка шин; б) разметка шин; в) резка шин; г) изгибание шин; д) сварка профильных шин между собой; е) сварка профильных шин с плоскими; ж) приварка компенсаторов к профильным шинам; з) приварка переходных плакированных пластин.

Правка шин коробчатого сечения обычно не составляет особых трудностей и не требует каких-либо специальных приспособлений и продолжительного времени, поскольку шины, поступающие в мастерские, имеют незначительную кривизну. Такая кривизна легко устраняется с помощью домкрата или рычага, давление которых передается на шину посередине между двумя опорами, на которых она установлена для правки.

Местные небольшие повреждения профильных шин в виде вмятин и искривления кромок выправляются ударами кувалды по поврежденному месту шины, уложенной на ровной стальной плите. Правка шин кувалдой должна производиться через специальную стальную гладилку.

Гораздо труднее поддаются правке профильные шины, имеющие значительные повреждения, которые могут появиться в результате небрежного обращения с ними при транспортировании и хранении.

Работа по выправлению таких повреждений отнимает много труда и времени, однако необходимые результаты дает не всегда, и поврежденные места в этих случаях приходится вырезать.

Разметка шин производится по размерам, взятым из рабочих чертежей, с обязательным уточнением их размерами трассы токопроводов в натуре. Разметку шин следует производить с особой тщательностью во избежание ошибок и неточностей, следствием которых может быть непоправимый брак. Ввиду того, что грани шин коробчатого сечения закруглены, разметка их с помощью слесарного угольника и линейки затруднительна, и необходимая точность разметки при этом достигается за счет затраты лишнего времени. Поэтому для разметки таких шин применяются специальные шаблоны, изготовленные из листовой стали толщиной 1,5—2 мм. Особенно удобно осуществляется с помощью шаблонов разметка шин в местах их

резки под углами, отличными от прямого. На рис. 6 приведен эскиз шаблона из листовой стали для разметки шин корытного сечения размером $200 \times 90 \times 10$ мм при необходимости разрезания их под углом $67^\circ 30'$ к продольной оси шины. При изготовлении шаблона удобнее пользоваться дополнительным углом $22^\circ 30'$, который указан на развертке шаблона (рис. 6, б).

Обычно при изготов-

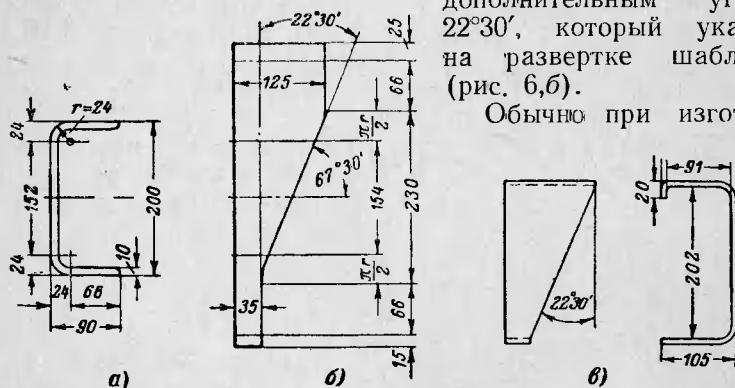


Рис. 6. Шаблон из листовой стали для разметки шин корытного сечения при разрезании их под углом $67^\circ 30'$ к продольной оси шины.

а — сечение шины; б — развертка шаблона; в — готовый шаблон.

лении токопроводов резку шин корытного сечения приходится выполнять под углами 45° , 60° , $67^\circ 30'$, 75° и 90° к продольной оси шины.

Наличие соответствующих шаблонов у монтера-ошиновщика позволяет быстро и точно осуществить разметку мест резки шин.

Разметка плоских частей шины (полок или стенки) осуществляется с помощью угольника, линейки и штангеля.

Резка шин является наиболее трудоемким видом работ при изготовлении токопроводов. Резка шин производится при заготовке отрезков и при изгибании шин, а также при подготовке кромок шин для сварки в процессе монтажа. Поэтому этот вид работ осуществляется механизированным способом.

Наиболее производительна резка алюминиевых шин любого профиля, толщина которых обычно не превышает в электрических установках 20 мм, может быть осуществлена с помощью газодуговой установки типа УДР-2-58, способной разрезать алюминий толщиной до 40—50 мм по любому (прямолинейному или криволинейному) на-

правлению, вырезать в металле отверстия любой конфигурации, а также срезать кромки при подготовке шин к сварке.

Весьма эффективно резка продольных шин может быть также осуществлена при применении приводных ножовок или циркулярных пил. Из этих механизмов циркулярная пила более удобна, так как с ее помощью можно производить не только разрезание шин на части, но и делать в профильных шинах надрезы и вырезы, необходимые при их изгибании и сварке с плоскими шинами.

Обычно применяемые на монтажных объектах маятниковые циркулярные пилы, оборудованные фрезами, выступающими над столом на 20—30 мм, приспособлены для резки плоских шин. Резание профильных шин в поперечном направлении такой фрезой приходится выполнять за 3 раза (сначала, например, разрезается стенка шины, затем — поочередно полки), что в значительной степени снижает производительность механизма, так как неоднократная установка и закрепление шины на столе маятниковой пилы требуют затраты большого времени.

Производительность маятниковой пилы при резке алюминиевых профильных шин может быть значительно повышена, если вместо фрезы установить пильный диск диаметром 300—350 мм, употребляемый в деревообделочном производстве. В этом случае величина выступа диска над поверхностью стола будет достаточной для разрезания шины за 1 раз.

Маятниковая пила должна быть оборудована приспособлением, позволяющим надежно закреплять шину на поверхности стола в любом, необходимом для резки положении.

Изгибание профильных шин в направлении, когда стенка ее изгибается на плоскость, а полки оказываются вне угла изгиба, производится с предварительным разрезанием по линии изгиба обеих полок шины. Если же полки шины оказываются при изгибании внутри угла изгиба, то в них вырезаются равнобедренные треугольники с углами при вершине, равными углу изгиба.

Затем подготовленная для изгибания профильная шина зажимается в тисках непосредственно у места разреза полок и изгибается на требуемый угол, который проверяется шаблоном. После изгибания шина, если это требуется, выправляется так, чтобы концы изогнутой шины находились в одной плоскости. Полки ее завариваются непосредствен-

но или с помощью алюминиевой вставки (рис. 7), толщи-
на которой равна толщине полки шины.

При изгибании в другом направлении (когда полки
изгибаются на плоскость) шины разрезаются под углом,
равным половине угла поворота шины, и затем сварива-
ются между собой в стык (рис. 8). При этом необхо-
димо иметь в виду, что
концы отрезков шин долж-
ны иметь зеркальное изоб-
ражение.

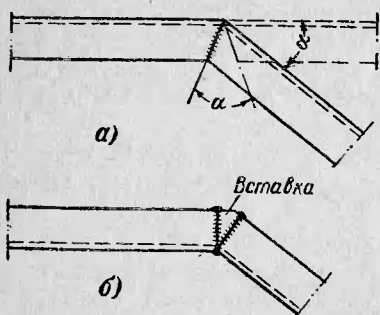


Рис. 7. Изгиб профильных шин.
а — при расположении полок внутри уг-
ла изгиба; б — при расположении полок
вне угла изгиба.

Необходимо также иметь
в виду то, что концы изго-
тавливаемых участков в ме-
стах, где стыки их со смеж-
ными участками токопрово-
дов приходятся на горизон-
тальной части трассы, не-
обходимо отрезать под уг-
лом 45° , как это указано
на рис. 9. Делается это с

с целью избежания наложения потолочного шва, кото-
рый, как известно, труден, кропотлив, связан с большими
неудобствами и порой неосуществим, когда, например, ме-
жду перекрытием (полом) и шиной не представляется
возможным разместить сварочную горелку.

Сварка профильных шин между собой в стык по-
перечным швом производится в специальных шаблонах.
Конструкция шаблонов должна позволять удобно и быстро

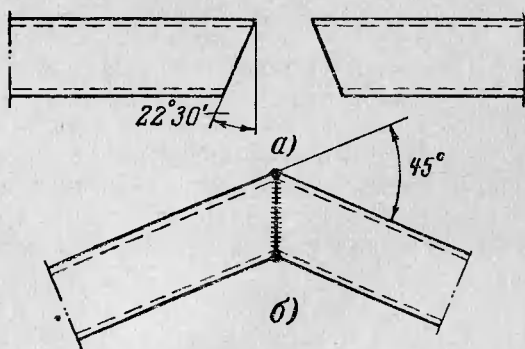


Рис. 8. Изгиб шин под углом 45° в плоскости
полок.
а — заготовка шин; б — сваренные под углом шины.

закреплять и точно фиксировать свариваемые шины, надежно уплотнять место сварки и в то же время допускать возможность свободного перемещения в них шин во избежание образования трещин в сварном шве при усадке металла во время остывания.

