

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР
ТОЛЬЯТТИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовой работе

«ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ»

для студентов специальности 0504 —

**«ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНОГО
ПРОИЗВОДСТВА»**

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР
ТОЛЬЯТТИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовой работе

«ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ»

для студентов специальности 0504 —
«ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНОГО
ПРОИЗВОДСТВА»



Составитель канд. техн. наук *Баков М. Д.*

Утверждено на заседании кафедры 27 июня 1977 года

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Цель курсовой работы

Курсовая работа по технологии и оборудованию контактной сварки является самостоятельной практической работой студента и имеет целью углубить, расширить и закрепить знания по общетехническим и специальным дисциплинам.

Курсовая работа служит проверкой знаний студента, его умения самостоятельно решать инженерные задачи по специальности (выбирать свариваемый материал и способ сварки конкретной детали, рассчитывать оборудование и оснастку, экономически обосновывать принятые решения) и является подготовительным этапом к дипломному проекту. Курсовая работа выполняется в 8 семестре для дневного отделения и в 10 семестре для вечернего отделения параллельно с прослушиванием курса лекций по контактной сварке и проведением лабораторных работ по курсу.

2. Тематика курсовых работ

В соответствии с профилем подготовки инженеров-механиков сварочного производства и исходя из научно-экспериментального характера решения многих вопросов сварки предусматриваются два направления курсовых работ по контактной сварке:

1. Конструкторско-технологическое направление, в котором разрабатывается технология и оборудование для сварки конкретной детали с детальным расчетом режима сварки и электрической силовой части машины.

2. Исследовательское направление, в котором исследуется частный вопрос технологии или техники контактной сварки по специальному заданию преподавателя.

В задании (см. приложение 1) к курсовой работе в качестве исходных данных приводятся:

по первому направлению чертежи или данные о детали, условия работы детали, программа выпуска или производительность установки для сварки;

по второму направлению формулировка проблемы, ожидаемый экономический эффект, литература по состоянию вопроса.

Во всех вариантах задаются условия реального производства и ситуации, представляющие практический интерес.

3. Объем, содержание и общие требования, предъявляемые к курсовой работе

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части, общим объемом 6 листов формата А2.

В расчетно-пояснительной записке курсовой работы первого направления приводятся: задание на курсовую работу; введение; описание конструкции изделия и условия его работы; обоснование выбора материала, типа соединения, способов и режимов сварки; основные вопросы свариваемости в условиях контактной сварки; определение исходных данных для электрического расчета машины, электрический расчет силовой части, описание конструкции и порядка работы спроектированных приспособлений, технико-экономические показатели технологического процесса по сборке и сварке данного изделия; литература; оглавление.

В расчетно-пояснительной записке курсовой работы исследовательского направления приводятся: задание на курсовую работу; введение; состояние вопроса и постановка задачи исследования; методика исследования; результаты исследования, их обсуждение, выводы; литература.

Графическая часть курсовой работы конструкторско-технологического направления содержит:

1. Сборочный чертеж изделия с условными обозначениями сварочного соединения и техническими условиями на изготовление.

2. Общий вид вторичного контура машины вместе со сварочным трансформатором.

3. Общий вид или схему (кинематическую) приспособления для сборки и сварки изделия.

Графическая часть работы исследовательского направления в объеме 2—3 листов содержит результаты исследований в виде графиков, схем, микроструктур.

4. Последовательность выполнения курсовой работы, контроль

Работа над курсовым заданием должна вестись с соблюдением определенной последовательности и равномерно в течение всего семестра по следующему календарному плану-графику.

План-график работы над курсовым заданием

Содержание этапа	Объем, час.	Недели	Готовность работы, %
1 Анализ свариваемого изделия, условий его работы, материала, типа соединения (состояние вопроса)	4	2—3	20
2 Анализ способов и режимов сварки (методика исследования)	4	3—5	40
3 Электрический расчет силовой части машины (результаты исследования, обсуждение)	4	6—7	50
4 Разработка приспособления для сборки-сварки (выводы)	4	8—9	60
5 Экономические расчеты	4	10	70
6 Оформление чертежей	4	11	80
7 Оформление пояснительной записки	4	11	100
8 Защита курсовой работы	15 мин.	12—14	зачет

Задание на курсовую работу выдается студентам в первую неделю семестра. Объем работы определяется из расчета ежедневной самостоятельной работы студента над заданием по два часа в течение 14 недель (т. е. из расчета 28 часов самостоятельной работы по плану-графику).

Готовность выполнения отдельных разделов курсовой работы отмечается в сводном графике «хода курсового проектирования» раз в две недели.

5. Оформление курсовой работы

Курсовая работа выполняется на листах формата 12 (297 × 420), которые используются для графической и расчетно-пояснительной части. Лучшие работы после защиты подшиваются в общий альбом выпуска.

Оформление и изложение текста расчетно-пояснительной части курсовой работы должно быть лаконичным и соответствовать требованиям ГОСТа 2.105—68, ГОСТа 2.106—68.

При обосновании нового положения необходимо привести ссылки на литературные источники. При изложении расчетов необходимо сначала привести расчетную формулу с последующей подстановкой в нее числовых величин. Расчеты ведутся с точностью до третьей значащей цифры. Все приведенные в пояснительной части рисунки, схемы должны быть пронумерованы и снабжены подписями с расшифровкой всех обозначений, представленных на рисунке.

Чертежи должны быть выполнены в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД) согласно ГОСТу 2.109—73; условные изображения и обозначения швов сварных соединений приводятся по ГОСТу 2.312—72. Основные типы и конструктивные элементы сварных соединений выполняются по ГОСТу 15878—70. На каждом листе в правом углу в рамке делается надпись:

Студент

Группа/год

Руководитель

Каф. ОТСП

6. Порядок проведения консультаций и защита курсовой работы

На первой групповой консультации студенты знакомятся с требованиями, предъявляемыми к курсовой работе, получают задания. Остальные консультации проводятся индивидуально по расписанию кафедры. Во время консультаций руководитель курсовой работы проверяет готовность отдельных разделов задания, поощряет и развивает инициативу студента и помогает в затруднительных вопросах.

Законченная и надлежащим образом оформленная курсовая работа (листы формата А4, подшитые вместе с курсовым заданием) сдается к указанному в задании сроку руководителю, который проверяет работу и оценивает ее дифференцированным зачетом.

МЕТОДИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

1. Введение

Во введении необходимо кратко сформулировать тему курсовой работы, отметить ее актуальность и изложить цель работы.

2. Анализ конструкции и условий эксплуатации изделия

Приступая к работе над курсовым заданием, необходимо по литературным источникам изучить опыт изготовления и эксплуатации конструкций, подобных заданной, выявить условия работы конструкции, скорости и нагрузки, рабочие температуры, установить требования к жесткости конструкции и плотности (герметичности) соединения, наличие агрессивной среды, проанализировать технические условия на изготовление конструкции (точность размеров, требования к качеству, контролю) и привести соображения по улучшению ее технологичности (снижению веса, затрат на изготовление, удобству в изготовлении).

3. Обоснование выбора материала конструкции

Исходя из условия работы изделия и учитывая технологичность конструкционных материалов (свариваемость, обрабатываемость и др.), выбрать необходимый материал.

В пояснительной записке следует привести химический состав выбранного материала, его основные физические свойства (коэффициенты тепло- и электропроводности, теплоемкость, температуру плавления, плотность), а также его механические характеристики.

4. Выбор типа соединения и способа сварки

На основе анализа особенностей конструкции из условий работы изделия и выбранного материала провести выбор типа соединения (встык, внахлестку, по рельефам) и способа контактной сварки (точечной, шовной, стыковой), уточнить разновидность способа (точечная рельефная, шовная шаговая, стыковая **сопротивлением**).

При выборе способа сварки необходимо учитывать требования к плотности соединения, допустимость коробления, удобство подхода электродов или роликов к месту сварки, технологич-

ность и производительность способа (одноточечная, многоточечная).

После определения типа соединения и способа сварки необходимо вычертить эскиз сварного изделия с указанием его общих габаритных размеров и условных обозначений сварных соединений и вынести на свободное поле чертежа элементы сварного соединения, где согласно ГОСТу 15878—70 указать их характерные размеры: толщину деталей, геометрию простановки точки или шва, размеры шва, проплавления, глубину вмятины или усиления. Здесь же необходимо составить технические условия (т. у.) на изделие и сварку. При этом необходимо руководствоваться условиями работы изделия, требованиями ГОСТов, инструкциями на сварку и данными специальной литературы. Допускается изменение заданной конструкции для улучшения ее технологичности.

5. Оценка свариваемости материала изделия

Оценку свариваемости производят с учетом условий процесса сварки, то есть с учетом особенностей протекания процессов формирования физического контакта, удаления окисных пленок и способа образования металлических связей в твердой или жидкой фазе при контактной электросварке, анализируют развитие сопутствующих процессов, например эффекта воздействия тепла на металл околошовной зоны, условий кристаллизации металла, характера и степени формоизменения (деформации) сварочного контакта и т. п.

В результате этого анализа должен быть выбран оптимальный для данного материала и конструкции изделия термомеханический цикл по усилию сжатия или осадки, току, скорости вращения роликов, скорости оплавления и осадки, продолжительности нагрева и т. д. ([4], стр. 6, 62; [6], стр. 7, 106; [2], стр. 17, 125; [7], стр. 7).

В частности, при точечной или шовной сварке теплопрочных или жаропрочных материалов целесообразно использовать относительно мягкие режимы при значительных усилиях сжатия. Соединение деталей из закалывающих сталей, например типа 30ХГСНА, рекомендуется производить с применением программированных по току режимов. Сварка деталей больших толщин отличается использованием ковочного усилия.

Введение под нахлестку клея или сварка по слою грунта может существенно повысить коррозионную стойкость соединений из легких сплавов при работе их во влажной среде.

Правильность выбранного режима нагрева и деформации желательно иллюстрировать данными по механическим, коррозионным и другим свойствам сварных соединений.

6. Разработка технологии изготовления изделия

Под разработкой технологического процесса следует понимать выбор наиболее рациональных способов обработки и последовательности операций, расчет режима обработки, подбор наиболее рационального типа и количества оборудования, инструмента, приспособлений, определение квалификации и разряда рабочих, а также нормирование операций.

6.1. Составление плана обработки

После выбора способа сварки необходимо составить план обработки узла по его сборке, сварке и контролю с указанием оснастки, профессии и разряда рабочего, нормы времени отдельно по каждой операции по следующей форме:

Наименование операции	Оснастка	Профессия	Разряд	Норма времени, мин.

