

ad-1295.41.528

ab 53424

Пролетария всех стран, соединяйтесь!

БИБЛИОТЕКА ТЕХНИКИ

Депозитарий

~~621.7~~

ДМИТРИЕВ И. С., инж.

~~0.53~~

1305706

ЭЛЕКТРОСВАРКА ВОЛЬТОВОЙ ДУГОЙ

Р. С. Ф. С. Р.

Б. С. Н. З.
Б. С. Н. З.
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

№ 124
Москва, Кузнецкий мост

тель

РЕПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва 1931 Ленинград

1938

1938

О Т П Е Ч А Т А Н О

Базуиск, типогр. Мособлполиграфа

Главит № Б-1788. 1931 г.

ОГНЗ № 450 НЗ.

Тираж 25000 экз.

Заказ 5401.

1-й квар.

ИЗ ОТЗЫВА АВТОГЕННОГО КОМИТЕТА.

Всесоюзный Комитет по автогенному делу при ВСНХ СССР в своем отзыве о брошюре ассистента Дальневосточного политехнического института И. С. Дмитриева «Электросварка вольтовой дугой» отмечает, что эта брошюра является весьма ценным руководством в сварочном деле, крайне бедно освещенном в технической литературе СССР.

«Книга эта может быть использована и как техническое руководство для работников по автогенному делу, и как учебник для техникумов и втузов. Поэтому Автогенный комитет считает необходимым ее издание, придавая особо важное значение наличию рисунков, чертежей и графиков, имеющих в этой книге».

Для выполнения настоящей работы были использованы материалы:

1. Работы в электросварочной лаборатории Дальневосточного государственного университета.
 2. Журнал American Welding Society.
 3. Arc Welding Manual, General Electric Co.
 4. Lincoln Welder, The Lincoln Electric Co.
 5. Arc Welding & Cutting, Westinghouse Electric Co.
-

В В Е Д Е Н И Е.

За последние десять лет сварка электричеством, газом и термитная получила применение в металлопромышленности и признана весьма важным фактором как в ремонтных работах, так и при изготовлении новых изделий.

Часто сварку смешивают со спайкой. Это совершенно недопустимо. При спайке два однородных или разнородных металла соединяются посредством третьего металла, температура плавления которого ниже температуры плавления спаиваемых металлов. При сварке же все участвующие металлы в месте сварки нагреваются до собственной температуры плавления, а частично — до парообразного состояния, и затем, перемешиваясь между собою, составляют одно целое тело.

Первоначально сварка применялась главным образом при исправлении сломанных частей машин и др. металлических деталей. Это продолжалось до тех пор, пока в промышленных кругах не признали ценность сварочных методов при соединении металлических частей. В период войны за границей, когда требовалось скорое выполнение работ, различные сварочные процессы как удовлетворяющие этому условию стали быстро развиваться.

Вначале применение сварки ограничивалось небольшим кругом работ, но по мере того, как накоплялся опыт, увеличивалось к ней доверие, она стала применяться в более ответственных и тяжелых условиях работы. Множество опытов и демонстрирование сварочных работ привлекали внимание технических сил. Экономические преимущества сварки и хорошие результаты открыли ей дорогу во все отрасли про-

мышленности. Сейчас сварка применяется как при изготовлении самых точных и мелких приборов, так при постройках самых больших конструкций: баков, турбогенераторов, паровозов, судов, мостов и пр.

Простота пользования как газовой, так и электрической сваркой, вела к тому, что за выполнение работ брались недостаточно опытные люди. Вследствие этого некоторые работы выполнялись неудовлетворительно, что подрывало доверие к сварке и задерживало наступление дня признания сварки единственным надежным способом соединения металлов.

Первые неудачи сварки не остановили дальновидных людей; они продолжали настойчиво работать над усовершенствованием методов сварки, и к настоящему моменту уже накопилось достаточно материалов, которые создают прочное основание для сварочного искусства. Успехи электро-сварки заставили задуматься над вопросом создания необходимого контингента опытных сварщиков и руководителей сварочного дела. Без надлежащей подготовки сварщиков невозможно извлечь всех выгод от применения этого нового метода работ в металлопромышленности. В данной книге мы разберем только электросварку вольтовой дугой и сообщим основные сведения, необходимые для пользования сварщикам, студентам и отчасти инженерам.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ СВАРКИ.

Электросварка распадается на два главных метода — сварка силой тока и сварка вольтовой дугой. Первый метод — метод Томпсона получил большое распространение на заводах, выпускающих продукты массового изготовления. Не будем подробно останавливаться на описании этого способа, так как применение его ограничено целым рядом специальных требований. Укажем только принцип его. Свариваемые предметы вкладываются в особые зажимы, специально для этих предметов изготовленные. Зажимы соединяются со спе-

циальным трансформатором, трансформирующим ток городской сети в ток напряжения от 2 до 10 вольт, но большой силы, достигающей иногда до 100 000 ампер. Зажимы с помощью рукоятки или особых автоматов приближаются один к другому, пока свариваемые предметы не придут в соприкосновение, тогда цепь получается замкнутой и в месте касания предметов, как наиболее плохом контакте, происходит значительная трансформация тока в тепло. Предметы

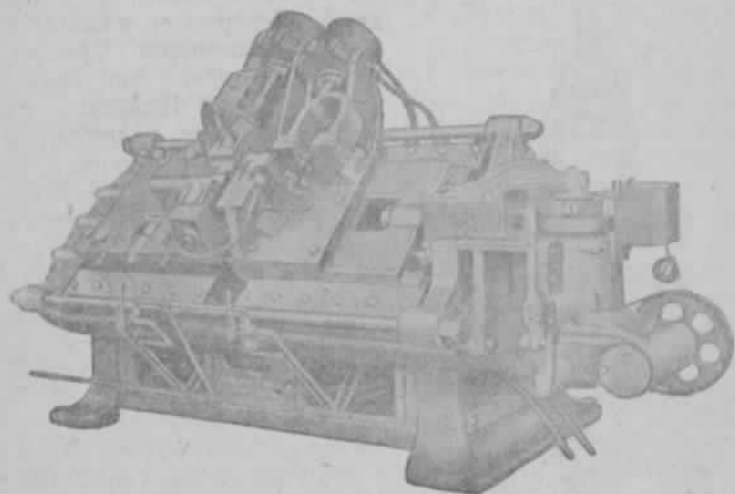


Рис. 1. Сварочный станок по методу Томпсона.

раскаляются до сварочного жара. Дальнейшее сближение предметов влечет сдавливание разогретого металла, и в результате получается одно целое. Конструкция зажимов и самих аппаратов зависит от их назначения. Есть настолько совершенные станки, что пуская с одной стороны материал, с другой получают готовое изделие со сваренными стыками (см. рис. 1). Весь процесс происходит совершенно автомати-

чески. Роль рабочего сводится к наблюдению за своевременной подачей материала. Этот способ употребляется для сварки стержней различного сечения, для сварки внахлестку сосудов из не толстого железа и для точечной сварки разных изделий.

Второй способ — сварка вольтовой дугой гораздо шире

охватывает металлопромышленность. Этот способ соединения металлов был открыт нашими соотечественниками: угольной дугой — Бенардосом, а металлической — инженером Славяновым. В Германии еще применяется способ Церенера, он из-за некоторых неудобств и сложности манипуляции не получил большого распространения. В нем, как в обыкновенном дуговом фонаре, возбуждается вольтова дуга между двумя углями. Магнит, помещенный около дуги, отклоняет ее (см. рис. 2). Отклоненной стороной вольтова дуга обращается к поврежденному месту, разогревает его до температуры плавления. Сварка производится или без присадочного металла, или он подается в виде стержня, в пламени дуги он расплавляется и заполняет свариваемое место.

Способ Бенардоса является по идее как бы переходным от Церенера к Славянову. Этот способ получил большее

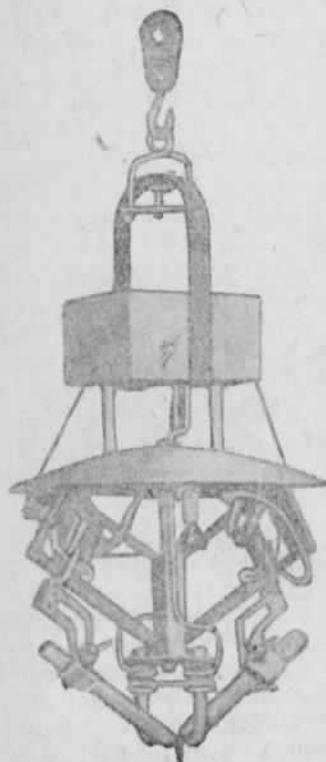


Рис. 2. Расположение углей в дуговом фонаре.

распространение, чем способ Церенера, но значительно меньше Славянова. Сущность того и другого метода одна и та же, поэтому перейдем к рассмотрению обоих способов сразу.

Как и при способе Церенера, при способах Бенардоса и Славянова тепло, выделяемое вольтовой дугой, служит для расплавления свариваемых металлов. Здесь энергия для горения вольтовой дуги получается от особых генераторов или трансформаторов. Напряжение на дуге колеблется от 18 до 30 вольт, а сила тока от 50 до 1 000 ампер. Напряжение холостого хода машин от 35 до 75 вольт.

Изделия соединяется с одним из полюсов машины, а с другим полюсом соединяется ручка, так называемая «карандаш», в который вставляется или кусок проволоки, или угольный стержень; и тот и другой носят названия электрода. Если вставляется металлический электрод, сварка носит название метода Славянова, если угольный — метода Бенардоса. Это и является основным различием между тем и другим методом.

При касании электродом свариваемого изделия получается замкнутая цепь, в которой начинает циркулировать ток. Для того, чтоб получилась вольтова дуга, электрод оттягивается от места сварки на расстояние от 3 до 10 мм. Температура вольтовой дуги самая высокая, какую удавалось человеку получить на земле. Тепла, выделяемого дугой, вполне достаточно, чтобы расплавить самые тугоплавкие металлы. Поэтому ею можно сваривать все металлы. Сваривать можно материалы толщиной от 1 мм до самых крупных и тяжелых отливок и поковок. Чем толще материал, тем выгоднее применение дуговой сварки. В пламени дуги плавится как металл электрода, так и самое изделие в месте сварки. Оба металла перемешиваются между собой и при правильном ведении процесса получается однообразная плотная масса, мало отличающаяся от состава основного изделия.

Для нормальных динамомашинок короткое замыкание является безусловно опасным, так как сила тока достигает там



величин, при которых обмотки могут сгореть. Отсюда и вытекает необходимость изготовления специальных машин для выполнения сварочных работ. Для сварки постоянным током имеются несколько различных типов генераторов. Эти генераторы могут быть постоянного напряжения, постоянной мощности или постоянной силы тока. Переменный ток доставляется специальным трансформатором, обычно однофазным. За последнее время появились трансформаторы трехфазного тока. Все трансформаторы снабжены соответствующим приспособлением для регулировки силы тока.

Сварочное снаряжение состоит из сварочного агрегата или трансформатора, контрольного приспособления для изменения силы тока, вольтметра, амперметра, кабелей, карандаша, или электрододержателя, щита или маски для защиты глаз и лица сварщика, стальной щетки, зубила, ручника и спецодежды — костюм и рукавицы.

2. ОБОРУДОВАНИЕ.

По получении машины она должна быть осторожно распакована и части проверены с заказом или спецификацией. На недостатку частей или их поломку в пути составляется должным образом акт и поставщику посылается требование о досылке недостающих частей.

Установка. Как общее положение машину нужно поместить в месте, где производится наибольшее количество работ, хотя от этого правила могут быть отступления. Если устанавливается сразу несколько машин, то целесообразнее разместить их в отдельном помещении, свободном от пыли и не стесненном.

Наилучший фундамент для стационарной установки — это solidное бетонное основание. Впрочем оно не абсолютно необходимо. Любой фундамент, который не будет вибрировать при работе сварочного агрегата, будет удовлетворителен.

Не рекомендуется ставить машину в помещении с большим количеством пыли и мусора. Пыль может служить причиной весьма быстрой порчи машины.

В тех случаях, когда пользуются передвижным трансформатором или агрегатом с электромотором, рекомендуется иметь на территории работ достаточное количество разборных постов для приключения машин к питательной сети; это дает возможность приключать сварочную установку в ближайшем к работе месте и таким образом избегать чересчур длинных кабелей. Длинные кабели не уменьшают мощности машины, но они стоят дорого, лежат на полу, затрудняют общее движение и сами быстро изнашиваются. Трансформаторы для электросварки обычно делаются передвижными или на колесах, или снабжены особыми ручками для переноски. В них нет никаких вращающихся частей, которые вызывали бы вибрацию самого трансформатора во время работы, поэтому они не требуют специальных фундаментов для своей установки. Пыль и сотрясения не влияют на долговечность работы трансформатора.

Вентиляция. Сварочные машины должны быть так конструированы, чтоб естественная вентиляция, вызванная вращением мотора, ни в коем случае не задерживалась. Необходимо, чтобы машины помещались в хорошо вентилируемом помещении. В холодных широтах в зимнее время необходимо помещение отапливать или уничтожать естественную вентиляцию машины. Во время работы на открытых местах с передвижными машинами необходимо их защищать от непогоды небольшими надстройками, однако эти надстройки не должны препятствовать вентиляции. При отсутствии вентиляции работа агрегата не будет удовлетворительной благодаря излишнему нагреванию, особенно в период теплого времени.

— В атмосфере, окружающей место сварки, во время работы наблюдаются мелкая коричневая пыль и хлопья. Это не что иное, как окислы металлов, они не являются опасными, но все же сварщик будет интенсивнее работать и лучше себя чувствовать, если помещение хорошо вентилируется.

Пуск. Когда машина установлена на место, перед пуском электромонтер должен внимательно ознакомиться со схемой

присоединения к сети, осмотреть все ее части, проверить изоляцию как электромотора, так и генератора и, если машина была привезена в сырое время или морем, надо дать ей просохнуть, как следует. Когда электромонтер убедится в том, что машина в порядке, он подводит провода, делает соединения, проверяет все болты и гайки, проверяет, есть ли масло или тавот в подшипниках, и только после этого мотор запускается вхолостую и проверяется направление вращения. Обычно оно указывается стрелкой на самом моторе. Если вращение неправильно, то мотор нужно сейчас же остановить и переменить две фазы. Когда определится, что мотор вращается правильно, из предосторожности его не запускают сразу под полную нагрузку, а постепенно нагружают, нагружая генератор водяным реостатом, или просто при минимальном напряжении возбуждают дугу и затем, постепенно увеличивая вольтаж, доводят агрегат до нормальных условий работы.

Осмотр, просушка и присоединение сварочного трансформатора производятся с такими же предосторожностями, как и уiformера.

Подшипники. Подшипники могут быть шариковые и с кольцевой смазкой. Обычно уход за ними указывается в проспектах фирмы, откуда получена машина. Шариковые подшипники набиваются тавотом только наполовину. Излишнее количество тавота способствует нагреванию подшипников, что может вызвать катастрофу. При кольцевой смазке, излишек масла вытекает из ограничителя. Масла нужно наливать столько, чтобы не было металлического касания между валом и поверхностью вкладыша.

Через каждые шесть месяцев подшипники должны быть тщательно вычищены, промыты керосином и снабжены смазкой, как указано выше. Надо всегда помнить, что лучшие смазочные материалы значительно увеличивают срок службы машины, а поэтому не рекомендуется скупиться при покупках масла или тавота.

Щетки. Чтоб содержать щетки на генераторе и вводителе в хорошем состоянии, не требуется особенного внимания и ухода за ними. Если щетки изнашиваются, они должны быть заменены новыми, поэтому, один комплект их всегда должен быть в запасе. Новые щетки обычно имеют вид прямоугольных призм, при установке необходимо поверхность их, соприкасающуюся с коммутатором, подогнать к поверхности коммутатора. Делается это следующим образом. По удалении старых щеток на коммутатор кладется средних номеров стеклянная или наждачная бумага лицевой стороной к щеткам, затем вставляется одна щетка в гнездо, пальцем прижимается к наждачной бумаге, а другой рукой наждачная бумага протягивается в направлении вращения генератора. Когда бумага дойдет до конца, щетка приподнимается, бумага передвигается в первоначальное положение и операция снова повторяется до тех пор, пока щетка всей своей поверхностью не будет плотно прилегать к поверхности коммутатора. Во время припики щеток абсолютно необходимо, чтоб наждачная бумага плотно прижималась к поверхности коммутатора. Когда таким образом будут припеты все щетки, вся угольная пыль тщательно сдувается с коммутатора (коллектора).

Коммутатор. Коммутатор, если машина была правильно сконструирована и не было никаких повреждений его в пути, почти не требует никакого ухода за собой. В случае продолжительной работы коммутатор может стать неровным и будет искрить во время сварки, в этом случае щетки нужно поднять и отполировать поверхность коммутатора стеклянной бумагой (наждачная бумага для этой цели не допускается). Делается деревянная болванка с поверхностью, совпадающей с поверхностью коммутатора, на нее набивается стеклянная бумага, агрегат запускается, и болванка по коммутатору проводится вглубь и обратно. Не допускается чистка коммутатора никаким маслом, салом, керосином и т. п. Если искрение коммутатора вызывается слабостью нажима пружины щеткодержателя, то пружину необходимо заменить новой.

Полярность. Когда сваривается мягкое железо, карандаш соединяется с отрицательным полюсом машины, а свариваемое железо с положительным полюсом. Если эти условия не соблюдены, сварщик обычно жалуется на беспорядки в машине. Положительный и отрицательный полюс на машине отмечается на видном месте, и электромонтер легко может определить, правильно ли присоединены кабели. Но, если даже и нет отметок полярности, ее легко определить с помощью вольтметра или вставить небольшой уголек от обычных дуговых фонарей в карандаш и возбудить дугу на куске железа. Если карандаш окажется положительным, дугу будет очень трудно поддерживать и на железе будет черный налет от угля. При перемене полярности, т. е. когда карандаш присоединен к отрицательному полюсу, дуга будет спокойно гореть и не будет оставаться никакого налета на железе.

Обычно свариваемые предметы значительны по размерам и имеют большую массу, чем электрод, поэтому потери тепла в изделиях будут больше, благодаря его отводу в окружающую толщу, это является главной причиной присоединения изделия к положительному полюсу¹⁾. Само собой понятно, что при сварке на трансформатора полярность не имеет никакого значения.

Опытный сварщик иногда с намерением меняет полярность, но это делается в некоторых специальных случаях, как например при сварке тонких листов, сварке стали с высоким содержанием углерода, марганцевой стали, чугуна или при сварке бронзовыми электродами.

¹⁾ В февральском журнале за 1930 г. Американского сварочного общества напечатана работа Р. Р. Alexander, который произвел измерение распределения энергии во время сварки вольтовой дугой на аноде и катоде. Его исследования показали, что при металлической дуге энергия, выделяемая на поверхности анода, практически равна таковой, выделяемой на катоде. В процентном отношении 49,5% на аноде и 50,5% на катоде.

Когда полярность неправильна, т. е. вольтметр показывает обратное направление тока или совсем ничего не показывает, лучше всего обратиться к специалисту, который разберется в схеме и устранил неполадки.

Регулировка силы тока. Приспособления для изменения силы тока обычно описываются в проспектах, высылаемых совместно с машинами. В трансформаторах в большинстве случаев сила тока изменяется приближением или удалением катушек со вторичной обмоткой от катушек с первичной обмоткой или изменением в цепи числа витков обмотки.

В машинах постоянного тока наблюдается еще большее различие. В некоторых системах сила тока устанавливается положением щеток на коммутаторе, изменением массы сердечников электромагнитов генератора, при постороннем возбуждении изменением возбуждательного тока в электромагнитах генератора и т. п.

Еще большее разнообразие наблюдается в устройстве самих механизмов для регулировки силы тока. Описывать здесь их устройство не представляется возможным. Манипуляция ими чрезвычайно проста и описывается в руководствах пользования машинами.

Вольтметры и амперметры. Сварочные машины переменного тока снабжаются только амперметром со шкалой соответствующей мощности трансформатора. Машины постоянного тока имеют вольтметр и амперметр. Вольтметр до 100 вольт и амперметр в зависимости от мощности машины до 1000 ампер. Все приборы и приспособления для регулировки силы тока обычно монтируются на самой машине.

Провода и кабели. Чтоб возбудить дугу между электродом и работой, необходимо между ними иметь надлежащий вольтаж. Сварочные кабели должны быть так рассчитаны, чтоб напряжение между генератором и дугой не падало сильно. Длина кабеля от источников энергии с регулируемым сопротивлением не имеет боль-

ного значения, так как сопротивление может быть так отрегулировано, что необходимое количество энергии будет доставлено к месту работ. При саморегулирующемся генераторе, особенно при наличии низкого напряжения в рабочей цепи, размеры кабеля должны быть выбраны внимательно, в противном случае при длинных кабелях может произойти целый ряд неполадок. Часто недоразумения происходят от того, что значительная часть энергии теряется по пути к месту сварки. Плохое соединение кабелей между собою, а также плохой контакт между работой и земляным проводом вызывает падение напряжения. Плохой контакт может быть обнаружен повышением температуры этого места. Провода употребляются для питания электромоторов и трансформаторов от главной магистрали, а кабели доставляют ток от сварочной машины до места работы. Как провода, так и кабели должны быть выбраны надлежащего сечения. Обычно расчет проводов производится по формулам для переменного трехфазного тока:

Для постоянного тока:

$$q = \frac{100 \times L \times W}{K \times P \times E^2 \times \cos^2 \varphi}$$

$$q = \frac{200 \times L \times W}{K \times P \times E^2}$$

q — сечение провода или кабеля в квадратных миллиметрах,

L — длина провода в метрах в один конец,

W — передаваемая мощность в ваттах,

K — проводимость меди = 56,

P — потеря мощности в процентах,

E — рабочее напряжение в вольтах,

$\cos \varphi$ — коэффициент мощности.

Ниже приводим график (рис. 3), который позволяет быстро и с достаточной точностью производить расчет проводов. Графики взяты из книжки «Таблицы для расчета медных проводов», изданной Всеобщей электрической кампанией в Германии. К графику «Напряжение» добавлены кривые для 22, 20 и 18 вольт. К графику «Потеря мощности» добавлены кривые для 20 и 25%.

Приведем пример, как пользоваться графиками: положим, надо передать 15 квт, при потере мощности в 2% при напряжении в 220 вольт, трехфазного тока и при коэффициенте мощности — 0,65 на расстоянии 30 м. Надо найти нужное сечение провода.

Берем на масштабе мощности 15 квт и восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с линией, характеризующей заданный $\cos \varphi = 0,65$; из точки пересечения проводим горизонтальную линию до пересечения с линией, характеризующей напряжение в 220 вольт; отсюда опускаемся по вертикали до линии, указывающей длину провода в 30 м; из точки пересечения проводим горизонтальную линию до пересечения кривой, характеризующей потери мощности в 2%, и отсюда по вертикальной линии опускаемся на сечение проводов, которое оказывается равным 20 кв. мм. Если подсчитать сечение провода для данного примера по вышеприведенной формуле, то найдем, что оно будет равно 19,6 кв. мм.

Для определения сечения проводов и кабелей допустим, что нужно передать для сварки 200 ампер постоянного тока при сварочном напряжении в 20 вольт на расстояние 50 м при потере в 10%.

Берем на масштабе мощности 4 квт, опускаем перпендикуляр до пересечения с линией, характеризующей $\cos \varphi = 1$; дальше идем тем же порядком, как и в предыдущем примере, и определяем сечение, равное 200 кв. мм. При потере в 25% имеем сечение равным 70 кв. мм. По формуле для определения сечения проводов для постоянного тока находим для потери мощности в 10%, сечение = 180 кв. мм, а при 25% — 72 кв. мм.

Карандаш. Держатель электродов, или иначе карандаш для дуговой сварки, является очень важной частью электро-сварочной установки. Его назначение — держать твердо сварочную проволоку во все время сварки в любом желаемом положении и в то же самое время подводить ток к электроду, не причиняя никаких неудобств или повреждений сварщику.

ПОДАЧЕНО

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

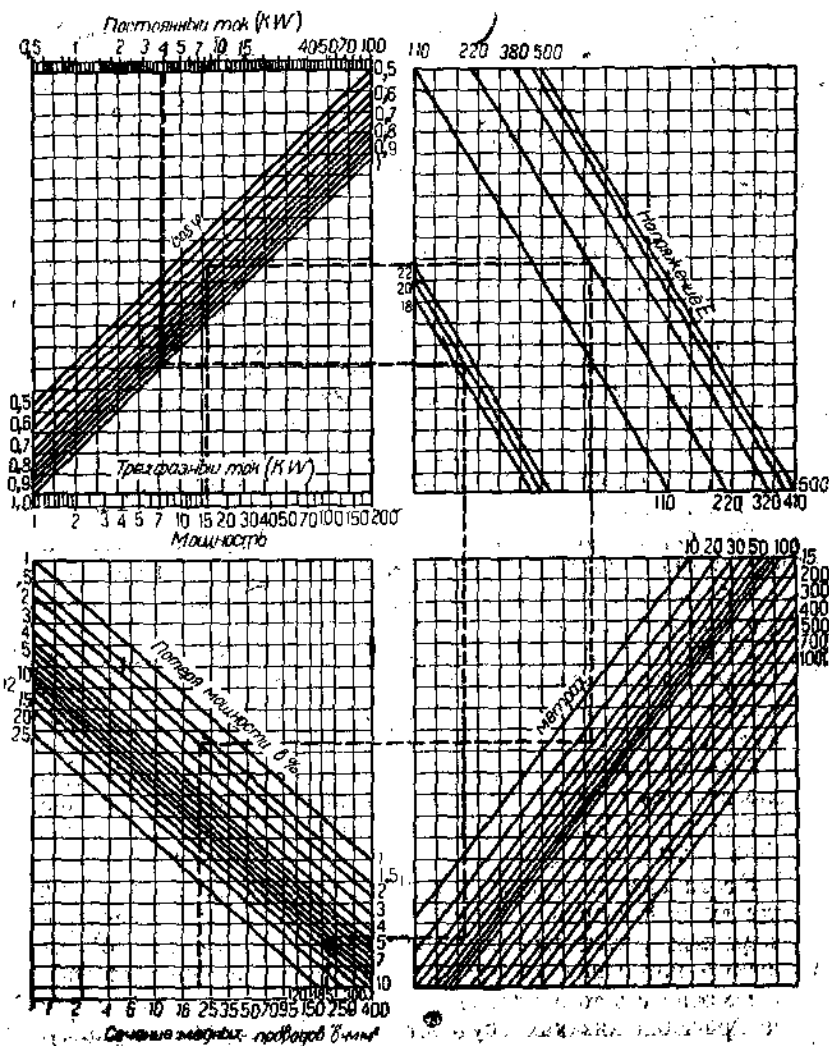


Рис. 3. Графики для расчета медных проводов.

Карандаш должен быть так сконструирован, чтоб свободно и быстро позволять перемену электродов и в то же время не утомлять своей громоздкостью руки сварщика.

Так как карандаш находится в руках, он должен быть хорошо изолирован и не должен во время работы чересчур нагреваться. Нагревание ручки может произойти от того, что сечение кабеля, подводящего ток к электроду, недостаточно, от сильного нагревания захватных губок карандаша или от плохого соединения между карандашом и подводящим кабелем.

Первые две причины относятся к конструктивным недостаткам карандаша. Первая из причин устраняется тем, что делают достаточное сечение металлических частей карандаша, вторая — достаточной длиной карандаша. Третья причина относится к небрежному обращению сварщика с карандашом. Вследствие постоянного кручения карандаша в одну сторону и небрежного обращения с ним, контакт между кабелем и карандашом расстраивается, что приводит к быстрой порче карандаша и кабеля. Как только сварщик заметит нагревание ручки, то необходимо сейчас же пересмотреть и исправить соединение между карандашом и кабелем.

Идеальным карандашом будет тот, который легко освобождает «окурки», быстро схватывает электрод и держит его крепко (пока он не расплавится и не обратится в окурки длиной в 30—50 мм), хорошо сбалансирован и не утомляет руки сварщика во время работы. Для удобства манипуляции карандашом рекомендуется соединять его с остальным кабелем посредством весьма гибкого кабеля длиной до 1½ м. При соединении карандаша весьма гибким кабелем контакт между ними не расстраивается так часто, как это наблюдается при употреблении грубого кабеля.

Губки карандаша могут быть железными, алюминиевыми или лучше всего из марганцевой бронзы, которая не поддается быстрой порче от действия тепла дуги. Иногда бывает полезно губки иметь сменными. Карандаш, в котором

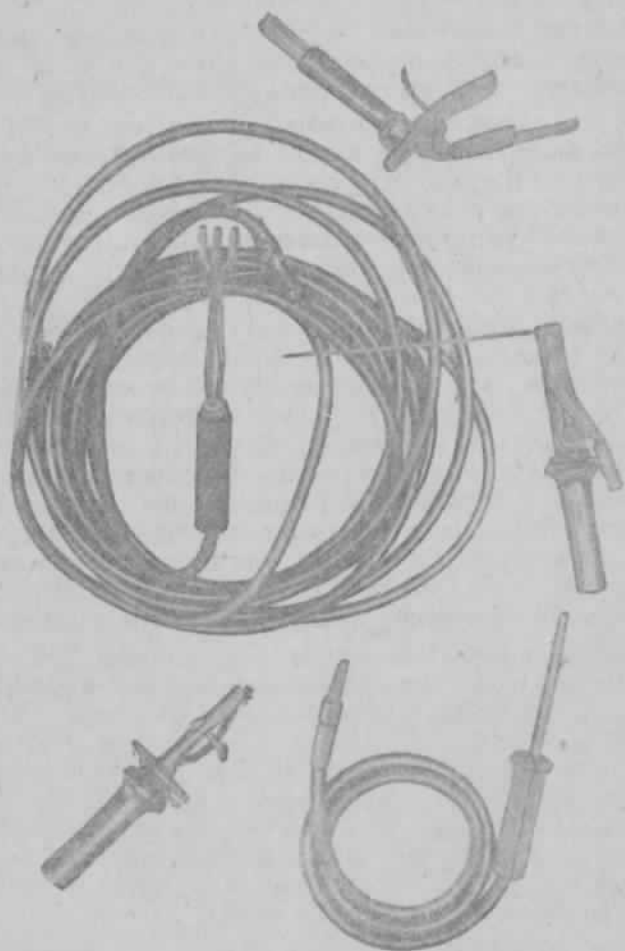


Рис. 4. Карандаши для металлических электродов.