Для изготовления токопроводов необходимо иметь набор шаблонов для сварки в стык между собой поперечным швом профильных шин как по прямой линии, так и под

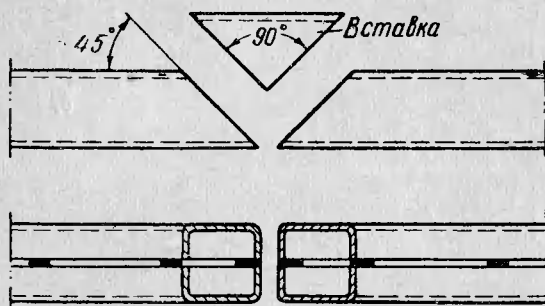


Рис. 9. Подготовка концов двух шин коробчатого профиля для сварки между собой с помощью вставки при монтаже на горизонтальном участке трассы. На боковых и верхней сторонах шин необходимо подготовить (разделить) кромки для аргонодуговой сварки. Нижний шов заваривается угольным электродом.

углами 30°, 45°, 60° и 90°. Такой набор шаблонов вполне достаточен для сварки шин, имеющих изгибы, включая и изгибы в виде «уток», которые также изготавливаются свариванием между собой отрезков шин, концы которых срезаны под углом.

Шаблон (рис. 10,а) представляет собой металлический лист толщиной 3—4 мм, согнутый в виде корыта и приваренный полками к стальной плите толщиной 8—10 мм (вместо изогнутого листа может быть применен также соответствующего размера обычный швеллер). На стенку и полки корытной части шаблона накладывается один или два слоя асбестового полотна или листового асбеста с таким расчетом, чтобы шаблон плотно прилегал к внутренней поверхности надетой на него шины корытного профиля. В то же время между полками профильной шины и плитой шаблона должен быть зазор в 10—15 мм. Асбест на корытную часть шаблона должен быть наложен так,

чтобы в месте наложения сварного шва образовалась канавка глубиной 3—4 мм и шириной 20 мм, доходящая до полки шаблона. Во время сварки канавка заполняется расплавленным металлом, который после остывания образует внутренний валик, усиливающий сварной шов.

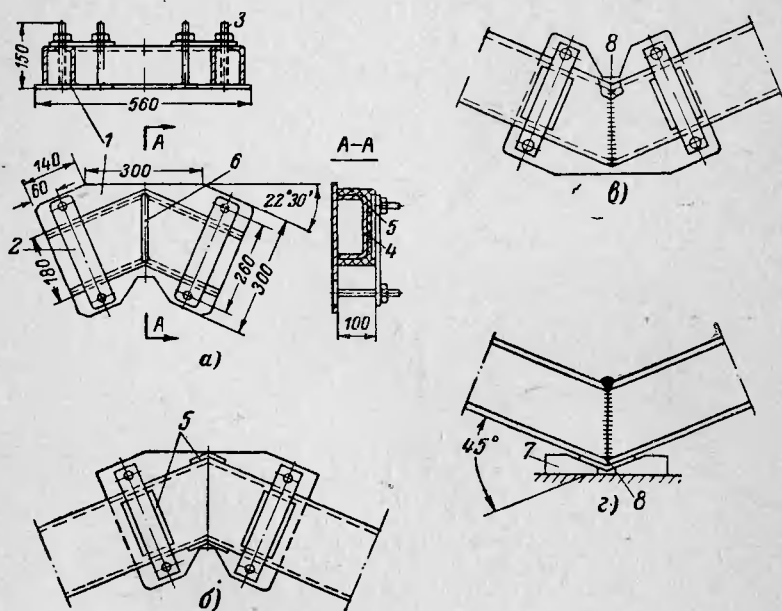


Рис. 10. Сварка двух шин размером $200 \times 90 \times 10$ мм под углом 45° .

а — шаблон для сварки; б — сварка стенки; в — сварка полки внутри угла; г — сварка полки вне угла изгиба; 1 — плита; 2 — накладка; 3 — шпилька М-12; 4 — короб; 5 — асбест листовой; 6 — канавка для усиления сварного шва; 7 — стальная подкладка; 8 — место наложения шва.

Шины в шаблоне закрепляются посредством двух стальных накладок и четырех ввернутых в плиту шпилек.

Между шинами и накладками для эластичности прокладывается листовой асбест, позволяющий шинам свободно перемещаться при усадке расплавленного металла шва. Сварка шин производится в следующей последовательности.

Закрепленным в шаблоне шинам придается горизонтальное положение (стенками вверх) и с торцов шва место сварки уплотняется листами асбеста (рис. 10, б). Края листов асбеста должны при этом выступать на 10—15 мм выше стенок шин. После указанной подготовки стенки шин

свариваются угольным электродом на переменном токе с обмазкой флюсом мест сварки и присадочных прутков. Затем, когда расплавленный металл шва затвердеет, шины вместе с шаблоном поворачиваются так, чтобы поочередно можно было осуществить заварку полок. При этом если шины свариваются под углом, то в первую очередь свариваются полки, находящиеся внутри угла. Для этого шины ставятся на пол или подкладку так, чтобы концы их расходились в стороны — вверх, а свариваемый шов оказался в горизонтальной плоскости (рис. 10, в). После уплотнения торцов шва листами асбеста производится заварка

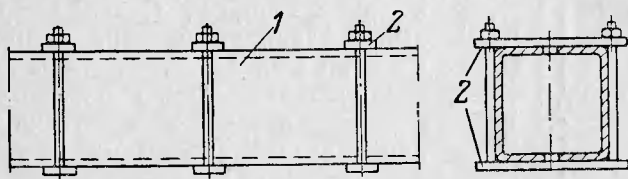


Рис. 11. Шаблон для продольной сварки профильных шин.

1 — шина; 2 — шаблон.

полок, находящихся внутри угла. Когда затвердеет металл, не меняя положения шин, снимается шаблон; под угол, образуемый внешними полками, подкладывается асбест, уплотняются торцы шва и производится заварка полок изнутри профильной шины (рис. 10, г).

По окончании сварки швы и прилегающие к ним участки шин тщательно со всех сторон промываются горячей водой и зачищаются стальной щеткой для удаления шлаковых образований и остатков флюса, после чего наплывы, неровности и заусенцы удаляются обрубкой. Особо тщательно (внешним осмотром) следует проверить качество сварных швов и главным образом убедиться в отсутствии в них трещин. При отсутствии трещин и других дефектов производится окраска швов и прилегающих к ним участков шин на длине 100 мм с каждой стороны. Краски применяются эмалевые или масляные, обычно употребляемые для отличительной окраски шин.

Как было указано выше, каждая фаза токопровода состоит из двух алюминиевых шин корытного сечения, сваренных между собой с помощью сухарей так, что в сечении пакет образует полый квадрат (рис. 2, г).

Для сварки обе профильные шины закрепляются в шаблоне полками друг к другу, с зазором между ними фиксируемым клиньями соответствующей толщины.

Эскизы шаблона и клина приведены на рис. 11 и 12.

Алюминиевые сухари длиной 80—100 мм изготавливаются из обрезков шин толщиной 10—12 мм и закладываются в зазоры между профильными шинами с расстояниями, указанными в рабочих чертежах.

Для заварки сухарей собранные в шаблонах шины укладываются горизонтально на специально выложенные

подкладки так, чтобы один из зазоров между полками находился сверху, а другой — внизу. Сначала производится заварка сухарей, заложенных в верхний зазор, затем шины поворачиваются так, чтобы нижний зазор оказался сверху, и в него напротив ранее заваренных, закладывается и заваривается такое же количество сухарей.

Во время заварки сухари удерживаются в зазоре приспособлением, которое одновременно уплотняет сварной шов, препятствуя вытеканию расплавленного металла из сварочной ванны (рис. 13).

После заварки каждого сухаря производится промывка, обрубка неровностей, осмотр и окраска. Заварка

сухарей производится угольным электродом на переменном токе.

Способы сварки шин. При изготовлении и монтаже токопроводов коробчатого сечения контактные соединения следует, как правило, выполнять сваркой. Болтовые контактные соединения надлежит сохранять лишь в местах присоединения шин к контактам электрических машин и коммутационных аппаратов, а также в случаях необходимости иметь в схеме токопроводов разъемы, обусловленные эксплуатационными требованиями.

Следует избегать устройства на токопроводах разъемных звеньев, предусматривающих возможность замены установленных на шинах аппаратов (например, шинных трансформаторов тока) в случае их повреждения в процессе эксплуатации.

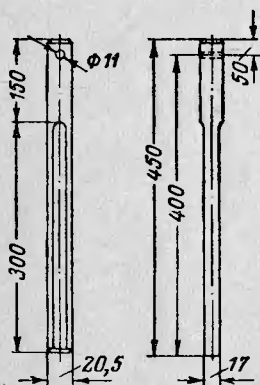


Рис. 12. Клин для продольной сварки профильных шин с зазором в 20 мм.

Замена вышедшего из строя аппарата должна производиться с разрезанием шин и последующей их заваркой.

Учитывая, что повреждение трансформаторов тока — случай весьма редкий и то, что некоторые повреждения их могут быть исправлены на месте, без снятия с шин, предусматривать такие разъемные звенья на шинах не имеет смысла.