6.2. Расчет режима сварки

Расчет режима (значений отдельных регулируемых параметров контактной сварки) производится на основании анализа свариваемости изделия.

Исходными данными для расчета значения параметров режима контактной сварки являются:

1. Материал изделия и его теплофизические свойства.
2. Толщина материала.
3. Чувствительность металла к воздействию термомеханического цикла при нагреве, плавлении и кристаллизации металла.
4. Показатели производительности (темп) сварки.
5. Специфика производства (программа выпуска).
6. Жесткость режима (температура нагрева детали под электродом).

К параметрам режима контактной сварки относятся:

при точечной сварке (K_T)

d — диаметр электрода, мм;

I_{2D} — расчетный сварочный ток, А;

$\tau_{св}$ — время сварки, с;

$P_{св}$ — давление сварки, кгс;

при стыковой сварке сопротивлением (K_{ce})

- F_c — площадь контакта токоведущих губок с деталью, мм²;
 l_o — вылет детали из токоподводящих губок, мм;
 l_o — величина осадки, мм;
 v_o — скорость осадки, мм/с.

при стыковой сварке оплавлением (K_{co}) те же параметры, что и при K_{ce} , а также:

- l_n — оплавление детали, мм;
 v_o — скорость оплавления, мм/с.

при роликовой сварке (K_p)

- B — ширина ролика, мм;
 $I_{ср}$ — расчетный сварочный ток, А;
 $\tau_{и}$ — время импульса, с;
 $\tau_{п}$ — время паузы, с;
 v — скорость сварки, м/мин;
 $P_{св}$ — давление сварки, кгс.

Последовательность расчета режима контактной сварки

1. Определяют контактную часть электрода

а) при точечной сварке — диаметр рабочей части электрода

$$d = 5,5 \sqrt{S_1}, \text{ мм};$$

б) при роликовой сварке — ширину рабочей части ролика

$$B = 2S_1 + 3, \text{ мм},$$

где S_1 — толщина более тонкой детали, мм;

в) при стыковой сварке — площадь контакта токоведущих губок с деталью:

$$F_c = \frac{2q F_o}{\sigma_c},$$

где σ_c — предел прочности на смятие (для меди — 2 кгс/мм²; для бронзы — 5 кгс/мм²);

q — удельное усилие осадки (для стали — 6—8 кгс/мм²);

F_o — площадь поперечного сечения детали, мм².

2. Находят сварочное давление

а) при точечной сварке

$$P_{св} = (200 \dots 400) S_1, \text{ кгс};$$

б) при роликовой сварке:

$$P_{св} = 450 S_1, \text{ кГс};$$

в) при стыковой сварке:

$$P_{оп} = 0,1 F_d; P_{ос} = 7 \cdot F_d;$$

г) Отсюда усилие привода установки:

$$P_{п} = 1,3 P_{св} \text{ кГс.}$$

3. Определяют значение показателя жесткости сварки

а) при роликовой и точечной сварке:

$$\Gamma = \frac{T_{я} - T_{пов}}{S_1 (1 - h_0 - h)},$$

где $T_{я}$ — температура ядра точки, °С;

S_1 — толщина более тонкой детали, см;

h_0, h — показатель вмятины и проплавления в тонкий лист:

$$h_0 \leq 0,2, h = 0,2 \dots 0,8;$$

$T_{пов}$ — температура на поверхности листа под электродом, °С:

для жестких режимов — $T_{пов} \leq 0,3 T_{я}$,

для мягких режимов — $0,4 T_{я} \leq T_{пов} \leq 0,7 T_{я}$,

$T_{п} = (1 \dots 1,5) T$ плавления материала детали.

4. Находят продолжительность импульса сварочного тока:

а) при точечной и роликовой сварке:

$$\tau_{п} = \frac{h_{я} T_{я} \cdot K_{м}}{a_{д} \Gamma}, \text{ с},$$

где $h_{я}$ — высота точки, см (при K_T $h_{я} = S_1$, при K_D $h_{я} = S_{1/2}$);

$K_{м}$ — коэффициент, учитывающий скрытую теплоту плавления ($K_{м} = 1,2 \dots 1,5$);

$a_{д}$ — температуропроводность детали, см²/с (см. таблицу 1).

б) при стыковой сварке ($K_{сс} : K_{со}$):

$$\tau_{св} = \tau_{опл} + \tau_{ос}, \text{ с};$$

$$\tau_{опл} = \frac{2l_{опл}}{v_{опл}}, \text{ с}; \quad \tau_{ос} = \frac{2l_{ос}}{v_{ос}}, \text{ с};$$

$$l_{опл} = (0,2 \dots 0,5) d, \text{ мм}; \quad l_{ос} = 0,1 d, \text{ мм};$$

$$v_{опл} = 0,2 \dots 2, \text{ мм/с}; \quad v_{ос} = 2 \dots 10 \text{ мм/с},$$

где d — диаметр детали, мм.

Физико-механические свойства материалов

Показатель	Обозначение	Размерность	Алюминий	Сталь 10	X18H9T	Медь	Графит
Температура плавления	T	$^{\circ}\text{C}$	652	1530	1400	1063	3500
Удельный вес	γ	г/см^3	2,8	7,8	7,9	8,8	2,2
Теплоемкость при 20°C	$C_{\text{ср}}$	$\text{кал/г}^{\circ}\text{C}$	0,22	0,15	0,12	0,09	0,21
Температуропроводность	a	$\text{см}^2/\text{с}$	0,5	0,16	0,04	1,07	
Теплопроводность при 20°C	λ	$\frac{\text{кал}}{\text{см}\cdot\text{с}\cdot^{\circ}\text{C}}$	0,37	0,12	0,040	0,86	0,0065
Скрытая теплота плавления	m	$\frac{\text{кал}}{\text{г}\cdot^{\circ}\text{C}}$	80	65	70	50	
Удельное электросопротивление при 20°C	ρ	$\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$	0,047	0,10 0,15	0,7	0,017	14
Предел текучести	σ_T	кг/мм^2	15	25	20	15	20

5. Рассчитывают термический КПД процесса сварки данных деталей с применением данных электродов:

$$\eta_T = \left(1 + \frac{2(d \sqrt{a_d \tau_H} + 4a_d \tau_H)}{d^2 \rho} + \frac{V a_d \tau_H}{2S_1} \right)^{-1},$$

где a_d , a_0 — температуропроводность материала детали и электрода;

S_1 — толщина более тонкой детали при K_T и K_P и вылет детали из губок при K_C ;

d — диаметр рабочей части электрода при K_T и K_P и диаметр стержня при стыковой сварке, см.

6. Определяют энергию, необходимую для сварки

$$Q = V\gamma(cT_{\text{св}} + m), \text{ кал},$$

где V — объем металла, нагреваемого до $T_{\text{св}}$:

для K_T , K_P — $V = \frac{\pi d^2}{4} (S_1 + S_2)$ см³;

для K_C — $V = \frac{\pi d^3}{4}$, см³,

- где S_1, S_2 — толщина листов, см;
 m — скрытая теплота плавления, кал/г;
 c — теплоемкость, кал/г·°С;
 $T_{св}$ — средняя температура сварки в объеме V :
 для $K_T, K_P, T_{св} = 0,9T$ плавления,
 для $K_C T_{св} = 0,8T$ плавления;
 γ — удельный вес, г/см³.

7. Определяют среднее сварочное сопротивление деталей между электродами

$$R_{э-э} = R_d + R_k + 2R_{э-д},$$

где R_d — среднее сопротивление материала деталей в процессе сварки;

R_k — контактное сопротивление между деталями;

$R_{э-д}$ — сопротивление в контакте электрод—деталь.

Практически через 0,02 секунды контактное сопротивление между деталями и между электродом и деталью исчезает. Поэтому сопротивление электрод—электрод в основном определяется средним сопротивлением материала деталей, которое зависит от изменения удельного сопротивления материала деталей в процессе нагрева.

В табл. 2 приведены средние значения сопротивления электрод—электрод в конце процесса сварки двух листов некоторых металлов равной толщины, полученные на номинальных режимах и номинальных гостовских размерах литой зоны точечного и роликового соединения.

Данные табл. 2 могут быть использованы при расчетах режима сварки, расчете трансформаторов сварочных машин и определения пригодности оборудования для сварки данного металла по заданному току.

Таблица 2

Сопротивление электрод—электрод

Материал	Точечная сварка						Роликовая сварка		
	Среднее значение сопротивления электрод—электрод, мкОм при толщине одного листа, мм								
	0,5	1,5	2	3	5	10	0,5	1	1,5
Сталь 08КП	135	100	90	75	62	50	95	80	70
30ХГСА	145	110	100	90	80	65	130	105	85
X18H9T	185	130	120	110	100	70	162	130	115
Л62	48	24	20	18	15	10	19	18	15
Д16АТ	16	11	10	8	6	4	14	11	10
ОТ 4—1	210	145	133	120	95	80	195	154	135

18852

При стыковой контактной сварке сопротивление электрод—электрод, т. е. сопротивление деталей, зажатых между губками, можно определить по формуле

$$R_{э-э} = \rho_{\text{д}} \cdot K_{\text{ф}} \frac{8l_{\text{д}}}{\pi d^2}, \text{ Ом},$$

где $\rho_{\text{д}}$ — удельное сопротивление деталей, Ом мм²/м;

$l_{\text{д}}$ — вылет одной детали из губок, м;

$K_{\text{ф}}$ — коэффициент поверхностного эффекта;

d — диаметр детали, мм.

Вылет из губок определяется из соотношения

$$l_{\text{д}} = (1,5 \dots 2) d.$$

Коэффициенты поверхностного эффекта, повышающие сопротивление проводников переменному току, рассчитывают из соотношений

$$K_{\text{ф}} = 1 + \frac{K^4}{3} \text{ (при } K < 1),$$

$$K_{\text{ф}} = K + 0,25 + \frac{3}{64K} \text{ (при } K > 1),$$

$$K = \frac{d}{4} \sqrt{\frac{f \cdot \mu}{\rho}},$$

где ρ — удельное электросопротивление, Ом мм²/м;

d — диаметр проводника, мм;

f — частота тока, гц;

μ — магнитная проницаемость материала, Ом с/м

$$\mu = \mu_0 \cdot \mu_1$$

где μ_0 — магнитная проницаемость воздуха ($\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6}$);

μ_1 — относительная магнитная проницаемость материала (для железа $\mu_1 = 1000$).