окурок освобождается посредством вновь вставляемого электрода, неудобен в том отношении, что сварщик теряет много времени на замену электродов. В карандашах, в которых

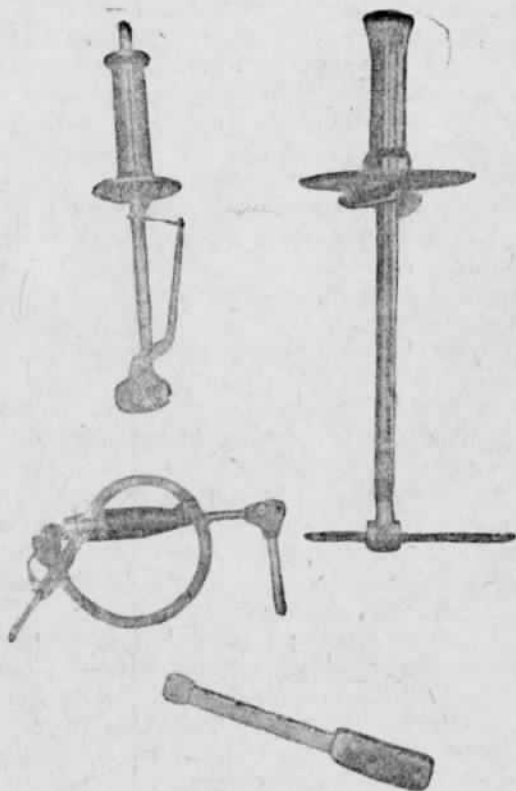


Рис. 5. Карандаши для угольных электродов.

окурок освобождается посредством нажатия рычага, обычно быстро портятся пружины, поэтому необходимо их всегда

иметь в запасе. Последние карандаши дороже первых, но первоначальные затраты скоро окупаются экономией времени, затрачиваемого на выставку электродов. Ниже помещены рисунки разных карандашей (рис. 4).

Карандаши для угольной дуги несколько отличаются от карандашей для металлической дуги. Замена электродов при угольной дуге не происходит так часто, как при металлической, кроме того при угольной дуге карандаш подвергается действию гораздо большей температуры, чем при металлической, поэтому эти карандаши так сконструированы, чтоб удовлетворять вышеизложенным требованиям (см. рис 5). Губки карандашей этого рода заменяемы, и необходимо всегда иметь их в запасе в достаточном количестве. Абсолютно необходимо смотреть за тем, чтобы уголь хорошо был зажат в карандаше, в противном случае сейчас же образуется местный нагрев, который вызовет распыление губок или даже и полную порчу карандаша.

Шлемы и щитки употребляются сварщиками для защиты лица, шеи и глаз от действия лучей дуги. Они должны быть изготовлены из материалов, непроводящих ток. Щитки и шлемы не должны быть прозрачными и, чтобы они не утомляли руки и головы сварщика во время работы, должны быть легкими и удобными в обращении; отверстие с цветными стеклами, через которое сварщик наблюдает за дугой, должно быть достаточных размеров. Металлы как материалы для изготовления шлемов и щитков абсолютно не допускаются. Шлем сконструирован так, что сам держится на голове, оставляя обе руки свободными для выполнения работы. Система крепления шлема на голове такова, что его можно легко надеть и открыть лицо сварщика, не снимая совсем с головы (см. рис. 6).

Желательно, чтоб шлем защищал и от бокового и от заднего света.

Цвет как шлема, так и щитка должен быть темным, чтоб не отражать никакого света. Щиток обычно держится в левой руке, и сварщик закрывает им лицо в момент воз-



Рис. 6. Шлемы и щиты.

буждения дуги и до ее окончания. При перемене электродов шлем подымается вверх, а щиток просто откладывается в сторону. После вставки электрода в карандаш левой рукой, щиток берется в руку, и как только наметят точку, в которой должны возбудить дугу, лицо закрывается щитком или шлемом, и только после этого возбуждается дуга.

Температура дуги очень высокая, и свет ее чрезвычайно яркий, содержащий большое количество инфракрасных и ультрафиолетовых лучей. Эти лучи химически активны и производят болезненный эффект на глаза и кожу. Действие этих лучей и должно быть предупреждено цветным стеклом и самим шлемом или экраном. Стекла должны задерживать как инфракрасные, так и ультрафиолетовые лучи и доводить яркость дуги до того, чтоб глаз свободно, не утомляясь, мог наблюдать за ее состоянием. Полезно стекла подвергнуть спектроскопическому исследованию, прежде чем пустить их в употребление. Вначале стекла состояли из двух цветных стекол — красного и зеленого. Красное предназначалось для улавливания инфракрасных лучей, а зеленое для ультрафиолетовых. В настоящее время имеются одинарные стекла с такой окраской, что они не пропускают ни тех, ни других лучей. Помимо цветных стекол в отверстие щитка и шлема вставляются одно или два прозрачных обычных стекла. Назначение их — предохранять цветные стекла, как более дорогие, от брызг расплавленного металла.

Никогда не следует смотреть на дугу незащищенным глазом. Самое близкое расстояние, с которого без особого риска можно смотреть на дугу, это — пятнадцать метров. При несоблюдении этого правила вызывается разной степени ожог глаз. Этот ожог чрезвычайно болезнен, обыкновенно обнаруживается через пять, шесть часов и продолжается от 24 до 48 часов. Глаза повреждаются не на все время, но ожог создает ощущение песка, насыпанного в глаза, и вызывает слезотечение.

В случае ожога полезно пустить в глаз несколько капель раствора Argyrol'a. Этот раствор применяется, пока ожог

глаз не проходит совершенно, но при обязательном условии пользоваться им с интервалами в пять часов. В случае повторных ожогов лучше всего за советом обратиться к врачу.

Щиты. Когда сварка происходит в мастерской, где работают другие рабочие, необходимо место сварки окружить щитами, чтоб охранить глаза остальных рабочих от действия дуги. Часто щиты необходимы и для того, чтоб защитить дугу от ветра или сквозняка, которые делают дугу неустойчивой. Когда выполняются мелкие работы, лучше для каждого сварщика сделать небольшие отдельные кабинки (см. рис. 7). Но если приходится сваривать крупные вещи, лучше иметь подвижные щиты (см. рис. 8).

Необходимо, чтоб щиты и стенки кабинки были окрашены в матовый темный цвет, так как даже отраженные лучи от светлой поверхности достаточны для ожога глаз.

Для лучших условий работы кабинки должны хорошо вентилироваться и не стеснять движения сварщика. Щиты должны быть устойчивыми, легкими и удобными для переноски и установки. Материалом для изготовления их может служить кровельное железо или фанера. Делать ширмы из тьшней, хотя бы и грубого качества, не рекомендуется, т. к. это небезопасно в пожарном отношении.

Одежда. Раскаленные капли металла при сварке иногда сильно разбрызгиваются и портят костюмы, поэтому необходимо сварщикам выдавать спецодежду. Одежда изготавливается из грубой парусины, полезно наколенники сделать из кожи.

Форма одежды не должна стеснять свободу действий сварщика и не образовывать глубоких складок, так как искры могут попасть в складки, прожечь материал и причинить ожоги сварщику. Передниками как спецодеждой пользоваться не рекомендуется, так как при сидячем положении получается большая поверхность, на которую сыплются искры от дуги и в конце концов прожигают передник. Лучше всего иметь костюм из двух частей: брюк и тулурки.

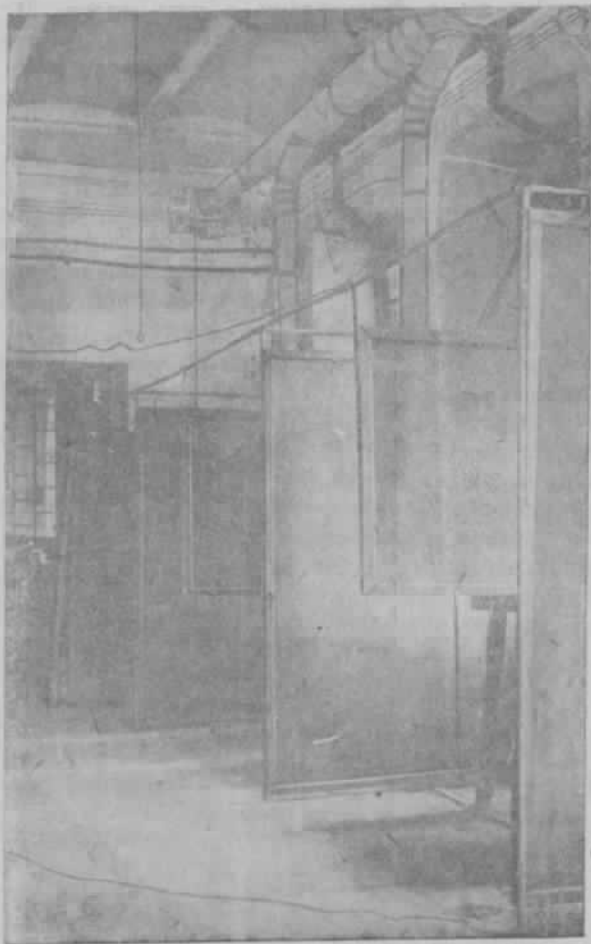


Рис. 7. Кабинки сварщиков.

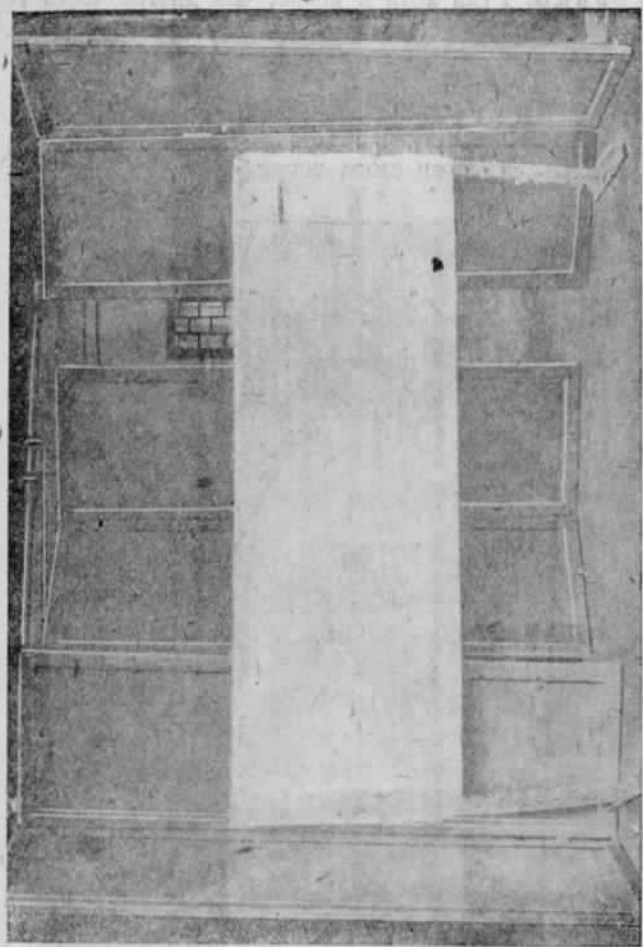


Рис. 8. Оградительные щиты.

Рукавицы. Руки хотя и менее, чем другие части тела, поддаются ожогу дугой, но все же необходимо и их защищать от действия лучей дуги и ее брызг. Рукавицы могут быть кожаными или из грубого брезента.

Сварочный стол. Мелкие работы в мастерской лучше всего выполнять на сварочном столе. Сварочный стол представлен на рис. 9. Ноги стола могут быть сделаны из уго-



Рис. 9. Сварочный стол.

вого железа, труб и прочего подходящего для этой цели материала. Металлическая столешница может быть сделана из железа, но лучше всего иметь ее из чугуна. Стол должен быть устойчивым и удобным для выполнения на нем работ. Рекомендуется к столу прикрепить тиски, которые часто

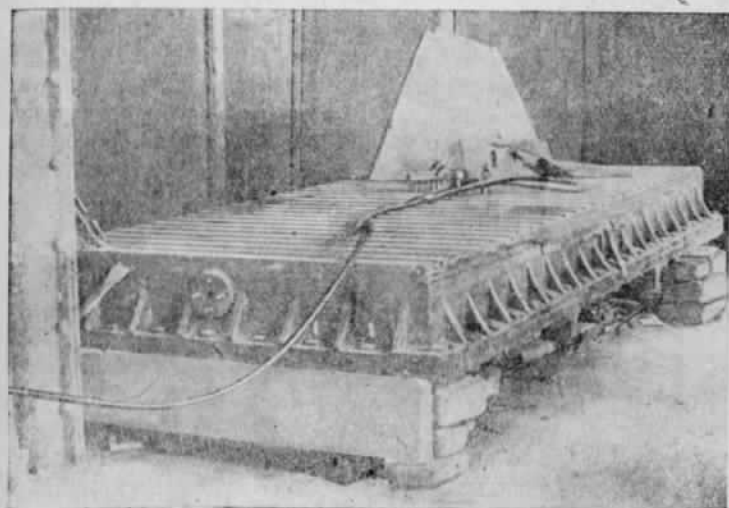


Рис. 10. Сварочная чугунная плита.

служат для зажима свариваемых предметов. Иногда для крупных работ полезно иметь чугунную плиту (см. рис. 10). Соединение стола или плиты с земляным проводом должно быть хорошо выполнено. Плохой контакт с земляным проводом часто служит причиной неудовлетворительных результатов сварки. Работа может быть положена прямо на стол или плиту, поверхности соприкосновения между ними вполне достаточно для контакта.

Сварку крупных частей, которые не могут поместиться на плите или столе, можно производить на полу. В этом случае надо иметь удобное заземление свариваемого изделия (см. рис. 11). Контакт может быть положен и придавлен к изделию. Иногда свариваемый предмет покрыт в месте контакта ржавчиной, грязью, маслом или краской, которые не пропускают через себя ток. В таких случаях надо очистить небольшую поверхность изделия до металлического блеска и захватить за нее губками контакта.

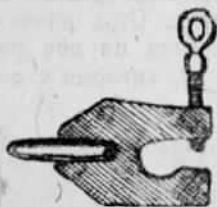


Рис 11. Контакт провода заземления.

Инструменты для чистки. Чистота поверхности свариваемых металлов чрезвычайно важна для получения хороших результатов сварки. Чтоб постоянно держать свариваемые места чистыми от посторонних веществ, употребляют следующие инструменты (часть из них показана на рис. 12):

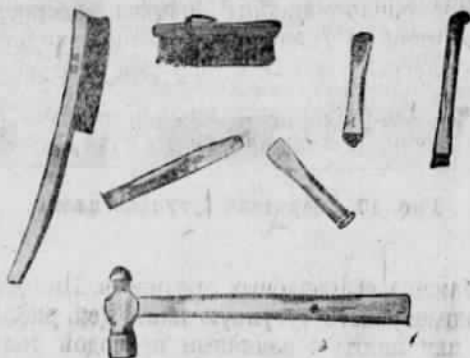


Рис. 12. Инструменты для чистки мест сварки.

1. *Стальные щетки* для удаления легкой ржавчины, окислов и для чистки слоев при большой сварке, когда слои электрометалла нарастают один на другой.

2. *Зубило* может быть ручным или пневматическим. Зубило употребляется для удаления накали, окалины и прочих посторонних веществ с места сварки. Часто зубилом или молотком приходится пользоваться при удалении шлагов, которые образуются на свариваемой поверхности при употреблении электродов, покрытых флюсами, а также удалении окалины при автогенной резке металлов со всех обрезанных кромок, подлежащих сварке. Надо следить внимательно, чтоб осколки шлагов, окалины и пр. не оставались в свариваемом шве, так как, попадая в расплавленный металл, они образуют прослойки, воздушные мешки и пористые швы.

3. *Пескоструй* употребляется для удаления ржавчины, окалины, краски и пр. Описания употребления пескоструя можно найти в проспектах заводов, изготовляющих таковые.

4. Очень рекомендуется для чистки свариваемых мест иметь *наждачное точило* с тибким валом. Заменяя наждачный диск стальной щеткой, можно быстро и тщательно вычистить самые грязные и трудно доступные места свариваемых предметов.

Для удаления масел и жиров пользуются бензином или раствором каустической соды. После очистки жидкости должны быть тщательно удалены с поверхности свариваемого места. В противном случае при испарении жидкости во время работы дуга получается неустойчивой и сварка пористой.

Вспомогательные предметы. Чтоб предохранить расплавленный металл от проваливания через предмет, когда сварка происходит с одной стороны, употребляются угольные бруски. Металл не пристаёт к угольному бруску, а образует гладкую поверхность на противоположной стороне сварки, где электрометалл приходит в соприкосновение с угольной подкладкой.

При пользовании угольными брусками, наплавленный металл, прилегающий к бруску, поглотит некоторое количество углерода, и поэтому эта часть будет несколько тверже остальной. Не следует возбуждать дугу непосредственно на бруске, потому что поглощение угля в этом случае увеличивается. Это

Науглероживание должно приниматься во внимание, если впоследствии наваренная поверхность подлежит обработке. При наращивании электрометалла вверх из угольных брусков можно сделать соответствующее гнездо, чтоб удерживать расплавленный металл на месте. Угольные куски могут употребляться также и для закладывания отверстий, которые должны сохраниться во время сварки.

Для этой же цели могут употребляться и медные бруски. При медных брусках нельзя возбуждать дугу на меди, иначе сварочное железо смешивается с медью и после окончания сварки будет трудно отделить медные бруски. Если дугу держать так, чтоб только расплавленный металл стекал к меди, медь не смешивается с железом и легко от него отделяется.

При сварке тонких листов рекомендуется подкладывать под них в месте шва медные или стальные бруски. Эта мера преследует две цели. Первая—отводить тепло и этим предохранять тонкие листы от прогорания, и вторая—удерживать стороны листов в определенном положении друг от друга.

При отсутствии угля меди для форм наплавки, особенно фасонных, пользуются огнеупорной глиной, асбестом и др. подобными материалами.

Некоторые отливки, особенно из чугуна, требуют медленного охлаждения после сварки, чтоб ослабить вредные усилия, являющиеся следствием сжатия металла. Это явление особенно резко наблюдается при сложных отливках. В таких случаях свариваемое изделие кладется в железный ящик или еще лучше—в ящик с раскаленным древесным углем и засыпается сухим песком или шлаком. При отсутствии железного ящика изделие можно обложить кирпичом и затем засыпать все песком или шлаком. Если изделие массивное, то остывание может продлиться от одного до десяти дней.

Иногда перед сваркой отливку полезно нагреть, и сварку производить, когда изделие нагреется градусов до 600 С. Газовые или обычные паяльные лампы употребляются для предварительного нагрева. В некоторых случаях лучше кру-

гом изделия сделать временную кирпичную печь (см. рис. 13). В последнем случае выгоднее и удобнее нагревание производить посредством раскаленного древесного угля, который засыпается в пространство между изделием и кирпичом. По мере сгорания древесный уголь необходимо добавлять. Такой способ дает равномерное разогревание предмета, и после сварки его в этой же печи засыпают сухим песком или шлаком или просто печь покрывают сверху листовым асбестом.

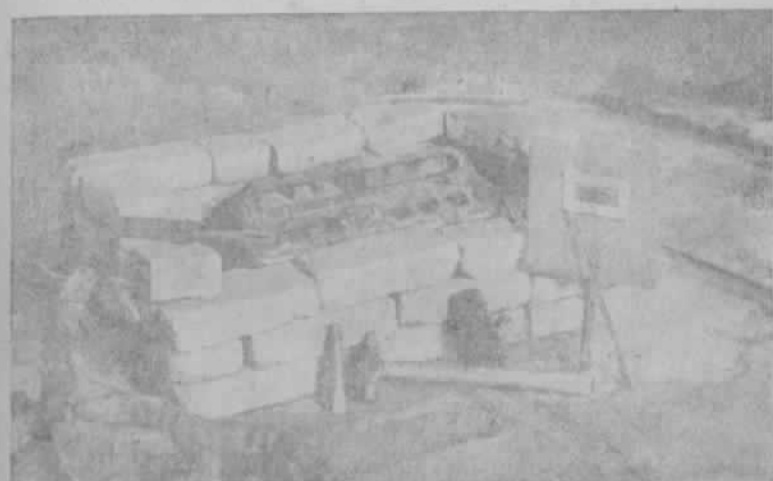


Рис. 13. Временная кирпичная печь для горячей сварки

Электросварочная дуга. Вольтова дуга образуется током, проходящим через воздушный интервал в электрической цепи. При возникновении дуги небольшое количество металла, между которыми образуется дуга, нагревается до газообразного состояния. По этому газообразному потоку материала ток проходит от одного электрода к другому через воздушную прослойку.

Конец, с которого ток проходит на другой полюс, называется положительным полюсом, или анодом. Конец, через который ток выходит из дуги, называется отрицательным полюсом, или катодом. Такая терминология подходит только в том случае, если пользуются постоянным током.

Как говорилось выше, температура и свет дуги настолько сильны, что наблюдать за ними незащищенным глазом невозможно. Когда подобрано соответствующее стекло, через него легко отличить различные части дуги друг от друга. Центральная часть дуги (см. рис. 14) делится на две части. Внутрен-



Рис. 14. Диаграмма сварочной дуги.

няя часть дуги определяется, как ее сердцевина, а окружающая часть, как оболочка дуги. Обычно внутренняя часть дуги отличается зеленоватой окраской сравнительно малого диаметра и устремляется по прямой линии между полюсами.

Место, куда устремляется центральная часть дуги, видимо как светлокрасное или желтоватое пятно, очень яркое и горячее. Наружная часть дуги не такая яркая, как внутренняя, и носит название пламени дуги. Центральная часть дуги, устремляясь на металл, расплавляет его и выдувает небольшое углубление. Это углубление носит название кратера (см. рис. 15).

Металл, окружающий кратер, расплавлен и виден, как яркокрасная поверхность. Эта яркость постепенно переходит в темнокрасный цвет с низшей температурой и на коротком расстоянии около 15 мм от дуги переходит в темный цвет, исключая случаев больших сварок. Шлаки и окислы наблюдаются плавающими на расплавленном металле в виде светлых или темных пятен, в зависимости от точки плавления примесей.

Центральная часть дуги, как уже было сказано, окружена дуговым пламенем, которое находится в постоянном движении и постоянно изменяет свою форму; оно очень легко отклоняется магнитным полем, образованным током в электроде и изделии, а также движением воздуха, которое возникает благодаря температуре дуги или просто сквозняка. Это блуждание дуги особенно заметно при длинной дуге.

Пронцаемость. Металл, расплавленный в точке изделия, где возбуждается дуга, при правильной силе тока, полярности и скорости движения электрода как бы выдувается из расплавленной ванночки потоком, исходящим от электрода. Это давление дуги на расплавленный металл образует углуб-

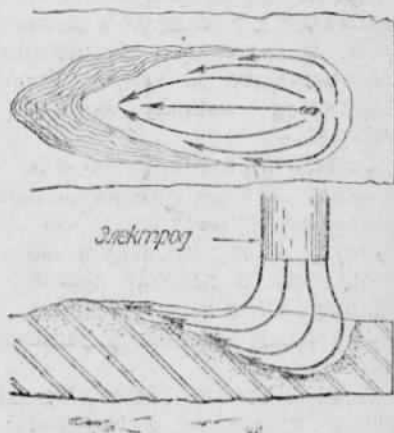


Рис. 15. Кратер сварочной дуги.

ление при остывании металла в месте перерыва дуги и носит название кратера (см. рис. 15). Глубина и характер кратера до некоторой степени служат средством определения глубины проницаемости отложенного металла с электрода и качества сварки. Глубина кратера зависит от толщины свариваемых предметов, диаметра электродов и силы тока, но не должна быть меньше $1\frac{1}{2}$ мм.

Правильная проницаемость показывает, что металл изделия расплавлен и находится в состоянии принять металл от электрода, а также, что поверхность кратера достаточна для принятия всего металла электрода и не даст возможности отлагаемому металлу образовать наплывы по кромкам электрошва.

Длина дуги. Сама по себе правильная длина дуги еще не может служить доказательством хорошей сварки, но можно определенно утверждать, что длинная дуга дает плохую сварку. При короткой дуге тепло концентрируется на малой поверхности и поэтому большее количество энергии трансформируется в полезное тепло. При длинной дуге тепло в значительном количестве рассеивается в окружающее пространство.

Длинная дуга не так устойчива, как короткая, и имеет тенденцию кружиться и блуждать около свариваемого места. Это явление совместно с длиной дуги дает возможность воздуху более продолжительное время находиться в контакте с расплавленным металлом, переходящим от электрода к изделию, а также в контакте с металлом при очень высокой температуре в кратере. В результате кислород и азот воздуха поглощаются металлом в значительном количестве. Оба газа чрезвычайно вредно отзываются на качестве сварки. При короткой дуге пламя дуги, содержащее распыленные пары металла, предохраняет чистый металл от поглощения посторонних газов.

Длина дуги измеряется расстоянием от конца электрода до поверхности кратера. Установка длины дуги главным образом зависит от диаметра электрода и силы тока; она ко-

доблется от $1\frac{1}{2}$ до 5 мм для металлической дуги и от 5 до 35 мм для угольной дуги. Опыт покажет сварщику, нормальной ли длины он держит дугу. Правильную длину дуги можно определить по слуху: если дуга издает ясный треск более или менее постоянной силы, очень похожий на треск масла, вылитого на раскаленную сковородку, это значит — дуга короткая. Если дуга издает шипение, очень напоминающее шипение обычного дугового фопаря, это признак длинной дуги. При короткой дуге сварщик через экран видит весьма устойчивое пламя дуги плавный переход металла с электрода на изделие и при нормальных электродах для котельного железа — очень слабое разбрызгивание. При длинной дуге пламя ее очень неустойчиво, на конце электрода образуются шарики из расплавленного металла, которые сильно разбрызгиваются. При длинной дуге электрошов получается бесформенным, окруженным большим количеством брызг и сильно покрытым окислами металла. При короткой дуге он имеет ясно выраженные формы, свободен от окислов и больших брызг (см. рис. 16).

Устойчивость дуги. Сварочный ток, протекающий в электроде, создает магнитное поле, которое в некоторых случаях приводит дугу к скачкам с одного места на другое. Иногда удается успокоить дугу изменением места прикрепления земляного провода. Грязь, окислы и прочие посторонние вещества на поверхности сварки делают дугу неустойчивой и приводят к ее частым порывам. Для устранения этого необходима тщательная чистка места сварки. Пары и газы тоже делают дугу неустойчивой и приводят к плохому качеству сварки. Такое явление может произойти при сварке трещин, в которых остались или попадают масло, керосин или вода. При нагревании металла во время сварки жидкости переходят в парообразное состояние и, проходя через дугу, делают ее чрезвычайно неустойчивой, и во всех случаях сварка получается плохой или мало удовлетворительной, а поэтому при сварке таких мест настоятельно рекомендуется предварительно удалить все следы жидкости и только тогда

приступить к сварке. Сильное движение воздуха через дугу, как ветер, сквозняки и т. п., делают ее неустойчивой вследствие выдувания и быстрого охлаждения паров металла в вольтовой дуге. В таких случаях для устойчивости дуги

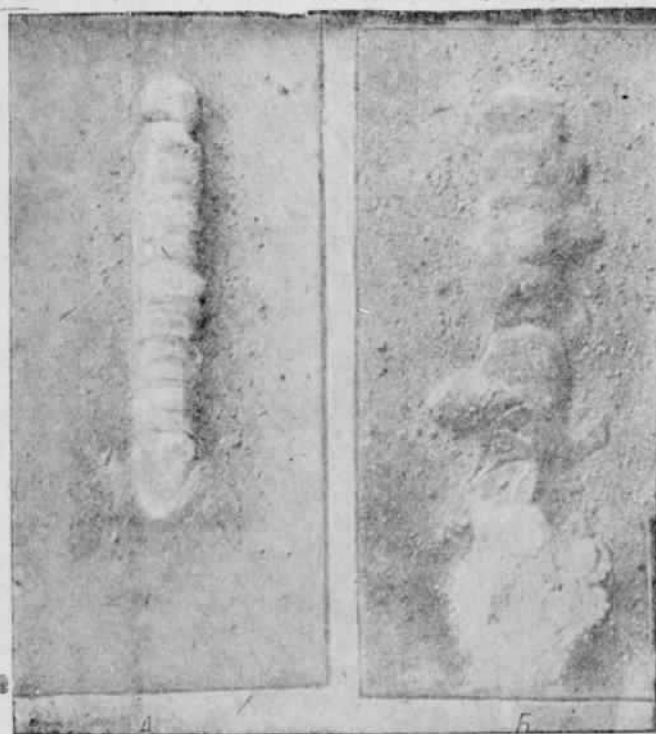


Рис. 16. А — вид шва, выполненного короткой дугой;
Б — вид шва, выполненного длинной дугой.

употребляются покрытые электроды. Иногда бывает достаточным окунуть электроды в известковое молоко, высушить и в таком виде употребить в дело.

Электроды. Чтобы получить хорошие результаты, надо применять лучшего качества материалы для электродов, а не пользоваться любым куском железной проволоки только потому, что она тоже может плавиться. При плохих электродах сварщик, несмотря на все свое умение, не может получить хороших результатов, как и сапожник не может сшить хороших сапог при плохом материале. Наружный вид сварки может быть хорошим и при плохих электродах, но качество будет хорошим при употреблении только лучшего качества электродов для данного рода работы.

Совершенно неправильна попытка экономить за счет стоимости электродов, что видно из следующего соображения: исправление плохо выполненной работы во всяком случае будет стоить во много раз больше стоимости электродов, поэтому небольшая экономия за счет качества их совершенно ничем не оправдывается. Так как не может быть электрода, который подходил бы ко всякому роду работ, поэтому чрезвычайно важно, чтоб сварщик умел выбирать наилучший электрод для данной работы. Стремление сварщика — получить соединение, равное по прочности или даже выше прочности основного металла; этого можно достичь, только выбирая надлежащее качество электродов и правильно ведя весь процесс.