В настоящее время сварка алюминиевых шин выполняется несколькими способами.

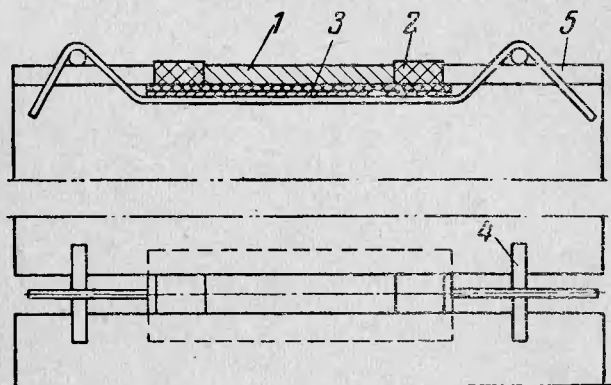


Рис. 13. Приспособление для заварки алюминиевых сухарей.

1—сухарь; 2—торцовое уплотнение из асбеста или пластин угля;
3—уплотнение из асбеста; 4—опорный валик; 5—профильная шина.

Для сварки алюминиевых плоских и профильных шин в монтажных мастерских и непосредственно на монтаже наибольшее распространение получили следующие способы:

1) Дуговая сварка угольным электродом на переменном токе.

2) Сварка в среде защитного газа — аргонодуговая сварка.

Дуговая сварка алюминиевых шин угольным электродом производится с применением раскисляющего и шлакообразующего флюса на постоянном или переменном токе.

По сравнению со способом сварки в среде защитного газа дуговая сварка угольным электродом, и особенно сварка на переменном токе, имеет ряд весьма существенных преимуществ. Возможность производить сварку с использованием широко распространенных стандартных сва-

рочных трансформаторов (без усложнения обычной для сварки черных металлов схемы сварочного поста) позволяет этому способу сварки считаться наиболее доступным и удобным.

Способ дуговой сварки угольным электродом, кроме того, более экономичен, так как требует применения недефицитных и недорогих материалов, перечень которых ограничен всего тремя наименованиями: флюс, угольные электроды и присадочные прутки, которые обычно изготавливаются на месте из отходов плоских алюминиевых шин.

Сварка угольным электродом алюминиевых шин толщиной до 20 мм производится без разделки кромок и без предварительного подогрева их от постороннего источника тепла. Это в значительной мере сокращает время, затрачиваемое на подготовительные работы, что также является положительной характеристикой этого способа.

Угольным электродом производится сваривание шин преимущественно в стык за один проход дуги, без подварки с обратной стороны.

Однако дугой угольного электрода возможно производить сварку только в нижнем горизонтальном положении шва с уплотнением его от вытекания металла снизу и с торцов.

Поэтому сварка угольным электродом применима в тех случаях, когда имеется возможность, поворачивая или наклоняя шины, выполнить сварку их в нижнем положении шва. Очевидно, что сварка шин этим способом весьма эффективно может быть применена при изготовлении токопроводов.

Невозможность выполнять сварку вертикальных и потолочных швов дугой угольного электрода является весьма серьезным недостатком этого способа и ограничивает применение его непосредственно на монтаже токопроводов.

В настоящее время для сварки токопроводов на монтаже применяется другой способ, сущность которого состоит в том, что дуга, электрод и сварочная ванна защищаются в процессе сварки струей инертного газа от окисляющего действия окружающего воздуха.

Для сварки алюминиевых шин в качестве защитного газа применяется технически чистый аргон первого состава. Сварка в среде аргона называется аргонодуговой.

Основное достоинство аргонодуговой сварки состоит в возможности производить сварку во всех пространственных положениях без уплотнения шва и в обеспечении вы-

сокого качества сварного соединения. Кроме того, сварка в среде аргона выполняется без применения флюсов, отчего сварные соединения получаются более стойкими против коррозии, чем при сварке угольным электродом.

На монтажных объектах применяются два способа аргонодуговой сварки.

Первый способ — ручная аргонодуговая сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродом. При этом способе сварка производится с помощью специальной горелки, а присадочный пруток подается в зону дуги вручную.

В качестве источника тока для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом используются стандартные сварочные трансформаторы. Схема сварочного поста при аргонодуговой сварке значительно сложнее, чем при сварке угольным электродом. Необходимость включения в схему осциллятора для облегчения возбуждения дуги и ее устойчивости, активного или емкостного сопротивления или аккумуляторной батареи для предупреждения выпрямления тока, а также наличие баллона с аргоном, шлангов и пр. делают сварочную установку громоздкой и неудобной для монтажных условий.

Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом связана с затратой значительного времени на подготовительные работы, что является существенным недостатком этого способа. При сварке шин толщиной 6 мм и более необходимо разделять кромки и подогревать перед сваркой стыки. Требуется тщательная очистка и обезжиривание кромок и прилегающих к ним участков шин, а также присадочных прутков. Кроме того, на месте сварки должна быть водопроводная вода для охлаждения сварочной горелки, а процесс сварки на ветру или сквозняке без специально принятых мер невозможен.

Второй способ — полуавтоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом. При этом способе сварка производится с помощью специальной горелки-пистолета, который при нажатии рычажка на его ручке подает в зону сварки аргон и присадочную проволоку (которая и является электродом).

Сущность сварки плавящимся электродом состоит в расплавлении кромок свариваемых элементов и непрерывно подаваемой в зону сварки электродной проволоки, горячей между ними дугой. Расплавленный металл свариваемых элементов и электрода, смешавшись, образует сварочную ванну. Затвердевая при остывании, металл сва-

рочной ванны образует шов, соединяющий кромки элементов. Во время сварки расплавленный металл и электродная проволока защищены от окисления струей аргона.

В качестве источника тока для этого способа сварки применяются стандартные сварочные генераторы (например, типа ПС-500).

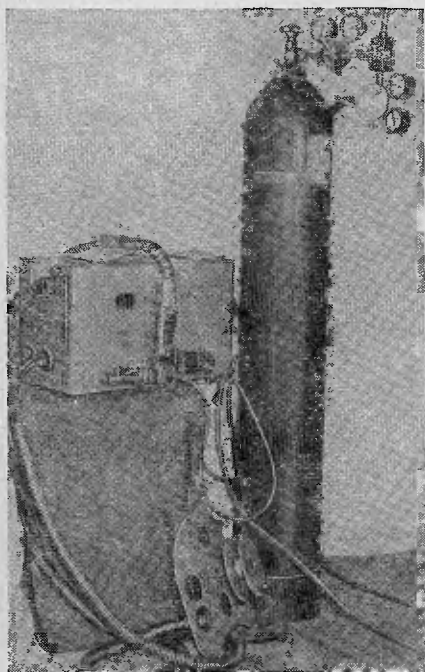


Рис. 14. Полуавтоматическая установка для аргонодуговой сварки плавящимся электродом ПШП-9.

Схема сварочного поста значительно проще, чем при сварке неплавящимся электродом, а сварочная установка менее громоздка (рис. 14).

Способ сварки плавящимся электродом позволяет накладывать швы в любом пространственном положении без предварительного нагрева, но с разделкой кромок.

Сварка плавящимся электродом более производительна, чем неплавящимся. Толщина свариваемых шин практически не ограничена—до 40 мм. Сварочная полуавтоматическая установка, размещенная в портативном чемодане, может легко переноситься с одного места на другое и перевозиться, что весьма удобно для монтажных условий.

Основной недостаток сварки плавящимся электродом состоит в том, что на монтажном объекте необходимо иметь сварочный генератор постоянного тока и присадочную проволоку нужного диаметра.

Весьма существенным недостатком, общим для обоих способов аргонодуговой сварки, по сравнению со способом сварки угольным электродом, являются высокая стоимость и дефицитность аргона. Кроме того, добывается аргон не везде и применение его для сварки связано с перевозкой порой на далекие расстояния.

Исходя из описанных выше преимуществ и недостатков двух способов аргонодуговой сварки, наиболее приемлемым для монтажных условий следует признать полуавтоматическую аргонодуговую сварку плавящимся электродом.

Сопоставляя преимущества и недостатки, присущие описанным выше трем способам сварки алюминиевых шин, нетрудно заметить, что дуговая сварка угольным электродом на переменном токе является наиболее экономичной, простой и доступной.

Поэтому для сварки токопроводов непосредственно на монтаже применение этого способа в сочетании с аргонодуговой сваркой плавящимся электродом в экономическом и техническом отношении наиболее эффективно.

Самым ответственным видом работы при сооружении токопроводов является сварка шин. От качества сварки швов в большой мере зависит эксплуатационная надежность токопроводов. Поэтому выполнение сварочных работ должно поручаться специально обученному персоналу, имеющему достаточный опыт работы в этой области, знающему в совершенстве применяемую сварочную аппаратуру и умеющему самостоятельно определить и устранить причины возможных неисправностей ее. Независимо от квалификации сварщику перед началом работ необходимо сварить несколько образцов теми способами сварки, которые будут применены при изготовлении и монтаже токопроводов. Сваренные образцы должны быть испытаны на механическую прочность. При сварке образцов подбирается требуемый режим сварки.