8. Определяют действующее значение сварочного тока

$$I_{\text{св}} = \sqrt{\frac{Q}{0,24 \cdot \tau_{\text{т}} \cdot R_{э-э} \cdot \tau_{\text{н}}}}$$

9. Находят ток шунтирования при точечной и шовной двухсторонней сварке:

$$I_{\text{ш}} = I_{\text{св}} \frac{S_{\text{с}}}{l}$$

При точечной и шовной односторонней сварке

$$I_{\text{ш}} = 2I_{\text{св}} \frac{S_{\text{т}}}{l},$$

где l — шаг между точками, мм;

S_T — толщина более толстого листа, мм.
 При стыковой сварке замкнутых тел.

$$I_{ш} = I_{св} \frac{2l_d}{\pi D},$$

где l_d — вылет деталей из губок, мм;
 D — диаметр окружности детали, мм.

10. Определяют расчетный вторичный ток.
 $I_{2р} = I_{св} + I_{ш}$.

11. Вычерчивают в масштабе схему сварочного (вторичного) контура, включая вторичный виток, максимально приближая его к размерам детали, которая в этом случае полностью вводится в контур так, как необходимо по условиям сварки.

12. По габаритам сварочного контура определяют его раствор H и вылет l простым замером по схеме. Диаметр силового жесткого элемента контура определяют из условий допустимых плотностей токовых нагрузок и его механической прочности на изгиб. По ГОСТу 297—73 прогиб сварочных консолей в среднем не должен превышать 1 мм, допустимая плотность тока для медных массивных неохлаждаемых водой элементов вторичного контура равна 3 А/мм².

Отсюда

$$d_i = \sqrt{\frac{I_{св} \cdot \left(\frac{ПВ_{проц}}{100} \right)^{\frac{1}{2}}}{i}}, \text{ мм},$$

$$d_n = \sqrt{\frac{P_n \cdot l^3}{0,15 E \cdot j_n}}, \text{ мм},$$

где i — плотность тока, А/мм²;
 l — вылет электродов, мм;

$ПВ_{проц}$ — продолжительность процесса сварки, % ($ПВ_{проц} = 10 \dots 50\%$);

P_n — усилие, развиваемое приводом установки, кгс;

E — модуль продольной упругости материала вторичного контура, кгс/мм² (для меди $E = (1,1 \dots 1,3) \cdot 10^4$ кгс/мм²);

j_n — допустимый прогиб элементов вторичного контура по ГОСТу 297—73.

Уточняют диаметр, полученный по токовой нагрузке с учетом поверхностного эффекта:

$$d_{\phi} = d_r \sqrt{K_{\phi}}, \text{ мм.}$$

$$K_{\phi} = 1,5$$

Окончательно выбирают диаметр жесткости силового элемента вторичного контура, исходя из условия:

$$d_{\phi} \geq d_n.$$

13. Находят активное сопротивление вторичного контура, включая вторичный виток сварочного трансформатора

$$R_2 = \rho \left(\frac{l_1}{F_1} + \frac{l_2}{F_2} + \dots + \frac{l_n}{F_n} \right), \text{ Ом,}$$

где l_1, l_2, l_n — длина элементов вторичного контура, включая длину вторичного витка трансформатора, м;

F_1, F_2, F_n — сечение этих элементов, мм².

14. Находят индуктивное сопротивление вторичного контура: включая вторичный виток сварочного трансформатора

$$X_2 = 2\pi f L = 2\pi f \cdot l \sqrt{\frac{H}{0,4}}, \text{ мкОм,}$$

где f — частота тока, гц;

L — индуктивность, мк гн;

l — вылет электродов, м;

H — раствор электродов, м.

15. Рассчитывают полное сопротивление сварочного контура:

$$Z = \sqrt{(R_{3-3} + R_2 + R_1'')^2 + (X_2 + X_1'')^2}, \text{ Ом,}$$

где R_1'' — активное сопротивление первичной обмотки, приведенное ко вторичной ($R_1'' = 40 \dots 80$ мкОм);

X_1'' — индуктивное сопротивление первичной обмотки, приведенное ко вторичной ($X_1'' = 80 \dots 100$ мкОм при одном вторичном витке и $X_1'' = 400 \dots 500$ мкОм при двух вторичных витках).

16. Находят вторичное номинальное напряжение сварочного трансформатора:

$$U_{2н} = I_{2р} \cdot Z, \text{ в.}$$

17. Определяют потребную номинальную мощность сварочного трансформатора:

$$P_{2н} = U_{2н} \cdot I_{2р}, \text{ кВа.}$$

18. Находят коэффициент мощности машины в процессе сварки:

$$\cos \varphi_{св} = \frac{R_{3-3} + R_2 + R_1''}{Z},$$

19. Находят остальные параметры режима, характерные для данного способа сварки:

а) для роликовой сварки:

$$v = \frac{60 \cdot l}{\tau_{св}} \cdot 10^3, \text{ м/мин,}$$

где l — шаг между точками, мм;
 τ_y — продолжительность цикла сварки;
 v — скорость сварки, м/мин

$$l = (0,2 \dots 0,8) \cdot B;$$

б) для точечной сварки: $P_{ков} = 2P_{св}$;

в) темп сварки $PV_{проц} = \frac{\tau_y}{\tau_a + \tau_r}$.

20. Составляют сводную таблицу найденных параметров режима сварки.

6.3. Технико-экономический анализ выбора способа сварки

Среди различных видов электрической сварки металлов контактная сварка наиболее совершенный высокопроизводительный способ.

В курсовой работе сравнивают один из способов контактной сварки данной детали с автоматической дуговой сваркой, например под слоем флюса в CO_2 , в среде аргона, ЭШС и т. д.

Расчет экономической эффективности ведется по элементам затрат заводской себестоимости (эксплуатационных расходов) двух сравниваемых вариантов. Окончательный вывод об эффективности выбранного варианта производится сопоставлением коэффициента эффективности предлагаемого варианта с нормативным коэффициентом для данной отрасли промышленности, а также сравнением экономии и экономического эффекта с нормативным экономическим эффектом двух сравниваемых вариантов.

Исходными данными для приближенного (упрощенного) расчета экономической эффективности вариантов в курсовой работе являются:

1. Программа выпуска продукции (для курсовой работы условно принимается 100 000 шт/год).

2. Структура заводской себестоимости сварочных работ (соотношение отдельных статей затрат в общей себестоимости сварки в %). В табл. 3 приводится структура заводской себестоимости сварного шва при сравниваемых способах сварки. В структуре в качестве самостоятельных видов затрат из общей суммы расходов выделены затраты, имеющие наибольший удельный вес, такие как «электроэнергия», «амортизация и ремонт сварочного оборудования и износ инструмента».

Основой для упрощенного расчета затрат заводской себестоимости с применением общей структуры затрат (табл. 3) является расчет зарплаты рабочих с начислениями. Зарплата рассчитывается по формуле

$$Z_{пл} = t_{шт} C_T \cdot K_n, \text{ руб/шт,}$$

Таблица 3

Структура заводской себестоимости сварочных работ

Элементы заводской себестоимости	Дуговая автоматическая сварка		Контактная сварка		
	Под флюсом $S=1$ мм	\checkmark В CO_2 $S=3$ мм	K_t $S=3$ мм	\checkmark K_n $S=2$ мм	K_o $S_o=800$ мм ²
1 Сварочные материалы (электроды, флюсы, газы, вода, воздух)	31,4	18,4 $\%$	6,9	2,3	6,5
2 Зарплата с начислениями	23,2	27,0	21	18,3	25,2
3 Электроэнергия	7,1	5,4	18,5	34,0	31,4
4 Амортизация и ремонт оборудования и оснастки	3,0	8,6	20,9	33,4	13,7
5 Прочие цеховые расходы	19,6	22,6	18,2	6,7	12,9
6 Общие заводские расходы	15,7	18,0	14,5	5,3	10,3

где $t_{шт}$ — норма времени, час;

C_t — часовая тарифная ставка для данного разряда работ;

K_n — коэффициент, учитывающий начисления ($K_n=1,23$) (для расчетов принимается тариф 2-го разряда сварщика на контактных машинах — 0,4 руб.; для 4-го разряда сварщика дуговина — 0,55 руб.);

Трудоемкость сварочных работ на одно изделие (норма времени) определяется из выражения:

$$t_{шт} = K \frac{L}{v}, \text{ час,}$$

где K — коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное время, вспомогательное время, время обслуживания рабочего места, время перерывов на отдых (для ДЭС $K=1,2$; для K_t $K=2$; для K_p $K=1,2$; для K_c $K=2,5$);

L — условная общая протяженность сварного соединения, м;

v — скорость сварки, м/ч;

Ориентировочно можно принять следующие скорости сварки:

при АДЭС $v=40$ м/час;

при ДЭС $v=50$ м/час;

при K_T условно $v = 600$ м/час;
 при K_p $v = 60$ м/час;
 при K_c $v = 1$ стык/мин.

Все остальные затраты, входящие в себестоимость по каждому варианту, берутся из табл. 3 пропорционально расходам на зарплату.

Экономические показатели вариантов (дуговой и контактной сварки) оформляются в виде табл. 4.

Экономические показатели

Таблица 4

Показатели	Единица измерения	Базовый вариант	1 вариант
		Дуговая сварка	Контактная сварка
1 Программа выпуска N	шт/год	100000	100000
2 Себестоимость продукции C	руб/шт	0,204	0,0025
3 Полные капитальные вложения $K = n \cdot N_{с.об} + n_1 N_1$	руб.		
4 Нормативный коэффициент эффективности E_n	руб/руб.	0,15	0,15
5 Приведенные затраты $D = C \cdot N + E_n K$	руб/год		
6 Нормативный экономический эффект $E_n (K_1 - K_0)$	руб/год		
7 Общая (абсолютная) экономическая эффективность нового варианта $E_{1,0} = \frac{(C_0 - C_1) N}{K_1 - K_0} > E_n$	руб/руб.		
8 Экономия (условно-годовая) $\Delta_r = (C_0 - C_1) N$	руб/год		
9 Экономический эффект по сравнению с базовым вариантом $\Delta_e = (C_0 - C_1) N - E_n (K_1 - K_0)$	руб/год		
10 Срок окупаемости капитальных вложений 1 вар. $1/E_{1,0}$	год		

Примечание: n, n_1 — количество сварочного и прочего оборудования, необходимого для выполнения годовой программы; Φ_d — действительный годовой фонд оборудования; $a_{исп}$ — коэффициент использования оборудования; $N_{с.об}$ и N_1 — сварочное и прочее оборудование.

$$n = \frac{t_{шт} \cdot N}{\Phi_d \cdot a_{исп}}$$

6.4. Разработка и описание конструкции оснастки и приспособлений

Наиболее трудоемкими при контактной сварке являются вспомогательные операции — обработка поверхностей деталей и электродов, установка деталей относительно друг друга и их фиксация перед сваркой, подача в контур и ее перемещение во время сварки, фиксация детали относительно электрода и т. д.