Электроды, употребляемые при массовой работе по сварке мягкого железа, литой стали или обычных стальных изделий и некоторых сортов чугуна, должны быть из железной проволоки лучшего качества с низким содержанием углерода, около 0,15% или даже и того меньше. В большинстве случаев выпускаемая на рынок сварочная проволока удовлетворяет вышеуказанному требованию, хотя имеется проволока и с более высоким содержанием углерода, которая употребляется для некоторых специальных работ. С высоким и средним содержанием углерода стальные электроды употребляются в тех случаях, когда требуется твердая сварка.

Американское сварочное общество выработало следующий химический состав для железных или стальных электродов.

Цифры приведены в процентах.

	Низкое содержание углерода		Высокое содержание углерода
	Е—М I A	Е—М I B	Е—М I C
Углерод не выше	0,06%	0,13—0,18%	0,85—1,10%
Марганец.	0,15%	0,40—0,60%	0,30—0,60%
Фосфор.	0,04%	не выше 0,04%	не выше 0,04%
Сера.	0,04%	„ 0,04%	„ 0,04%
Кремний.	0,08%	„ 0,06%	—

Помимо вышеприведенных электродов имеется большое разнообразие других марок, при чем фирмы, выделяющие их, указывают для каждой марки временное сопротивление и относительное удлинение в шве металла, прошедшего через вольтовую дугу. Зная усилия в элементах, подлежащих сварке, можно выбрать электроды такой марки, которые дают прочность электрошва больше целого места.

При заказе сварочной проволоки необходимо указывать марку, сечение, нарезанную или в бунтах и что она будет использована для электросварочного процесса, так как подобного же рода проволока для автогенной сварки может оказаться неподходящей для электросварки.

Сварочная проволока должна быть нарезанной на куски, удобные для вставки в карандаш, длиной от 35 до 45 см; практика показала, что это наиболее рациональная длина. Электроды длиннее указанных размеров были бы неудобными для обращения, и опытом установлено, что при этой длине отбросы из осколков электродов являются наименьшими.

По данным Всеобщей электрической компании в Америке, материал электрода распределяется в процентах.

	Сварка	
	Ручная	Автоматическая
Полезно использованный металл.	75%	90%
Угар и разбрызгивание металла	10%	10%
Окурки (остатки электрода в карандаше)	15%	00%

По данным сварочной лаборатории Дальневосточного государственного университета во Владивостоке, материал электрода распределяется в процентах.

	Ручная сварка
Полезно использованный металл.	75—65
Угар и разбрызгивание металла	10
Окурки	15—25

Совершенно недопустимо начинать дугу или продолжать ее при электроде, разогретом до красного каления. В таких случаях необходимо сейчас же заменить электрод свежим.

Диаметр электродов колеблется от 1 до 7 мм, но для большинства обычных работ подходят электроды с диаметром от 3 до 5 мм. Имеются и другие размеры для специальных работ. Сварочная проволока в виде неразрезанных кругов или в виде стержней должна храниться в теплом, сухом месте.

Электроды должны быть в виде прямых стержней, нужно избегать пользоваться стержнями, нарезанными из кругов проволоки и невыпрямленными. Кривыми стержнями неудобно пользоваться, сварщик тратит много времени на вставку их в карандаш. Опытные сварщики держат около дюжины стержней в одной руке со щитом, это дает им возможность быстро производить смену окурка на новый электрод. Такая операция невозможна с кривыми стержнями. Электроды должны храниться небольшими пачками штук по пятьдесят, эта мера уменьшает ненужные потери стержней.

Примерный расход стержней при сварке котельного железа, по данным Вестингауза в Америке.

Расход стержней при сварке котельного железа.

При сварке встык со скошенной кромкой, в 45°

При сварке внахлестку

Толщина железа в мм	Ток в амп.	Расх. в г		Сварено метров в час	Толщина железа в мм	Ток в амп.	Расх. в г		Сварено метров в час
		В час	На 1 м шва				В час	На 1 м шва	
3	90	590	4,5	5,8	3	125	820	94,5	7,6
5	110	726	222	3	5	150	975	222	4,3
6	125	820	385	2	6	175	1 134	385	2,7
8	150	975	610	1,5	8	200	1 275	610	2
10	175	1 135	870	1,2	10	225	1 455	870	1,5
12,5	200	1 275	1 520	0,7	12,5	250	1 635	1 520	0,97
19	225	1 455	3 450	0,47	19	300	1 950	3 450	0,5
25	250	1 635	6 200	0,22	25	400	2 725	6 200	0,4

Беря стоимость электроэнергии, электродов и работы в любой местности можно получить стоимость работы в час.

Для определения расхода электродов в час можно пользоваться следующей формулой:

Расход в граммах = $6,5 \times$ на силу тока в амперах.

Угольные электроды. Употребляются при электро-сварке угольной дугой. За неимением специально изготовлен-ных электродов можно пользоваться обычными углями для дуговых ламп. Размеры угля зависят от рода работы и в боль-шинстве случаев употребляются для электрорезки, выжиган-ия заклепок и дыр в изделиях.

Обмазка. Иногда вместо голых электродов пользуют-ся покрытыми электродами. При употреблении покрытых элек-тродов дуга получается более устойчивой, что особенно на-блюдается при работе переменным током, при сварке изделий из особых сплавов или при сварке на сильном ветру и сквозняках.

Покрышка предохраняет расплавленный металл от контакта с окружающим воздухом, увеличивает концентрацию тепла, что способствует увеличению плавки электрода в единицу времени. В некоторых случаях употребляются специальные обмазки с тем, чтобы в отложенном металле находились желаемые элементы для придания специальных свойств сварному шву. Покрытые электроды или флюсы главным образом употребляются для сварки нежелезных металлов, чугуна или сплавов железа или стали.

Довольно удовлетворительная обмазка получается при смешивании равных частей углекислой и двууглекислой соды. Действие этой обмазки заключается в том, что ее карбонаты, соединяясь с кислородом воздуха, образуют шлаки, которые всплывают на поверхность шва и позволяют кислороду выделяться в виде окиси или двуокиси углерода. Вполне удовлетворительная обмазка получается из смеси мела, воды и небольшого количества жидкого стекла.

Ниже приводим состав флюса для электродов на 500 стержней:

Графита в порошке	15 г
Магния	7,5 г
Алюминия	4 г
Окиси магния	65 г
Окиси кальция	60 г
Кремнекислого натрия 40° В	120 см ³
В о д ы	150 г

Примеси кремнекислого алюминия повышают температуру плавления обмазки, а кремнекислого натрия наоборот понижают ее.

Вставка электродов. Если конец угольного электрода выступает из карандаша более чем на 10 см, то он будет быстро окисляться, а значит, и сгорать, но, с другой стороны, его нельзя выставить менее чем на 5 см, потому что жар дуги может сжечь карандаш. Лучшим местом зажима угольного электрода будет расстояние от конца между 5 и 8 см.

Ток, проходя через электрод, частично превращается в тепло в самом электроде; это тепло совместно с теплом, полученным электродом от дуги, разогревает его часть, находящуюся между дугой и карандашом; поэтому, когда сварочный ток высок для данного сечения электрода, рекомендуется зажимать электрод за середину; благодаря этой мере он расплавится скорее, чем нагреется до красного каления. При низком токе электрод зажимается за один из концов, это сокращает число перерывов дуги и время на переворачивания электродов.

Регулировка тока. Относительно силы тока, размеров электрода и толщины свариваемых предметов приведена следующая диаграмма. Цифрами, полученными из диаграммы,

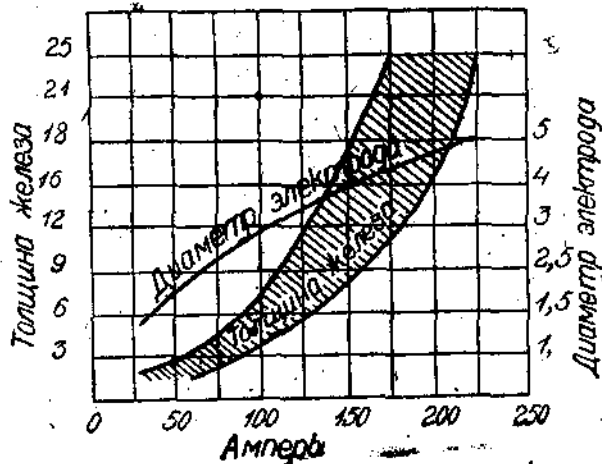


Рис. 17. Диаграмма зависимости между толщиной желе а, силой тока и диаметром электрода.

можно пользоваться только для общих указаний. Для каждого случая и рода работ сварщик сам определяет правильную толщину электродов и подходящую силу тока.

Допустим, нужно сварить 6-мм котельное железо. Идя по горизонтали до пересечения крайних положений заштрихованной части и опускаясь вниз, определяем силу тока от 90 до 125 ампер. Выбирая силу тока в 125 ампер, из этой точки восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с кривой диаметров электрода. Из точки пересечения проводим горизонтальную линию вправо и находим, что при этой силе тока надо взять электроды диаметром 3,5 мм.

[3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

Электросварка—процесс, в котором пользуются электроэнергией для соединения металлов в расплавленном или парообразном состоянии, без применения или с применением механического давления иликовки.

Сварка дуговой—сварка, при которой сварочный жар создается вольтовой дугой, образуемой между изделием и электродом или между двумя электродами, с применением или без применения водорода или другого эквивалентного газа.

Электрод—специально изготовленная металлическая проволока или угольные стержни, употребляемые как концы электрической цепи для выделения интенсивного тепла посредством вольтовой дуги.

Присадочный металл—металл, добавляемый в месте сварки с расплавленного электрода или отдельного стержня.

Электрометалл—металл, прошедший через дугу и составляющий сварку.

Окурок—остаток электрода в карандаше.

Основной или главный металл—материал изделия, предназначенного к сварке.

Сварка встык—сварка смежных кромок двух частей. Соприкосновение между кромками обязательно, они могут образовывать некоторый угол или идти параллельно друг другу (см. рис. 18).

Сварка в нахлестку — сварка места пересечения кромок листа с поверхностью другого листа, при этом сечение

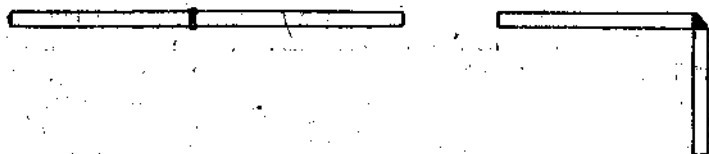


Рис. 18. Стыковая сварка.

электрометалла имеет вид треугольника, две стороны которого составляют поверхности основного металла, а третья, гипотенуза — поверхность электрометалла (см. рис. 19).



Рис. 19. Сварка в нахлестку.

Размер сварки в нахлестку определяется ее длиной и шириной; за ширину принимается высота равнобедренного треугольника, получаемого от поперечного сечения электрометалла. Для определения величины нахлестки листов американцы предлагают формулу $a = 2T \pm 25$ мм, где T — наименьшая толщина пластины.

Сварка с накладкой — сварка встык, усиленная накладками с одной или двух сторон (см. рис. 20).



Рис. 20. Сварка с накладкой.

Т-образная сварка — сварка двух пластин, расположенных в виде тавровой балки.

Электрозаклепочная сварка—сварка двух листов через засверленные в них дыры (см. рис. 21).

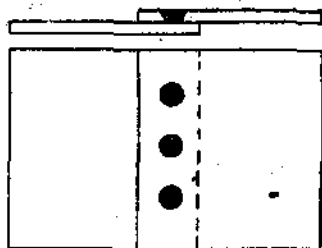


Рис. 21. Электрозаклепочная сварка.

Сварка в вырез—сварка двух частей через вырез в одной из них (см. рис. 22). Этот тип сварки употребляется

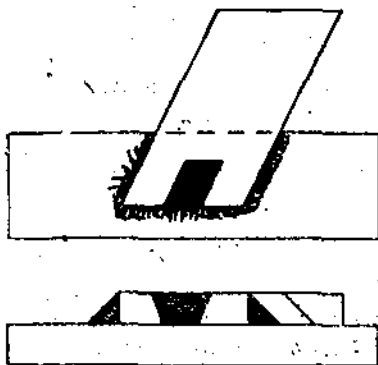


Рис. 22. Сварка в вырез.

тогда, когда обварка по наружному периметру недостаточна, чтобы выдержать передаваемое через нее усилие.

Сплошная сварка—сварка, продолжающаяся без перерывов, применяется для прочности или плотности соединения, или для того и другого вместе (рис. 23).

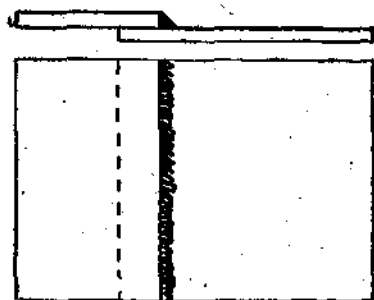


Рис. 23. Сплошная сварка.

Участковая сварка—прочная сварка, состоящая из сваренных отдельных небольших участков, между которыми остаются несваренные места. Длина сварки не меньше 5 см (рис. 24).

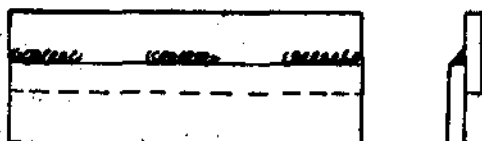


Рис. 24. Участковая сварка.

Прихватка—короткая сварка, употребляемая не для прочности, а для сборки частей. Длина ее не больше 1 см.

Палубная сварка—сварка, когда электрод находится над свариваемым местом и расплавленный металл электрода падает вниз, заполняя место сварки изделия (рис. 25).

Вертикальная сварка — сварка на вертикальной стенке. Электрод держится сбоку. Эта сварка распадается на два типа: чисто вертикальную сварку, когда шов на

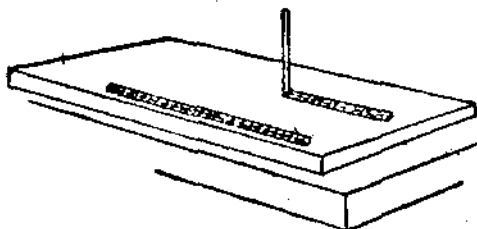


Рис. 25. Палубная сварка.

вертикальной стенке имеет направление сверху вниз, и вертикально-горизонтальную сварку, когда шов на вертикальной стенке имеет направление, параллельное горизонтальной плоскости (рис. 26 и 26а).

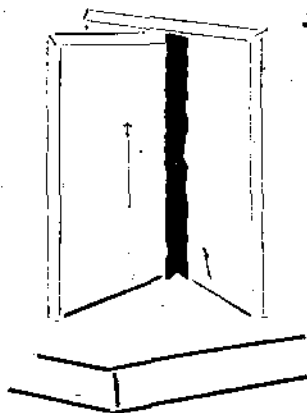


Рис. 26. Чисто вертикальная сварка.

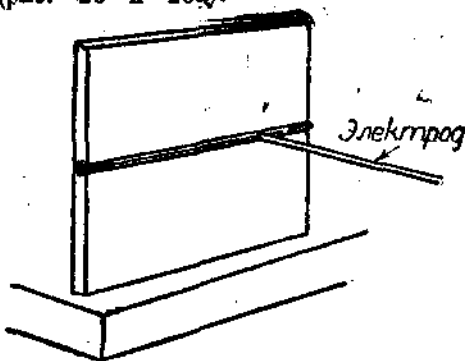


Рис. 26а. Вертикально-горизонтальная сварка.

Потолочная сварка — сварка, которая производится над головой сварщика. Электрод находится снизу сваривае-

мого предмета. Расплавленный металл с конца электрода, чтоб попасть на свариваемое место, должен переместиться снизу вверх (рис. 27).



Рис. 27. Потолочная сварка.

Обозначения электросварных швов. Существует целый ряд различных условных обозначений электро-

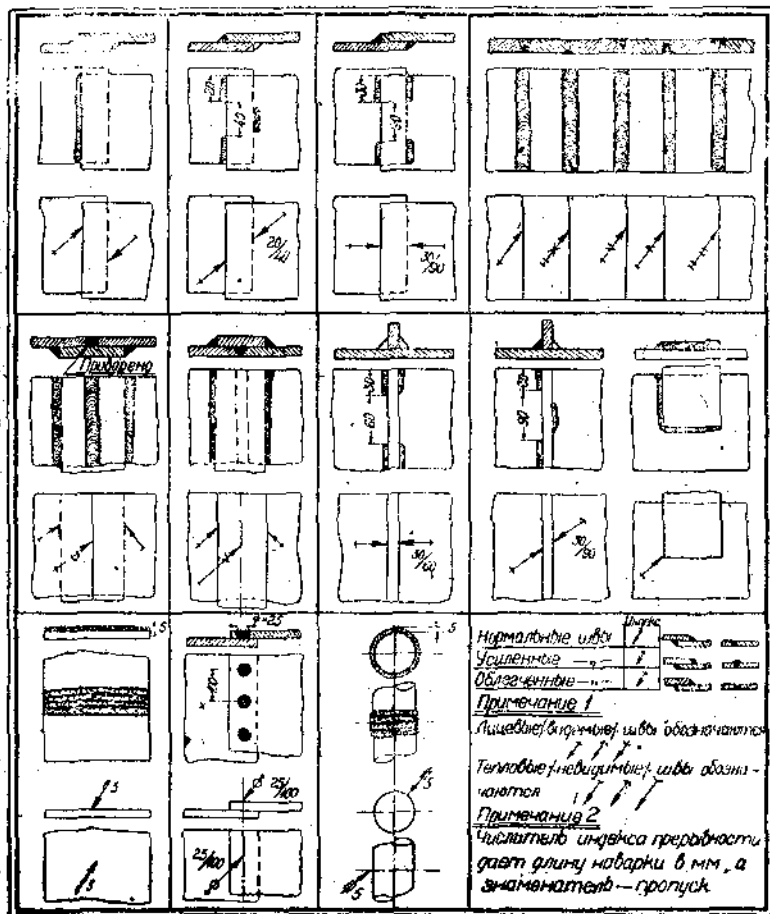
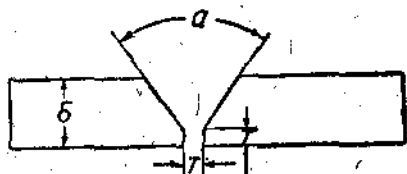


Рис. 28. Система условных обозначений электросварных швов.

сварных швов. На стр. 51 приведена система условных обозначений профессора В. П. Вологодина как наиболее простая из всех существующих в настоящее время.

Подготовка изделия к сварке. Правильная подготовка изделия к сварке — половина всей работы. Плохая подготовка часто является причиной неудачно выполненной сварки, поэтому приходится обращать на подготовку особое



внимание. При сварке в нахлестку особой подготовки кромок не требуется, но при сварке в стык их приходится подготавливать соответствующим образом. Железо

толщиной до 6 мм можно сваривать без скашивания кромок, необходимо только

между ними сделать соответствующий зазор. От 2 до 6 мм необходимо скашивание кромок свыше 12 мм; кромки можно скашивать с двух сторон, если позволяет работа. При скашивании кромок с одной стороны фаска не доводится до самого низа (см. рис. 29).

$\delta = 1,5$	3	5	6	9	12	15	18	22	25
$a = 0$	0	0	75	75	70	70	60	60	60
$T = 0$	1	2	2,5	3	3,5	4	4	5	5
$S_1 = 0$	0	0	1,2	1,5	2	2,5	2,5	3	3



Рис. 30. Двусторонний скос кромок.

При скашивании кромок с двух сторон электрометалла идет в два раза меньше, а поэтому и скорость сварки в два

раза увеличивается (см. рис. 30) *А, Б, С, Д, Е*, равны между собой. Для сварки при одностороннем скосе надо заполнить *А, Б, С, Д*, а при двустороннем — *Д* и *Е*.

Части, свариваемые между собой в стык, расставляются для того, чтоб нижние кромки не остались несприваренными.

При сварке тонких листов приходится принимать меры от прожогов, для этого кромки листов отбортовываются (см. рис. 31) или под шов подводится металлическая масса в виде рельса, балки или металлической поверхности стола, которые отводят тепло от свариваемых листов и этим предохраняют железо от прожигания. Такой же прием применяется и при сварке тонких листов в нахлестку. Эта мера действительна только в том случае, когда шов по всей длине плотно прилегает к металлической подкладке.

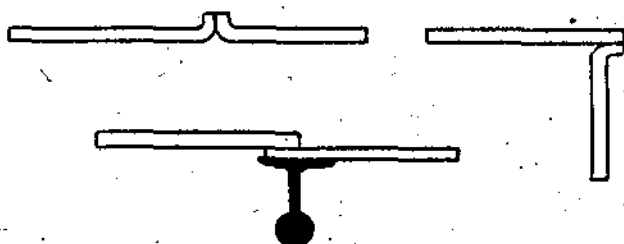


Рис. 31. Отбортовка кромок при стыковой сварке.
Подкладка рельса для отвода тепла.

При заварке в изделиях трещин их надо рассматривать, как стыковую сварку, и перед сваркой производить ту же подготовку кромок трещины, как и при стыковой сварке.

При электроваклепочной сварке дыры должны быть диаметром не менее 25 мм или диаметр равняется толщине свариваемого предмета плюс 10 мм. Дыры должны быть раззенкованы. Минимальная толщина материала, допускаемого к электрозаклепочной сварке, не должна быть менее 9 мм.

При сварке в вырез кромок должны быть скошены (см. рис. 22). Всякую

подготовку кромок к сварке можно производить стачиванием на наждачном точиле, обрубкой зубилом или проще всего при помощи ацетилено-кислородной резки, при обязательном условии последующей обрубке всех окислов, полученных при резке.

Подготовка чугуна к сварке производится таким же образом, как и железа при стыковой сварке, т. е. кромок скашиваются с одной стороны в зависимости от толщины изделия и между ними дается зазор, как это изображено на рис. 29. Опыт показал, что сварка чугуна с двух сторон оказывается менее прочна, чем с одной стороны, поэтому, хотя двусторонняя сварка и более выгодна в экономиче-

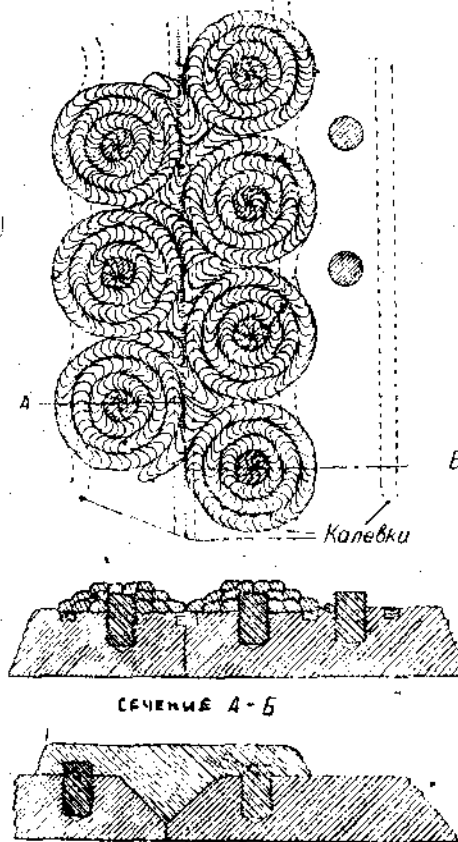


Рис. 32. Подготовка чугуна к сварке металлической дугой.

ском отношении, все следует избегать при сварке чугуна.

Для усиления прочности шва в чугун ставятся ввертыши из железа или стали диаметром в 6 мм. Ввертыши должны быть до отказа ввернуты в засверленные и нарезанные дыры по месту сварки (см. рис. 32) на глубину, равную диаметру ввертыша, и расположены так, что после сварки электрометалл покрыл все ввертыши. Поверхность всех ввертышей должна равняться от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{3}$ всей свариваемой поверхности, и в этом случае прочность сварки можно рассматривать, как равную прочности самих ввертышей. Ввертыши могут возвышаться над поверхностью чугуна от 3 до 6 мм. Рекомендуется вдоль шва прорубить канавки квадратного сечения. Назначение их — препятствовать скалыванию электрометалла с чугуна при охлаждении сварки.

Борьба с температурными напряжениями. На прочность электрошва влияет правильность ведения процесса сварки. Во время сварки в шве появляются температурные напряжения, вызванные сжатием и расширением электрометалла. Эти усилия зависят от ширины шва, количества тепла, выделенного дугой, от скорости сварки и длины шва. Если не принять особых мер для ослабления действия сжатия и расширения металла в длинных швах и замкнутых контурах, то обычно эти усилия настолько возрастают, что могут вызвать разрыв шва.

Если взять чугунный брусок длиной в 25 см и сечением $6\frac{1}{4}$ см, нагреть до 260 °С, он удлинится на 0,78 мм; если концы его укрепить так, чтоб брусок не мог сжаться при остывании, в нем появятся растягивающие усилия, равные примерно 24,500 кг, когда брусок остынет до нормальной температуры, и так как чугун не эластичен, произойдет разрыв бруска. Такого же рода явления наблюдаются и при сварке железа, но так как железо эластично, разрыв шва происходит только при наличии целого ряда неблагоприятных условий.

Для преодоления этих затруднений применяют два способа. Первый, если позволяют условия, состоит в том, что концы, противоположные началу сварки, разводятся на $2\frac{1}{2}\%$

от общей длины шва, плюс первоначальный зазор между кромками (см. рис. 33). В некоторых случаях этот процент

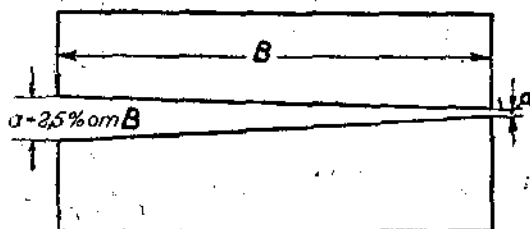


Рис. 33. Развод свариваемых кромок.

достигает 6. Развод производится посредством клина, который по мере сварки выбивается, и этим дается постепенное сближение кромок.

Второй способ — это так называемая сварка «обратным шагом», с интервалами (см. рис. 34). Весь длинный шов или

замкнутый контур разбивается на участки не свыше 10 см. Провариваются два крайних и один средний в порядке номеров. Затем средний в половинах и т. д., как показывают цифры на рис. 34.

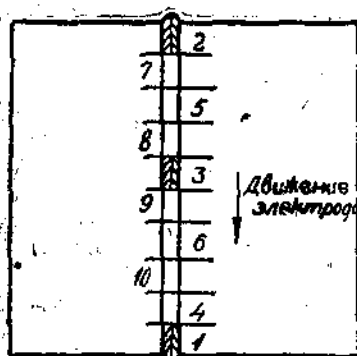


Рис. 34. Сварка «обратным шагом».

4. ОБУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОСВАРКЕ.

Для начинающего весьма полезно посмотреть на работу опытного сварщика. Нужно обратить внимание на движение

руки с карандашом при возбуждении дуги и манипуляции

ею при сварке. Ухо начинающего привыкнет к треску дуги, и он научится по слуху отличать нормальную дугу от слишком короткой или длинной. Лучше, если ученик начнет варить сидя, это дает ему возможность все свое внимание сосредоточить на работе, но если приходится начинать, стоя на ногах, то сварщик должен принять удобную позу, прислонившись к столу или другому неподвижному предмету для устранения колебания тела, оставляя правую руку совершенно свободной в движениях.

Карандаш держится в правой руке достаточно твердо, чтоб иметь полный контроль над его движением. Нет надобности держать его очень крепко, это делу не поможет, но утомит быстро руку. Рука с карандашом должна быть совершенно свободна в движениях, нигде не должна прижиматься к телу, или к столу, или вообще к какой-либо подставке. Кабель от карандаша должен быть гибок и свободен. Рекомендуется перекинуть его через плечо или несколько витков его сложить на коленях или около стола. Щит держится левой рукой. При выполнении уроков сварщик должен соблюдать все указания, изложенные выше; только в этом случае можно надеяться на быстрое усвоение заданий в уроках. Приступать к выполнению следующего урока можно только в том случае, когда ученик вполне освоится с предыдущим.

Урок 1. Перед началом сварщик должен приготовить себе все необходимые предметы для сварки:

- 1) листовое железо $6 \times 250 \times 250$ мм,
- 2) электродов пачку 50 шт., диаметром 4 мм,
- 3) стальную щетку,
- 4) молоток,
- 5) зубило,
- 6) щиток.

Осмотреть, в порядке ли карандаш, чисты ли стекла в экране. Когда окажется все в порядке, ученик просит старшего сварщика или электромонтера пустить машину.

(Пуск и регулировку делает старший сварщик или электромонтер до тех пор, пока начинающий не освоится внешне с этими операциями). Сила тока устанавливается в 150 ампер. После этого ученик садится на стул перед сварочным столом, правой рукой берет карандаш, левой вставляет в него электрод. Затем левой рукой берет экран, намечает место возбуждения дуги, закрывает лицо экраном и опускает правую руку с карандашом, пока электрод не коснется намеченной точки. В результате посыплются искры, и электрод пристанет к железу; как говорят «примерзнет», если немедленно не оторвать электрод от железа, это делается поворачиванием карандаша в сторону, или выдернуть карандаш, электрод быстро нагреется и перегорит. Не следует ждать, пока перегорит электрод и ток прервется сам собой. Продолжительное короткое замыкание вредно отзывается на всей сварочной установке, поэтому рекомендуется сейчас же после примерзания электрода к месту или оторвать его, или выдернуть карандаш.

Этих примерзаний можно избежать: быстро воспламенив электродом железа, немедленно оттянуть электрод обратно на 3 мм. Второе движение должно быть несколько медленнее, чем первое. Электрод нужно держать перпендикулярно к поверхности листа. Повторять эту операцию нужно до тех пор, пока ученик не научится держать дугу так долго, как он этого желает. На изучение этой операции начинающий тратит от 75 до 100 электродов и около 15 часов.