Сварка профильных шин с плоскими. Кон-

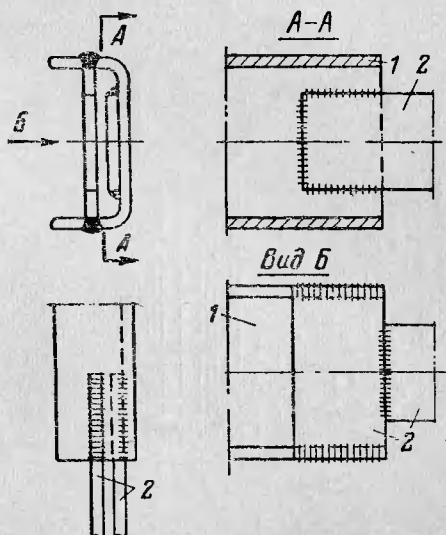


Рис. 15. Пример сварного соединения профильной шины с плоской.
1 — профильная шина; 2 — плоская шина.

такты электрических машин, выключателей, разъединителей и других аппаратов устроены с расчетом присоединения к ним плоских шин. Размеры отверстий для пропуска шин в фарфоровых проходных изоляторах также не рассчитаны на пропуск шин коробчатого профиля крупного сечения. Поэтому при устройстве токопроводов из шин коробчатого сечения возникает необходимость приварки

к ним плоских шин, посредством которых токопроводы могут быть присоединены к аппаратуре, а также осуществлены проходы через стены или перекрытия.

Сопряжения шин коробчатого сечения с плоскими весьма разнообразны и зависят от взаимного расположения пакета шин и присоединяемых аппаратов. Примеры сопряжения плоских и профильных шин приведены на рис. 15, 16 и 17.

Приварка плоских шин к профильным шинам (корытного профиля) производится при изготовлении пакетов шин и осуществляется угольным электродом на переменном токе с использованием шаблонов, применяемых для сварки в стык двух шин корытного сечения, расположенных по одной линии.

Количество привариваемых плоских шин выбирается по условию соответствия общего сечения их сечению коробчатых шин. Приварка нескольких плоских шин должна выполняться в определенной последовательности, обеспечивающей надежное взаимное фиксирование свариваемых шин, а также простоту выполнения сварных швов. Поэтому сначала приваривается та из плоских шин, фиксирование которой по отношению к профильной шине и про-

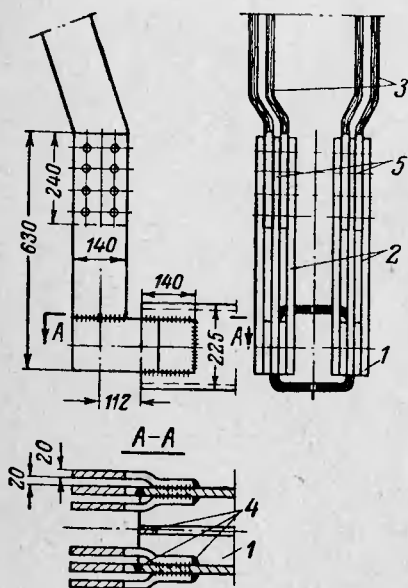


Рис. 16. Узел присоединения пакета профильных шин к выводам генератора.

1—шины коробчатого сечения; 2—плоские плакированные шины; 3—компенсатор медный; 4—места сварки; 5—плакировка.

цесс сварки осуществляются наиболее просто. Обычно — это шина, не имеющая изгибов и привариваемая в стык.

Для осуществления приварки плоской шины в стык к торцу стенки профильной шины последняя укладывается на ровную горизонтальную поверхность полками вниз. В месте приварки плоской шины устанавливается шаблон, который вдвигается внутрь профильной шины так, чтобы середина канавки на шаблоне для усиления сварного шва совпадала с местом соединения шин. Плоская шина укладывается в стык к торцу стенки профильной шины так, чтобы продольные оси их совпали. В таком положении плоская шина плотно прижимается к шаблону, затем место

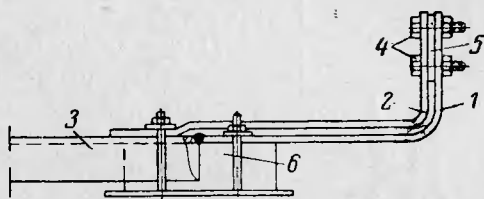


Рис. 17. Приварка плоских шин к шинам коробчатого сечения.

1—плоская шина, приваренная в стык к стенке профильной шины; 2— вторая плоская шина, подготовленная для приварки внахлестку к наружной поверхности стенки профильной шины; 3— профильная шина; 4—болты для фиксирования плоских шин между собой на время приварки; 5—пластина в зазоре между плоскими шинами; 6—шаблон.

сварки уплотняется с торцов листовым асбестом или угольными пластинами и заваривается. После затвердения расплавленного металла в сварочной ванне шаблон и уплотнения удаляются, а сварной шов и прилегающие к нему участки шин обрабатываются точно так же, как и при сварке профильных шин.

Приварка следующих плоских шин осуществляется внахлестку. Каждая из привариваемых шин легко и удобно фиксируется креплением ее к ранее приваренной шине.

Если привариваемые плоские шины имеют отверстия для присоединения их к выводам электрических машин или контактам аппаратов, то эти отверстия следует использовать для более точного фиксирования плоских шин между собой. Обычно достаточно скрепить шины двумя болтами. Необходимый зазор между шинами достигается установкой металлических прокладок соответствующей толщины в месте скрепления шин болтами на время сварки.

При отсутствии отверстий в привариваемых плоских шинах последние скрепляются с ранее приваренной в стык плоской шиной специально изготовленными стяжными шпильками с прокладками или дистанционными распорками, применяемыми для скрепления пакетов плоских шин.

Приварка плоских шин к профильной шине внахлестку выполняется тремя швами — торцовым и двумя боковыми.

Для наложения боковых швов профильная шина наклоняется на угол 45° , опираясь одной из своих полок на горизонтальную поверхность. Для наложения торцового шва конец профильной шины приподнимается также на угол 45° .

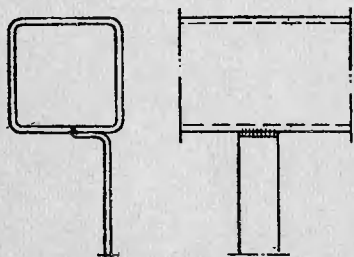


Рис. 18. Ответвление сваркой плоской шины от профильной.

При наложении торцового и боковых швов уплотнение листами асбеста делается так же, как было описано выше.

Если плоская шина приваривается внахлестку к наружной стороне стенки профильной шины, то внутреннюю сторону ее необходимо уплотнить листовым асбестом или установкой описанного ранее шаблона во избежание вытекания расплавленного металла при возможном сквозном расплавлении стенки во время сварки.

При приварке плоской шины к внутренней поверхности стенки профильной шины уплотнение листовым асбестом выполняется с наружной стороны стенки.

Иногда к шинам коробчатого профиля привариваются одиночные плоские шины (например, отпайка к трансформатору напряжения). При сварке угольным электродом проще всего сделать отпайку сплавлением торцов плоской и корытной шин, как это указано на рис. 18.

Приварка компенсаторов. Компенсаторы изготавливаются из алюминиевых лент толщиной 0,5—1 мм и шириной, равной ширине плоских шин. Собранные в пакет в заданном количестве алюминиевые ленты зажимаются в специальное устройство и торцы их оплавляются в монолит, после чего с обеих сторон к оплавленным торцам привариваются отрезки плоских шин. Длина отрезков шин зависит от места и способа соединения компенсаторов с пакетами шин. При болтовых соединениях привариваемые отрезки шин обычно длиннее, чем при соединении

сваркой. Компенсаторы изготавливаются на заводе или в центральных мастерских, а на месте монтажа лишь изгибаются для придания им соответствующей формы.

К пакетам шин коробчатого сечения компенсаторы должны, как правило, привариваться. К одному из смежных участков пакетов шин компенсаторы привариваются во время изготовления участка, а к другому — на месте монтажа. К полюму пакету из шин корытного сечения обычно приваривается четыре компенсатора. Приварку компенсаторов следует производить к собранному пакету.

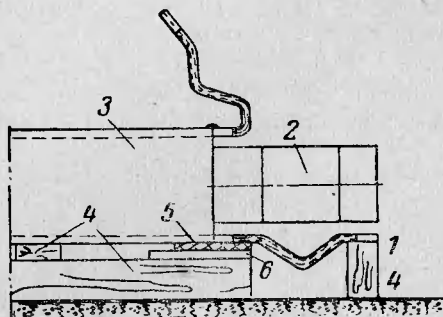


Рис. 19. Приварка компенсаторов к шинам коробчатого профиля.