Поэтому разработка конструкции оснастки или приспособлений в курсовой работе производится не только с целью автоматизации и механизации вспомогательных операций (уменьшения трудоемкости операции), но также для того, чтобы обеспечить получение заданных размеров сварных узлов и достигнуть их взаимозаменяемости, уменьшить сварочные деформации, упростить контрольно-сдаточные испытания.

В курсовой работе в зависимости от варианта предусматривается разработка сборочно-сварочного приспособления для фиксации заданного положения деталей относительно друг друга; механизма подачи узла в контур машины и перемещения его при сварке (например, на шаг, ряд) установочного приспособления для фиксирования изделия относительно электродов (роликов); поддержания и выравнивания.

При разработке конструкции оснастки необходимо руководствоваться следующими общими правилами проектирования:

1. В конструкции приспособлений использовать по возможности унифицированные узлы, стандартные детали (редукторы, профили, двигатели, крепежные детали и т. д.).

2. Установочные базы приспособлений совмещать с поверхностями, обработанными по достаточно высокому классу чистоты. Схема базирования должна обеспечить достаточно легкий съем и установку собранного или сваренного узла.

3. Обеспечить свободный доступ к местам крепления деталей и к месту сварки, возможность ремонта и безопасность работы; надежное охлаждение токоведущих элементов приспособлений.

4. В конструкции приспособлений для точечной и роликовой сварки предусмотреть плавающие опоры или устройства для подъема изделия при передвижении их на шаг сварки или прихватки для того, чтобы избежать деформации изделия, преждевременного износа электродов и повреждения поверхности свариваемого узла.

5. В конструкции оснастки предусмотреть надежный подвод тока к свариваемым деталям или элементам приспособлений. Необходимо исключить явление шунтирования тока через другие

узлы приспособлений во избежание их повреждения и подгорания (поджога) поверхностей деталей.

6. Конструкция приспособления должна отвечать требованиям технологичности, которая определяется компактностью, простотой конструктивного решения при минимальной стоимости и чистоте обработки поверхностей, отсутствием дефицитных дорогостоящих материалов, сложных методов обработки и т. д.

7. Внешний вид и расположение средств механизации должно удовлетворять требования технической эстетики.

Точность изготовления приспособлений определяется точностью изготовления сварного узла. Обычно допуски на линейные размеры в сборочно-сварочных приспособлениях принимаются в пределах 0,5—0,65 допуска на соответствующие сварные узлы. Детали приспособлений изготавливаются чаще всего по 3—4 классу точности.

В отличие от приспособлений, применяющихся при других способах обработки металлов, сварочные приспособления не несут значительных нагрузок и не требуют мощного механического привода. Эти приспособления должны отвечать некоторым специфическим требованиям и, в частности, обеспечивать удобный подход и правильное положение электродов при сварке, по возможности исключить деформацию узла при сжатии его усилием электродов и нагреве, обеспечить надежный подвод тока или прижим подкладки к детали при односторонней сварке, водяное охлаждение некоторых частей приспособлений и т. д.

Кроме того, например, при точечной сварке, вспомогательные операции не совпадают по времени с самим процессом сварки. Перемещение изделий происходит при подъеме электродов и производится по позиционному принципу — от точки к точке. Скорость перемещения узла не имеет особого значения.

Основные исходные данные для проектирования приспособлений:

1. Производственная программа, определяющая степень сложности конструкции, и требуемая надежность сварного узла.
2. Конструкция узла и точность изготовления.
3. Способы и технология сварки.
4. Условия эксплуатации приспособлений (наличие подъемно-транспортных устройств, виды и источники энергии).

Например, в автомобильной промышленности применение многоэлектродных машин с параллельной сваркой большого количества точек экономически оправдано лишь в массовом производстве при программе выпуска машин более 100 000 в год.

Одним из основных условий технологичности и работоспособности приспособлений является правильный выбор материа-

лов. Обычно несущие узлы приспособлений (рамы, фермы, основания), выполняются из листов или проката ст. 3.

Части приспособлений, вводимых во вторичный контур сварочной машины, необходимо выполнять из немагнитных материалов—алюминиевых сплавов, нержавеющей стали, сплавов на основе меди, неметаллических материалов. Элементы устройств, поддерживающих тонколистовые конструкции, следует армировать мягкими материалами—резиной, полимерными материалами.

Как правило, при конструировании приспособлений сечение силовых элементов не рассчитывается. Конструктор по эскизной компоновке лишь производит проверочный расчет действующих напряжений в наиболее нагруженных частях этого приспособления, сопоставляет их с допусками.

7. Расчет силового трансформатора

Расчет силового трансформатора является приближенным и преследует цель получить данные, необходимые для выбора стандартной сварочной машины (сечение первичного и вторичного витков, габариты трансформатора, $\cos\varphi$, к. п. д., ток холостого хода, расход охлаждающей воды).

Исходными данными для электрического расчета трансформатора являются:

1. Напряжение питающей сети, частота тока — U_1, f ;
2. Продолжительность включения трансформатора — ПВ, %;
3. Расчетная величина сварочного тока — I_{2p} ;
4. Номинальное вторичное напряжение холостого хода трансформатора — $U_{2н}$.

Имея эти данные, расчет силового трансформатора производят в следующей последовательности:

1. По значению I_{2p} определяется номинальный сварочный ток с учетом возможности автоматического регулирования тока:
 $I_{2н} = 1,25 I_{2p}$

2. Определяется напряжение холостого хода на первой ступени трансформатора: $U_{2min} = \frac{U_{max}}{2}$,

$$U_{2max} = 1,1 U_{2н}$$

3. Рассчитывают сечение первичных и вторичных обмоток, для чего:

- а) определяют полное количество витков в первичной обмотке:

$$\Sigma\omega_1 = U_{1н} \cdot \omega_2 / U_{2min}$$

Обычно для стационарных машин $\omega_2 = 1$, для подвесных $\omega_2 = 2$;

б) определяется общее сечение первичных витков:

$$F_1 = \sum \omega_1 \frac{I_{1 \text{ экв. н}}}{i_1},$$

$$I_{1 \text{ экв. н}} = I_{1н} \sqrt{\frac{\text{ПВ}}{100}}, \quad I_{1н} = \frac{I_{2н} \cdot U_{2н}}{U_1},$$

$$\text{ПВ} = \text{ПВ}_{\text{прое.}}$$

i_1 — допустимая плотность тока.

При дисковых медных обмотках, плотно прижатых к водоохлаждаемому вторичному витку, $i_1 = 2,8 \dots 3,2 \text{ А/мм}^2$;

в) определяется общее сечение вторичных витков:

$$F_2 = \sum \omega_2 \frac{I_{2 \text{ экв. н}}}{i_2},$$

$$I_{2 \text{ экв. н}} = I_{2н} \sqrt{\frac{\text{ПВ}}{100}}.$$

Для водоохлаждаемого медного витка:

$$i_2 = 4 + 5,5 \text{ А/мм}^2.$$

4. Рассчитывается магнитопровод, т. е. сечение и размеры сердечника, высота и ширина окна. Вначале определяется фактическое сечение сердечника магнитопровода (рис. 1).

$$F_c = \frac{U_{2 \text{ max}} \cdot 10^8}{4,44 f \cdot \omega_2 B \cdot K_c}, \text{ см}^2,$$

где B — магнитная индукция в ГС (10 000—200 000 ГС);

K_c — коэффициент, учитывающий неплотность сборки листов трансформаторного железа и слой изоляции на листе ($K_c = 0,9 \text{—} 0,82$).

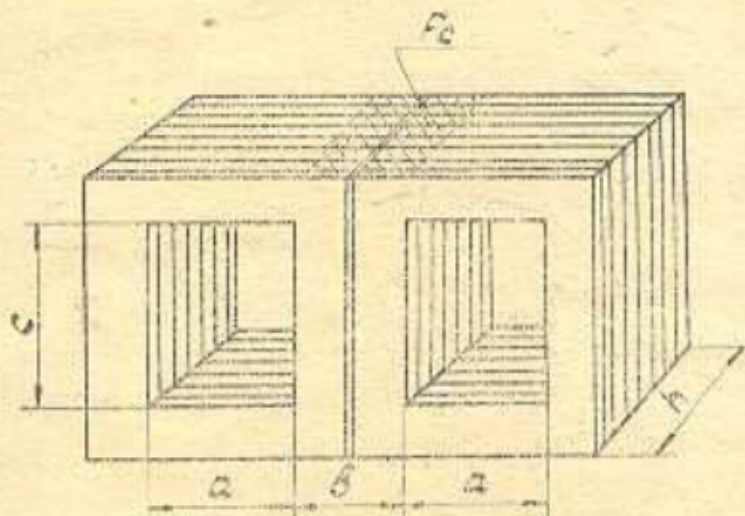


Рис. 1. К расчету магнитопровода

В стержневом трансформаторе все его стержни имеют одинаковое сечение F_c ; в броневом только средней стержень имеет сечение F_0 , сечение остальных стержней равно $F_c/2$. Минимальная длина витков первичной обмотки будет при равенстве сторон стержней магнитопровода, т. е. при $h=b$. Однако с целью уменьшения габаритов всего трансформатора принято считать размеры, исходя из соотношения: $h=2b$ и $c=2a$ (рис. 1), отсюда размеры сердечника:

$$b = \sqrt{\frac{F_c}{2}}, \quad h = \frac{F_c}{b}.$$

Площадь окна трансформатора:

$$F_0 = \frac{F_1 + F_2}{K_{з.о}},$$

где $K_{з.о}$ — коэффициент заполнения окна, $K_{з.о} = 0,7$ размеры окна:

$$a = \sqrt{\frac{F_0}{2}}, \quad c = \frac{F_0}{a}.$$

Вес трансформатора: $C = C_{ж} + C_{м}$

$$G_{ж} = V \cdot \gamma_{ж}; \quad G_{м} = \pi \cdot a \cdot C \left(\frac{a+b}{2} \right) K_{з.о} \cdot \gamma_{м},$$

$$V = h(c + 2a + 3b - 2C \cdot a),$$

где V — объем железа;

$\gamma_{ж}$ — удельный вес железа;

$\gamma_{м}$ — удельный вес меди.

Проверочный расчет

С целью проверки правильности расчета магнитопровода проводится сравнение потерь на токи холостого хода и условий водяного охлаждения данного трансформатора с допустимыми по ГОСТу 297—61.