По мере того, как ученик приобретает навык, он должен укорачивать дугу и привыкать управлять ею. Понижение карандаша должно происходить по мере плавки конца электрода, а поступательное движение — по мере того, как плавится пластина для принятия присадочного металла. Если электрод передвигать быстро, присадочный материал просто будет наплавлять на пластину без всякого ее проплавления. Если вести электрод несколько медленнее, то шов будет шире, выше и электрометалл хорошо смешается с основным металлом.

Слишком медленное поступательное движение сильно разогревает место сварки, увеличивает диаметр кратера и поэтому подвергает расплавленный металл более продолжительному действию воздуха, чем обычно. В этом случае шов покрывается окисью железа красного цвета; не исключена возможность, что эта окись попадет в глубину сварки. Газы и пары металла при малом кратере защищают расплавленный металл от окисления и азотирования.

За первое упражнение сварщик должен научиться держать дугу короткой, различать по треску нормальную дугу от длинной; начав дугу, не прерывать ее, пока не расплавится весь электрод. Вид шва должен быть однообразным, без больших углублений и возвышений.

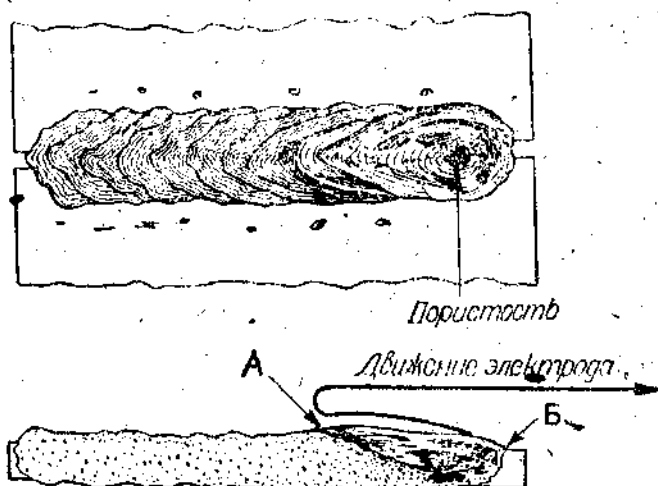


Рис. 35. Сечение электрометалла, показывающее провицание и кратер.

Привыкнув управлять дугой при 150 амперах, сварщик выполняет все те же операции последовательно при токе

в 100 ампер и 80 ампер. В последнем случае стержни берутся диаметром 3 мм.

При перерывах дуги в кратере образуется пористый металл; чтоб этот губчатый металл не ухудшал собою сварку, рекомендуется его вырубать или начинать дугу в точке В, вернуться медленно к точке А, затем пройти быстро обратно к В и дальше варить, как обычно (см. рис. 35). При сварке сосудов неправильно проваренные кратера обычно всегда дают течь, устранение которой впоследствии причиняет массу неприятностей.

Чтоб ученик имел понятие о сварочном шве, надо разрезать несколько образцов вдоль и поперек шва. В продольном разрезе можно наблюдать места остановок и однородность сварки, по поперечному разрезу можно судить о пропущенности, о наплывах и правильности отложения присадочного металла. В этом уроке движение карандаша только по прямым линиям, в направлении, какое начинающий найдет для себя удобным.

Урок 2. Обычно начинающий возбуждает дугу и начинает сварку в случайных местах, объясняя это явление тем, что он через стекла экрана ничего не видит, кроме дуги.

Назначение второго урока — приучить сварщика начинать дугу в предварительно назначенном месте и продолжать ее по заранее намеченному направлению. Для этого берут кусок котельного железа таких же размеров, как в первом упражнении, делают на нем мелом несколько линий. Сварщик наваривает металл по этим линиям, пока не усвоит сварки по прямой линии.

Следующий этап — на листе проводят меловую линию и сварщик на расстоянии сантиметра наваривает валик; отступив от первого валика на один сантиметр, наваривает второй и т. д., пока не освоится в совершенстве с умением накладывать ряды валики на заданном расстоянии друг от друга. Привыкнув наваривать валики в направлении справа налево, надо научиться так же свободно наваривать и слева направо, затем к себе и наконец, от себя.

После этих упражнений сварщик пишет мелом на куске железа свои инициалы и пробует обварить их. Научившись удовлетворительно обваривать буквы по мелу, сварщик пробует то же самое сделать без мела. Эти упражнения повторяются до тех пор, пока сварщик не найдет свою работу вполне удовлетворительной.

Этот урок приучает глаз сварщика определять направление дуги. Вначале это кажется очень трудным, так как начинающий через защитное стекло в экране видит только дугу и ничего другого.

Осматривая валики наплавленного металла, можно убедиться, что в местах окончания дуги получается большой кратер. Обычно дуга трудно начинается в кратере, и сварка в этом месте получается пористой. Перед тем, как прервать дугу, кратер можно уменьшить. Заметив, что уже время прекратить дугу, сварщик на некоторое время останавливает поступательное движение стержня и делает им несколько круговых движений кругом кратера, каждый раз приближая конец электрода к центру кратера; когда наплавится достаточно металла, быстро прекращает дугу движением карандаша в сторону. Начинающий должен над этим упражняться до тех пор, пока не научится оставлять кратер не больше пяти миллиметров в диаметре. Все эти упражнения занимают около десяти часов. Электроды и сила тока берутся, как в 1 уроке.

Урок 3. Выполнение заданий 3-го урока служит доказательством, что сварщик справился с предыдущими работами. Берется котельное железо $250 \times 250 \times 6$ мм и трех диаметров электроды — 5, 4 и 3 мм. Не делая никаких отступок, сварщик наваривает три ряда валиков электродом в 5 мм при 150 амперах. Через каждые 35 мм валик должен иметь перерыв в 10 мм. Валики должны быть прямыми, и расстояние между ними должно быть все время постоянным, около 15 мм.

Хорошая проварка должна быть у каждого начала дуги и очень маленький кратер — в конце каждого валика. Сле-

дующие три ряда валиков навариваются электродом в 4 мм при 130 амперах. Последние три ряда валиков навариваются электродами в 3 мм при 100 амперах. Наварка валиков все время производится таким же образом, как и первых трех рядов. На одной стороне пластины валики навешиваются справа налево или наоборот, а на другой стороне выполняются точно такие же операции от себя или к себе (см. рис. 36).



Рис. 36. Наварка валиков.

При быстром поступательном движении электрода волны электрометалла имеют вытянутый вид и плоское сечение валика. При медленном движении волны почти перпендикулярны направлению шва. Сам шов имеет слишком выпуклый

вид, и есть риск напыла кромок. На рис. 37 изображена проникаемость электрометалла: *А* — при быстром поступательном движении электрода, *В* — при медленном, и только при нормальной скорости (см. табл. на стр.) получается хорошая проникаемость *В*.

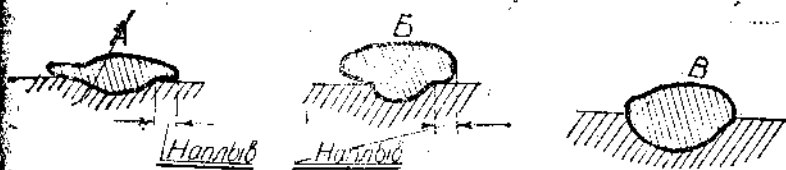


Рис. 37. Различная проникаемость электрометалла.

Урок 4. Задача четвертого урока состоит в том, чтоб дать навыки начинающему по выполнению рассеянного шва. Кусок котельного железа кладется на сварочный стол. Электроды берутся диаметром 4 мм, сила тока — около 130 ампер.

В предыдущих уроках поступательное движение электрода происходило по прямой линии. В настоящей работе движение

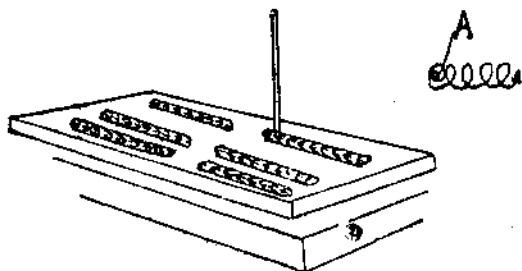


Рис. 38. Наварка кольцеобразным движением электрода.

электрода кольцеобразное (см. рис. 38). Пластика делится на две части, в первой половине валики навариваются справа налево, во второй половине — слева направо. На обороте

пластины валики навариваются к себе на одной половине и от себя — на второй. Во время процесса электрод держится перпендикулярно к поверхности железа. Возбудив дугу, сварщик делает кольцевое движение кругом места начала дуги (см. точка А рис. 38), чтоб проплавить его как следует. При окончании первого кольца, второе начинают по границе раскаленного металла, которая ясно видна через стекла экрана, и таким образом при каждом новом кольце валик будет наращиваться несколько вперед. При равномерном поступательном движении шов будет иметь ровный, слегка волнообразный вид, как это изображено на рис. 35.

Чтоб уловить границу, по которой надо вести электрод при следующем кольцевом движении, рекомендуется прерывать дугу и после остывания металла эта граница будет ясно видна: с одной стороны нетронутый основной металл, а с другой стороны уже несколько оплавленный металл. Останавливаясь таким образом несколько раз и внимательно осматривая остывший кратер и смежную с ним зону, сварщик научится различать эту границу (см. точка А рис. 39).



Рис. 39. Граница между наваренными кольцами.

Надо привыкнуть делать движения концом электрода кольцеобразные, а не яйцеобразные, что часто наблюдается у начинающих; они или слишком забегают вперед, или на-

оборот далеко возвращаются назад. Когда сварщик ведет электрод по целине (см. стрелки рис. 38), он должен замедлять движение, чтоб металл проплавился как следует, и несколько ускорять его, когда при обратном направлении электрод попадает на уже расплавленный металл.

Для установли правильной скорости поступательного движения руководствуются таблицей на стр. 42, в которой указано, при каких условиях сколько метров можно отложить металла. Выполнение заданий этого урока занимает около 8 часов. Необходимо научиться делать движения электродом по часовой стрелке и наоборот.

Урок 5. Задание урока пятого такое же, как и предыдущего урока, за исключением движения конца электрода. Это движение в четвертом уроке производилось кольцеобразно, а в пятом оно производится зигзагообразно (см. рис. 40).

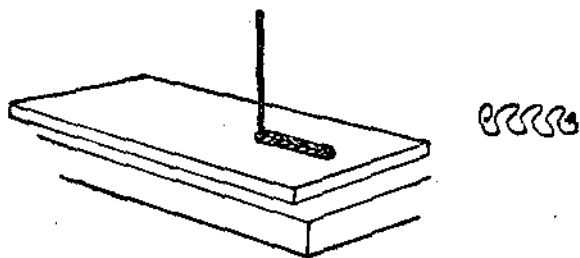


Рис. 40. Наварка зигзагообразным движением [электрода.

Урок 6. До тех пор, пока сварщик не справится вполне с предыдущими упражнениями, бесполезно переходить к выполнению заданий шестого урока. Цель этого урока — выработать в сварщике правильные методы наплавки металла — один шов на другой. Для выполнения работы берется котельное железо $250 \times 250 \times 10$ мм и электроды диаметром в 5 мм. Ток в 140—150 ампер.

Навариваются на железо три грядки (см. рис. 41) длиной в 200 мм, шириной в 50 мм и высотой в 25 мм. Первая грядка наваривается без какой-либо очистки окислов и брызг. Следующая грядка наваривается при соблюдении следующих условий. Прежде чем наплавить первый слой, поверхность до блеска очищается щеткой, затем наплавляют на эту поверхность один валик за другим, пока не получат ширину в 50 мм. Каждый раз начинают дугу на одном конце и кончают на другом. Окончив наплавку первого слоя, его поверхность очищают до блеска стальной щеткой. Вторым слоем наплавляют в направлении, перпендикулярном к направлению первого слоя. Когда наплавка будет оканчена во всю длину грядки, ее поверхность очищается щеткой до блеска и т. д., пока не нарастят грядку заданного размера.



Рис. 41. Наплавка слоями.

Третья грядка наплавляется, как и вторая, но после окончания каждого валика поверхность очищается щеткой, а после окончания наплавки целого слоя все брызги срубаются зубилом, шлак отбивается молотком и поверхность очищается стальной щеткой до блеска.

После окончания наварки все три грядки разрезаются в диагональном направлении. Поверхность разреза шлифуется и окрашивается йодной настойкой, после этого легко определить качество наплавки металла в каждой грядке. Первая

показывают, как не надо варить, вторая—сварку среднего качества, и третья, как должна быть выполнена сварка, чтоб получить хороший результат. Все швы выполняются рассеянным швом. На выполнение этого урока тратится около 8 часов.

Урок 7. Берется кусок железа не тоньше 6 мм (можно выбрать из обрезков), электроды диаметром в 4 мм и сила тока 125 ампер; железо укрепляется на столе под углом в 60° к горизонту, как это изображено на рис. 42, электрод держится перпендикулярно к поверхности листа. Шов, рассеянный, кольцеобразный.

Первоначально сварщик старается приобрести навыки при движении электрода сверху вниз, затем снизу вверх. Основываясь на этих упражнениях, сварщик начинает наваривать валики в горизонтальном направлении, сначала справа налево, а потом наоборот. Для успешного усвоения заданий урока необходимо держать дугу короткой. При длинной дуге сечение валика имеет вид, изображенный на рис. 43, А, при

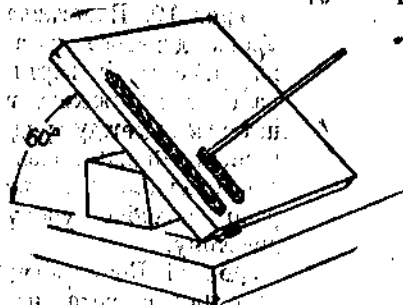


Рис. 42. Положение пластинки при выполнении урока 7.

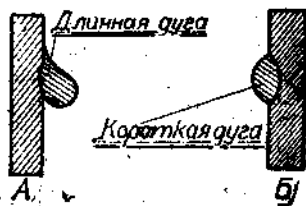


Рис. 43. Вид сечения валиков, направленных на наклонной плоскости.

направлено металл в горизонтальном направлении. Начинаящий должен упражняться до тех пор, пока не получит сечение шва, приведенного на рис. 43, В. Чтоб получить хорошие результаты, рекомендуется несколько задерживать дугу при выходе электрода, и ускорить ее движение при

нижем. На приобретение навыков по работе этого урока тратится около 8 часов. Валики навариваются друг от друга на расстоянии 1 см.

Урок 8. Все задания урока восьмого такие же, как и в седьмом, за исключением положения пластинки: из наклонного она ставится в вертикальное положение, и на ней наплавляются валики во всех четырех направлениях. Порядок выполнения работы такой же, как и в предыдущей работе. На выполнение этого урока тратится около 18 часов.

Урок 9. На вертикальной плоскости наваривают валики, как в уроке восьмом, но не в один, а в два слоя. Сварщик упражняется до тех пор, пока не найдет свою работу удовлетворительной. Все условия выполнения работы такие же, как в 7-м уроке. По получении навыков сварщик устанавливает пластину в вертикальное положение и наплавляет на ней три грядки по два слоя, параллельных друг другу, с интервалом в 10 мм, длиной по 15 см. Грядки навариваются во всех четырех направлениях.

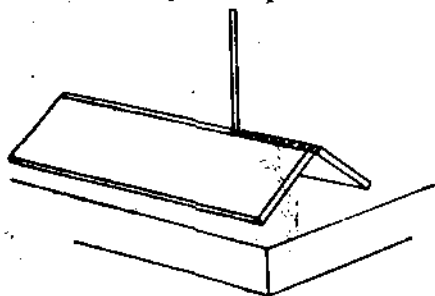


Рис. 44. Положение пластин для сварки в уроке 11.

Урок 10. Пластина урока девятого устанавливается в вертикальное положение и интервалы между грядками заполняются электрометаллом. Условия работ подобны уроку девятому.

Урок 11. Берутся две пластины из котельного железа $250 \times 100 \times 6$ мм. Располагаются так, как показано на

рис. 44. Пластины составляют прямой угол. Кромки не скашиваются. Электроды 4 мм. Сила тока около 115 ампер. Движение электрода справа налево. Положение электрода перпендикулярное к шву. Скорость сварки должна быть вы-

брана такой, чтоб получилось проникание электрометалла на другой стороне. Кольцы, противоположные началу сварки, должны быть разведены согласно формуле, приведенной на стр. 56 (рис. 33). По мере того, как сварка будет подвигаться вперед, стягивающие усилия электрометалла постепенно сблизят кромки пластин. Таким образом, в каком бы месте дуга ни горела, кромки пластинок под ней будут отстоять друг от друга с надлежащим зазором.

Пока железо холодное, сварка будет происходить нормально, но по мере того, как оно будет нагреваться, кромки будут сильно плавиться и электрометалл может провалиться, в результате получится дыра. Для предотвращения этого, количество тепла посредине шва уменьшается движением электрода вперед по кромке пластины миллиметров на шесть, а затем назад, переходят на вторую кромку, опять вперед по второй кромке, и в такой же последовательности операция снова повторяется. Таким образом, шов имеет форму подковы. Движение электрода при переходе с одной кромки на вторую должно быть ускорено, а движение по кромкам должно быть несколько замедлено. Этим методом достигается, что наибольшее количество тепла выделяется на кромках, что способствует наилучшему прониканию металла.

После окончания процесса сварки надо дать образцу остыть и затем на плите или на наковальне кувалдой сломать его. Необходимо обратить особенное внимание на места перерыва дуги. Если излом идет по границе электрометалла и основного железа и имеет гладкую темную или синеватую поверхность, это свидетельствует, что электрометалл в этом месте не сплавился с основным. Это явление может произойти от двух причин: от длинной дуги и от неумелого управления дугой.

Светлые пятна в электрометалле указывают на воздушные пузыри, а темные пятна — на присутствии шлаков, окислов и плохую плавку. Все это говорит за то, что движение электрода происходило слишком быстро и посторонние примеси не имели времени всплыть на поверхность. При правильно

выполненном шве он ломается по электрометаллу; излом имеет межзернистое, однообразное строение серого цвета.

Урок 12. Условия выполнения заданий этого урока такие же, как предыдущего, только пластины располагаются не под прямым углом, а в горизонтальной плоскости (см. рис. 45).

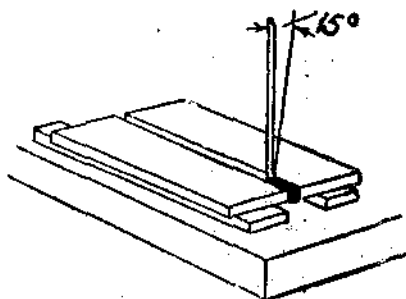


Рис. 45. Стыковая палубная сварка.

Между торцами пластин дается нужный зазор (см. рис. 33) для надлежащего провара. Сила тока устанавливается в 135 ампер. Электрод держится наклонным на 15° от вертикальной линии, чтобы дуга направлялась на уже расплавленный металл в шве.

При медленном движении электрода для при слишком большой силе тока в месте сварки по-

лучаются прожоги. Средства избежания прожогов такие же, как в предыдущем уроке, т. е. движение электрода должно быть зигзагообразным, напоминающим подкову.

После выполнения сварки и остывания образец подвергается внимательному осмотру. Обратить внимание на надлежащий провар во всю длину кромок с обратной стороны пластин. Срубить шишки наплыва электрометалла в местах прожога и убедиться, что в большинстве случаев они пустотелы или наполнены окислами. После осмотра образец сломать по шву. Если электрод слишком отклонялся от перпендикуляра к поверхности пластин до 25° и выше, в изломе можно наблюдать большое количество окислов и крупнозернистое строение. Если отклонение было мало, то тепло дуги распределялось неравномерно, его много выделилось посредине и слишком мало по сторонам, а также, если движение электрода не было замедлено по сторонам и ускорено посредине, то можно ожидать, что смешивание электрометалла с основ-

ным металлом будет неудовлетворительное и излом будет носить такой же характер, как и в предыдущем уроке при неудовлетворительной сварке.

Урок 13. Берутся две пластины $250 \times 100 \times 6$ мм. Кладутся на сварочный стол кромками по 250 мм в нахлестку, как изображено на рисунке 46. Сила тока 150 ампер. Электроды диаметром 4 мм

держатся перпендикулярно шву и под углом в 45° к горизонту. Движение электрода кольцеобразное с некоторым замедлением в вершине угла, чтоб он проплавился как следует. Вид шва должен быть ровным, волнообразным. Скорость поступательного движения электрода должна быть

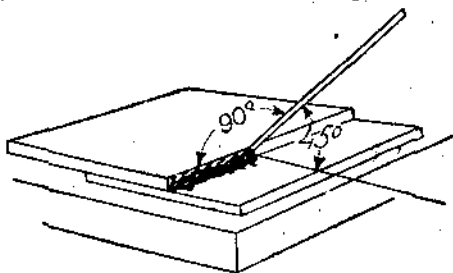


Рис. 46. Налубная сварка внахлестку.

такова, чтоб ширина электрометалла равнялась толщине железа, т. е. чтоб сечение шва представляло прямоугольный равнобедренный треугольник.

При сварке поверхностей под углом, дуга стремится отклониться от вершины угла и переброситься на нижнюю поверхность; если на это обстоятельство не обратить во-время внимания, то вершина угла останется непродаренной. Для преодоления этих затруднений необходимо задержать дугу на одном месте до тех пор, пока вершина угла совершенно не проплавится, и только после этого перевести дугу на следующий участок.

При возбуждении дуги обязательно задержать ее на некоторое время на месте или делать ею небольшие колебательные движения вперед и назад, пока металл не прогреется и не образуется кратер, и только после этого электрод передвигается вперед. Такие прогревания металла происходят автоматически при умелом обращении с дугой. Если при

возбуждении дуги начать поступательное движение без прогревания места начала ее, то на некотором протяжении возможно, что электрометалл просто наплывет в вершину угла, но не сплавится с основным металлом. При работе такие места очень опасны, так как они являются началом образования трещин и разрушений конструкции.

При испытании нужно обратить внимание на те же явления, как и в уроке 11. Разлом шва производится посредством вбивания клина между пластинами с противоположной шву стороны.

Урок 14. Железо берется такое же, как в уроке 13, рас-

полагается Т-образо, как показано на рис. 47. Все прочие условия и правила остаются такими же, как в предыдущем уроке. Сварщик должен практиковаться сваривать подобные образцы во всех четырех направлениях—

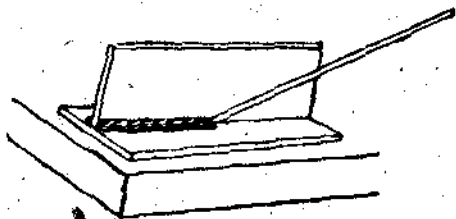


Рис. 47. Т-образная сварка.

слева направо, справа налево, к себе и от себя.

Каждый сваренный образец ученик должен разломить по шву, выявить его дефекты и постараться на следующих их избежать.

После того, как сварщик найдет свою работу удовлетворительной, он изготавливает подобный же образец, но не ограничивается одним швом, а кладет их в три слоя один на другой (см. рис. 48). Очень важно, чтоб шов перед каждым новым слоем тщательно очищался от шлаков и окислов стальной щеткой или зубилом. Эта мера предохранит шов от возможных протеканий содержимого в сосудах. В первом слое жидкость проходит через пористые места (места перерывов дуги и непроваренных кратеров) и непровары, затем через непровары или места, заполненные окислами, между первым и вто-

рым слоем до плохо сваренного места второго слоя и т. д. до поверхности всего шва. Выход может отстоять на несколько сантиметров от входа жидкости или газа.

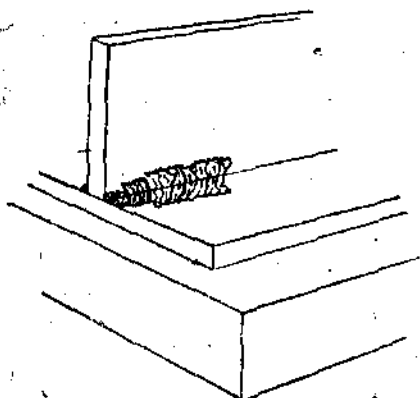


Рис. 48. Трехслойный шов, употребляемый для сосудов под жидкостью при давлении, или под газ.

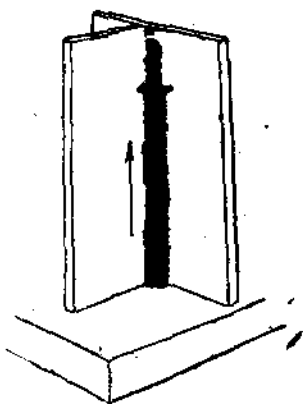


Рис. 49. Вертикальная трехслойная сварка для сосудов под давление.

Урок 15. Задания этого урока и выполнение их такое же, как в уроке 14, кроме положения пластин. Шов имеет вертикальное направление (см. рис. 49). Сварщик должен научиться наваривать швы снизу вверх и сверху вниз.

Урок 16. Урок 16 подобен уроку 15, только пластины располагаются не Т-образно, а внахлестку (см. рис. 50). Шов наплавляется один раз.

Урок 17. Урок 17 отличается от урока 16 направлением шва. В последнем уроке шов имеет горизонтальное направление, причем верхняя пластинка располагается на стороне, ближайшей к сварщику (см. рис. 51). Этот урок является переходным к потолочной сварке, поэтому на него надо обратить особенное внимание и, прежде чем переходить к следующему уроку, в совершенстве научиться управлять ду-

гой. Электроды диаметром в 4 мм, сила тока 150 ампер. Движение электрода кольцеобразное, держится он перпендикулярно шву и под углом в 45° к горизонту. Залог успешного выполнения этого урока — короткая дуга. Нужно научиться варить

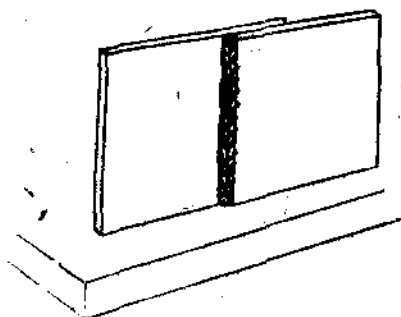


Рис. 50. Вертикальная сварка внахлестку.

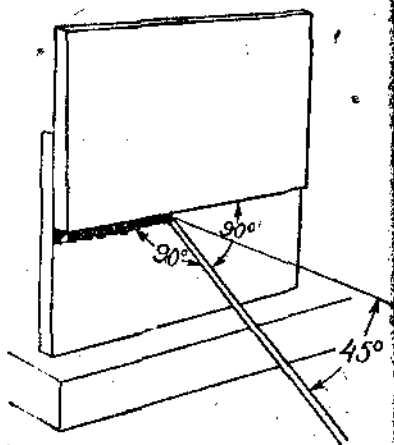


Рис. 51. Положение пластин для выполнения заданий урока 17.

во всех направлениях: справа налево, слева направо, к себе и от себя. Шов наплавляется за один раз. Каждый сваренный образец посредством зубила разламывается сейчас же, как будет выполнен и остынет. Темные или светлые пятна, линии или прослойки указывают на неправильно выполненную сварку. В последующем образце — стараться избежать замеченных ранее дефектов.

Урок 18. На сварочный стол в горизонтальном положении кладется пластина $250 \times 250 \times 6$ мм; на ней мелом намечаются окружности диаметром по 5 см. Окружности отстоят друг от друга на 2 см. По намеченным линиям на пластине наваривается рассеянный шов 6 мм шириной и 5 мм высотой. Шов должен представлять правильную окружность

с однообразной шириной и высотой. Для выполнения этой работы требуются электроды диаметром 4 мм и сила тока в 135 ампер.

После наварки окружности образец укрепляется на столе в вертикальном положении и первый шов обваривается вторым (см. рис. 52). Эта работа дает сварщику навыки по обварке трубок в трубных решетках, в котлах. Заключительный шов должен быть шириной около 10 мм, а высотой, как первый шов. Швы так навариваются, чтоб граница между ними была едва заметна. Место начала дуги и направление сварки указаны на рис. 52. Дуга не должна прерываться во все время сварки, пока шов не будет закончен полностью.

Обратить особенное внимание на плотность шва в начальной и конечной точках. Заканчивая обварку окружности, сварщик задерживает дугу на некоторое время над местом, где дуга началась; когда это место проплавится удовлетворительно, дуга продолжается вперед еще сантиметра на два и только тогда отрывается. Это необходимо делать, если хотят получить плотный шов, иначе он не будет пригоден для такой серьезной работы, какой подвергаются дымогарные трубы в котлах.

Урок 19. Упражнения этого урока, собственно говоря, являются проверкой того, насколько сварщик усвоит задания предыдущих уроков. Много электросварочных работ производится на котлах, цистернах и баках, которые подвергаются давлению паром или водой, керосином, маслом и пр. Если сварка выполнена плохо, то в изломе обнаружится течь.

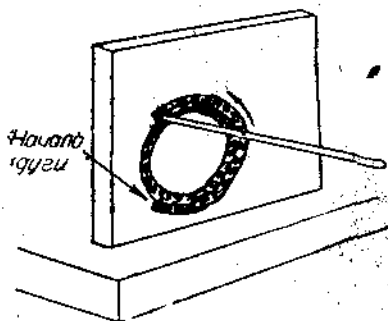


Рис. 52. Метод обварки труб и заклепочных головок.

Необходимо, чтоб сварщик отдавал себе отчет, когда он производит хорошую сварку, когда плохую. Весьма важно, если сварщик заварил какой-либо участок плохо, чтоб он вырубил сварку и снова проварил этот участок или чтоб предупредил об этом руководителя работ. Человек, который обманывает себя и других относительно качества своей работы, совершенно не должен допускаться до сварки.



Рис. 53. Задания к уроку 19.

Установив трубу так, чтоб вставленные трубки были обращены вверх, сварщик начинает обваривать доннышко, не вращая самой трубы.

При сварке должны обязательно соблюдаться все правила, сообщенные в предыдущих уроках и в общей части, т. е. дугу надо держать короткой, электрод перпендикулярно к свариваемой поверхности, тщательно чистить место сварки, следить за кратером и т. д. Когда доннышки будут обварены, не меняя положения трубы, сварщик начинает обваривать трубки. Трубки с умыслом помещены близко одна от другой, чтоб создать условия для работы, каковые часто встречаются на практике. После обварки трубок в шести из них ввариваются пробки. Седьмая трубка приваривается и нарезается так, чтоб подойти к гайке пресса. Сварщик должен сам до испытания отметить сомнительные места. Через открытую трубку наливается вода. Надо следить, чтоб в со-

суде не осталось воздушных мешков. Давление доводится до 50 атмосфер, если не обнаруживается течи, в противном случае испытание приостанавливается, вода выливается, сварку в местах течи вырубают, просушивают и снова проваривают. После этого испытание продолжается. При испытании присутствует руководитель работами и в зависимости от успеха делает заключение о квалификации сварщика.