1—подготовленный к приварке компенсатор;
2—приваренные компенсаторы (верхний отогнут для удобства приварки нижнего компенсатора);
3—шина коробчатого сечения; 4—деревянные подкладки; 5—листовой асбест; 6—стальная подкладка

Компенсаторы привариваются в стык к торцам пакета (рис. 19). Сварной шов при этом удобнее накладывать с внутренней стороны пакета, так как при этом отпадает необходимость в применении шаблона.

Для приварки компенсаторов участку токопровода (пакета) придается горизонтальное положение; под нижнюю сторону одного из концов участка (в месте приварки компенсатора) подкладывается листовой асбест так, чтобы он выступал на 100—150 мм от торца. Привариваемый компенсатор укладывается на асбест в стык с нижней стороной участка токопровода. Место стыка уплотняется и заваривается угольным электродом.

Таким же способом, поочередно, производится приварка компенсаторов к остальным трем сторонам пакета.

При открытых токопроводах компенсаторы привариваются выгнутой в виде дуги поверхностью наружу.

После приварки всех компенсаторов места сварки промываются, обрубаются наплывы, зашлифовываются заусенцы и в случае отсутствия трещин закрашиваются.

Присоединение алюминиевых шин к медным контактам электрических машин и аппаратов, а также к медным компенсаторам выполняется с помощью специальных переходных пластин, представляющих собой отрезки алюминиевых шин, один конец которых с одной или двух сторон в пределах контактной поверхности армирован методом плакирования тонкой медной пластиной.

Плакирование заключается в совместном прокатывании алюминиевого листа и одной или двух (при двустороннем плакировании) медных лент с таким давлением, при котором происходят пластическая деформация металла и сваривание меди с алюминием по всей площади их соприкосновения.

Технологический процесс плакирования допускает изготовление только плоских переходных пластин, которые могут быть приварены к шинам плоского или коробчатого сечения.

При изготовлении токопроводов приварка плакированных переходных пластин осуществляется угольным электродом. Во избежание отслаивания медной ленты при нагреве во время сварки необходимо сварной шов накладывать на расстоянии 50 мм или более от места плакировки. Кроме того, плакированную часть следует охлаждать во время сварки листами мокрого асбеста.

В остальном приварка плакированных переходных пластин ничем не отличается от приварки плоских шин.

3. МОНТАЖ ТОКОПРОВОДОВ

Монтаж токопроводов сводится к установке изготовленных участков пакетов шин коробчатого сечения на опорные изоляторы, соединению этих участков между собой, монтажу гибкой части токопровода и подсоединению к электрическим машинам и аппаратам.

При установке участков шин на изоляторы необходимо, чтобы шины прилегали ко всем основаниям шинодержателей. В тех местах, где прилегание отсутствует, следует установить под фланцы изоляторов стальные подкладки или выправить шины, если, например, в пределах участка шины не прилегают в нескольких местах.

При установке шин следует иметь в виду, что притягивание неприлегающих пакетов шин к основанию шинодер-

жателя не допускается, так как усилие, с которым притягивается упругая шина, воспринимается опорным изолятором.

В процессе же эксплуатации каждый опорный изолятор воспринимает электродинамические усилия, которые при коротких замыканиях в электрической сети вместе с предварительным усилием, вызванным притянутой шиной, могут достигнуть такой величины, при которой механическая прочность изолятора окажется недостаточной.

Опасные предварительные нагрузки на изоляторы могут появиться также в результате нажатия шины на одну из стяжных шпилек шинодержателей в тех случаях, когда участок шины имеет кривизну или некоторые опорные изоляторы установлены не по оси с остальными.

Предварительные нагрузки на изоляторы могут появиться и во время соединения между собой двух смежных участков, когда из-за несовпадения их продольных осей концы шин подгоняются друг к другу нажатием домкратов или рычагов.

При устройстве токопроводов очень удобным является установка опорных изоляторов на металлоконструкциях с применением деталей крепления, позволяющих перемещать изоляторы в поперечном направлении к оси трассы токопровода.

Часто детали крепления изоляторов привариваются к опорным конструкциям, например при креплении изоляторов с помощью плит, изготовленных по размерам фланцев изоляторов. В этих случаях при установке изоляторов плиты к опорным конструкциям следует прихватить сваркой, а окончательно приварить после монтажа пакетов шин.

В процессе установки участков шин необходимо обращать внимание, чтобы зазоры в местах сопряжения смежных участков были не более 2 мм, чтобы шины оказывались в центре окна шинных трансформаторов тока, а отпайки к трансформаторам напряжения были бы расположены в соответствующих местах.

Соединение участков между собой. Убедившись в правильности установки всех участков шин, следует слегка закрепить их в шинодержателях, после чего приступить к сварке участков между собой. Производить сварку шин при жестком закреплении их в шинодержателях не следует, так как в этом случае свободное перемещение участков ограничивается и при усадке расплавлен-

ного алюминия в сварном шве могут появиться трещины.

При монтаже токопроводов из шин коробчатого сечения сварка между собой участков шин выполняется в среде аргона.

На горизонтальной части трассы смежные участки устанавливаются срезанными под углом 45° торцами друг к другу так, чтобы нижние стороны их можно было заварить нижним горизонтальным швом. При сварке этот шов накладывается первым; он может быть выполнен угольным электродом.

Остальные стороны стыка завариваются в среде аргона с помощью двух вставок из шин корытного сечения, изготовленных в виде треугольников (рис. 9).

Часть пакетов шин коробчатого сечения соединяется во время монтажа через компенсаторы, причем к одному из пакетов компенсаторы уже приварены при изготовлении его. В первую очередь следует сваривать компенсаторы с той стороной коробчатой шины, которая опирается на изолятор. На горизонтальном участке трассы это будет нижняя сторона, и поэтому сварку можно осуществить угольным электродом.

Остальные компенсаторы свариваются плавящимся или вольфрамовым электродом в среде аргона.

Подсоединение токопроводов к электрическим машинам и аппаратам, как это было сказано выше, осуществляется с помощью плоских шин, предварительно приваренных к пакетам из шин корытного сечения. При этом в большинстве случаев привариваются не полностью законченные изготовлением плоские шины, а лишь небольшие участки их в виде прямолинейных отрезков.

Одной из основных причин приварки вместо шин отрезков их является невозможность замерами по месту определить размеры и форму плоских шин, так как нередко случаи, когда электрическое оборудование, к которому должны подсоединяться шины, еще не установлено на свое место. Обычно отрезки плоских шин привариваются разной длины так, что свободные концы их образуют ступеньки.

Самый длинный из отрезков должен быть приварен на горизонтальном участке трассы нижним, а на вертикальном — ближайшим к стене или конструкции, на которой установлены опорные изоляторы.

Во время монтажа токопроводов отрезки наращиваются изготовленными по месту плоскими шинами с приварен-

ными для присоединения к машине или аппарату лакированными переходными пластинами, которые при больших токах поставляются заводом посеребрёнными.

Ступенчатое расположение концов отрезков позволяет при наращивании их просто и удобно выполнить сварочные работы.

Соединение гибкой части токопроводов с жесткой ошиновкой осуществляется на открытом воздухе в месте выхода пакетов шин из машинного зала.

Как известно, болтовые контактные соединения алюминиевых шин и проводов, находящиеся на открытом воздухе, весьма ненадежны, требуют постоянного наблюдения и доставляют немало беспокойства обслуживающему персоналу. Поэтому присоединение сталеалюминиевых проводов к жестким шинам должно выполняться, как правило, сваркой. Кроме повышения надежности токопроводов в эксплуатации, применение сварки при осуществлении контактных соединений значительно повышает производительность труда. Повышение производительности труда происходит за счет того, что отпадают такие трудоемкие монтажные работы, как опрессование на каждом проводе двух аппаратных зажимов, сверление отверстий в шинах, обработка контактных поверхностей и пр. Кроме того, приварка проводов к шинам позволяет сэкономить значительное количество дефицитных и дорогостоящих прессуемых зажимов, а также крепежные и другие материалы.

Ниже приводится описание двух способов присоединения сталеалюминиевых проводов к профильным или плоским шинам с помощью сварки, неоднократно применяемых при монтаже крупных электрических установок высокого напряжения.

В первом случае приварка проводов к шинам выполняется с помощью переходного элемента, конструкция которого приводится на рис. 20. Переходный элемент изготовлен в виде восьмиугольника с приваренным к нему пакетом из трех плоских шин, концы которых для удобства выполнения сварочных работ расположены ступеньками.

При такой конструкции переходного элемента вначале выполняется приварка гибких проводов группами в стык к каждой из двух сторон восьмиугольника. Для этого прежде всего отмеряются и отрезаются концы проводов необходимой длины.

Наиболее точным, удобным и быстрым способом определения длины проводов является отмеривание их по ме-

сту, для чего переходный элемент временно в рабочем положении закрепляется на концах шин, выходящих из помещения.

При отмеривании все провода фазы равномерно и без скрещивания распределяются по сторонам восьмиугольника, к которым впоследствии они будут приварены. При этом необходимо обращать внимание на то, чтобы провода подходили к элементу без натяжения и без чрезмерного напуска.