Определение тока холостого хода

По ГОСТу 297—61 ток холостого хода трансформатора не должен превышать номинального первичного тока на:

- 50% при $I_{2н} \leq 2500$ а;
- 32% при $I_{2н} \leq 5000$ а;
- 20% при $I_{2н} \leq 10000$ а;
- 10% при $I_{2н} > 10000$ а.

Если ток холостого хода трансформатора больше допустимого, то делается перерасчет трансформатора в сторону уменьшения значений параметров ($q_{ж}$; $G_{ж}$; $a\omega$; $l_{ср}$; Δ_3 ; B), определяющих ток холостого хода.

Ток холостого хода:

$$I_0 = \sqrt{I_a^2 + I_p^2} \leq I_{1д},$$

где I_a , I_p — активная и реактивная составляющие тока холостого хода;

$I_{1д}$ — допустимые потери тока холостого хода по ГОСТу

$$I_a = P_{ж}/U_1; \quad P_{ж} = q_{ж} \cdot G_{ж} \cdot \text{вт},$$

где $P_{ж}$ — потери в железе;

$q_{ж}$ — удельные потери в железе (рис. 2);

$G_{ж}$ — вес магнитопровода.

Реактивная составляющая:

$$I_p = \frac{a\omega \cdot l_{ср} + 0,8 n_3 \Delta_3 \cdot B}{K\omega_1 \sqrt{2}},$$

где $a\omega$ — удельные ампервитки (рис. 3);

B — магнитная индукция, гс;

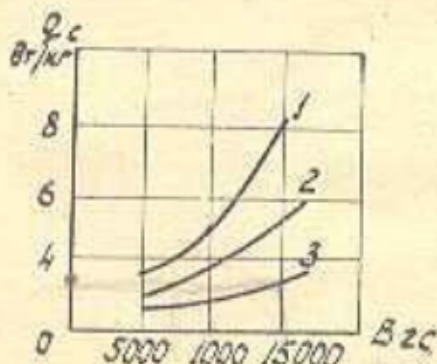


Рис. 2. К определению удельных потерь в магнитопроводе.
1-Э1А; 2-Э4А; 3-Э310

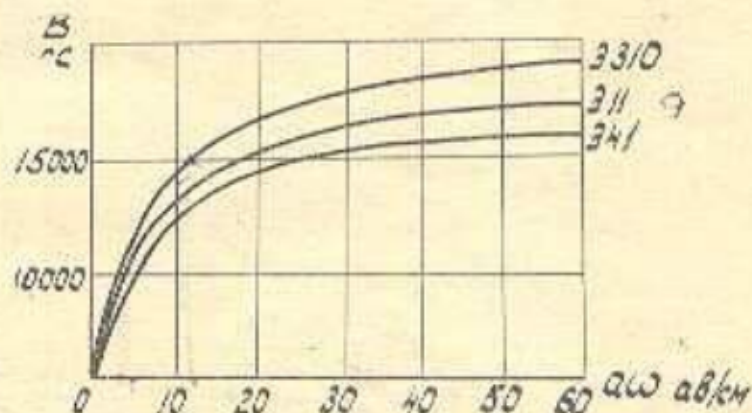


Рис. 3. Зависимость магнитной индукции от числа ампервитков на см

$l_{ср}$ — средняя длина магнитного потока, см;

$$l_{ср} = 2(C + a + b)$$

K — коэффициент, учитывающий наличие в переменном токе четвертой и пятой гармоник ($K = 1,25 \dots 1,5$);

n_3 , Δ_3 — число и величина зазоров в магнитной цепи (рис. 4).
Обычно $n_3 = 0 \dots 4$; $\Delta_3 = 0,005$ см.

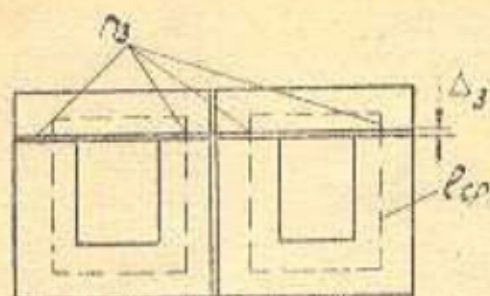


Рис. 4. К определению средней длины магнитного потока

Определение нагрева трансформатора Нагрев магнитопровода

Удельная тепловая нагрузка при условии воздушного охлаждения магнитопровода не должна превышать $7,5 \cdot 10^{-2}$ вт/см²

$$q_a = \frac{P_{\text{ж}} \sqrt{\frac{\text{ПВ}}{100}}}{S_m} \leq 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ вт/см}^2,$$

где S_m — поверхность магнитопровода, омываемая воздухом, т. е. не закрытая обмотками.

$$S_m = 2b(2a + C + 2b) + 2h(C + 2a + 3b).$$

Если не выполняется это условие, необходимо предусмотреть водяное охлаждение магнитопровода.

Нагрев первичных и вторичных витков

Удельная тепловая нагрузка на токоведущие обмотки трансформатора при условии только воздушного охлаждения не должна превышать $6 \cdot 10^{-2}$ вт/см²

$$q_x = \frac{P_{\text{ж}} \sqrt{\frac{\text{ПВ}}{100}}}{S_0} \leq 6 \cdot 10^{-2} \text{ вт/см}^2,$$

где S_0 — поверхность нагреваемых обмоток

$$S_0 = \pi(2a + b) \left(C + \frac{2a + b}{2} \right) - 2F_c, \text{ см},$$

$P_{\text{ж}}$ — потери мощности на нагрев меди;

$$P_{\text{ж}} = I_{2\text{т}}^2 \cdot R_{2\text{т}}'',$$

$$R_{2\text{т}}'' = R_{2\text{т}} + R_{1\text{т}}'' = \rho \frac{l_b}{F_2} + \rho \frac{n_k l_n \cdot \omega_1}{F_1} \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2,$$

$$l_b = 2(2a + h + b),$$

где $R_{2\text{т}}''$ — активное сопротивление обмоток трансформатора, приведенное ко вторичной цепи;

R_{2T} — активное сопротивление вторичной обмотки трансформатора;

R''_{1T} — активное сопротивление первичной обмотки трансформатора, приведенное ко вторичной цепи.

l_0 — средняя длина витка первичной и вторичной обмоток, м;

n_n — число дисковых обмоток (4...8).

Если $q_m > 6 \cdot 10^{-2}$ Вт/см², необходимо предусмотреть водяное охлаждение, рассчитать расход охлаждающей воды и диаметр водоохлаждающей трубки.

Расход воды определяется по формуле:

$$Q_v = \frac{0,24 \left(P_m \sqrt{\frac{ПВ}{100}} - q_{мд} \cdot S_0 \right)}{\Delta T_v \cdot C_v}, \frac{\text{см}^3}{\text{с}},$$

где $\Delta T_v = T_{нагр} - T_{окр. среды} = 12...15^\circ\text{C}$;

C_v — объемная теплоемкость воды ($C_v = 1$ кал/см³·°C);

$q_{мд}$ — допустимая удельная тепловая нагрузка на медные обмотки ($6 \cdot 10^{-2}$ Вт/см²).

Необходимо учитывать, что в расчете предусматривается расход воды только для охлаждения трансформатора (25—200 см³/сек), в то время как для охлаждения всех частей машины расходуется значительно больше воды (100 — 2000 см³/сек).

Сечение трубопровода для охлаждающей воды рассчитывается так, чтобы скорость воды в нем не превышала $v_n = 2...2,5$ м/с. При этом внутренняя поверхность трубы должна обеспечивать отвод необходимого количества тепла и только в этом случае расчетный диаметр трубы равен

$$d = 0,1 \sqrt{\frac{Q_v}{v_n}}, \text{ см},$$

где Q_v — расход воды, см³/с;

v — скорость воды, м/с.

8. Рекомендуемая литература

1. Конспекты лекций по курсу. Тольятти, ТПИ, 1978.
2. А. С. Гельман. Технология и оборудование контактной электро-сварки, М., Машгиз, 1960.
3. З. А. Рыськова. Трансформаторы для контактных электросварочных машин, М.—Л., Госэнергоиздат, 1963.
4. П. Л. Чулошников. Точечная и роликовая электросварка легированных сталей и сплавов, М., «Машиностроение», 1968.
5. Л. В. Глебов, Н. А. Пискарев, Д. С. Файгенбаум. Расчет и конструирование машины контактной сварки, Л., «Энергия», 1968.

1227

97015
291

6. Л. В. Зайчик, Б. Д. Орлов, П. Л. Чулошников. Контактная электросварка легких сплавов, М., Машгиз, 1963.

7. В. В. Фролов. Теоретические основы сварки. М., «Высшая школа», 1970.

8. Журналы «Сварочное производство» и «Автоматическая сварка» (по указанию преподавателя).

9. Кафедраальный альбом типовых оснастки и приспособлений.

10. А. И. Фаерман. Экономика и организация сварочного производства», М., «Высшая школа», 1965.

11. Экономическая эффективность новой сварочной техники. Киев, «Техника», 1975.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ПО КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Вариант 1. Разработать технологию и оборудование для стыковки листов оцинкованного железа на профдегибочном стане для обеспечения непрерывности процесса и устранения отходов. Скорость движения листа на линии 10 м/мин. Учесть одну из ситуаций.

- $B \times S = 1100 \times 1$; толщина покрытия 20 мк.
- $B \times S = 800 \times 0,8$, слой цинка 40 мк, листы окрашены.
- $B \times S = 1000 \times 1,2$, слой цинка 35 мк.
- $B \times S = 500 \times 0,5$, слой цинка 0.

Вариант 2. Разработать технологию и оборудование для стыковки двух листов оцинкованного железа на стане изготовления трехслойных панелей с изоляционным слоем из пенополиуретана. Стыкуется конец листа с началом нового рулона для обеспечения непрерывности процесса. Габариты листов $B \times S = 1100 \times 1$, толщина слоя цинка с одной стороны 20 мк. Скорость движения линии 10 м/мин. Учесть одну из следующих ситуаций:

- допускается остановка линии для смены рулона и стыковки на 5 мин;
- остановка линии не допускается;
- листы поверх цинкования окрашены, остальное по п. «а»;

Вариант 3. Разработать технологию и оборудование для роликовой контактной сварки кровельных листов $B \times H \times S = 1415 \times 710 \times 0,5$.

- из стали 10 на монтаже;
- из алюминия — А—1, $S = 1$ мм;
- из железа оцинкованного с толщиной слоя цинка 20 мк;

Литература: «Сварочное производство», № 2, 1955, стр. 20—21.