Урок 20. Две железные пластины $250 \times 100 \times 6$ мм схватываются между собою на расстоянии 6 мм, ставятся на столе в вертикальное положение (см. рис. 54). Условия для

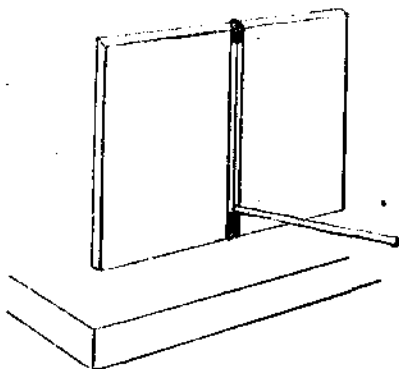


Рис. 54. Положение образцов в уроке 20.

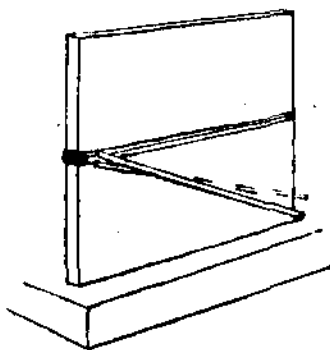


Рис. 55. Положение образца в уроке 21.

выполнения работы см. урок 12. Сварку начинают снизу, и практикуются до тех пор, пока не получат удовлетворительную работу. После этого упражнения проделываются при условии начала сварки сверху, и шов ведется вниз. Испытание каждого сваренного образца такое же, как в 12-м уроке.

Урок 21. Железо берется и подготовка его производится такой же, как в предыдущем уроке. Пластины укрепляются

в вертикальное положение при горизонтальном направлении шва (см. рис. 55).

Электроды 4-мм, сила тока 150 ампер. Вообще говоря, электрод держится перпендикулярно к поверхности шва, но при начале сварки им делают колебательные движения, направляя дугу слегка к верхней кромке. Когда дуга разогреет окружающий металл настолько, что кромки начинают плавиться перед дугой, то получается канавка, которая позволяет дуге проникнуть в глубь шва до противоположной стороны. Электрометалл должен быть с обеих сторон однообразно волнистым, заподлицо с поверхностями пластин. Проникание и смешивание электрометалла с основным должно быть хорошим на обеих кромках пластин.

Пластины расставляются несколько шире в этом уроке, чем обычно, для того, чтоб дать возможность дуге проварить кромок на всю толщину пластин. После правильного начала дуги электрод продвигается вперед колебательным движением под углом в 45° к горизонту, как это показано на рис. 56.

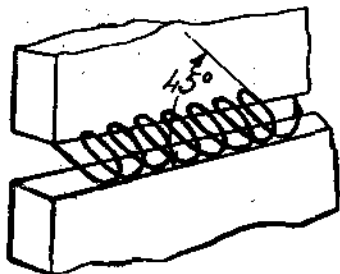


Рис. 56. Движение электрода для сварки образцов на рис. 55.

Пламя и горячие газы дуги будут подниматься вверх и поэтому сильнее разогреют верхнюю пластину, для уравнивания тепла между ними необходимо направлять дугу больше на нижнюю кромку, чем на верхнюю, замедлением движения электрода, когда он направляется вниз. Совершенно недопустимо делать подковообразные движения концом электрода, в этом случае расстояние между кромками может уменьшиться настолько, что дуга не в состоянии будет проплавить обратную сторону пластин.

Каждый сваренный образец разламывается по шву, и его осмотр показывает сварщику допущенные ошибки при сварке.

Получив навыки управлять дугой от себя, надо научиться варить к себе, затем слева направо и наконец справа налево.

Урок 22. Сварочные работы на практике не всегда выполняются при горизонтальном или вертикальном положении свариваемых предметов, часто приходится выполнять потолочную сварку, поэтому сварщик должен научиться варить и снизу вверх.

Для выполнения работы требуется несколько обрезков $250 \times 250 \times 8$ мм. Электроды 3 мм, сила тока 125 ампер. Электрод держится перпендикулярно к поверхности свариваемых листов (см. рис. 57).

Движение конца электрода кольцесбрасное. Швы навариваются прямыми по возможности параллельными и рядами с интервалами в 10 мм.

Ширина и высота у всех швов должны быть одинаковыми.

Дуга, раз начавшись, не должна прерываться, пока не сгорит весь электрод. Для этого равняется длине электрода, а шов не должен иметь оплывов или пористых мест.

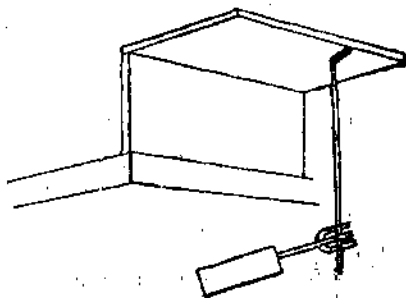


Рис. 57. Потолочная сварка.

Сварщик должен сам выработать приемы, при которых получаются наилучшие результаты, и принять такое положение, чтоб чувствовать себя вполне удобно во время работы. При потолочной сварке надо постоянно помнить, что хорошие результаты получаются только при короткой дуге. При длинной дуге электрометалл не переносится с электрода на пластину и масса его стекает вниз непроизводительно.

Сварщик практикуется на отдельных кусках листового железа наваривать балики во всех четырех направлениях до тех пор, пока не получит удовлетворение от своей работы. На эту практику в зависимости от способностей тратится около 20 часов.

Урок 23. Задания и выполнение урока 23 соответствуют вполне уроку 17 кроме положения свариваемых пластин; они располагаются, как изображено на рис. 58.

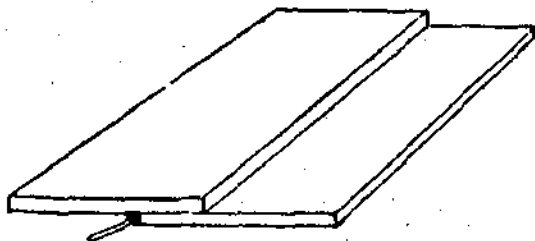


Рис. 58. Потолочная сварка внахлестку.

Урок 24. До тех пор, пока сварщик не освоится с предыдущими упражнениями, надо воздержаться от выполнений заданий урока 24. Берутся две железные пластины $250 \times 300 \times 6$ мм, электроды диаметром 3 мм и сила тока в 125 ампер. Пластины схватываются между собой с зазором от 3 до 6 мм, укрепляются так, чтоб сварка получилась потолочной (см. рис. 59). Сверху на шов накладывается пластина,

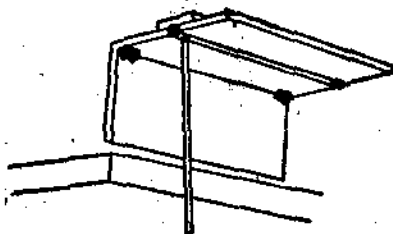


Рис. 59. Стыковая потолочная сварка.

вырезанная из железа, толщиной в 3 мм, шириной около 35 мм и длиной в длину шва. Условия выполнения этого задания такие же, как в уроках 12 и 22. Как только возбуждится дуга, расплавится электрод и место, куда направлена дуга; сварщик должен сосредоточить свое внимание на кромке расплавленного металла,

которая обращена в сторону движения электрода. Дуга должна быть направлена в эту точку, так как именно здесь требуется наибольшее количество тепла. Потолочную свар-

ку можно выполнить удовлетворительно только тогда, когда шарик расплавленного металла на электроде перенесется на расплавленный металл пластины, если шарик попадает из расплавленного металла, он может склеить оба обрезка, но не сварить их. Можно заметить, что накладка под тепловым действием дуги будет стремиться отделиться от поверхности обрезков, это явление не мешает сварке, а дает возможность усилить и другую сторону шва, что только желательно.

Урок 25. На железной пластине $250 \times 300 \times 16$ мм чертятся два квадрата со сторонами 100×100 мм. Четырехмиллиметровыми электродами при 150 амперах наваривается каждая сторона квадрата на высоту 3 см (см. рис. 60).



Рис. 60. Задача урока 25.

Таким образом получают две четырехугольные ванночки. Ширина стенки 6 мм. Одна ванночка обваривается при условии тщательной чистки каждого слоя, а вторая совершенно без очистки. После окончания наварки стенок ванночки заливаются керосином. Стенки первой не должны пропускать керосин, стенки второй обязательно пропустят в тех местах, где будут скопления окислов или пористые образования.

Урок 26. Прежде чем приступить к сварке чугуна, сварщик должен прочитать относящееся к чугуну сообщение на стр. 57 и внимательно прочесть все ниже изложенное.

Предварительный нагрев и последующий отжиг полезны при сварке чугуна, но можно обходиться и без них. Иногда

Предварительный нагрев невыполним для нежелателен из-за размеров изделия или по каким-либо другим соображениям; в таких случаях сварку производят в холодном состоянии. При сварке чугуна металлической дугой без употребления специальных электродов трудно получить хорошую плавку металла, особенно на сером чугуне. Сварка осложняется еще образованием твердой зоны под электрометаллом, что значительно ухудшает качество сварки.

При остывании шва появляются усилия, стягивающие кромки изделия. Если форма изделия такова, что она препятствует сближению кромок, то обычно ломается чугун, смежный со сваркой; это происходит по той твердой зоне, о которой говорилось выше. Если сечение сварки усилено достаточно, то поломка может произойти в какой-либо другой части изделия. Факт, который надо принимать во внимание при сварке чугуна металлической дугой, тот, что железо электрода окисляется на 50% больше, чем сам чугун. Это явление вызывает электрометалл как бы сколоться с чугуна, что образует местные напряжения, которые служат причиной образования трещин между железом и чугуном.

Часто место сварки по чугуну должно обрабатываться после заварки. Твердая зона, образовавшаяся после холодной сварки, этой обработке сильно препятствует. Резец или сверло садятся или ломаются, но как бы сварка ни была тверда, она поддается обработке на наждачном точиле.

Требования, предъявляемые ко всякой сварке по чугуну, зависят от работы, которую выполняет сваренное изделие; все они сводятся к одному или нескольким из общих трех:

1. Прочность.
2. Механическая обработка.
3. Герметичность.

Прочность сварки чугуна может быть увеличена: а) предварительным нагревом и последующим отжигом, б) уничтожением усилий, появляющихся при остывании электрометалла.

Если усилии, указанные в п. 6, оказываются недостаточными и изделия с усилениями, названными нормальной работой изделия, то усилия не может оказаться настолько большим, что будет превышать прочность самого изделия. Это обстоятельство вызовет поломку в наиболее слабом месте, что не всегда является местом сварного шва.

При сварке чугуна первоначально на его поверхность наваривается слой железа в один ряд; этого порядка должны придерживаться независимо от наличия шпилек. После того, как поверхность будет покрыта железом, сварка продолжается, как обычно для железа. Когда поставлены шпильки, надо их обваривать кругом по спирали (см. рис. 82) и после того, как эти спирали сойдутся одна с другой, производить сварку обычным порядком.

Прочность и герметичность при сварке чугуна может быть достигнута легкой проковкой электрометалла во время вставки нового электрода; эта проковка уплотняет металл, несколько его растягивает и этим освобождает от внутренних вредных

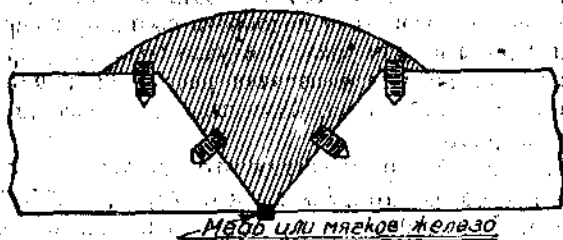


Рис. 61. Подготовка чугуна к сварке с полоской на латуни или мягкого железа.

напряжений, а также предохраняет от хрупкости. В большинстве случаев правильно отожженная сварка прочнее, чем чугун самого изделия, и поддается обработке. Во многих случаях, когда подвергается обработке только одна сторона, можно между кромками вложить полоску латуни или мягкого железа, как это указано на рис. 61. В этом случае нет

необходимости в отжиге. Если чугун богат углеродом, то во время сварки при температуре вольтовой дуги углерод начинает выделяться и отлагается между электрометаллом и чугуном; эта прослойка вредна во всех отношениях. Сварка такого чугуна может быть выполнена только с постановкой интилек, и то в большинстве случаев достигается только механическая прочность, а не герметичность. Лучше всего в таких случаях пользоваться специальными электродами. Никкелевая проволока и сплавы с большим содержанием никеля дают прочный, мягкий и плотный шов. В тех случаях, где требуется только механическая обработка сварки, а не плотность, можно всю сварку выполнить обычными стержнями и только один или два последних слоя положить из никелевой проволоки. При пользовании никелевой проволокой полярность рекомендуется переменить.

Герметичность сварки будет зависеть от плотности соединения первого слоя электрометалла с чугуном. Обычно протечка происходит через эту зону. Средством получения прочного и плотного шва является аккуратность выполнения работ и умение подготовить и подобрать соответствующего качества электроды и силу тока. В случае получения при варке небольших пор, прессовка изделия раствором нашатыря закупоривает пористые места. Жженный чугун сварке совершенно не поддается.

Для приобретения практических навыков берется несколько чугунных кусков, подготавливаются к сварке, как было сообщено выше. Для сварки употребляются специальные электроды. Обычно в проспектах указывается и соответствующая сила тока для них. Если таких указаний нет, то, прежде чем пустить электроды в работу, нужно попробовать варить ими на отдельных кусках чугуна; меняя силу тока, можно найти ампераж, при котором получаются наилучшие результаты. Испытывая после сварки каждый раз заваренное место, можно выработать правильные приемы и навыки для сварки чугуна. Сварка чугунных изделий должна быть всегда палубной, т. е. сверху вниз или с уклоном не более 95° к горизонту.

5. СВАРКА И РЕЗКА УГОЛЬНОЙ ДУГОЙ.

Общая часть. У большинства лиц, занимающихся электросваркой, установилось представление, что сварка угольной дугой железных изделий получается твердой и хрупкой вследствие того, что железо при высокой температуре поглощает значительное количество углерода из электрода.

Вообще всякий литой металл имеет худшую эластичность по сравнению с прокатным. Электрометаллы не составляют исключения из этого правила.

Однако опыты последнего времени показали, что при длине дуги от 6 мм и выше и при силе тока до 300 ампер электрометалл не поглощает углерод из электрода, поэтому все ранее высказанные положения о твердости шва, выполненного угольной дугой, надо объяснить другими причинами.

1. По неопытности сварщика может произойти физический контакт между раскаленным концом угольного электрода и расплавленным металлом, или сварщик держит очень короткую дугу.

2. Быстрым отводом тепла массой изделия от места сварки, вследствие чего происходит закалка шва.

Процесс сварки угольной дугой отличается от такового при металлической дуге тем что основой второго является проникание металла электрода в основную, а первого — отложение металла на основной. Во втором случае капли расплавленного электрода могут попасть на холодное место изделия и вместо того, чтобы сварить его, они просто склеют металл, а в первом этого нет.

Угольная дуга образуется между углем в ручке сварщика и изделием, которое сваривается. Присадочный металл или добавляется из особого стержня в момент сварки сварщиком, или в виде стержня заранее ложится вдоль шва, и задача сварщика состоит в том, чтоб сплавить и кромки и стержень в одно целое. Иногда угольный процесс применяется для сварки тонких листов в нахлестку или в стык с отбур-

важными проемами. В последних случаях тепло дуги просто расплавляет кромки листов и расплавленный металл, перемещиваясь, образует соединение между ними.

Для угольной дуги сила тока требуется от 40 до 600 ампер. Карандаши для угольной дуги отличны от таковых для металлической дуги (см. рис. 5). Электроды или угольные, или графитные изготавливаются различных диаметров. При угольной резке еще можно пользоваться щитком для защиты лица и глаз, но при сварке, когда требуется добавление присадочного металла, обе руки необходимы для выполнения процесса, поэтому для защиты на голову одевается шлем. Ввиду того, что при угольной дуге выделяется значительно больше тепла и света, необходимо защитные стекла иметь более темными, чем при сварке металлической дугой.

Угольный электрод для начинающих закрепляется на расстоянии от 10 до 12 см. от его конца. Желательно, чтоб рабочий конец был сточен на конус, что делает дугу более постоянной. По мере стирания угля он периодически переставляется в карандаше, чтоб сохранить расстояние между дугой и рукояткой в пределах, сообщенных выше.

Угольная дуга легко возбуждается и поддерживается. Длина дуги может значительно увеличиваться без риска прерывания ее. При этой дуге электрод не «примерзает», как это случается с металлической дугой. Дугу можно возбудить в любом месте, а затем быстро по поверхности металла перевести к началу сварки.

При электросварке, чтоб соединить две массы в одно целое, необходимо стороны, предназначенные для соединения, расплавить, чтоб металл их мог смешаться между собой. При процессе сварки угольной дугой расплавляется металл в месте сварки, присадочный металл в виде стержня держится сварщиком в левой руке и концом погружается в расплавленную ванночку. Дуга направляется на стержень до тех пор, пока конец его не расплавится и не смешается с основным металлом в совершенстве. После этого сварка переходит к следующему участку.

Для удобства сварщика сварка идет слева направо. Для сварщика-левши процесс ведется в обратном направлении, т. е. справа налево. Для приобретения навыков сварщик должен сварить несколько образцов, пользуясь длинной дугой, короткой дугой при медленном поступательном движении и при быстром. Каждый сваренный образец сварщик ломает по шву и делает заключение о качестве сварки.

При короткой дуге в сварку попадают частицы угля и поэтому при сварке железа шов получается более твердым и хрупким. При длинной дуге ею очень трудно управлять, она все время меняет направление и поэтому кромки плавятся шире, чем это требуется условиями работы, кроме того масса тепла теряется в пространство и поэтому процесс идет медленнее. Если дуга задерживается долго на одном месте, металл будет пережжен, но с другой стороны, если процесс вести очень быстро, то могут получиться в некоторых местах непровары.

Если при металлической дуге сварщик в час расплавит до 2 кг металла, то, пользуясь угольной дугой, можно расплавить до 6 кг.

Урок 1. Берутся две пластины $500 \times 100 \times 12$ мм, кладутся на сварочный стол, как изображено на рис. 62. Зазор между пластинами в начале шва 6 мм и в конце 12 мм. Электроды — диаметром в 12 мм. Сила тока в 300 ампер. Присадочный материал — стержень диаметром в 6 мм. При сварке электрод отклоняется от вертикальной линии на 15° в сторону движения (см. рис. 62). Возбудив дугу, нужно расплавить кромки пластин на протяжении 2—2½ см. При этом электрод передвигается

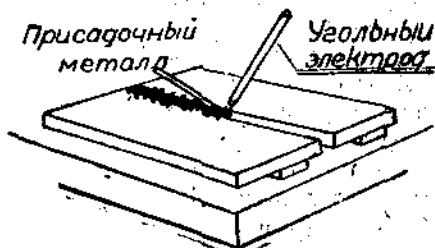


Рис. 62. Стыковая сварка угольной дугой.

ангагообразно. Когда кромки расплавятся, подается присадочный металл, как сообщено выше, в общей части. После окончания сварки и остывания образца образец разламывается по шву, и по виду излома сварки определяет его недостатки.

Урок 2. Задание урока второго — получить навыки при сварке тонких листов в стык и внахлестку. При сварке в стык берутся две полосы $250 \times 100 \times 1,5$ мм с отбуртованными кромками. Электроды диаметром в 6 мм и сила тока от 40 до 50 ампер. Пластины



Рис. 63. Стыковая сварка тонких листов угольной дугой.

располагаются на столе, как показано на рис. 63. Дуга наплавляется на отбуртованные кромки и по мере их плавления подвигается вперед; при этом никакого присадочного металла не добавляется.

Для сварки внахлестку берется железо $250 \times 100 \times 1$ мм или тоньше. Делается нахлестка в 20 мм и, в таком виде зажимается на столе с помощью тис или скобы (см. рис. 64). Электроды и сила тока берутся, как в предыдущем случае. Осью шва будет середина нахлестки. Возбудив дугу на одном конце образца, электрод передвигают вперед по оси нахлестки. Тепло дуги расплавит верхний лист и достигнет нижнего. Удовлетворительное выполнение задания зависит от силы то-

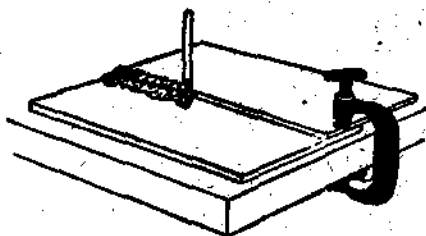


Рис. 64. Сварка внахлестку тонких листов угольной дугой.

ка и скорости передвижения электрода. Изменяя скорость передвижения электрода и силу тока, можно создать наилучшие условия для правильной сварки. Опыт научит выбирать наилучшую комбинацию из этих двух величин.

При осмотре сварки на противоположной стороне при проплавке местами замечаются образования плоских канель и по всей длине шва—следы окислов. Если попробовать разорвать сварку, то хорошо выполненный шов не разорвется, разрыв произойдет в полосе, смежной со сваркой.

Урок 3. При сварке чугуна угольной дугой он должен быть предварительно нагрет и отожжен после сварки. Нагревание и отжиг должны происходить медленно. Быстрые перемены температуры могут вызвать такие добавочные напряжения, что возможны разрывы некоторых частей изделия. Процесс сварки производится, пока изделие горячее; если оно начинает остывать, необходимо его подотреть, пока сварка не закончится.

Для горячей сварки чугунные изделия готовятся так же, как и железо, т. е. кромки скашиваются на некоторый угол в зависимости от толщины изделия. Сама сварка производится сверху вниз при горизонтальном положении шва. При сварке чугуна необходимо употреблять флюсы. Хороший флюс получается при смешивании равных частей углекислой и двууглекислой соды, в крайнем случае можно употреблять буру в порошке. Назначение флюса—предохранять расплавленный металл от действия на него воздуха.

При сварке чугуна угольной дугой дуга вначале направляется на верхние кромки канавки, пока они не начнут плавиться; после этого плавится нижняя часть канавки с добавлением немного флюса. Когда расплавленный металл с обеих кромок смешается, только тогда надо добавить металл из стержня в таком количестве, в каком требуется для полного заполнения канавки. Сварка производится участками, после заварки полностью одного участка применяют этот же метод для следующего и т. д. Сварщик должен следить внимательно за тем, чтоб не добавлять металла слишком много

сразу или позволить металлу с верхних кромок стечь вниз канавки, прежде чем основание ее будет не только расплавленным, но пока обе стороны не соединятся между собой.

Для сварки желательно пользоваться чугунными стержнями, но в некоторых случаях можно применить и стальную проволоку с большим содержанием углерода. Специальные стержни из чугуна с большим содержанием кремния и низким содержанием марганца как нельзя лучше подходят для заварки чугуна. Диаметр палочек 4 или 6 мм для мелких работ и до 12 мм для крупных. Сила тока зависит от многих причин, и здесь всецело надо положиться на опытность сварщика. Как общее правило, не надо брать большой силы тока, так как быстро расплавленный металл трудно поддается контролю, с другой стороны, малый ток замедляет выполнение работы.

Для приобретения практических навыков выполняются несколько работ такого же типа, как и при сварке чугуна металлической дугой (см. урок 26 предыдущей главы).

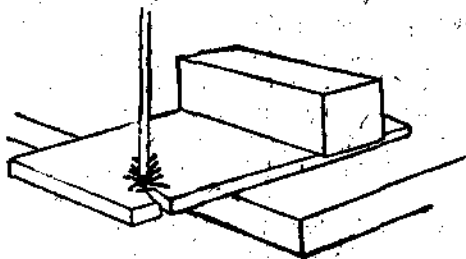


Рис. 65. Электрорезка.

Урок 4. Электрорезка. Для практики берутся железные обрезки любой величины толщиной 12 мм или выше, закрепляются на столе, как это показано на рис. 65. Угольный или графитный электрод берется от 12 до 20 мм в диаметре.

Сила тока от 400 до 600 ампер. Возбудив дугу на кромке железа, держат ее на одном месте до тех пор, пока металл не расплавится и в виде капли не стечет вниз. По мере вытекания металла из разреза, дугу передвигают вперед. При резке больших сечений рекомендуется плавку металла начинать снизу. Часто приходится дугой следовать за расплавленным металлом, чтоб поддержать его в расплавленном состоянии, пока он не стечет совсем.

Ширина реза зависит от толщины изделия, диаметра электрода, силы тока и опытности сварщика. Вообще говоря, разрез должен быть несколько шире диаметра электрода, чтоб дать возможность электроду и дуге достичь нижней кромки изделия. Поверхности реза не будут гладкими вследствие того, что не весь расплавленный металл вытекает из разреза и сама дуга перебегает с одного места на другое.

Все же реза вольтовой дугой имеет свои достоинства: шлаки на поверхности или внутри металла, прослойки, воздушные пузыри и пр. посторонние вещества в металле почти не влияют на процесс резки.

При резке тонких листов можно вместо угольных электродов употреблять стальные диаметром в 5 или 6 мм.

Разрезаемый предмет должен лежать так, чтоб под ним было достаточно места для спливания расплавленного металла.

Когда сварщик закончит все вышеприведенные упражнения как с металлической, так и с угольной дугой, от него требуется сварить несколько образцов.

1. Стыковая сварка. Сварщик должен сварить с одной стороны четыре образца, из которых каждый состоит из двух пластин $13 \times 185 \times 250$ мм, образующих один кусок около 250×370 мм, подготовленных, как указано на стр. 52 (рис. 29). Один образец сваривается при вертикальном положении шва (см. рис. 54). Второй образец — как изображено на рис. 55. Третий сваривается при горизонтальном положении пластин (см. рис. 45), и последний сваривается при поперечной сварке (см. рис. 59).

Место сварки каждого образца протрагивается до поверхности пластин. Из пластины вырезается пять полос (см. рис. 66), которые испытываются на разрыв. Среднее растягивающее усилие пяти полос в каждой группе не должно быть меньше 3100 кг на кв. см и наименьшее усилие не должно быть меньше 2800 кг на кв. см.

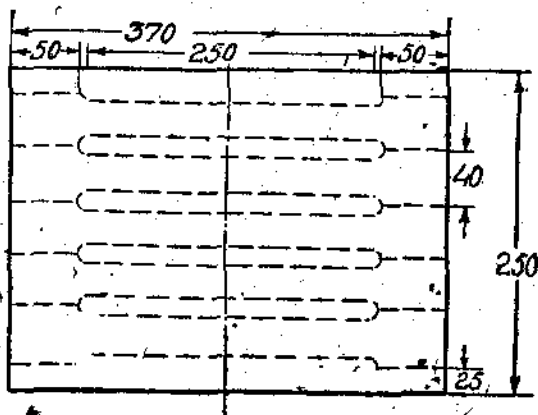


Рис. 66. Изготовление образцов стыковой сварки.

2. Сварка в нахлестку. От сварщика требуется сварить четыре образца в нахлестку из пластин в $10 \times 150 \times 200$ мм; пластины сторонами в 150 мм накладываются одна на другую с напуском в 13 мм. Затем производится полная односторонняя 10-мм сварка. Первый образец сваривается в том положении, как указано на рис. 46, второй — см. рис. 50, третий — см. рис. 51 и последний — см. рис. 58.

После сварки и остывания образцов они разламываются при помощи клина, вбиваемого с несповаренной стороны, и излом металла по месту сварки должен показать блестящий, плотный электрометалл однообразного строения, кристаллического или волокнистого происхождения, волнистую гниль из-

лома, излом свободный от радужности цветов, черновин и пупот, хорошее смешивание электрометалла с основным, хорошую проникаемость в вершине угла.

3. Сварка с накладкой. От сварщика требуется сварить три образца при палубном положении. Размеры указаны на рис. 67. При выполнении сварки все кратера должны быть заполнены металлом, как и остальные места сварки. Диаметр электрода рекомендуется в 5 мм. Эти образцы разрываются для проверки срезывания боковых сварок. Излом электрометалла должен удовлетворять условиям, приведенным при испытании образцов параграфа 2. Среднее усилие для всех трех образцов не должно быть меньше 2 670 кг. на кв. см и наименьшее — 2 380 кг. на кв. см.

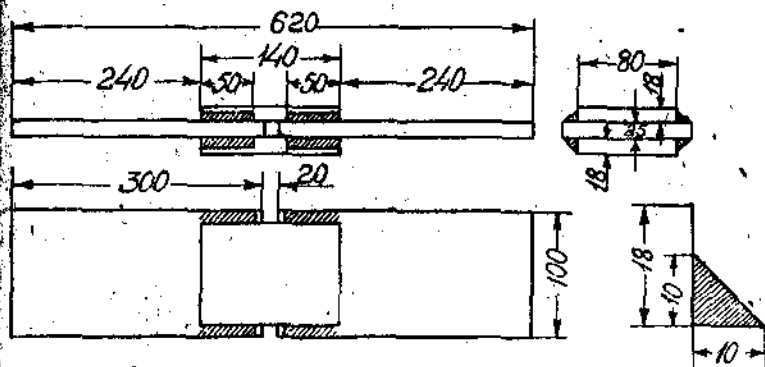


Рис. 67. Образцы при сварке с накладкой.

После выполнения всех вышеприведенных работ сварщик не может считаться опытным до тех пор, пока он не потерпит опыта из практических работ. Можно определенно утверждать, что умение держать и управлять дугой еще не дает уверенности в успехе завершения работ, так как масса приходящих причин, например сжатие, расширение металла, подготовка к сварке изделия и др., могут существенно изменить ожидаемые результаты. Поэтому в главе 9 при-

подается краткое описание и иллюстрации некоторых выполненных работ, которые с достаточной ясностью доказывают, что успехи электросварки зависят не столько от простой механической работы, сколько действительно от умения правильно подойти к разрешению задачи. Вследствие недостатка опытных инструкторов по электросварным работам, руководство поручается лицам небезразличным, с точки зрения нижепера-электросварщика. В следствии непонимания процесса дуговой сварки часто получаются неудовлетворительные работы, и обычно эти неудачи относятся за счет самого процесса. Главная вина заключается в том, что малоопытный руководитель или переоценил умение сварщика, или сам неправильно применил метод сварки вольтовой дугой.

6. АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОСВАРКА.

При хронометраже сварочных работ обнаруживается, что при ручной сварке на самый процесс плавки электрода затрачивается только 50% времени, потраченного вообще на сварку (см. нижеприведенную таблицу).

Остальные 50% тратятся на вставку электродов в карандаш, переворачивание карандаша, передвижение сварщика и т. д.

Вставка электродов	16,5%
Сварка	51,0%
Переворачивание электродов и др. потери	10,0%
Чистка	2,3%
Передвижение сварщика	10,0%
Подготовительные работы	6,0%
Деловой разговор	1,2%
Отдых	3,0%

Расход энергии для холостого хода, стоимость окурков еще больше удорожают сварочный процесс при ручной подаче электродов. С изобретением прибора, с помощью которого сварочная проволока подается непрерывно из бунта, скорость работы увеличивается во много раз и в качестве ее можно быть более уверенным, чем при ручной сварке.

В автоматическом электросварочном процессе от прибора требуется, чтоб электрод вначале коснулся изделия, затем быстро отделился от него, это действие вызовет образование дуги. В дальнейшем необходимо, чтоб прибор поддерживал все время длину дуги постоянной и подавал электрод по мере плавки его конца и отложения металла на изделии. На рис. 68 изображен прибор, который носит название автома-

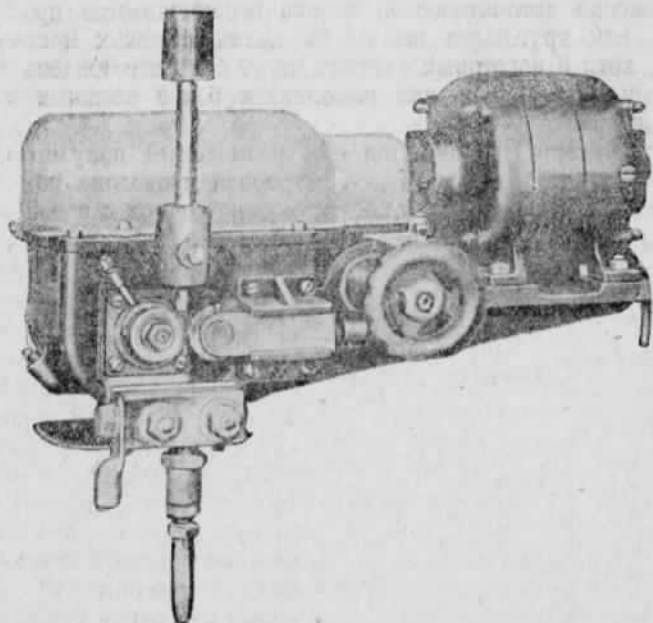


Рис. 68. Автоматическая сварочная головка.

тической сварочной головки. В задачи настоящей работы не входит описание устройства автоматических головок, тем более, что каждая фирма, вырабатывающая их, снабжает заказчика подробным описанием устройства и инструкцией употребления.

Для производства автоматической сварки необходимо, чтоб головка и свариваемое изделие перемещались относительно друг друга. Это может быть выполнено укреплением головки на неподвижной опоре и передвижением самого изделия или, если изделие слишком громоздко и неудобно для передвижения, головка устанавливается на тележке, которая автоматически перемещается вдоль шва. В большинстве случаев применение автоматической сварки ограничивается продольными или круговыми швами на цилиндрических поверхностях, хотя в некоторых случаях могут быть изготовлены специальные механизмы для выполнения более сложных форм соединений.

Иногда еще применяется так называемый полуавтоматический способ сварки. В нем сварочная проволока подается автоматической головкой, но управление концом стержня производится сварщиком посредством особого карандаша.

Толщина железа в мм.	Скорость сварки м/мин.	
	Одна дуга	Две дуги
1,5	0,85	—
2,5	0,6	—
3	0,38	—
5	0,23	—
6	0,15	—
8	—	0,25
9	—	0,18
12	—	0,1
16	—	0,075

Для применения автоматической сварки при массовом производстве полезно иметь приспособления для установки и укрепления кромок изделия в желаемом положении, чтоб получить сварку высокого качества и большую скорость. Всякий тип работы обычно требует специального устройства зажимных приспособлений, хотя целый ряд работ можно разбить на несколько классов, как например производство труб, баков и пр., для каж-

дого класса выработать определенный тип зажимов.

Выше приводится таблица со средними скоростями при автоматической сварке в стык.

Скорости в таблице даны для тех случаев, когда кромки подготовлены надлежащим образом, установлены и закреплены правильно с медной подкладкой с нижней стороны шва для отвода тепла. Скорости указаны на основе получения электрошва высокого качества. Во многих случаях прочность на все 100% или плотность шва вовсе не требуется. В этих случаях скорость может превосходить приведенную в таблицах в два раза и больше.

Двойная дуга применяется для стыковой сварки на больших сечениях, примерно от 6 мм и выше. Одна дуга следует позади другой на расстоянии около 25 см. Кромки изделия, предназначенные под сварку, сканиваются. На рис. 69 изоб-

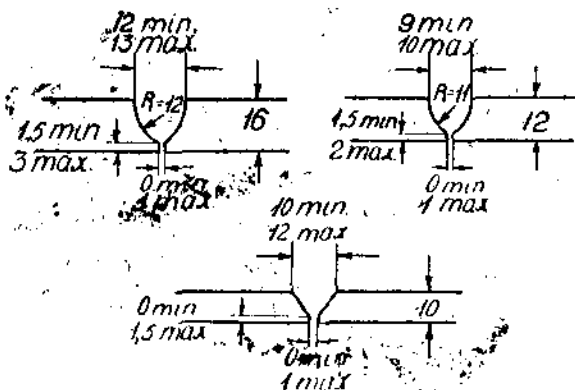


Рис. 69. Подготовка кромок для стыковой автоматической сварки.

ражены типы калёвок, наиболее удовлетворительных для железа толщиной в 10 мм, 12 мм и 16 мм. Первая дуга основательно проваривает внутренние кромки пластин, а вторая заканчивает сварку, наплавляя металла несколько выше поверхности пластин.

Зажимы и подкладочные приспособления. При стыковой сварке труб или баков необходимо иметь специальные зажимные механизмы и подходящие подкладки под шов, чтоб дуга могла выделить достаточное количество тепла для проплавки нижних кромок изделия без риска прожечь дыры в соединении. На рис. 70 представлен один из таких зажимов.

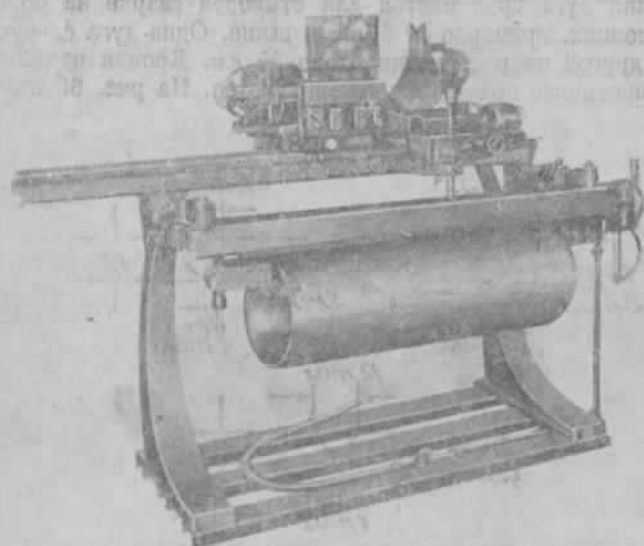


Рис. 70. Зажимное приспособление для автоматической сварки.

Для автоматической сварки труб или баков больших диаметров употребляется особый метод. Прочность продольного шва в таких случаях является одним из главных требований, она не должна быть меньше прочности материала самой трубы. В этом случае подготовка кромок отличается от вы-

неприведенной, здесь нет необходимости вырубать или пространивать канавку так глубоко, как это изображено на рис. 69. Необходимо внизу оставить нетронутым материал на толщину от 3 до 5 мм, что играет роль подкладки для ручной сварки первого слоя. Тип подготовки представлен на рис. 71.

Первый слой производится ручной сваркой и на рис. 72 он обозначен как «сварка № 1». Электродметалл должен проникнуть и выступить на противоположной стороне больше, чем на половину, но не провалиться насквозь.

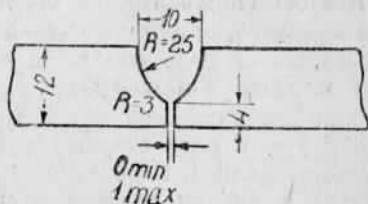


Рис. 71. Подготовка кромок продольных швов в трубах большого сечения.

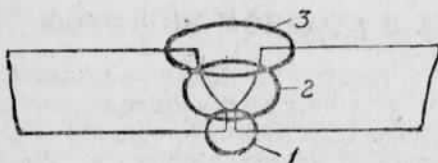


Рис. 72. Схема трехслойной сварки продольных швов в трубах большого сечения.

Второй слой наваривается автоматической головкой и обозначен на рис. 72 «сварка № 2»; он должен быть ниже поверхности листа от 1,5 до 3 мм. Средняя часть его не должна возвышаться над остальной его поверхностью больше чем на 1 мм, т. е. практически он должен быть плоским.

Третий слой наваривается тоже автоматической головкой и на рис. 72 обозначен как «сварка № 3». Электродметалл должен заполнить канавку полностью в ширину до 18 мм и возвышаться до 3 мм над поверхностью трубы. Важно, чтоб кромки *a—a* канавки остались нетронутыми при наварке второго слоя. При последней наварке они легко расплавятся и смешаются как со свежим электродметаллом, так и с электродметаллом второго слоя. Второй и третий слои

навариваются автоматической головкой с двойной горелкой. Для наблюдения за дугами в этом случае требуются два сварщика, так как один не успевает следить за правильным протеканием процесса обеих дуг.

Помимо автоматической сварки металлической дугой иногда применяется автоматическая сварка угольной дугой. В зависимости от рода работы перемещается или сама головка, или изделие. Установка изделия выполняется так же, как и при металлической дуге. Присадочный металл, если он требуется, в виде стержня нужного сечения заранее укладывается на шов. Назначение дуги — расплавить присадочный металл и кромки изделия так, чтобы они, перемещиваясь между собою, составили одно целое. Этот способ употребляется в тех случаях, когда надо сваривать большое количество однотипных изделий. Благодаря применению этого метода в массовом производстве получается значительная экономия средств и времени.

7. ЭЛЕКТРОСВАРКА В АТОМНОМ ВОДОРОДЕ.

Метод электросварки в атомном водороде заключается в том, что в то время, как дуга от переменного тока поддерживается между двумя электродами из вольфрама, струя водорода проходит через дугу и кругом электродов. Тепло дуги расщепляет молекулы водорода на атомы, которые вне дуги снова образуют молекулу водорода, при этом выделяется значительное количество тепла, которое затрачивается на разогревание металла в месте сварки. Электроды из вольфрама непосредственно не принимают участия в сварке, они являются только средством возбуждения и поддержания дуги, но все же, несмотря на это, подвергаясь действию высокой температуры вольтовой дуги, они сгорают — «испаряются».

В обычном методе электросварки изделие включается в электрическую цепь, а при сварке в атомном водороде изделие не присоединяется ни к одному из проводов. Манипуляции

карандашом с вольфрамовыми электродами подобны действию газовой горелки. Тогда как ацетилено-кислородное пламя имеет 3200°C , температура в непосредственной близости дуги в водородном газе равняется 4000°C . Пламя направляется на кромки свариваемого изделия и сплавляет их. В случае большого сечения в пламя добавляется присадочный материал из стержня. Дуга горит постоянно, довольно широко может изменяться и регулироваться и поэтому, может служить для широкого применения.

Водород выполняет три назначения: первое — он весьма активный усилитель тепла; второе — он предохраняет электроды из вольфрама от быстрого окисления в воздухе, которое происходит даже при низкой температуре; третье — он предохраняет от окисления и азотирования расплавленный металл. Эти три свойства позволяют получить очень прочную и эластичную сварку, имеющую гладкий законченный наружный вид.

Количество тепла, полезного для сварки, зависит от количества расщепляемого водорода, а это в свою очередь зависит от силы тока в дуге. Более толстое сечение требует большей силы тока, при этом разложится больше молекул водорода и в результате выделится больше тепла для сварки.

Аппарат для электросварки в атомном водороде состоит из:

1. Сварочного трансформатора.
2. Градуированного реактора, который автоматически устанавливает высокий первоначальный ток и поддерживает желаемый сварочный ток.
3. Карандаша (рис. 73) для установки электродов из вольфрама. К карандашу прикрепляется двойной кабель для соединения электродов с источником энергии и длинный шланг для снабжения водородом.
4. Распределительного щита, на котором монтирован реактор и необходимые контрольные приборы.
5. Баллона с водородом.

Электроды из вольфрама употребляются двух размеров: диаметром 1,5 мм для силы тока до 35 ампер и 3 мм при силе

тока от 35 до 60 ампер. Если для электродов диаметром в 1,5 мм сила тока больше 35 ампер, они быстро сгорают.

Применение процесса электросварки в атомном водороде. Процесс сварки в атомном водороде вовсе не является конкурентом электросварки металлической дугой: применяемый в изготовлении сооружений из железа и стали, этот процесс скорее дополняет и расширяет поле применения сварки вольтовой дугой.

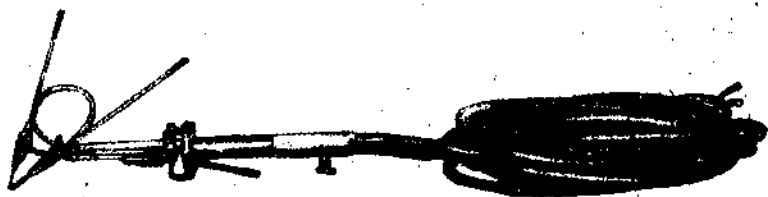


Рис. 73. Карандаш для электросварки в атомном водороде.

Новый метод является особенно удобным для сварки тонкого железа, некоторых сплавов и нежелезных металлов, которые трудно или совсем не свариваются обыкновенной дугой. Ниже приводится краткий перечень металлов, сварка которых с успехом выполняется в атомном водороде.

Сталь. Вообще говоря, все сплавы стали свариваются этим процессом, включая никелевую, хромовую, молибденовую и марганцевую сталь. Сталь с содержанием углерода до 1,25% сваривается вполне удовлетворительно. Резцы из быстро режущей стали легко привариваются к обыкновенной стали. Сварка стали в атомном водороде весьма прочна и чрезвычайно эластична.

Чугун. Чугунные изделия небольшого сечения легко свариваются этим методом. Сечения, для сварки которых требуется добавление присадочного металла, встречают то же затруднение, как и при обычной металлической дуге.

Хромовая сталь. С содержанием до 40% хрома она сваривается, но сварка довольно твердая и хрупкая. Если

хрома не больше 20%, вышеуказанный недостаток может быть исправлен последующей термитной обработкой, но пока не установлено, что тепловая обработка улучшает качество электрометалла, когда хрома содержится больше 20%.

Никкелевая и марганцевая сталь. Хорошо сваривается дугой в атомном водороде.

Хромо-никкелевые сплавы. Хорошая сварка может быть произведена на сплавах с содержанием хрома от 15 до 20% и никкеля от 85 до 80%.

Медь. Трудно поддается сварке из-за тенденции образовывать небольшие воздушные пустоты, но в случае предварительного нагрева получается хороший результат.

Бронза. С большим содержанием меди трудно сваривается по тем же причинам, что и чистая медь.

Латунь. С содержанием цинка свыше 40% трудно сваривается, требуется применение флюсов. CaCl и NaCl как флюсы дают хорошие результаты.

Алюминий. В случае применения флюсов сваривается очень хорошо.

Дюралюминий. Сваривается так же, как алюминий.

С остальными металлами произведено еще недостаточно сварок, чтоб можно было определенно утверждать о их способности свариваться в пламени атомного водорода.

8. СВАРКА СТАЛИ И МЕТАЛЛОВ, НЕ СОДЕРЖАЩИХ ЖЕЛЕЗА.

Практически всякое железо, сталь и чугун могут быть сварены металлической дугой с более или менее удовлетворительными результатами, исключение составляет инструментальная сталь, пружинная сталь и молибденовая сталь. Кремнистая сталь сваривается удовлетворительно. Присутствие кремния несколько не мешает сварочному процессу, даже наоборот, он способствует сплыванию шлаков, что улучшает качество сварки. Сталь с низким содержанием алюминия сваривается без особого труда. Для стали, содержащей

большой процент алюминия, пока еще не найдено соответствующих электродов и не выработано методов сварки.

Сварка стали. При сварке стали с высоким содержанием углерода употребляются электроды с содержанием углерода 1% или выше. При пользовании такими электродами при постоянном токе изделие соединяется с отрицательным полюсом машины, а электрод с положительным. Лучшие результаты получаются при пользовании покрытыми электродами. Сталь с низким содержанием углерода сваривается, как железо.

Сварка сплавов стали. Никелевая сталь. При сварке никелевой стали замечено, что углерод почти совершенно выгорает из стали, а что сам никель даже при температуре дуги заметно не изменяется, поэтому сварка специальными стержнями происходит совершенно спокойно. Единственный недостаток этой сварки тот, что на поверхности после остывания появляются едва заметные трещины, эти трещины не глубоки и на прочности сварки не отзываются. Найдено, что если немного прибавить хрома к флюсу, то трещин на поверхности не наблюдается. Флюсы этого типа обычно содержат около 3,5% никеля и 1,5% хрома. Никелевая сталь широко применяется в автомобильной промышленности, поэтому при сварке автомобильных частей это надо иметь в виду.

Имеются сплавы стали, в которых никель и хром достигают от 30 до 40%. Практически такую сталь голыми электродами сварить нельзя. Для сварки изделий из такой стали необходимо применять специальные покрытые электроды, и даже в этих случаях не всегда сварка получается удовлетворительной.

Марганцевая сталь. До сварки все раковины и трещины на месте сварки необходимо очистить наждачным точилом. Изделие присоединяется к отрицательному полюсу, а карандаш к положительному. Для сварки употребляются специальные покрытые электроды диаметром от 4 до 5 мм. Слой ложатся рядами, не задерживая дуги долго на одном

месте. Температура изделия во все время сварки поддерживается возможно низкой; если позволяют формы изделия, его можно погрузить в ванночку с проточной водой, оставляя незамоченным только место сварки. Рекомендуется после сгорания каждого электрода, как только исчезнет красный цвет, сильно проковывать место сварки. Эта мера растягивает электростал и предохраняет его от растрескивания. Немедленно после проковки место сварки заливается водой до тех пор, пока металл не остынет совершенно, затем место сварки высушивается, очищается от шлаков и сварка продолжается.

Ванадиевая сталь. В промышленной стали ванадий содержится в незначительном количестве. При сварке этой стали при температуре вольтовой дуги ванадий улетучивается. Электроды из ванадиевой стали дают сварку с большим относительным удлинением.

Наблюдается факт, пока необъяснимый: три сплава—ванадий, марганец и углерод увеличивают прочность сварки, хотя сами могут отсутствовать в электрометалле. Особенно резко это выражается с ванадием. Сварка, сделанная электродами, содержащими 0,01% ванадия, заметно увеличивается в прочности, хотя в электрометалле не находится и следов ванадия.

Сварка металлов, не содержащих железа. Сварка не железных металлов хотя и широко применяется, но еще во многих случаях носит характер скорее исследовательской работы, чем уже установившегося факта.

Медь. Для сварки меди предлагается несколько разных сортов электродов. Один исследователь предлагает сплав олова с медью, покрытый специальными флюсами. Другой рекомендует латунную проволоку, содержащую некоторое количество фосфора, серебра или висмута (до 5%). Во всех случаях абсолютно необходимо, чтобы стержни были покрыты флюсами, хотя бы бурой. Свариваемая поверхность первоначально смачивается жидким стеклом и затем посыпается бурой. Жидкое стекло препятствует сдуванию буры дугой.

Лучшим способом сварки меди является пользование угольной дугой, хотя медь, содержащая фосфор, сваривается хорошо металлической дугой при перемене полярности.

Как ни различны приемы и составы электродов, предлагаемые исследователями, все они сходятся в том, что место сварки должно быть предварительно нагрето до красного каления и процесс должен производиться так быстро, как только возможно.

Наблюдается большое разногласие в пользу проковывания места сварки. Одни говорят, что проковка бесполезна, другие утверждают, что она улучшает сварочный шов. Тонкие листы рекомендуется проковывать в холодном состоянии и затем отжечь. Бруски и толстые сечения проковываются при 500°C , затем отжигаются до 500°C и сразу погружаются в холодную воду.

Изделия для сварки готовятся таким же образом, как из железа. Установлено, что сера, антимоний, свинец и окислы меди делают сварку хрупкой.

Сила тока для металлической дуги устанавливается в зависимости от толщины изделия, а при пользовании графитными электродами она должна быть так мала, как только это позволяет сварка.

Латунь и бронза. Электроды должны быть чистыми и содержать очень незначительное количество алюминия, который необходим для раскисления электрометалла. Электроды обязательно покрыты флюсами.

Очень хороший флюс получается из измельченной соли (NaCl) из буры ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) и борной кислоты (H_3BO_3).

Так как теплопроводность латуни и бронзы значительно ниже, чем меди, предварительный нагрев не является необходимым. Латунь, содержащая меди от 65 до 70%, должна проковываться, когда остынет после сварки, затем нагревается до 650°C , но ни в коем случае не выше 800°C . Эта операция является абсолютно необходимой для получения удовлетворительных результатов. В случае, если латунь содержит меди от 58 до 60%, она должна проковываться при

температуре 500° С. В последнем случае отжиг не является необходимым.

Бронзу не следует проковывать в горячем состоянии, так как она в этом случае очень хрупка, по этой же причине во время сварки ее необходимо поддерживать графитными брусками или асбестом.

Для сварки как латуни, так и бронзы рекомендуется пользоваться графитной дугой с присадочным материалом, если он необходим.

Олово и свинец. Точка плавления олова и свинца очень низка для вольтовой дуги, но все же они удовлетворительно свариваются так называемым контактным или полудуговым процессом. Этим же методом оба металла легко и хорошо режутся.

Сущность этого процесса состоит в том, что дуга горит не все время, электрод приходит в контакт с изделием периодически, эта мера не позволяет металлу сильно нагреваться. В промежутки перерыва дуги металл электрода смешивается с металлом изделия в однородную массу. Успех дела зависит от умения сварщика манипулировать дугой.

Этот способ широко применяется при наплавке чистого никкеля, или марганцевых сплавов, или монельметалла на дефектные места чугунных отливок.

9. ЭЛЕКТРОСВАРКА В ЖЕЛЕЗНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Применение электросварки для выполнения соединений в железных конструкциях дает целый ряд преимуществ, а именно:

- 1) быстроту выполнения работ,
- 2) большую гибкость методов и приемов работ,
- 3) полную безопасность процесса,
- 4) стопроцентную прочность соединения,
- 5) простоту и портативность оборудования,
- 6) экономию в материале из-за отсутствия косынок и др. добавочных деталей, необходимых в клепаных конструкциях,

7) экономию в материале, потому что сечение элементов не ослабляется заклепочными дырами,

8) возможность более выгодно использовать массу элемента в скатых поясах,

9) отсутствие точной разметки и продавливания заклепочных отверстий.

При применении электросварки стоимость подготовительных работ и сборки изделия не больше, чем под клепку, но, принимая во внимание вышеприведенные преимущества, становится очевидным экономический эффект при замене заклепки электросваром. Этот экономический эффект еще больше осязателен при переходе от ручной сварки к автоматической. Краткий перечень работ, выполненных электросваркой, в полной мере подтверждает справедливость и своевременность перехода от клепки к сварке.

Ниже перечисляются работы, выполненные в электросварочной лаборатории Дальневосточного государственного университета во Владивостоке. Для удобства рассмотрения все работы разобьем на несколько групп: постройка баков, котлов, мостовых ферм, конвейеров, охорных башен и ремонтные работы.

Баки. Постройка баков началась с 1923 г. Вначале сваривались только части баков—днища, купола, но, начиная с 1928 г., баки выполняются полностью электросваркой. Вся заготовка производится кислородной резкой. В 1929 г. был построен бак под бензин емкостью в 300 тонн. Диаметр бака 7,7 м, высота 6,38 м. Бак предназначался для местности, отстоящей от Владивостока за несколько тысяч верст. Для ускорения работы все днища и коническая кровля, кроме среднего, сваривались в лаборатории. Листы для боковой поверхности сваривались в стык отдельными поясами в виде длинных лент. Для перевозки ленты сворачивались в рулоны диаметром от 2,5 до 3 м (см. рис. 74).

Для целей перевозки половины кровли были легко приварены с половинами днищ, затем части были поставлены

в вертикальное положение и получилось нечто вроде веера (см. рис. 75).

При установке вееров на платформу электросварке пришлось выдержать весьма тяжелое испытание. После того как оба веера уже находились на вагоне, кран при неосторожном маневрировании задел веера, и они упали с плат-

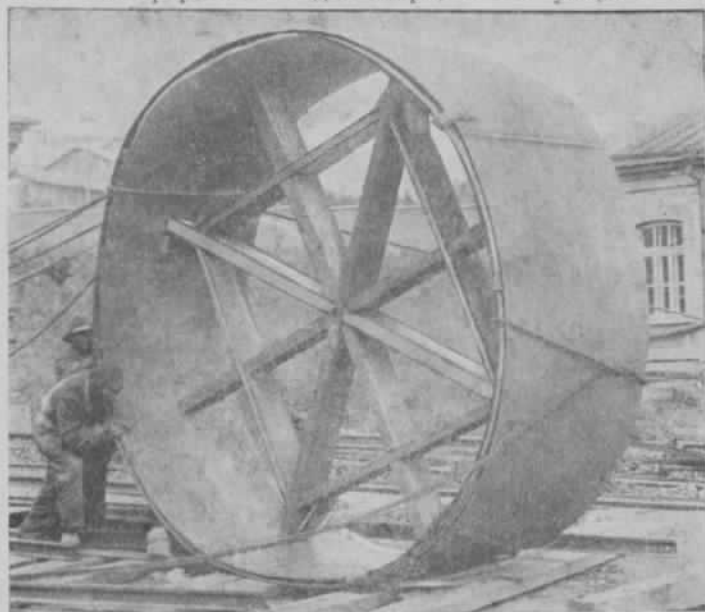


Рис. 74. Рулон для боковой поверхности бака.

формы на железо, которое лежало около платформы. Вес вееров около пяти тонн. Верхняя точка веера отстояла от поверхности земли на 5,5 м. Та часть, которая оказалась вверх, совершенно не пострадала, а та часть, которая находилась внизу, представляла вместо конической поверхности ее развертку на плоскости.

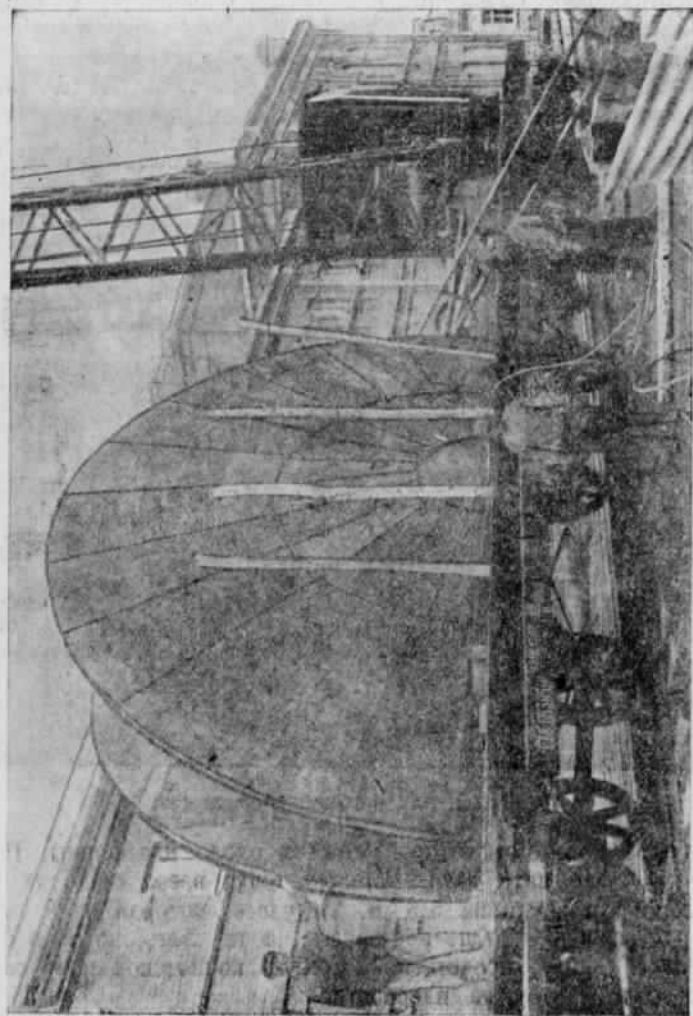


Рис. 75. Половина днища в кромля, подготовленные для перевозки.

Для выправления была устроена небольшая площадка из досок, на нее уложена половина днища, а на днище — развертка конуса. Затем край взял развертку за вершину, приподнял, и она опять приняла коническую форму. В таком положении ее опять скрепили с днищем. При испытании уже построенного бака ни один шов кровли никаких дефектов не показал.

При постройке этого бака метод работ отличался от обычных приемов. Бак строился сверху вниз. Первоначально была сварена кровля (см. рис. 76).

Кровлю подняли талиями на четырех столбах на высоту верхнего барабана. Барабан приварили к кровле и снова подняли на высоту второго пояса (см. рис. 77 и 78).