Места отрезания лишних концов отмечаются наложении на проводе двух-трех слоев липкой изоляционной ленты. На практике в подавляющем большинстве случаев сталеалюминиевые провода не отрезаются, а отрубаются ударами небольшой кувалды по проводу, уложенному на острие топора.

После отрубания на каждый провод на расстоянии 100 мм от конца накладывается бандаж из мягкой проволоки, а каждая жила провода от его конца до бандажа расплетается и отгибается под прямым углом. Затем на расстоянии 50 мм от конца отрубается стальная сердцевина провода, после чего отогнутые алюминиевые жилы вновь аккуратно укладываются в прежнем порядке. В ре-

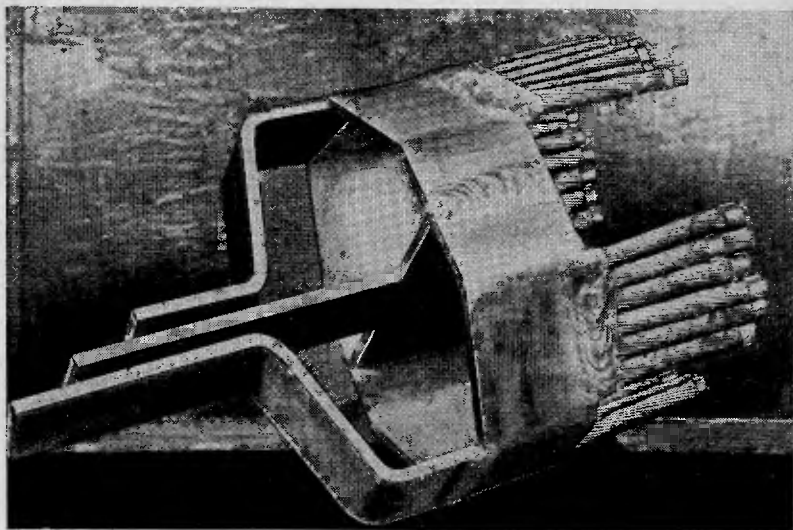


Рис. 20. Переходный элемент, изготовленный из плоских шин в виде восьмиугольника.

зультате концы проводов на длине 50 мм получают толщину и могут быть легко сплюснены до толщины, равной толщине шины восьмиугольника. Это выполняется потому, что наиболее качественная сварка получается в том случае, когда свариваемые элементы имеют одинаковую толщину.

После выполнения указанных операций концы группы проводов, привариваемые к одной стороне восьмиугольника, зажимаются в специальное приспособление, уплотняются листовым или шнуровым асбестом и торцы их сплавляются в монолит.

Полученные в результате четыре группы проводов привариваются в стык к шине (сторонам) восьмиугольника.

Сплавление нескольких торцов проводов в один монолит, а также последующая приварка их к шинам осуществляются угольным электродом на переменном токе и должны поэтому выполняться в нижнем (горизонтальном) положении.

Для этого стороны, к которым привариваются провода, поочередно устанавливаются в нижнем положении путем соответствующего поворачивания переходного элемента.

При сварке шины и провода закрепляются, а места сварки уплотняются асбестом.

Переходный элемент с приваренными к нему проводами присоединяется к пакету шин, выходящему из помещения, с помощью вставок (рис. 21). Как видно из рисунка, ступенчатое расположение концов шин позволяет легко осуществить сварку последовательно всех шин пакета наложением швов в горизонтальной плоскости.

Осуществляется сварка угольным электродом на асбестовой или угольной подкладке с уплотнением торцов сварного шва.

При разъемном соединении шин внутри помещения, в непосредственной близости от выхода их наружу, сварка может быть выполнена без вставок.

Второй способ присоединения гибких проводов к плоским или профильным шинам осуществляется также свар-

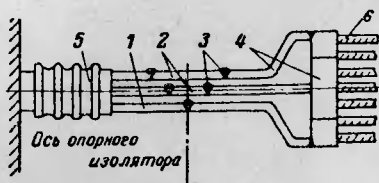


Рис. 21. Приварка переходного элемента к плоским шинам со ступенчатым расположением концов.

1 — плоские шины; 2 — вставки из отрезков шин; 3 — сварные швы; 4 — переходный элемент; 5 — проходной изолятор; 6 — гибкие провода.

кой путем расплавления торцов проводов или шин и кромок переходного элемента. Переходный элемент (рис. 22) представляет собой диск из листового алюминия с прорезями или окном для шин и круглыми отверстиями для проводов.

Такая конструкция переходного элемента является более универсальной и простой, так как допускает возможность приварки как плоских, так и профильных шин, при-

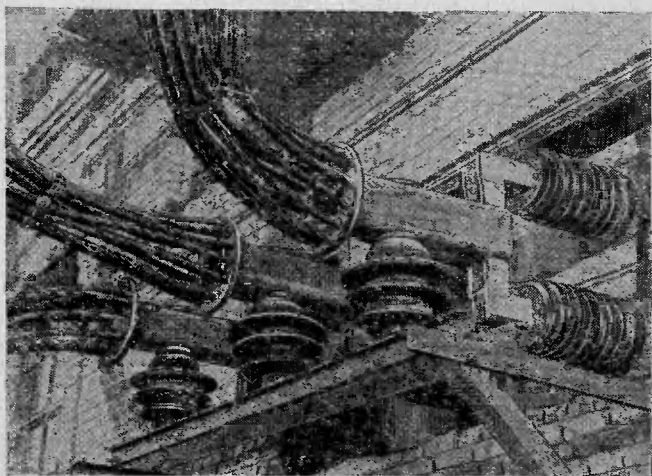


Рис. 22. Приварка проводов и шин к переходному элементу-диску.

чем процесс сварки значительно упрощается. Диаметр и толщина диска выбираются по размерам шин, количеству привариваемых гибких проводов и расчетной нагрузке токопровода.

При отсутствии листового алюминия нужной толщины переходный элемент может быть изготовлен из нескольких более тонких листов, сваренных между собой по окружности.

Такой переходный элемент может быть также изготовлен способом литья расплавленного алюминия в специально изготовленную форму. Конструкция формы должна обеспечить получение отливки с прорезями в случае приварки к плоским шинам или с окном — в случае приварки к профильным шинам.

Круглые отверстия для присоединения гибких проводов в отливке высверливаются. Диаметр отверстия должен быть на 1 мм больше диаметра провода. С одной стороны, острые края отверстий притупляются для более легкого протаскивания проводов. Для приварки элемента к профильным шинам с этой же стороны по периметру окна снимаются фаски под углом 45° на глубину, равную $\frac{3}{4}$ толщины элемента.

Подготовленный таким образом переходный элемент приваривается сначала к шинам, а затем к нему привариваются гибкие провода.

Ниже приводится описание процесса сварки угольным электродом на переменном токе диска с профильными шинами и сталеалюминиевыми (или алюминиевыми) проводами.

Как видно из рис. 22, выход каждой фазы токопровода из помещения осуществляется пакетами плоских шин через два проходных изолятора. Снаружи эти пакеты привариваются к отрезку коробчатой шины, образуя как бы вилку, вставленную в изоляторы. Внутри помещения вилка соединяется с шинами сваркой или с помощью болтов.

Для приварки диска вилка устанавливается в вертикальной плоскости отрезком коробчатой шины вверх. Диск надевается на шину так, чтобы верхняя плоскость его со снятыми фасками окна оказалась на 10—15 мм ниже конца шины. В таком положении диск выверяется, закрепляется и уплотняется снизу листовым и шнуровым асбестом во избежание вытекания расплавленного металла во время сварки. Уплотняется также внутренняя полость коробчатой шины с помощью листового асбеста и распорок, прижимающих через стальные прокладки асбест к стенкам шины. Уплотнение внутренней полости исключает вытекание расплавленного металла при возможном сквозном расплавлении стенок шины в процессе сварки. Уплотнение должно начинаться у верхнего конца шины и оканчиваться ниже места приварки диска. Обычно для уплотнения готовится лента шириной 60—80 мм.

Диск приваривается к стенкам шины с торца ее по всему периметру сечения непрерывным швом. Во время сварки фаска должна быть полностью заполнена металлом. При высоте токопровода коробчатого сечения 200 мм общая длина сварного шва составляет около 800 мм. Шов такой длины выполнить без перерыва в работе не пред-

ставляется возможным из-за чрезмерного разогрева угледержателя. Поэтому приварку дисков к шинам весьма крупного сечения следует осуществлять от двух сварочных установок с попеременной работой двух сварщиков.

По окончании сварки шов и прилегающие к нему участки шины и диска на расстоянии 80—100 мм тщательно промываются горячей водой. После промывки необходимо убедиться в отсутствии усадочных трещин в сварном шве.