Вариант 4. Разработать технологию и оборудование для контактной сварки корпуса хоккейных коньков с полозом. Тип контактной сварки, марку материала корпуса коньков и полоза определить самостоятельно. При этом:

- предусмотреть сварку по классическому режиму;
- обеспечить соединение с минимальной вмятиной;
- по п. «а» предусмотреть рельефную сварку;
- то же, что в п. «а», но для беговых коньков.

Литература: «Сварочное производство», № 5, 1965, стр. 28—29.

Вариант 5. Разработать технологию и оборудование для роликовой контактной сварки цилиндрического цельносварного бензобака емкостью 360 литров. Тип конструкции бензобака разработать самостоятельно, материал:

- из стали 3;
- из стали 10;
- из алюминиевого сплава;
- из стали IX18H9T.

Вариант 6. Разработать технологию и оборудование для стыковой сварки ободьев колес автомобиля «Жигули» без применения вторичного витка трансформатора, предусмотрев:

- а) трансформатор броневых типа;
- б) трансформатор стержневого типа;
- в) броневых типа витой.

Литература: Павличенко В. С. «Контактная сварка изделий замкнутой формы», «Машиностроение», М., 1964.

Вариант 7. Разработать технологию и оборудование для точечной сварки сотовой однородной конструкции лентальных аппаратов из листов толщиной 1 мм с размером сот $B \times H = 10 \times 5$. Размеры панелей 1000×500 . Панели изготовлены:

- а) из титанового сплава;
- б) из стали IX18H9T;
- в) из алюминиевого сплава;
- г) из магниевого сплава.

Литература: Зайчик Л. В., Орлов Б. Д., Чулошников П. Л., Контактная сварка легких сплавов. Машгиз, 1968.

Вариант 8. Разработать технологию и оборудование для роликовой сварки плоскосворачиваемых труб 100 мм из ленты с толщиной стенки 1,5 мм с двумя сварными швами длиной 100 м, изготовленных:

- а) из стали X18H9T;
- б) из сплава АМГ;
- в) из титанового сплава BT-1;
- г) из стали Ю.

Литература: Аксельрод Ф. А., Зайцев Г. И., Кочергин К. А., Некрасов Б. Н. Контактная сварка. Профтехиздат, 1962, стр. 402.

Вариант 9. Разработать технологию и оборудование для роликовой сварки плоскосворачиваемых труб $\varnothing 100$ из стальной ленты толщиной 1,5 мм с одним сварным швом длиной 100 м, изготовленных:

- а) из стали X18H9T;
- б) из сплава АМц;
- в) из титанового сплава BT-1;
- г) из стали Ю.

Литература: см. вариант 8.

Вариант 10. Разработать технологию и оборудование для точечной контактной сварки элемента большегрузного железнодорожного вагона, изготовленного из листовой стали марки 09Г2 при сочетании толщин:

- а) 5+5 мм;
- б) 4+3 мм; при этом обеспечить с минимальной вмятиной;
- в) 3+5 мм;
- г) 5+2 мм.

Элементы конструкции взять из альбома «Технология изготовления сварных конструкций» Куркина А. С., Машгиз, М., 1962.

Литература: «Сварочное производство», № 3, 1961, стр. 19—22.

Вариант 11. Разработать технологию и оборудование роликовой контактной сварки бака стиральной машины. Конструкцию бака, тип сварного соединения, материал разработать самостоятельно.

Литература: «Сварочное производство», № 1, 1965, стр. 33—34.

Вариант 12. Разработать технологию и оборудование для контактной сварки обода колес автомобиля «Жигули» по методу Кучук-Яценко, предусмотрев:

- а) сварку на стационарной машине;
б) сварку на линии типа «Кизерлинг».

Литература: Кучук-Яценко С. И., Лебедев В. И. Контактная стыковая сварка с непрерывным оплавлением. «Наукова думка», М., 1965.

Вариант 13. Разработать технологию и оборудование для контактной стыковой сварки обода колеса автомобиля «Жигули» методом обычной стыковой сварки оплавлением со снятием грата.

Литература: Кабанов Н. С., Слепак Э. Ш. Технология стыковой контактной сварки. И., «Машиностроение», 1970.

Вариант 14. Разработать технологию и оборудование для рельефной сварки шасси с баллоном полупроводникового элемента (диода).

Литература: «Сварочное производство», № 10, 1960, стр. 26—27.

Вариант 15. Разработать технологию и оборудование для рельефной сварки сепараторов подшипников, например 307.

Литература: Журналы «Автоматическая сварка», № 2, 1962, стр. 69—73; № 4, 1964, стр. 67—70; № 4, 1961, стр. 85—93.

Вариант 16. Разработать технологию и оборудование для роликовой контактной сварки трубопроводов друг с другом из стали X18H9T при сечении трубопровода:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| а) $\varnothing 30 \times 1$; | в) $\varnothing 50 \times 1,5$; |
| б) $\varnothing 40 \times 1,5$; | г) $\varnothing 60 \times 2$. |

Конструкцию соединения разработать самостоятельно.

Литература: «Сварочное производство», № 7, 1960, стр. 21—24.

Вариант 17. Разработать технологию и оборудование для стыковой сварки магистральных рельсов.

Литература: Кучук-Яценко С. И., Лебедев В. И., Контактная стыковая сварка непрерывным оплавлением. «Наукова думка», М., 1965, 1968.

Вариант 19. Разработать технологию и оборудование для стыковой контактной сварки подбандажных обечаек $\varnothing 800-200$, сечением:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| а) 30×200 ; | в) 25×300 ; |
| б) 40×250 ; | г) 20×400 . |

Литература: Кучук-Яценко С. И., Лебедев В. И. Контактная стыковая сварка непрерывным оплавлением. «Наукова думка», К., 1965.

Вариант 20. Разработать технологию и оборудование для рельефной контактной сварки однослойных цилиндрических арматурных каркасов для железобетонных труб $\varnothing 2000$; конструкцию каркаса разработать самостоятельно.

Литература: Кабанов Н. С. Сварка на контактных машинах, М., «Высшая школа», 1973, стр. 204—206. Бродский А. Я. Сварка арматуры железобетонных конструкций. М., Госстройиздат, 1961, «Сварочное производство», № 5, 1971, стр. 30—34.

Вариант 21. Разработать технологию и оборудование для рельефной сварки детали из стали 10 толщиной 2 мм с крепежным болтом:

- | | |
|-----------|-----------|
| а) M10X1; | в) M20X1; |
| б) M16X1; | г) M6X1. |

Литература: Кабанов Н. С. Сварка на контактных машинах, М., «Высшая школа», 1973.

Вариант 22. Разработать технологию и оборудование роликовой сварки сифона из стали X19M9T, диаметром 50 мм и толщиной стенки 0,3 мм к фланцу из стали X18H9T толщиной 5 мм. Конструкцию сварного соединения разработать самостоятельно.

Литература: «Сварочное производство», № 7, 1967, стр. 25—27.

Вариант 23. Разработать технологию и оборудование для точечной контактной сварки решетчатой конструкции из одиночных углов (мачт, опор). Конструкцию сварного элемента разработать самостоятельно, предусмотреть элементы с толщиной стенок:

- | | |
|---------------|--------------|
| а) 5+10+5 мм; | в) 8+8+2 мм; |
| б) 8+8 мм; | г) 5+0 мм. |

Литература: «Автоматическая сварка», № 2, «Сварочное производство», № 12, 1963, стр. 8—87, 1966, стр. 20—22.

Вариант 24. Разработать технологию и оборудование точечной контактной сварки с минимальной вмятиной деталей из алюминиевых сплавов самолетных конструкций толщиной 1,5 мм (например, элемента крыла).

Литература: Зайчик Л. В., Орлов Б. Д., Чулошников П. Л. Контактная сварка легких сплавов, М., Машиз, 1968.

Вариант 25. Разработать технологию и оборудование для точечной контактной сварки элементов крепежа и тонколистовых деталей к крупногабаритным массивным деталям по площади 20000×2000 мм.

Литература: «Автоматическая сварка», М., 1964 стр. 91—92.

Вариант 26. Разработать технологию и оборудование точечной контактной сварки разнородных металлов в конструкциях малогабаритных реле с толщиной деталей 0,1—0,2 мм для пар металлов:

- | | |
|--------------------|-------------------|
| а) железо—медь; | в) железо—никель; |
| б) железо—серебро; | г) медь—алюминий. |

Литература: «Сварочное производство», № 11, 1972, стр. 14—15.

Вариант 27. Разработать технологию и оборудование для роликовой сварки обечаек барабанов зерносушилки Ø 300—800 мм, длиной 500 мм с применением способа контактной сварки по авторскому свидетельству № 240890.

- для ст. 3 детали толщиной 1+1;
- для ст. 3 детали толщиной 2+2;
- для ст. 10 детали толщиной 3+3;
- для стали 10 детали толщиной 4+4.

Литература: «Сварочное производство», № 4, 1972, стр. 17—18.

Вариант 28. Разработать технологию и оборудование для односторонней двухточечной сварки деталей кузова автомобиля «Жигули» из холоднокатаной малоуглеродистой стали с толщиной стенки:

- | | |
|----------------|----------------|
| а) 0,8+0,8 мм; | в) 1,2+1,2 мм; |
| б) 1+2 мм; | г) 0,8+1,2 мм. |

Литература: «Сварочное производство», № 12, 1969, стр. 27—29.

Вариант 29. Разработать технологию и оборудование для роликовой контактной сварки обечаек Ø 500 мм, длиной 300 мм из сплава МА-1, используя авторское свидетельство № 101315, предусмотрев при этом:

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| а) толщину листов 1+2 мм; | в) толщину листов 2+2 мм; |
| б) толщину листов 1,5+1,5 мм; | г) толщину листов 3+3 мм. |

Литература: «Сварочное производство», № 6, 1957, стр. 8—9 и № 6, 1964, стр. 16—18.

Вариант 30. Разработать технологию и оборудование для стыковой контактной сварки чугунных труб сечением:

- | | |
|---------------------|----------------------|
| а) 50×5 ; | в) 100×10 ; |
| б) 100×5 ; | г) 400×10 . |

Литература: «Автоматическая сварка», № 3, 1962, стр. 7—12, № 12, 1963, стр. 13—17, «Сварочное производство», № 4, 1965, стр. 16—17, № 1, 1973, стр. 12—15.

Вариант 31. Разработать технологию и оборудование для точечной контактной сварки обода колеса с диском автомобиля «Жигули», материал — сталь ЮКП, сочетание толщин 2,5 3,5 мм, количество точек — 12, при этом предусмотреть:

- двухстороннюю сварку;
- одностороннюю сварку;
- бесследную сварку с обеих сторон.

Литература: И. И. Гуляев. Технология точечной и рельефной сварки сталей, М., «Машиностроение», 1969, стр. 106—111.