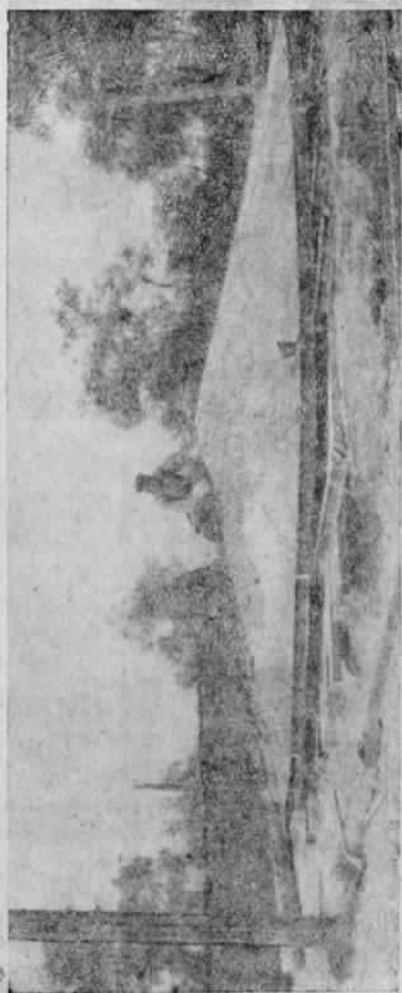


Рис. 76. Сварка кровли бака.

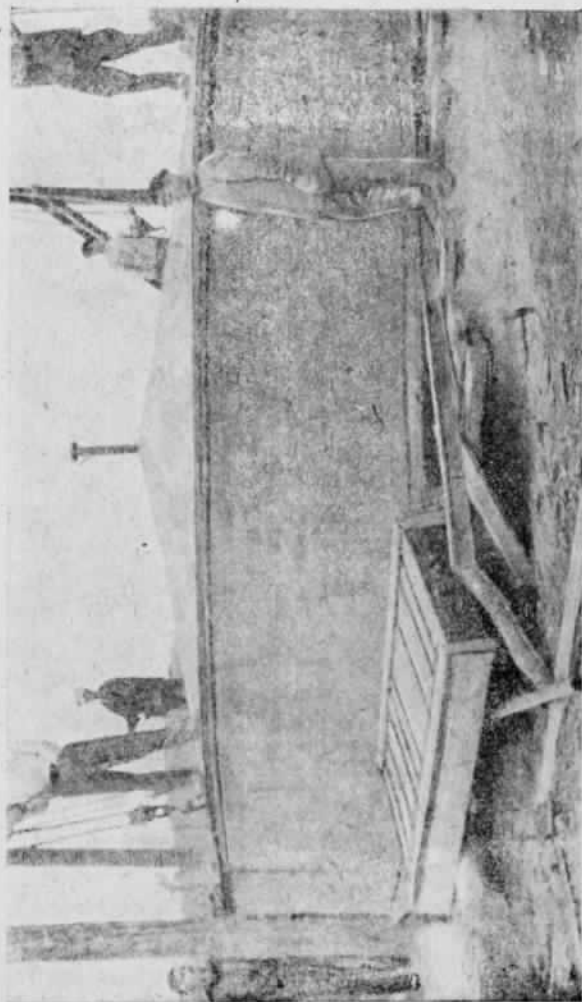


Рис. 77. Приварка верхнего пояса к кровле.

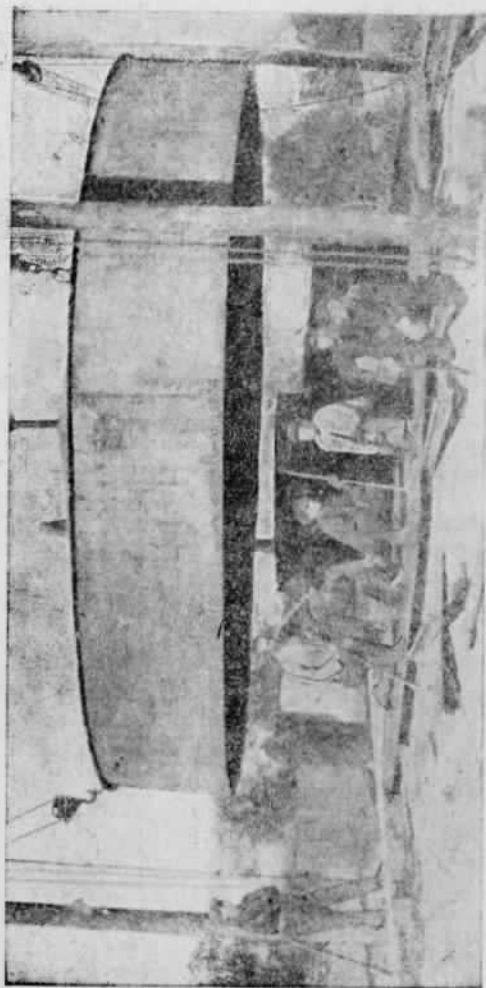


Рис. 78. Верхний барабан с кровлей поднят для установки следующего бочка.

Второй барабан приварили к первому, и операция повторялась в описанной последовательности с каждым поясом. Таким образом было сварено пять поясов.

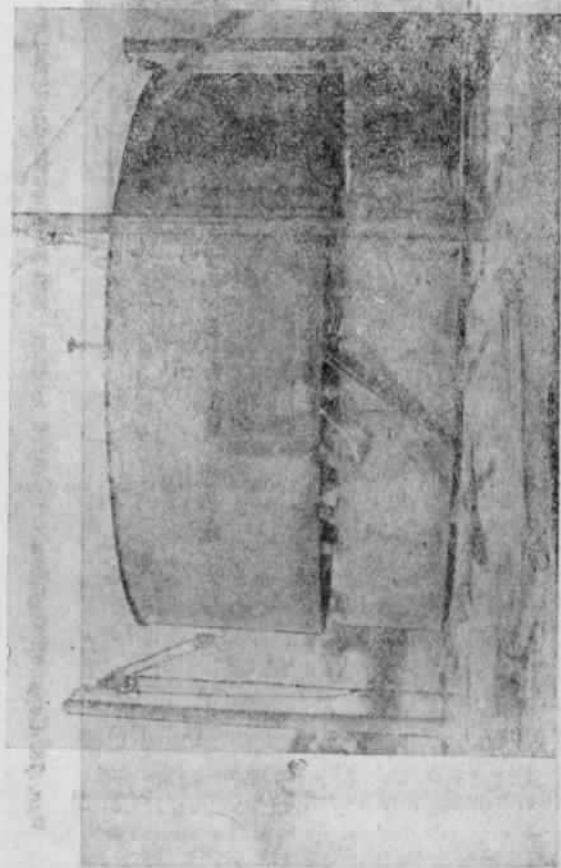


Рис. 79. Установка третьего пояса.

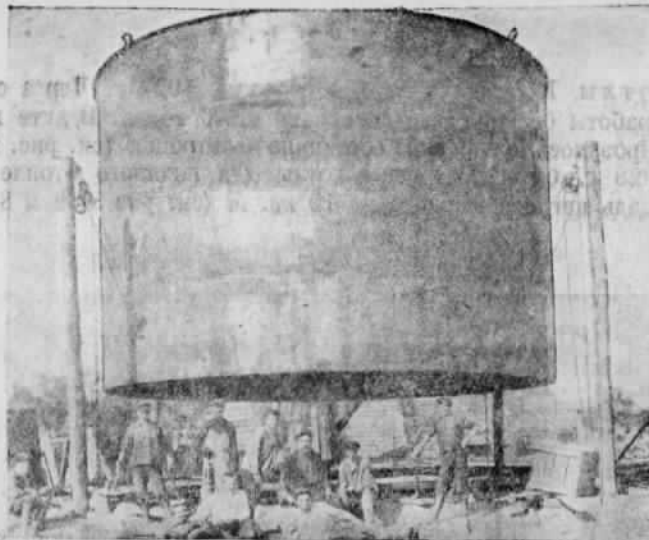


Рис. 80. Подготовка к установке нижнего барабана.

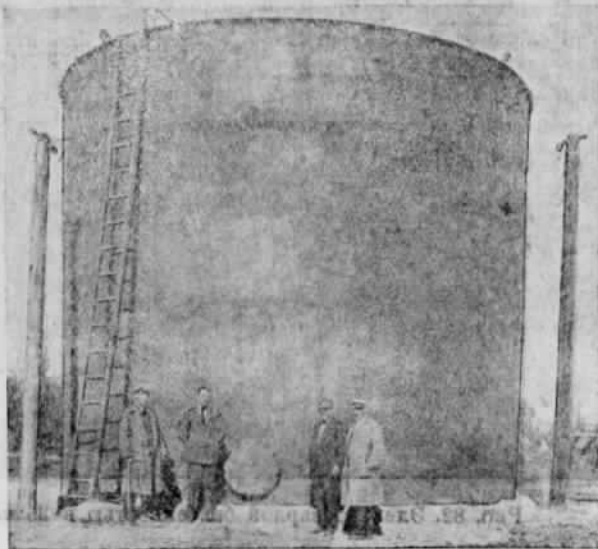


Рис. 81. Общий вид бака.

Котлы. Первый котел был сварен в 1922 г. Через семь лет работы был произведен осмотр этого котла. В акте констатировалось прекрасное состояние электрошва (см. рис. 83). В 1928 г. были построены котлы для водяного отопления, площадь нагрева каждого по 10 кв. м (см. рис. 84а и 84б).



Рис. 82. Электросварной бак емкостью в 25 м.

Вся работа по этим двум котлам была выполнена в 247 часов. Стоимость рабочей силы 162 р., что на тонну веса составит 63 р. 60 коп. Обрезки, неиспользованные для котлов, — 25 кг, что в процентном отношении составляет 2,17%. Конечно ни один клепаный котел, как бы экономно ни расходовался материал, такого соотношения не даст.

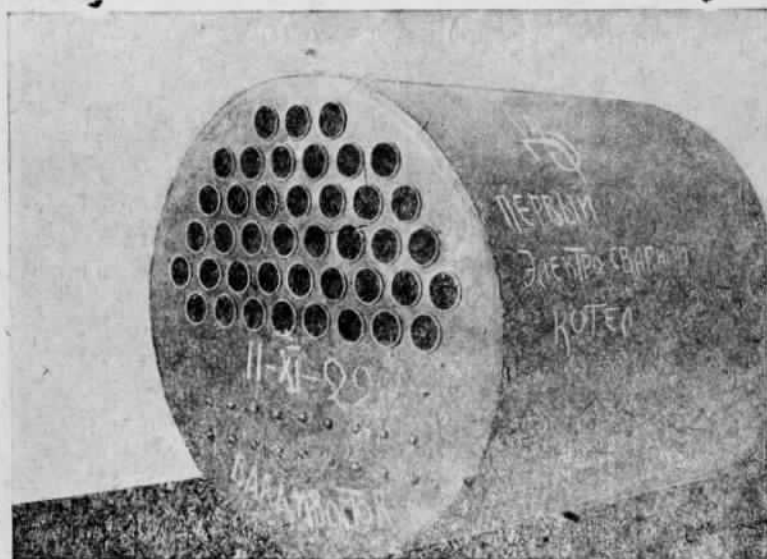


Рис. 83. Первый электросварной котел.

Время и стоимость постройки бака.

	Часы	Руб.		Часы	Руб.
1. Заготовка материалов	210	185	8. Испытание бака.	476	160
2. Сборка бака.	474	312	9. Работа механика около до- мобиля.	215	195
3. Сварка бака.	207	237	10. Стоимость электродов.	—	246
4. Устройство подъемных средств	92	78	11. Стоимость электроэнергии.	—	113
5. Вспомогательные работы.	206	97			
6. Посторонние платы	—	204			
7. Изготовление сварочного агре- гата.	—	582			
				1 889	2 409

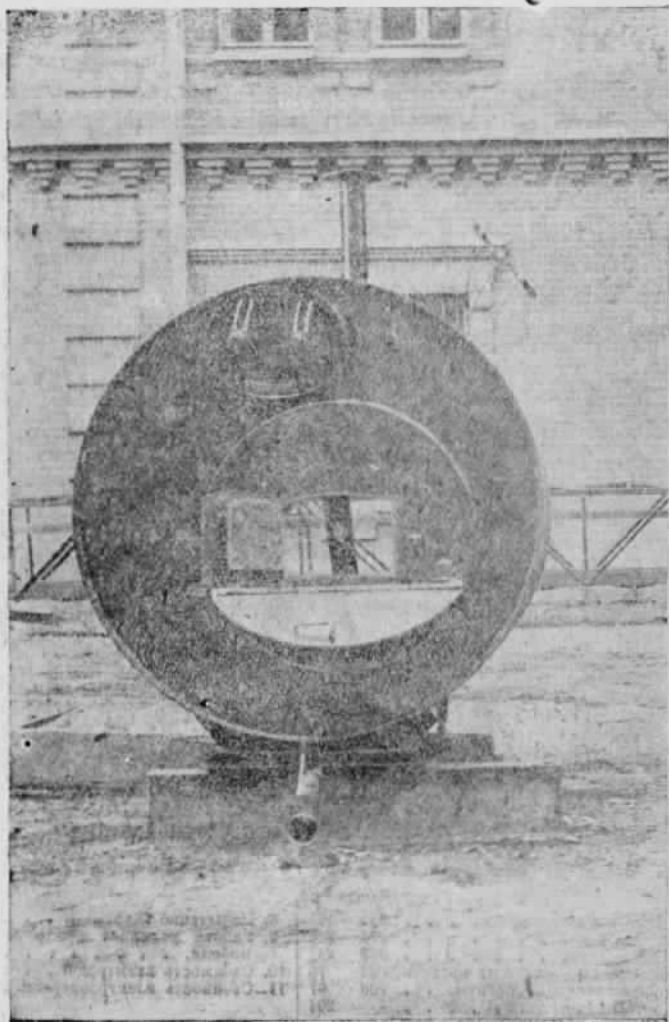


Рис. 84а. Электросварной котел с жаровыми трубами для водяного отопления.

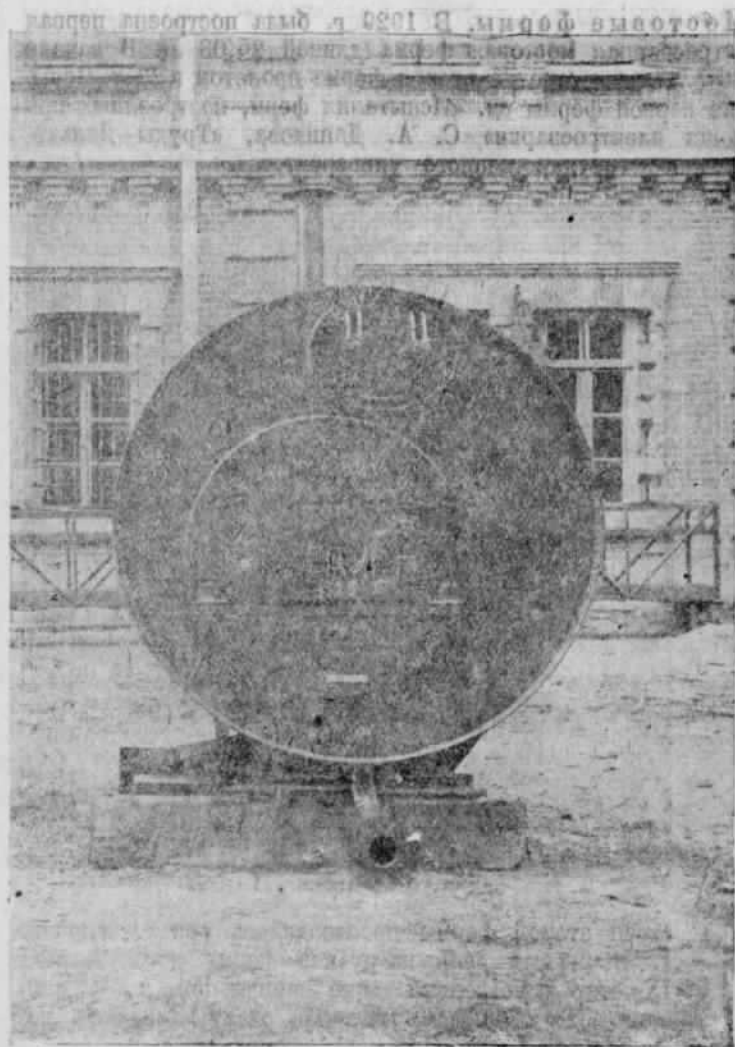


Рис. 846. Электросварной котел с жаровыми трубами
для водяного отопления. »

Мостовые фермы. В 1929 г. была построена первая электросварная мостовая ферма длиной 25,08 м. В начале 1930 г. была построена вторая ферма пролетом в 23 м. Испытание первой фермы см. «Испытания ферм, построенных при помощи электросварки» С. А. Данилова, «Труды Дальневосточного государственного университета».

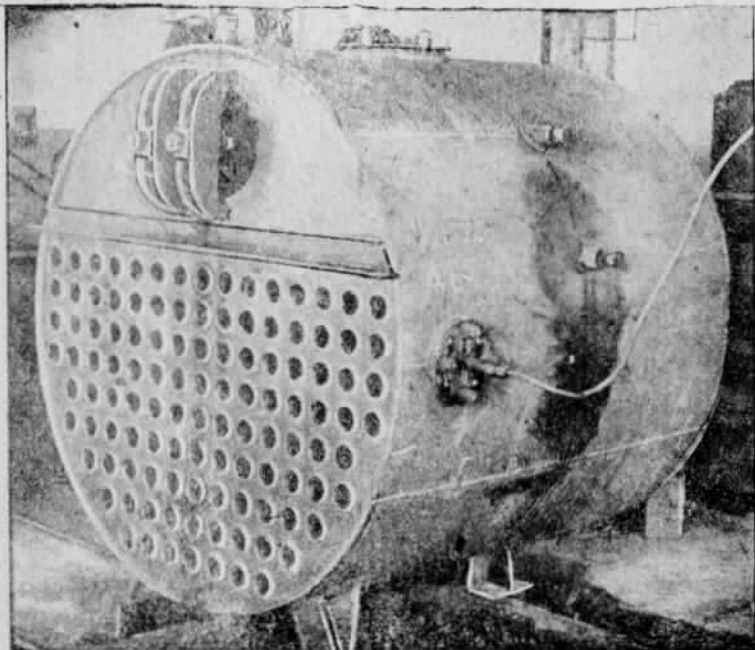


Рис. 85. Электросварной котел с дымогарными трубами для водяного отспления.

Испытание второй фермы производилось при следующих условиях. В первый день нагрузили ферму до расчетной нагрузки, которая несколько выше нормальной, и оставили ее в таком положении на сутки. На следующий день на-

грузили ферму до 25 т, что дало перегрузку выше расчетной на 25%. Затем часть нагрузки сняли и в таком виде ферму оставили еще на сутки при сильном ветре. Сама ферма сваривалась зимой, отчего можно было полагать появления температурных вредных напряжений. Испытание тоже производилось в морозное время и все же, несмотря на целый ряд неблагоприятных условий, результаты испытания оказались вполне удовлетворительными.

Таблица 1.

Затраченное время и стоимость рабочей силы на изготовление ферм.

	I ферма		II ферма	
	Часы	Рубли	Часы	Рубли
Подготовительные работы . . .	69	44.33	20	7.14
Разработка материала	13	8.12	49	20.54
Подготовка материала	30	17.20	39	12.10
Разметка, резка и зачистка	62	33.00	48	19.55
Раскладка и обрубка концов . . .	114	74.00	105	42.00
Сборка	94	60.50	111	52.86
Сварка	78	51.41	117	84.79
Установка концевых рам	66	42.18	90	27.42
Переворачивание фермы	25	16.36	18	6.80
Вспомогательные работы	41	26.39	90	10.79
Итого	592	373.49	627	283.96

Из приведенной таблицы видно, что на постройку второй

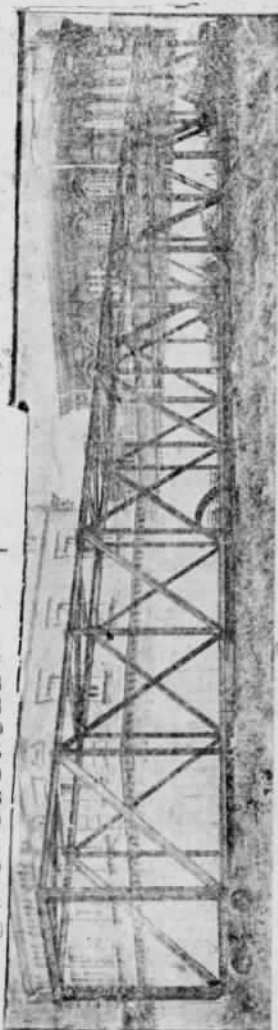
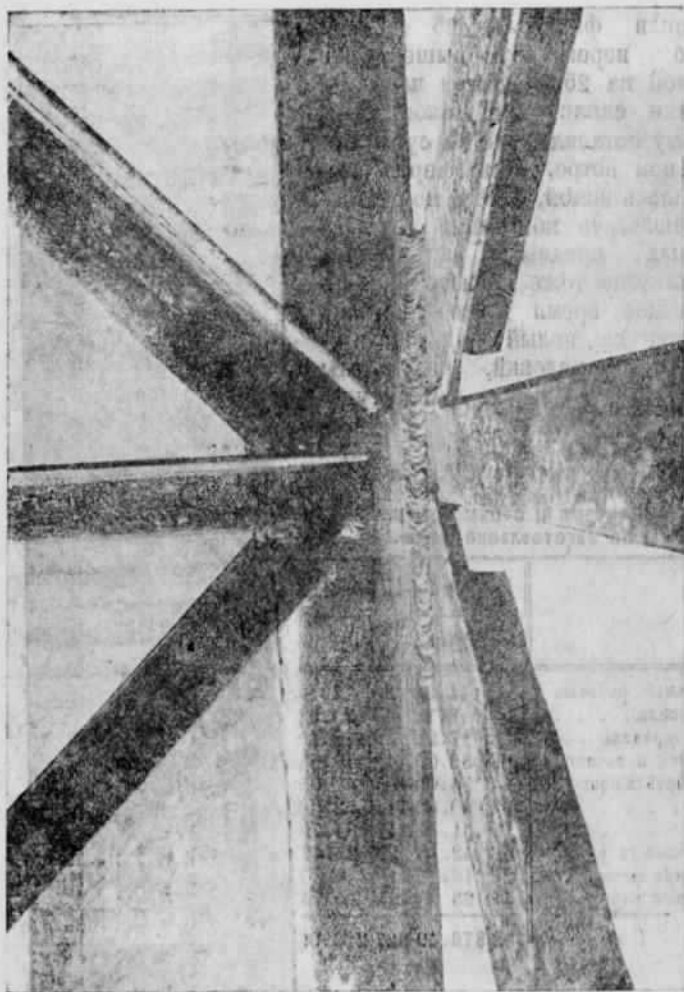


Рис. 86. Первая электросварная мостовая ферма.

Рис. 87. Один из типичных узлов электросварной формы.



фермы затрачено времени больше, чем на первую. Это объясняется, во-первых, тем, что постройка второй производилась зимой и поэтому производительность труда была несколько пониженная и, во-вторых, квалификация исполнителей была ниже, чем при постройке первой фермы. Для постройки первой фермы средняя стоимость часа 63 коп., второй — 45 коп.

Таблица 2.

Полная стоимость изготовления ферм.

		I ферма		II ферма
Стоимость рабочей силы.	—	373,49	—	283,99
Электроды 87,054 г	—	15,74	—	—
Электроды 60,640 г	—	—	—	12,12
Электроэнергия.	830 кВт	83,00	842 кВт	84,20
Кислород.	13 м ³	36,18	13 м ³	36,18
Ацетилен и карбид.	15 кг	4,58	20 кг	10,00
Итого.	—	512,99	—	426,49

Собственный вес каждой фермы около 6 т. Расчетная нагрузка на погонный метр фермы, не считая собственного веса, — 1106 кг.

Конвейера и желоба. За время существования сварочной лаборатории было сварено до 600 м разного рода конвейеров и жмыховых желобов для перегрузки транзитных грузов во Владивостокском порту.

За все время работы конвейеров не наблюдалось ни разу повреждения электрошва, хотя были случаи, когда такого повреждения естественно было ожидать. Так, однажды, во

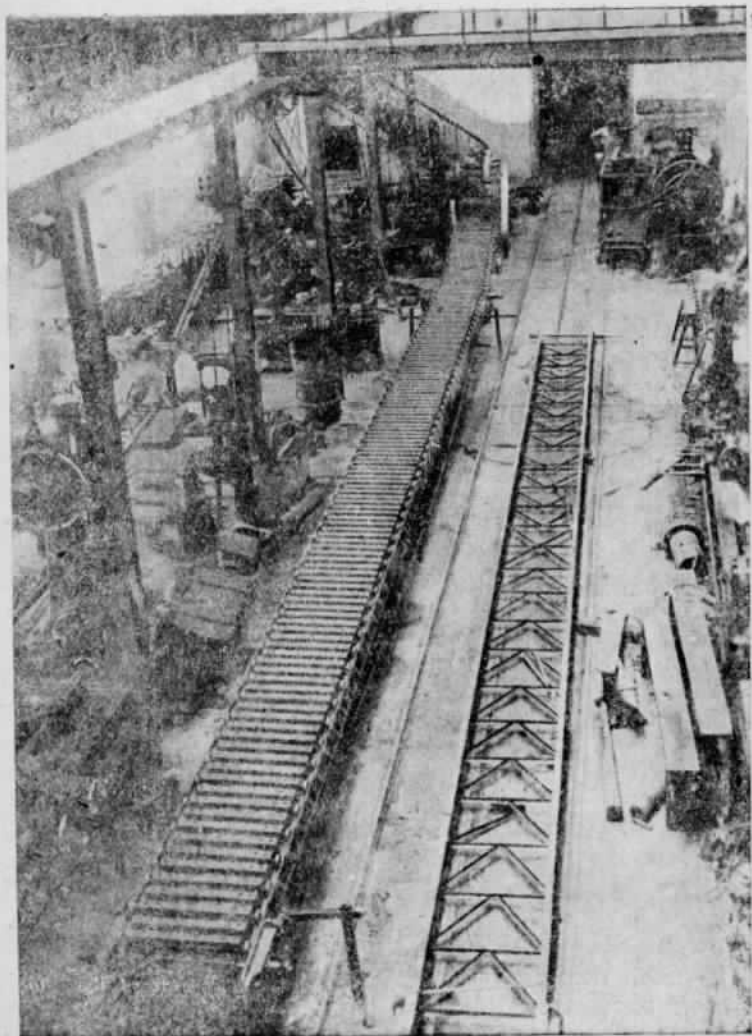


Рис. 83. Конвейеры для перегрузки штучного груза.

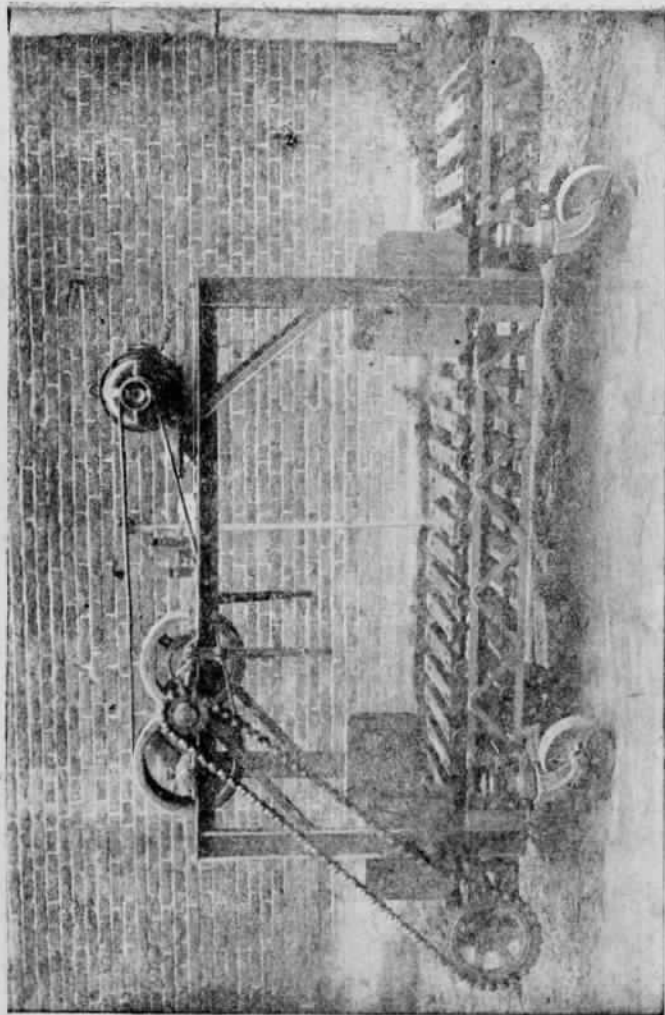


Рис. 89. Моторная передача, включаемая в линию конвейеров.

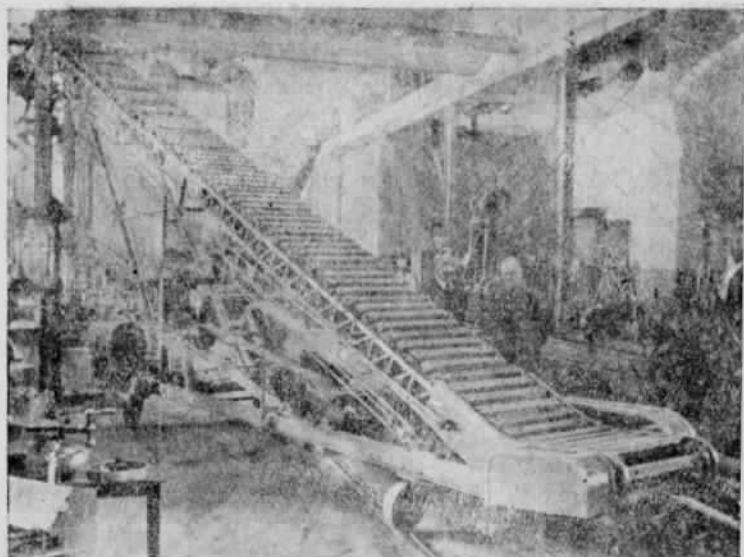


Рис. 90. Конвейер — подъемник штучного груза.