Для приварки проводов необходимо шины с приваренным к ним диском вставить в проходные изоляторы (установить в рабочее положение) для того, чтобы отмерить и отрубить указанным выше способом гибкие провода. Затем шины вместе с вставленными в отверстия проводами вновь извлекаются из проходных изоляторов и весь сварной узел устанавливается и закрепляется так, чтобы диск оказался в горизонтальной плоскости внизу и провода в него входили снизу. Выправив концы проводов в отверстиях диска так, чтобы они были заподлицо с его верхней плоскостью, приваривают поочередно каждый провод к диску расплавлением торцов проводов и кромок отверстий диска. Затем производятся промывка, зачистка и окраска мест сварки, как было описано выше.

После этого шины с приваренными к ним проводами вставляются в проходные изоляторы и присоединяются к шинам, проложенным внутри помещения с помощью болтов или сваркой. Сварка при этом производится в среде аргона, так как появляется необходимость наложения швов в вертикальной плоскости.

4. СВАРКА АЛЮМИНИЕВЫХ ТОКОПРОВОДОВ В СРЕДЕ АРГОНА

В связи с тем, что на монтажных объектах аргонодуговая сварка в последнее время находит все более широкое применение, необходимо познакомиться с ней более подробно, чем в предыдущих разделах, где указывалось только на преимущества и недостатки способов сварки в среде аргона.

Ниже рассматриваются два способа аргонодуговой сварки с кратким описанием схемы сварочного поста, назначения сварочного оборудования, материалов и технологии сварки.

А. СВАРКА НЕПЛАВЯЩИМСЯ ВОЛЬФРАМОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

Для аргонодуговой сварки алюминиевых шин неплавящимся вольфрамовым электродом применяются стандартные сварочные трансформаторы типа ТСД-500 или СТЭ-34. Чтобы обеспечить надежное зажигание дуги и устойчивое горение, необходимо в схему сварочного поста включить осциллятор типа ОС-1, ОСЦВ-1 или МРЗ.

Процесс сварки алюминия неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона на переменном токе сопровождается появлением в сварочной цепи составляющей постоянного тока, которая отрицательно влияет на качество шва, способствует повышенному износу (расплавлению) вольфрамового электрода, снижая экономичность установки.

При выполнении сварочных работ на больших токах проявление составляющей постоянного тока становится настолько заметным, что пользоваться установкой, без принятия специальных мер, оказывается нецелесообразно. В качестве мер, снижающих или упраздняющих действие составляющей постоянного тока, в сварочную цепь включаются омическое или емкостное регулируемые сопротивления или аккумуляторная батарея напряжением 6 в. Емкость аккумуляторной батареи определяется режимом сварки и должна в 1,5—2 раза превышать величину сварочного тока в амперах.

Схема поста аргонодуговой сварки на переменном токе с омическим сопротивлением в сварочной цепи приведена на рис. 23.

При использовании аккумуляторной батареи последняя включается в схему на место омического сопротивления, при этом положительный полюс батареи присоединяется к горелке.

При аргонодуговой сварке неплавящимся электродом применяются специальные горелки, назначение которых состоит в том, чтобы, обеспечив электрический контакт, закрепить электрод, подвести и направить в зону сварки струю аргона, а также обеспечить охлаждение чрезмерно нагреваемых частей горелки проточной водой.

Питание горелки аргоном осуществляется от баллона через редуктор, снижающий давление с 150 ат до величины, не превышающей 0,5 ат. Для уменьшения давления до такого значения и его стабильности рекомендуется последовательное включение двух редукторов: одного кислород-

ного с пропускной способностью 4—5 м³/ч и низким давлением — 3 ат и второго — ацетиленового.

В схему поста желательно включение расходомера РС-3 или РС-5 для измерения расхода аргона в процессе сварки на заданном режиме.

Измерение величины переменного тока в сварочной цепи осуществляется электродинамическим или электромагнитным амперметром типов ЭН, Э-16, включаемым в сварную цепь без трансформатора тока.

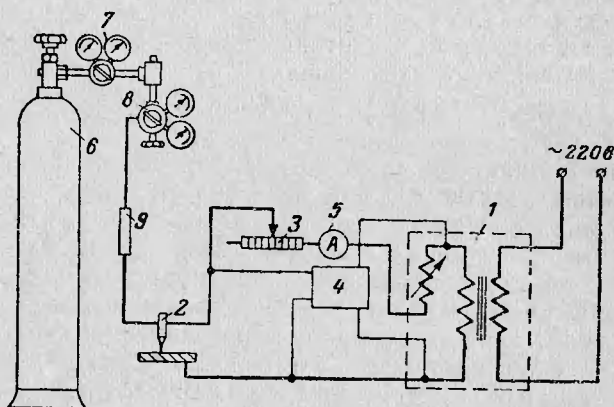


Рис. 23. Схема поста аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

1—сварочный трансформатор с дросселем; 2—сварочная горелка; 3—регулируемое омическое сопротивление; 4—осциллятор; 5—амперметр; 6—баллон с аргоном; 7—редуктор кислородный; 8—редуктор ацетиленовый; 9—ротаметр.

Присадочный материал при аргонодуговой сварке должен быть того же состава, что и свариваемый материал.

В качестве неплавящегося электрода применяются вольфрамовые прутки диаметром 3—6 мм, изготавливаемые по ТУ МПТУ № 4202-49.

Защитный газ — аргон — следует применять первого состава с содержанием аргона 99,7%, поставляемый по ТУ МХП № 4315-54 в баллонах под давлением в 150 ат.

Кромки подлежащих сварке шин подготавливаются обрубанием и опиловкой так, чтобы на них не было неровностей и заусенцев. Перед сваркой кромки очищаются стальными щетками от загрязнения, после чего с целью обезжиривания промываются на участке в 100—150 мм ацетоном или бензином.

Очистка присадочных прутков и их обезжиривание осуществляются химическим способом следующим образом:

1. Обезжиривание в 5%-м водном растворе едкого натрия NaOH при температуре $60\text{--}65^\circ\text{C}$ в течение 2 мин.
2. Промывка сначала в теплой воде (с температурой не ниже 25°C), а затем в холодной проточной воде.
3. Осветление в 15%-м водном растворе азотной кислоты HNO_3 при температуре $60\text{--}65^\circ\text{C}$ в течение 2—3 мин.
4. Промывка в теплой и холодной воде.
5. Сушка при температуре не ниже 50°C до полного удаления влаги.

Химическая очистка присадочного материала должна производиться не ранее как за 8—10 ч до начала сварки.

Наиболее высокое качество сварного соединения при аргонодуговой сварке, как и при любых других известных способах, может быть получено при наложении шва в нижнем положении. В процессе монтажа токопроводов коробчатого профиля наложение швов на вертикальных плоскостях неизбежно. Поэтому сварку токопроводов следует поручать специально тренированным сварщикам. Наложения потолочных швов следует избегать, приспособлявая шины для сварки в нижнем положении.

Заварку стыков смежных участков при монтаже токопроводов коробчатого профиля следует начинать с наложения горизонтальных (нижних) швов.

Место начала сварки подогревается до температуры $300\text{--}400^\circ\text{C}$ газовым пламенем или электрической дугой, горящей в аргоне, для избежания начального непровара из-за интенсивного отсоса тепла массивной алюминиевой шиной.

Газовый шланг в течение 0,5—1 мин продувается аргонem для удаления из него воздуха.

Возбуждается электрическая дуга между вольфрамовым электродом и угольной или графитовой пластиной, а после того, как конец электрода раскалится, дуга переносится в начало сварки стыка. При нагретом электроде дуга возбуждается без касания к шинам.

Во время сварки следует избегать касания шин электродом, которое сопровождается появлением на шве черного налета, требующего прекращения сварки для зачистки шва, кромок и электрода стальной щеткой.

В зоне сварки давление аргона устанавливается равным — 0,2—0,4 ат, в зависимости от режимов сварки. Следует иметь в виду, что при недостаточном давлении

аргон не обеспечивает защиту зоны сварки от окружающего воздуха, что приводит к разбрызгиванию присадочного металла, появлению пор в металле шва, неустойчивому горению дуги, повышенному расходу вольфрамового электрода и появлению на шве и кромках налета бурого цвета. При чрезмерном давлении аргона защитное действие его также снижается появлением завихрений, которые способствуют попаданию воздуха в зону сварки.

Чрезмерно выступающий из мундштука горелки конец вольфрамового электрода также ухудшает условия для защиты зоны сварки, что влияет на качество сварного соединения. Практически выступающий конец электрода не должен превышать 4—8 мм.

Длина дуги во время сварки в зависимости от толщины свариваемых шин должна находиться в пределах 1,5—4 мм. Следует учитывать, что длинная дуга уменьшает глубину провара.

При окончании сварки дугу обрывают путем ее удлинения. Во избежание окисления раскаленного металла шва и вольфрамового электрода горелку, не прекращая подачи аргона, задерживают над кратером до тех пор, пока сварной шов и электрод остынут до потемнения.

Так как при ручной аргонодуговой сварке глубина провара металла незначительна, необходимо при сварке шин в стык разделять кромки так, чтобы общий угол скоса торцов шин составлял 70°.

Заполнение шва при такой разделке производится за несколько проходов, т. е. накладывается последовательно несколько слоев или валиков.