Сб.: Опыт Волжского автозавода, серия «Сварочное производство», М., 1971, стр. 61—68, Фролова Т., Чуркина Г., Дипломный проект: «Особенности применения прерывистой короткоимпульсной сварки по способу ТПИ на ВАЗе», ТПИ, 1978.

Приложение 2

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ КОНТАКТНОЙ ЭЛЕКТРОСВАРКОЙ (ГОСТ 15878—70)

ГОСТ 15878—70 устанавливает основные типы и конструктивные элементы расчетных сварных соединений конструкций из малоуглеродистой и низколегированной стали, выполняемых контактной сваркой (условные графические изображения сварных точек на чертежах выполняются по ГОСТу 2.312—72).

1. Принимаются следующие условные обозначения способов контактной электросварки:

- K_T — контактная точечная;
- K_R — контактная роликовая;
- K_B — контактная рельефная;
- K_C — контактная стыковая;
- K_{CO} — контактная стыковая оплавлением;
- K_{CC} — контактная стыковая сопротивлением.

2. Устанавливаются следующие условные обозначения элементов сварного соединения (рис. 1):

S и S_1 — толщина детали;

- d — расчетный диаметр точек или ширина роликового шва;
- R_0 — величина проплавления;
- R_1 — глубина вмятины;
- t — шаг точечного шва;
- C — расстояние между осями рядов точек;

- b — длина литой зоны роликового шва;
- f — перекрытие роликового шва;
- u — расстояние от края листа;
- a — ширина нахлестки.

3. Основные типы сварных соединений, выполненные контактной электросваркой, должны соответствовать указанным в табл. 1.

4. Конструктивные элементы сварных соединений, выполняемых контактной сваркой, их размеры и предельные отклонения по ним должны соответствовать указанным на рис. 1. и в табл. 2.

5. При контактной точечной сварке деталей с отношением толщины $S/S_1 > 2$ шаг точек прижимают равным $(1,15-1,20) d$.

6. Одноточечные сварные соединения не рекомендуются.

7. При контактной точечной сварке трех деталей или ленты с листом величину нахлестки a увеличивают на 25%.

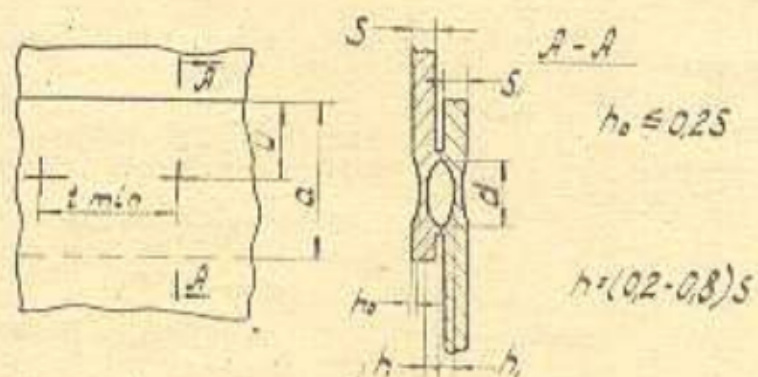
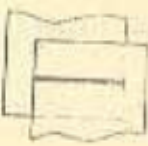

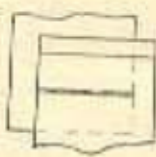


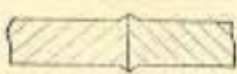


Рис. 1. Обозначения сварного соединения

Таблица 1

Конструктивные элементы сварных соединений

Тип соединения	Тип шва	Вид сварного соединения	Обозначение способа сварки	Пределы толщин св. дст., мм.	Условн. обознач. св. соед.
ВНАХЛЕСТКУ	Однорядный		K_T K_a	От 0,3 до 6	H_1
	Однорядный с отбортовкой				H_2
ВНАХЛЕСТКУ	Многорядный с цепным расположением точек		K_T K_b	От 0,3 до 6	H_4
	Многорядный с шахматным расположением точек				H_5

Тип соединения	Тип шва	Вид сварного соединения	Обозначение способа сварки	Пределы толщин св. дет., мм	Условн. обознач. св. соедин.
ВНАХЛЕСТКУ	Однорядный	  <p>Листовые элементы</p>	K _p	От 0,3 до 3	H ₀
	Однорядный с отбортовкой	  <p>Элементы из уголков</p>			H ₇
СТЫКОВОЕ	1	Тела вращения	K _{сс}	—	C ₁
		 <p>Многогранники</p>			C ₂
		Тело вращения	K _{со}	—	C ₃
		 <p>Многогранники</p>			C ₄

Геометрические параметры точечной сварки

$S=S_1$ мм	d		a , мм	u , мм	t min мм	C (при шахмат- ном расло- ложении точек), мм
	номинал, мм	предельное отклонение, мм, %				
0,3	2,5		6	3,0	8	7
0,4—0,6	3,0		8	4,0	10	8
0,7—0,8	3,5	+1,0	10	5,0	13	11
0,9—1,1	4,0		12	6,0	14	12
1,2—1,4	5,0		13	6,5	15	13
1,5—1,6	6,0		14	7,0	18	15
1,8—2,2	7,0		16	8,0	24	20
2,6—2,8	8,0	+1,5	18	9,0	30	25
3,0—3,2	9,0		20	10,0	36	30
3,5—3,8	10,0		23	11,5	40	34
4,0	11,0		26	13,0	45	38
4,5	12,0	+1,0	30	15,0	50	43
5,0	13,0		34	17,0	55	47
5,5	14,0		38	19,0	60	52
6,0	15,0		42	21,0	65	55

Таблица 3

Геометрические параметры рельефной сварки

$S=S_1$ мм	d номинал, мм	Предельное отклонение	a , мм	u , мм	t min, мм
0,3	1,5		3,0	1,5	5
0,4—0,6	2,5	+0,5	4,0	2,0	7
0,7—0,8	3,0		5,5	2,75	9
0,9—1,1	4,0		7,0	3,5	10
1,2—1,4	5,0	+1,0	8,0	4,0	12
1,5—1,6	6,0		10,0	5,0	15
1,8—2,2	7,0		12,0	6,0	18
2,5—2,8	8,0	+1,5	14,0	7,0	29
3,0—3,2	9,0		17,0	8,5	27
3,5—3,8	10,0		20,0	10,0	30
4,0	11,0		22,0	11,0	34
4,5	12,0	+2,0	24,0	12,0	38
5,0	13,0		26,0	13,0	42
5,5	14,0		28,0	14,0	46
6,0	15,0		30,0	15,0	50

Соединение более трех деталей производить не рекомендуется.

8. Размер нахлестки a сварных соединений с многорядным швом типов H_4 и H_5 определяют по формуле

$$a = 2n + c \cdot n$$

где n — количество рядов.

9. Допускается отклонение размеров a и n на $\pm 20\%$.

10. При сварке деталей неодинаковой толщины ($S \neq S_1$) диаметр точки d принимают равным (1,00—1,25) значения диаметра, рекомендуемого для деталей меньшей толщины.

11. При сварке трех деталей допускается сквозное проплавление средней детали.

12. Конструктивные элементы сварных соединений, выполняемых контактной рельефной сваркой, их размеры и предельные отклонения по ним должны соответствовать указанным на рис. 2 и в табл. 3.

13. Рельефной сваркой выполняют соединения с расположением точек, определенным конструкцией свариваемых деталей. Однорядные и многорядные швы аналогичны швам при точечной сварке.

14. Одноточечные сварные соединения не рекомендуются.

15. Рельефная сварка более двух деталей не рекомендуется.

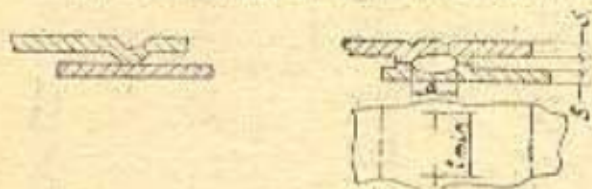


Рис. 2. К обозначению рельефной сварки

16. Конструктивные элементы сварных соединений, выполняемые контактной роликовой сваркой, их размеры и предельные отклонения по ним должны соответствовать указанным на рис. 3 и в табл. 4.

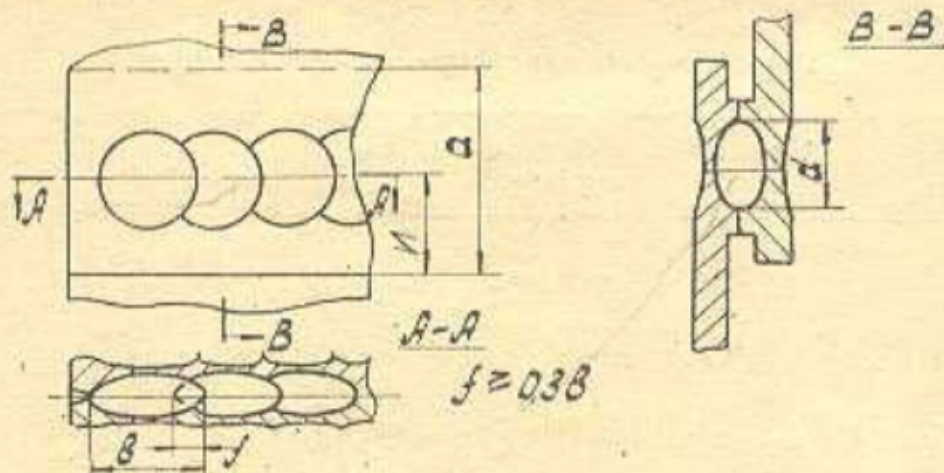


Рис. 3. К обозначению роликовой сварки

17. При роликовой сварке ленты с листом величину нахлестки a увеличивают на 25%.

18. Допускается отклонение размера a на $\pm 20\%$.

19. При сварке деталей неодинаковой толщины ($S \neq S_1$) ширину шва d принимают равной (1,00—1,25) d_1 .

Геометрические параметры роликовой сварки

$S=S_1$, мм	d — номинал, мм	Предельное отклонение	a_1 , мм	a_2 , мм
3,0	2,5		6	3,0
0,4—0,6	3,5		7	3,5
0,7—0,8	4,0	+1,0	10	5,0
0,9—1,1	4,5		12	6,0
1,2—1,4	5,0		13	6,5
1,5—1,6	6,0		14	7,0
1,8—2,2	7,0	+1,5	15	7,5
2,5—2,8	7,5		18	9,0
3,0	8,0		20	10,0

20. Контактной стыковой сваркой сопротивлением соединяют детали площадью до 80 мм². На специальном оборудовании допускается стыковая сварка сопротивлением деталей площадью до 280 мм². Контактной стыковой сваркой оплавлением соединяют детали любого сечения площадью не менее 10 мм².