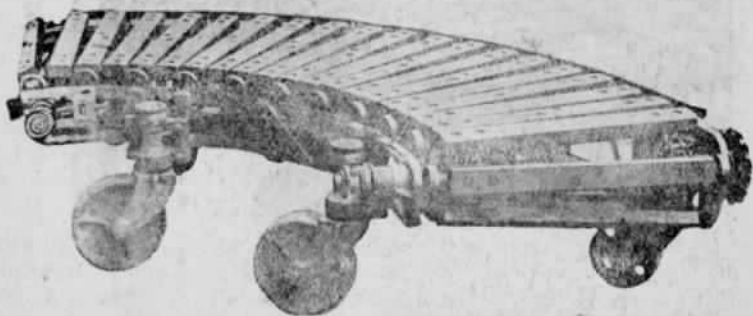


Рис. 91. Конвейер-поворотник.

время работы на один из конвейеров упал штабель мешков. От такого мешгания конвейер обратился в восьмерку, многие угольщики не выдержали и полетались, а сварка отскочила только в двух-трех местах, где непосредственно пришелся удар.

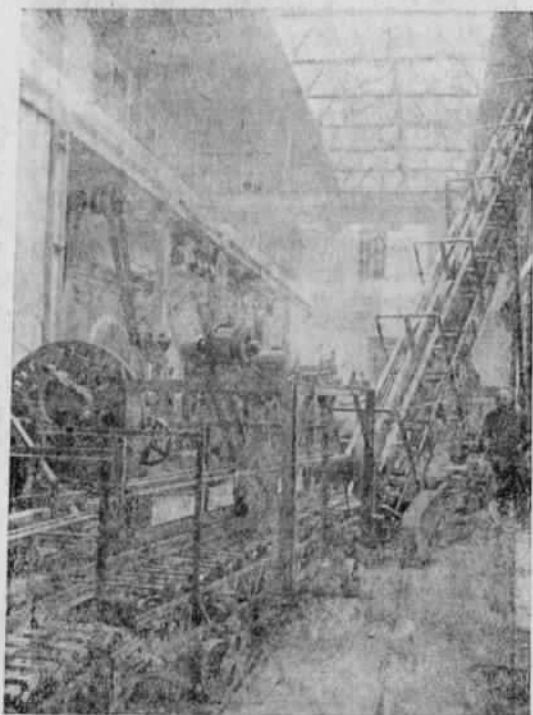


Рис. 9. Жмыховой желоб конвейерного типа.

Жмыховые желоба, изображенные на рис. 93, установлены на опорных башнях на высоте 5,5 м от поверхности земли. При неосторожном маневрировании краном на железнодо-

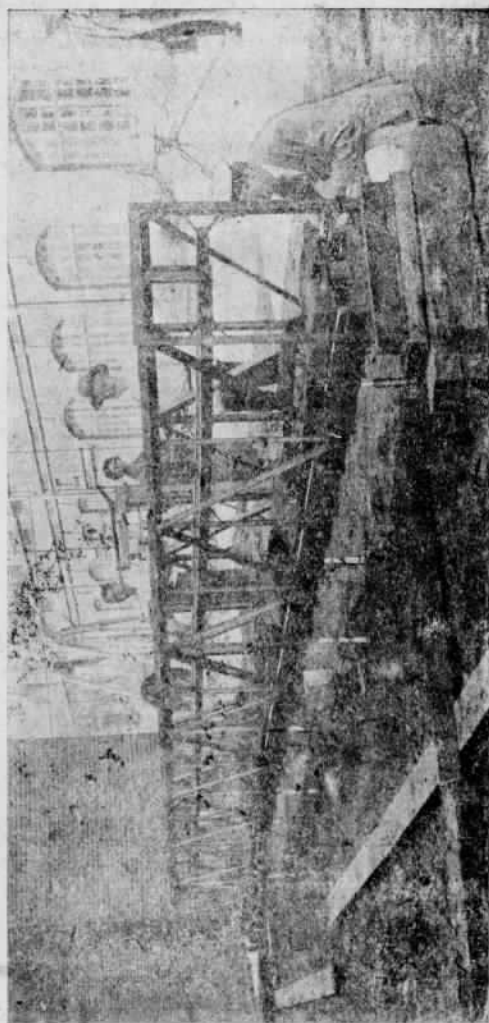


Рис. 93. Жмыховой желоб для самокати бобовых жмыхов.

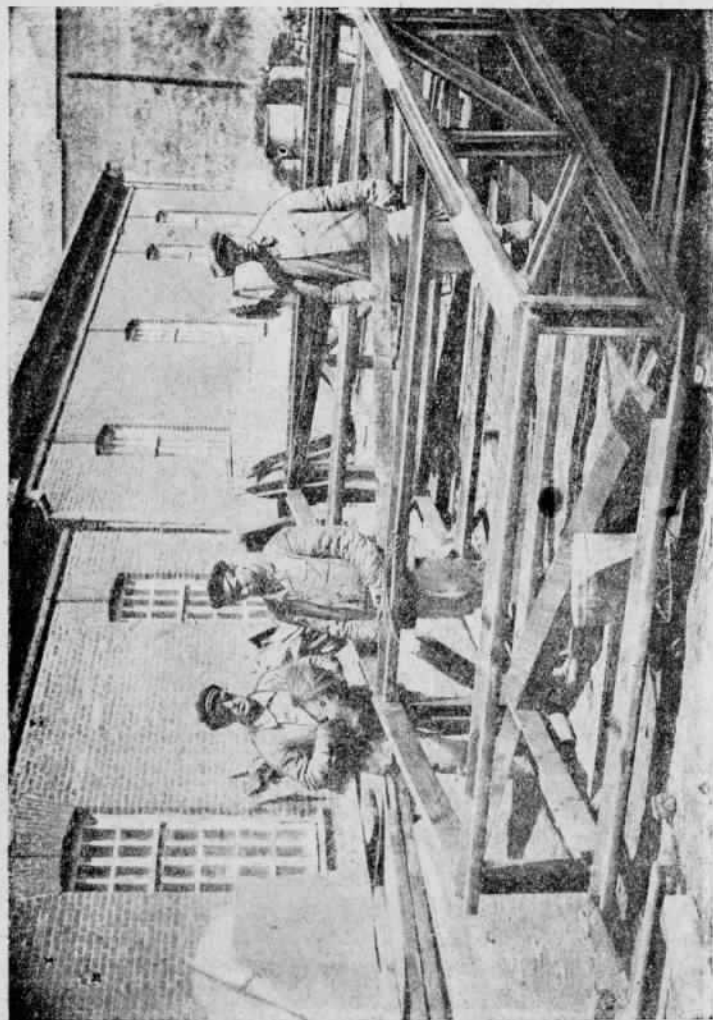


Рис. 94. Сварка опорной башни под эстакадную ферму, представленную на рис. 86.

рожных путях под желобом, желоб уронили на штабель из шпал. В акте об этом случае говорится так: «Желоб длиной 9,6 м вследствие толчка упал одним концом в землю с высоты около 5 м, причем конструкция его существенных повреждений не получила. Все электросварные швы остались целы».

Таблица 3.

(К рис. 98).

Затраченное время и стоимость постройки шпалового желоба.

	Часы	Рубли
Заготовка материала	68	67,50
Прока	161	165,45
Сварка	97	93,69
Вспомогательные работы	15	8,41
Электроэнергия 660 квт	—	66,00
Кислород 1 м ³ и ацетилен 0,3 м ³	—	4,37
Электроды 31 кг.	—	5,67
	—	411,09

Вышеприведенная таблица относится к сваренным шпаловым желобам длиной всего 57,72 м и весом 1,833 кг.

Опорные башни. В сварочной лаборатории строится целый ряд опорных башен. По экономическим соображениям и отчасти из-за отсутствия фасонного материала на рынке, башни изготавливаются из старых рельс (см. рис. 95).

На рис. 95 представлено семь рельс, сходящихся в одном узле. Соединение их, как видно из рисунка, сделано без шп. Заготовка материала и вырезка профилей концов производится кислородом.

При неосторожной погрузке и перевозке опоры падают. Опора весом в 2,5 т упала с вагонной платформы на рельсы. Верхняя точка опоры от поверхности земли отстояла на 5,5 м. Опора от падения не пострадала. Обычно в падениях, которые случались не раз за 4 года, не зафиксировано ни одного случая, поломки электрошва.

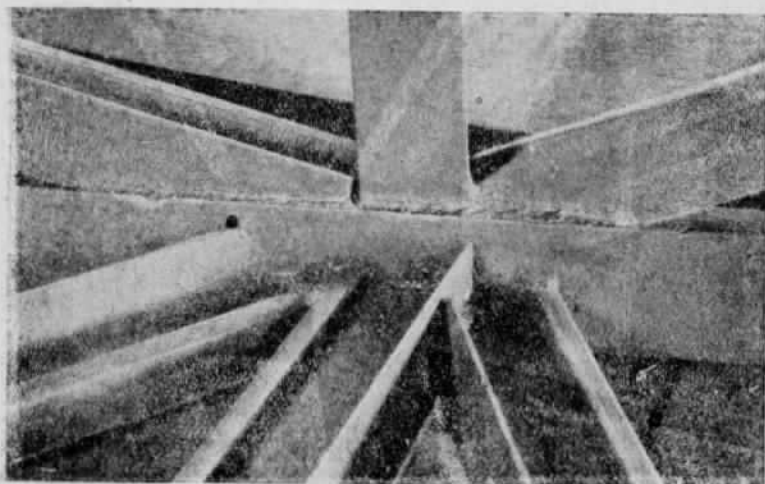


Рис. 95. Типичный узел опорной башни.

Таблица 4.
(К рис. 94).

Затраченное время и стоимость постройки опорной башни.

	Часы	Рубли
Подготовительные работы.	5	3,40
Разметка, резка и чистка	16	13,70
Сборка.	11	15,28
Сварка.	24	34,26
Переворачивание	1	1,46
Сверловка дыр.	3,5	2,14
	60,5	70,24
Рельсы в кг.	1100	110,00
Кислород в м ³	3,14	11,18
Ацетилен „	0,88	5,26
Электроэнергия в <i>квт.</i>	135,6	13,56
Электроды в кг.	13,8	2,16
	—	212,40

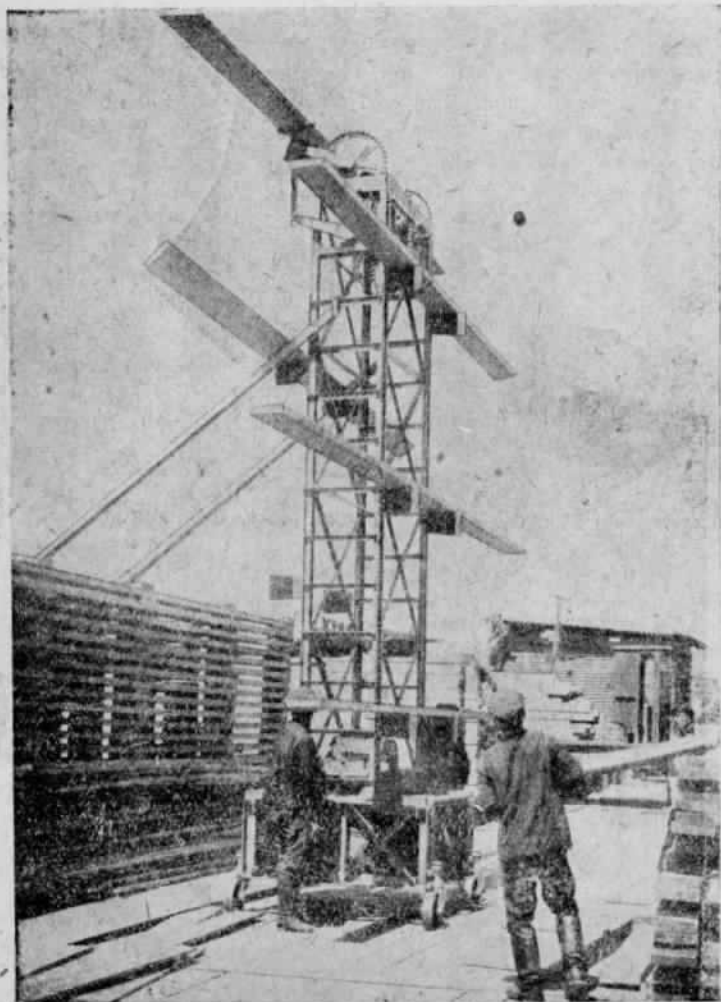


Рис. 95а. Штабелевочная башня для досок.

Ремонтные работы.

В настоящей работе не представляется возможным поместить фотографии даже и десятой доли всех работ, выполненных по ремонту разных деталей. Ремонтировались пароводяные котлы, водонепроницаемые переборки, палубы, дублировались листы обшивки, наваривались лопасти винтов.

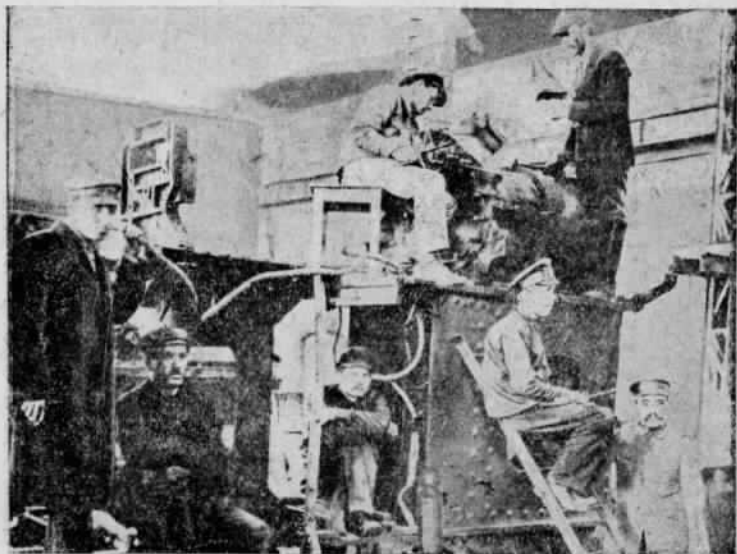


Рис. 96. Электросварка паровозной рамы и цилиндров.

При ремонте паровозного хозяйства почти нет такой детали, которая не ремонтировалась бы электросварным методом — цилиндры, их крышки, штоки, скаты, паровозные рамы (см. рис. 96) и т. д.

Ремонтировались разные части машины и механизмов, сваривались валы, тяги, наваривались зубцы шестерен, сваривались размороженные цилиндры (см. рис. 97) и пр.



Рис. 97. Цилиндр дизеля в 45 л. с.,
подготовлен для сварки.

На рис. 98 изображена часть электросварочных агрегатов постоянного тока в электросварочной лаборатории.

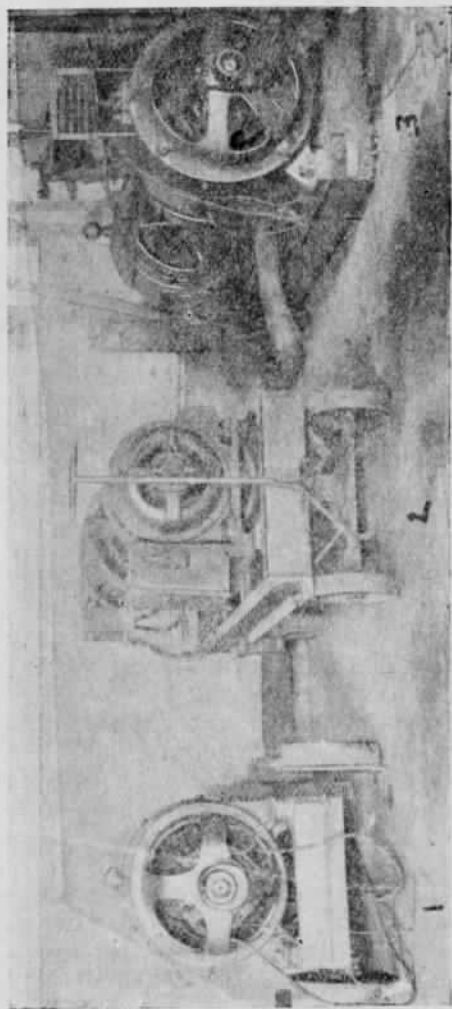


Рис. 98 Электросварочные агрегаты постоянного тока № 1 и 3, изготовленные в электросварочной лаборатории Дальневосточного политехнического института.

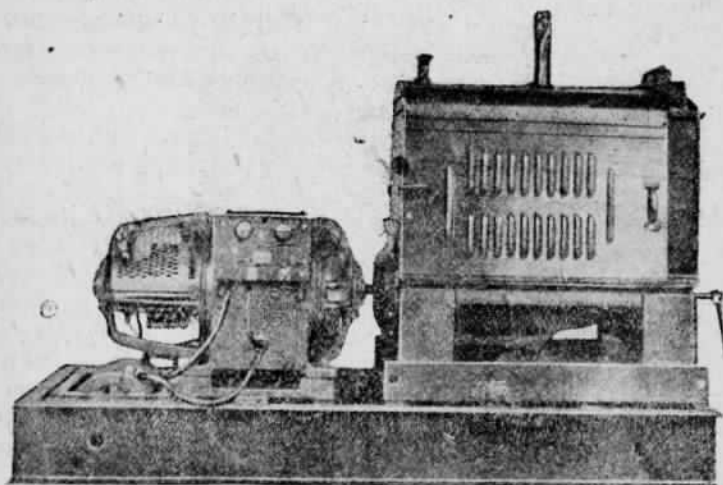


Рис. 99. Агрегат с двигателем внутреннего сгорания.

10. ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ.

Электросварка как метод жестких соединений металлических частей давно известна, но благодаря недостаточному количеству опыта она стала применяться при новых сооружениях только в последнее время.

При рассматривании электросварочной конструкции приходится убедиться, что в строительных кодах не только нет норм и описания сварного метода, но даже и не упоминается о нем, поэтому строителю приходится принимать на себя всю ответственность за допущенные отклонения от раз установленных правил.

Сварочные соединения стали применяться весьма недавно, поэтому еще не накопилось достаточно материалов, чтоб можно было ввести стандарт во всевозможные комбинации этого весьма важного метода.

Ввиду успешного применения электросварки в промышленности как при ремонте, так и при постройке новых изделий, а также тех упрощений в конструкции, которые дает этот новый метод, в большинстве случаев разрешается применение сварки со всеми мерами предосторожности.

Особенно ценна сварка в тех случаях, когда приходится усиливать отдельные элементы сооружения или расpirать уже существующие.

Допуская сварные соединения, весьма важно установить полную ответственность строителя за прочность всех соединений и допускать к выполнению таких работ лиц, заслуживающих абсолютного доверия в данной области, имеющих значительный опыт по выполнению разного рода сварок.

Предварительно необходимо представить проект всех сварных соединений, который должен быть передан на заключение опытным в этой области инженерам, и только после всестороннего его изучения, проверки и одобрения он может быть допущен к выполнению.

Все цифры и данные, указанные на чертежах, должны браться из опыта, а также из отчетов других компетентных исследователей. В некоторых мало испытанных случаях запас прочности надо брать большим, чем это допускается в других случаях, уже известных.

Допускаемый способ сварки должен быть определенно указан—электросварка, газовая сварка и т. д.

Чертежи и спецификации, представляемые для рассмотрения, должны быть вполне разработаны со всеми деталями, чтоб картина была вполне ясна для инспектора. В чертежах и спецификациях должны быть сделаны указания типа и размера сварки, чтоб выдержать нагрузки, действию которых подвергаются свариваемые части. Спецификации должны содержать указания оборудования, которым предполагают выполнить работу, размеры и качество проволоки, а также и силу тока. После проверки всего изложенного выше, руководителю работ остается только смотреть за тем, чтоб во время работ не было отступлений от плана.

Уже теперь обнаруживается большое разнообразие методов, применяемых сварщиками, и различные взгляды среди инженерно-технических сил относительно правильности сочетания частей при применении сварки. Это вызывает необходимость обобщения способов сварки и установления ограничительных мер, которые однако не мешали бы электросварке развиваться и совершенствоваться.

Требования, предъявляемые к сварным соединениям, должны быть практичны, определены, легко выполняемы с конструктивной стороны.

11. ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ПРАВИЛА ПО СВАРКЕ ● МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.

Сварка плавкой металла может быть применяема для части или всех видов соединений в металлических сооружениях вместо заклепок или болтов, если сварочный процесс производится согласно следующим правилам.

1. Всякое лицо или предприятие, желающее применить сварку вместо заклепки в новых сооружениях, предварительно обращается за соответствующим разрешением к надлежащим властям.

2. Разрешение дается в тех случаях, когда имеются надлежащие гарантии в том, что сварка будет выполнена правильно. Необходимо в письменной форме сообщить — тип соединений, оборудования, имена и опытность сварщиков и приложить удостоверение лаборатории, в которой производилось испытание образцов, выполненных указанными сварщиками. Власти могут потребовать дополнительных испытаний в случае сомнения в любом сварщике.

3. Детальный план всех сварочных работ должен быть представлен и одобрен соответствующим отделом до начала каких-либо сварочных работ. План должен включать спецификации деталей соединений и нагрузок на них, лист количества сварки, тип сварок и расположение соединяемых кромок.

4. К сварке соединений в железных конструкциях могут быть допущены только опытные сварщики, работавшие не менее года на производстве. Независимо от этого, опытность сварщиков периодически проверяется испытанием образцов.

5. Образец состоит из двух кусков $50 \times 13 \times 185$ мм со скошенной кромкой под 35° на стороне в 50 мм. Скошенные кромки ложатся одна к другой, и куски провариваются в стык с одной стороны на всю толщину пластин. При испытании этого образца он должен лопнуть в целом месте или сварка должна выдержать нагрузку не менее 20 000 кг. Образцы изготавливаются при вполне одинаковых условиях с обычной работой и из того же материала, которым пользуются на работах.

6. Сам процесс сварки ведется согласно указаниям, сообщенным в предыдущих главах.

7. Электроды должны быть испытанного качества. Если они неизвестного происхождения, их необходимо испытать на удар, на изгиб и на разрыв. Определяется предел упругости и временное сопротивление. Электроды пускаются в работу при временном сопротивлении не ниже 31 кг на кв. мм.

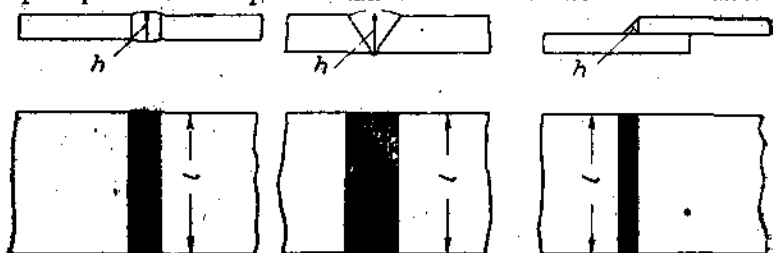


Рис. 100. Определение размеров электрошва.

8. Для расчета прочности применить следующую формулу:

$$P = 800 hl,$$

где: h — толщина электрошва при сварке в стык или высота прямоугольного равнобедренного треугольника электрошва при всех других типах соединений (см. рис. 100),

l — длина электрошва,

p — общая нагрузка.

9. Места сварки, работающие на изгиб, должны быть так сконструированы, чтоб иметь достаточную гибкость или чтоб выдержать любой изгибающий момент, которому будет подвержена сварка во время работы, не вызывая перегрузки в сварном металле.

10. Сварочное соединение должно быть так рассчитано, чтоб статическая нагрузка не превосходила нижеприведенных цифр в кг на кв. см.

Срезающее усилие в минимальном сечении сварки 800.

Растягивающее усилие в минимальном сечении сварки 900.

Сжимающее усилие в минимальном сечении сварки 1000.

Вышеприведенные цифры принимаются в расчет, когда усилия направлены перпендикулярно длине электрошва. В случае, если усилия направлены параллельно шву, берется только 75% от указанных цифр (см. рис. 101 и 101а).

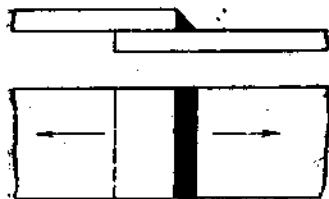


Рис. 101. А — случай, когда усилия направлены перпендикулярно электрошву.

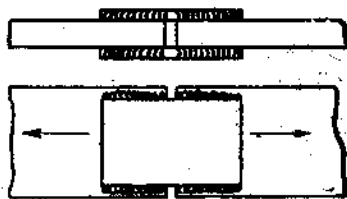


Рис. 101а. В — то же, параллельно.

11. При расчете сварочных соединений должны быть сделаны припуски на изгибающие усилия, вследствие эксцентрисичности расположения свариваемых частей, как например в нахлестку при односторонней сварке (см. рис. 102а). При двусторонней сварке в нахлестку никаких добавлений делать не надо (см. рис. 102б).

Электросварной метод дает жесткое соединение узла, что заставляет все части его работать не как шарнир, а однообразно, как одно целое. Электросварка дает возможность конструктору использовать более полно допускаемые усилия в элементах сооружения.

Правильное и полное применение электросварочного метода требует, чтоб все соединения были сконструированы с точки зрения применения сварки, а не кленки, и чтобы из этого применения были извлечены все выгоды как в прочности соединения, так и в экономии материалов.



Рис. 102а. Односторонняя сварка внахлестку: направление изгибающих усилий.

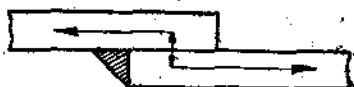


Рис. 102б. То же при двусторонней сварке внахлестку.

Сварка в стык не так часто применяется по сравнению с нахлесткой только потому, что она дороже обходится. Резка точной длины, скапывание кромок стоит дорого, и в случаях большого сечения свариваемых изделий количество электрометалла гораздо больше, чем нужно для эквивалентной сварки в нахлестку. В отношении прочности опыт показал, что нет причин избегать сварки в стык.

Некоторые специалисты полагают, что предпочтительнее иметь выпуклый шов при сварке в нахлестку. Однако, практика показала, что шов с треугольным сечением желательнее выпуклого. Вогнутый шов слабее шва с треугольным сечением, но в некоторых случаях предпочтительно иметь вогнутый, нежели выпуклый. Выпуклость шва вызывает напрасную трату материала, а значит—и времени и энергии, и имеет определенный недостаток—усложняет работу инспектора, так как труднее отличить провар шва от простого налива металла. Сварка со слишком большой выпуклостью определенно указывает на сомнительную прочность шва.

Проволока, употребляемая для электродов, должна быть специально изготовленной для этой цели, однообразной и однородной структуры. Должны отсутствовать неровности поверхности, местные затвердевания, прослойки, посторонние вещества, окислы, пустоты, швы и пр. дефекты. Диаметр проволоки может колебаться на $\pm 0,075$ мм.

В руках опытного сварщика электроды должны давать сварку хорошего качества при всяких положениях — при палубной сварке, вертикальной и потолочной. Во время сварочного процесса не должно быть необычайных характеристик. Химический состав для работ по железу должен быть в границах, указанных в таблице на стр. 40.

Сварочные аппараты должны быть типовой конструкции, изготовленные известными фирмами.

При сборке и во время сварки составные части должны поддерживаться подходящими зажимами или др. способами, чтоб удержать части в надлежащем положении. Сварщик должен принимать меры для уменьшения возникающих напряжений и искривлений вследствие тепла дуги.

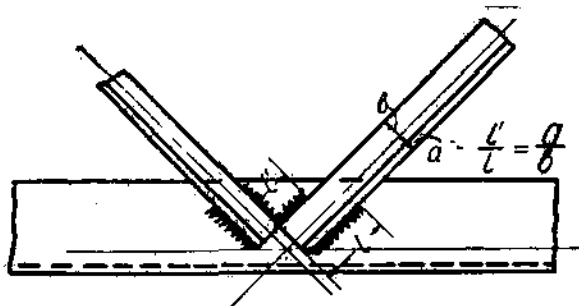


Рис. 103. Расположение электрода при несимметричном сечении элемента конструкции.

Для частей с несимметричным сечением, как например для уголков, длина швов определяется в зависимости от моментов относительно центральной оси части (см. рис. 103).

Насколько возможно, все соединения должны быть сконструированы так, чтоб потолочных сварок было минимальное количество и расположение швов таково, чтоб они работали на растяжение или сжатие.

При подсчете длины каждой сварки должны быть сделаны надлежащие припуски на кратеры. Сварка длиной менее четырехкратной ее ширины не принимается во внимание как связь.

Чертежи должны показывать ясно все места сварки, тип, длину и ширину ее.

Изделие до сварки не должно окрашиваться. Если сваренные части в мастерской собираются на месте постройки посредством болтов и заклепок, то после сварки железо окрашивается один раз в мастерской и второй — после окончания постройки. Если изделие после сварки в мастерской собирается на месте постройки тоже посредством сварки, то оно покрывается слоем олифы в мастерской и после окончания постройки — не менее чем двумя слоями краски. Не требуется никакой окраски, если железо покрывается бетоном.

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.
Введение.	3
1. Классификация сварочных методов. Методы Томпсона, Перенера, Вейардоса, Славянова.	6
2. Оборудование:	
Стр.	
Установка машин.	10
Вентиляция.	11
Пуск машин.	—
Уход за подшипниками.	12
Щетки коммутатора.	13
Коммутатор.	—
Полярность.	14
Регулировка силы тока.	15
Вольтметры и амперметры.	—
Провода и кабели.	—
Карандаш (рукоятка для электродов).	17
Шлемы и щитки.	22
3. Определения:	
Обозначения электросварных швов.	51
Подготовка изделия к сварке.	52
Температурные напряжения.	55
4. Обучение электросварке.	56
5. Сварка и резка угольной дугой.	85
6. Автоматическая электросварка.	94
7. Электросварка в атомном водороде.	100
8. Сварка сталей и ее сплавов. Сварка металлов, не содержащих железа.	103
9. Применение электросварки для выполнения соединений в железных конструкциях.	107
Баки.	108
Котлы.	117
Мостовые фермы.	120
10. Электросварные сооружения.	136
Продукты сварки по сварке металлических сооруже-	138
Расчет прочности электрошва.	139

ПОДПИСАНО

ПОДПИСАНО