Сварка вертикальным швом при толщине шин более 5 мм выполняется также за несколько проходов снизу вверх. При первом проходе кромки шин разогреваются до расплавления. Количество подаваемой в ванну присадки не должно быть большим во избежание вытекания металла.

Ручная аргонодуговая сварка должна выполняться в закрытых помещениях при отсутствии сквозняков. При скоростях движения воздуха, больших 30 м/мин, наблюдается выдувание аргона, нарушается стабильность процесса, вследствие чего качество сварного соединения снижается.

Режимы сварочного тока, расход аргона, диаметр вольфрамового электрода и присадочного прутка выбираются в зависимости от сечения и длины свариваемых шин. Высокая теплопроводность алюминия обуславливает выбор ве-

личины сварочного тока, при этом, чем больше по длине и сечению размеры токопровода, тем больше должны быть величина сварочного тока, диаметр вольфрамового электрода и расход аргона.

Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом монтажных стыковых соединений алюминиевых шин в различных пространственных положениях шва приведены в табл. 3.

Контроль качества сварных соединений осуществляется внешним осмотром и обмером швов и прилегающих к ним зон. В особо ответственных случаях контроль качества может быть произведен просвечиванием лучами радиоактивных изотопов.

Обнаруженные дефекты в виде трещин, непроваров, пористости, подрезов, наплывов и др. исправляются вырубкой дефектного металла с последующей повторной заваркой.

Сварные швы должны иметь хороший внешний вид и клеймо сварщика, выполнявшего сварку.

Б. СВАРКА ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

На месте монтажа сварка плавящимся электродом в среде аргона выполняется с помощью полуавтоматической установки ПШП-9 или ПШП-10 конструкции НИАТ. Основные требования, которым должен удовлетворять полуавтомат для сварки плавящимся электродом, заключаются в стабильности подачи электродной сварочной проволоки, чем достигается устойчивое горение дуги на заданном режиме, в обеспечении надежной газовой защиты зоны сварки от окружающего воздуха и в портативности конструкции полуавтоматической установки, позволяющей производить сварочные работы непосредственно на месте монтажа. На рис. 14 приведена полуавтоматическая установка ПШП-9, состоящая из:

а) аппаратного ящика, в котором расположена аппаратура управления установкой;

б) сварочного пистолета с механизмом, подающим сварочную проволоку через шланг, токоподводящую трубку и мундштук в зону сварки; на рукоятке пистолета имеется кнопка включения сварочного тока, подачи проволоки и управления газовым клапаном;

в) системы гибких шлангов длиной до 3 м, связывающих аппаратный ящик с пистолетом; по шлангам подводятся сварочный ток, аргон, сварочная проволока, провод-

Ориентировочные режимы сварки аргонодуговой сварки алюминевых шин в стык наплавающимся электродом

Пространственное положение шва	Нижнее				Вертикальное				Потолочное			
Толщина свариваемого металла, мм	5	6	8	10	5	6	8	10	5	6	8	10
Диаметр вольфрамового электрода, мм	4—5	5	5	5	4—5	5	5	5	4—5	5	5	5
Сварочный ток, а	220—240	260—270	280—300	320—340	190—210	220—240	250—270	290—310	170—180	180—200	230—240	270—280
Диаметр присадочной проволоки, мм	3—4	3—4	4—5	5	3—4	3—4	4—5	5	3—4	3—4	4—5	5
Расход газа-аргона, л/мин	7—8	8—9	9—10	10—12	7—8	8—9	9—10	10—12	7—8	8—9	9—10	10—12
Число валиков (проходов)	2	2	2—3	3—4	2	2	2—3	3—4	2	2	2—3	3—4
Расход вольфрамовых электродов на 100 пог-м шва, г	250	250	300	300	250	250	300	300	250	250	300	300
Расход воды на охлаждение горелки, л/ч	70	80	90	100	70	80	90	100	70	80	90	100
Скорость сварки стыка с учетом числа валиков и подготовительно-заключительного времени, м/ч	1,5	1,2	0,8	0,6	1,3	1,0	0,6	0,5	1,2	0,9	0,5	0,4

ники цепи управления и вода для охлаждения горелки-пистолета.

Полуавтоматом можно производить сварку током до 300 а в любом пространственном положении. В процессе сварки присадочная алюминиевая проволока диаметром от 1 до 2,5 мм подается с постоянной скоростью, не зависящей от напряжения на дуге. Скорость подачи проволоки плавно регулируется с помощью автотрансформатора, питающего электродвигатель механизма подачи через селеновый выпрямитель.

В качестве источника сварочного тока при сварке плавящимся электродом в среде аргона применяются сварочные генераторы постоянного тока, например ПС-500, СУГ-26, СУГ-2р и пр.

Сварка плавящимся электродом производится только на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

Аргон подается к полуавтомату по резиновому шлангу, соединенному с баллоном через два последовательно включенных редуктора (так же, как и при сварке вольфрамовым электродом).

При полуавтоматической сварке плавящимся электродом следует применять электродную проволоку того же химического состава, что и свариваемый основной металл. В этом случае прочность сварного соединения составляет не менее 90%¹ от прочности основного металла. Диаметр сварочной проволоки выбирается по режиму сварки. Для сварки токопроводов с толщиной стенки 6—15 мм следует применять проволоку диаметром 1,5—2 мм.

Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом требует подготовки кромок при толщине шин 6 мм и более. Подготовка кромок, зачистка и обезжиривание прилегающих к ним участков, а также очистка и обезжиривание присадочной проволоки производятся точно так же, как и при сварке вольфрамовым электродом.

Химически очищенная сварочная проволока наматывается на специальную катушку. Намотанная проволока должна быть ровной, в противном случае равномерная подача ее в зону сварки не может быть обеспечена подающим механизмом полуавтомата.

При полуавтоматической сварке плавящимся электродом осуществляется механизированная подача присадочной проволоки, но перемещение пистолета-горелки в на-

правлении шва осуществляется вручную. Сварка плавящимся электродом должна выполняться преимущественно в нижнем положении. Сварка в вертикальной плоскости должна производиться снизу вверх.

Перед началом сварочных работ необходимо:

а) проверить правильность внешних соединений электрической схемы полуавтомата и установить обратную полярность;

б) проверить правильность намотки проволоки на катушку — проволока должна быть намотана правильными рядами без перегибов;

в) заправить проволоку в шланг;

г) проверить правильность подключения шлангов, подающих воду;

д) включить преобразователь постоянного тока и питание цепей управления установкой;

е) продуть в течение 0,5—1 мин газовые шланги аргоном;

ж) установить необходимый режим сварки — сварочный ток, напряжения на дуге, скорость подачи проволоки — опробованием на обрезках шин.

Вылет электрода после возбуждения дуги должен быть 5—10 мм. Возбуждение дуги происходит после включения аргона.

При сварке стыковых соединений ось сопла горелки должна быть перпендикулярна к поверхности свариваемых шин, так как при этом газовая защита обеспечивается более надежно.

В процессе сварки перемещение пистолета должно осуществляться равномерно вдоль свариваемых кромок без колебательных поперечных движений. Колебательные движения с размахом в 5 мм допускаются для получения уширенных верхних валиков при многослойных швах.

Рабочее давление аргона должно находиться в пределах 0,1—0,5 ат.

Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом должна выполняться в закрытых помещениях при отсутствии сквозняков. При выполнении многослойных швов каждый слой перед наложением последующего должен очищаться металлической щеткой. Кроме стыковых соединений полуавтоматической сваркой, могут выполняться соединения нахлесточные, тавровые и угловые.

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

При выполнении сварочных работ плавящимся и неплавящимся электродами в среде аргона следует соблюдать те же правила безопасности, что и при электродуговой сварке стали. Кроме того, баллоны с сжатым до 150 ат газом требуют соблюдения следующих основных правил безопасности:

- а) предохранять баллоны от ударов и толчков;
 - б) переносить и перевозить баллоны только при надежном колпаке;
 - в) открывать вентиль баллона без применения инструмента;
 - г) продувать канал вентиля баллона перед присоединением к нему редуктора;
 - д) в случае замерзания отогрев вентиля и редуктора осуществлять водой или смоченной в горячей воде тряпкой;
 - е) не оставлять баллон не закрепленным в вертикальном положении.
-

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения о токопроводах	3
2. Изготовление пакетов шин	11
3. Монтаж токопроводов	30
4. Сварка алюминиевых токопроводов в среде аргона	38
А. Сварка неплавящимся вольфрамовым электродом	39
Б. Сварка плавящимся электродом	43
5. Техника безопасности	47

Цена 9 коп.

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ

Анастасиев П. И., Сооружение и монтаж воздушных линий электропередачи напряжением до 1000 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)

Авиновицкий 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 шин проводов переменным током (выпуск 49)

ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ

Гуреев И. А., Комплектные шинопроводы цеховых электросетей

Жуков Е. П., Монтаж проводов вторичной коммутации

Иевлев В. И. и Рябцев Ю. И., Монтаж трансформаторов напряжением 500 кв

Шувалов К. И., Простейшие схемы автоматического управления электроприводами