21. При стыковой сварке сопротивлением торцы деталей должны быть перпендикулярны продольной оси.

22. При стыковой сварке сопротивлением стык располагают перпендикулярно продольной оси детали; при сварке оплавлением между продольными осями деталей допускается угол, равный 90—120° с симметричным расположением плоскости стыка по отношению к этим осям.

23. При стыковой сварке детали в месте их соединения должны иметь одинаковую форму и размеры. При сварке деталей неодинакового сечения большая деталь должна быть обработана.

24. При стыковой сварке оплавлением круглых стержней отношение большего диаметра к меньшему допускается не более 1,15, а для стержней квадратного или прямоугольного сечения и для листов отношение большей толщины к меньшей допускается не более 1,10.

25. Основные типы и конструктивные элементы сварных соединений труб с трубами и труб с арматурой (фланцы, nipples, штуцера), выполняемых контактной стыковой сваркой оплавлением, производить по техническим условиям, утвержденным в установленном порядке.

Определение терминов, принятых в стандарте

Расчетный диаметр точки d — диаметр литого ядра в плоскости соединений (точечных, рельефных, роликовых).

Шаг точечного шва t — расстояние между центрами соседних точек в ряду. Расстояние между рядами точек S — расстояние между осями рядов точек.

Величина проплавления h или h_1 — наибольшая высота литого ядра в одной детали. Глубина вмятины h_0 — глубина отпечатка электрода на поверхности детали. Длина литой зоны b — длина литой зоны в продольном сечении роликового шва.

Перекрытие шва l — величина перекрытия соседних литых зон роликового шва.

ГОСТ 2.312—72 устанавливает условные изображения и обозначения швов сварных соединений в конструкторских документах изделий всех отраслей промышленности. Шов сварного соединения независимо от способа сварки условно изображают: видимый — сплошной основной линией, невидимый — штриховой линией.

Видимую одиночную сварную точку независимо от способа сварки условно изображают: знаком + (рис. 4, а), который выполняют сплошными основными линиями (рис. 4, б).

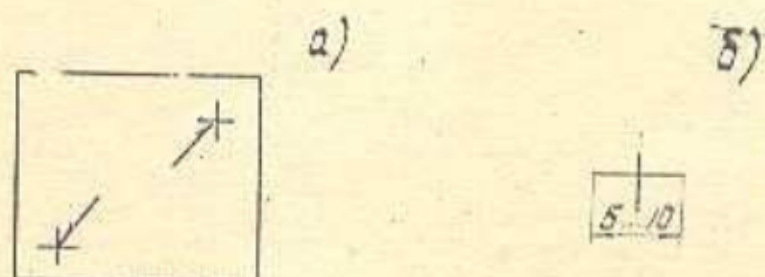


Рис. 4. Условное обозначение точки по ГОСТу 2.312—72

Невидимые одиночные точки не изображают. От изображения одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва.

Условное обозначение швов сварных соединений

На изображении сварного шва условные обозначения наносятся с помощью вспомогательных знаков, которые приведены в табл. 5.

В условном обозначении шва вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

Структура условного обозначения стандартного шва или одиночной сварной точки приведена на рис. 5. Знак Δ выполняется сплошными тонкими линиями. Структура условного обозначения нестандартной сварной точки приведена на рис. 6.




















Условное обозначение шва наносят:

1. На полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (рис. 7, а).
2. Под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с обратной стороны (рис. 7, б).

Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва наносят на полке или под полкой, линии выноски после условного обозначения шва (рис. 8), или указывают в таблице швов, или приводят в технических требованиях.

При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносят у одного из изображений, а от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают один порядковый номер, который наносят:

Таблица 5

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усиление шва сжать		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии 60°		
	Шов точечный с шахматным расположением		
	Шов по замкнутой линии, диаметра знака—3...5 мм		
	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

Примечание. За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку.



Вспомогательные знаки	
—	Для прерывистого шва — размер длины провариваемого участка, знак (или размер шага).
	Для одиночной сварочной точки — размер расчетного диаметра точки.
○	Диаметр контактной точечной электросварки — размер расчетного диаметра точки; знак (или и размер шага).
□	Для шва контактной роликовой электросварки — размер расчетной ширины шва.
△	Для прерывистого шва контактной роликовой электросварки — размер расчетной ширины шва, знак умножения, размер длины провариваемого участка, знак (и размер шага).

Условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (допускается не указывать).

Буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

Рис. 5. Структура обозначения стандартной одиночной сварной точки.

Вспомогательные знаки шва по замкнутой линии и монтаж. шва.

Вспомогат. знаки

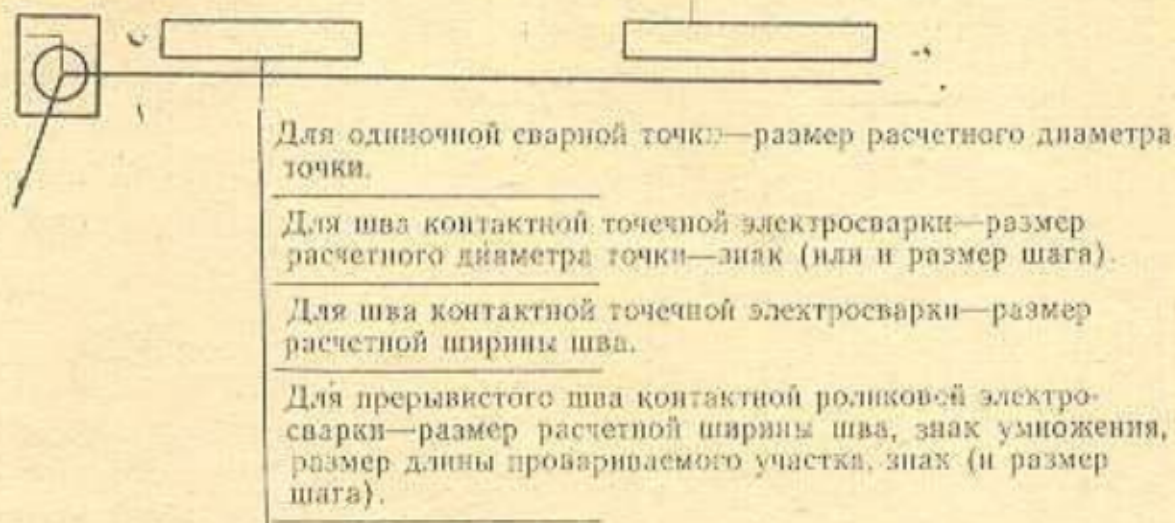


Рис. 6. Структура условного обозначения нестандартной одиночной сварной точки.

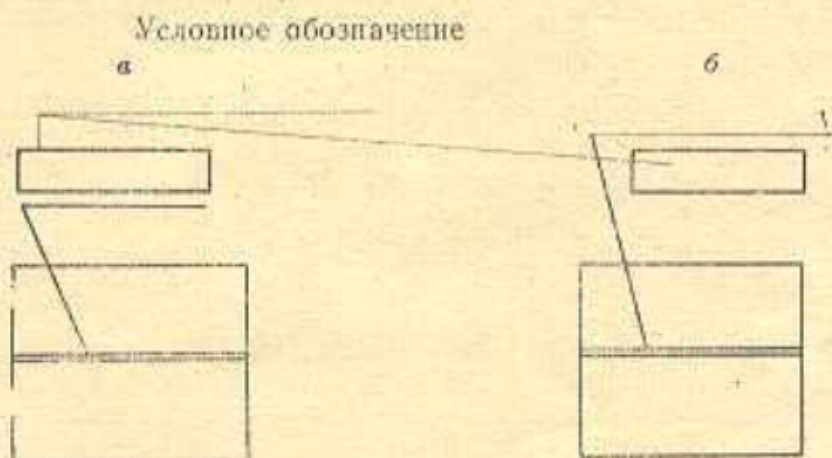


Рис. 7. Нанесение условного обозначения шва на лицевой и оборотных сторонах



Рис. 8. Обозначение шероховатости обработанной поверхности сварного соединения

- 1) На линии-выноске, имеющей полку с нанесенными обозначениями шва (рис. 9, а);
- 2) На полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, имеющего обозначения с лицевой стороны (рис. 9, б);
- 3) Под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения с оборотной стороны (рис. 9, в).

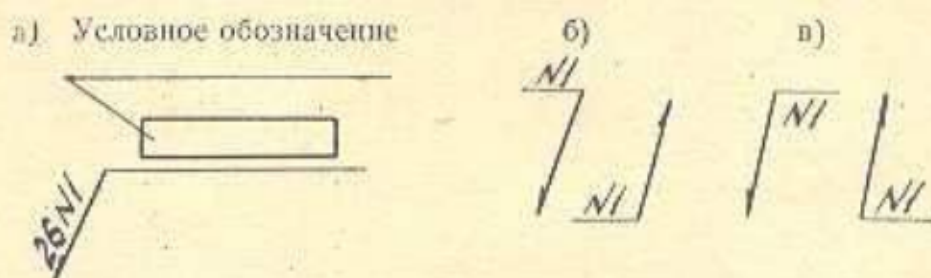


Рис. 9. Обозначения одинаковых швов

Количество одинаковых швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением (рис. 9, а). Швы считаются одинаковыми, если: одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении; к ним предъявляются одни и те же технические требования; они имеют одинаковые условные обозначения.

Упрощение швов сварных соединений

При наличии на чертеже швов, выполняемых по одному и тому же стандарту, обозначение стандарта указывают в технических требованиях чертежа (записью по типу: «Сварные швы:..., по...») или таблице. Допускается не



Рис. 10. Обозначения одинаковых швов линиями-выносками без полок

присваивать порядковый номер одинаковым швам, если все швы на чертеже одинаковы и изображены с одной стороны (лицевой или оборотной). При этом швы, не имеющие обозначения, отмечают линиями-выносками без полок (рис. 10).

На чертеже симметричного изделия при наличии оси симметрии допускается отмечать линиями выносками и изображать швы только одной из симметричных частей изображения изделия.

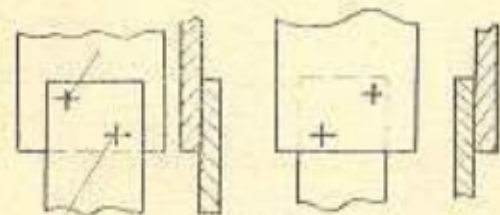
Пример условных обозначений стандартных швов сварных соединений

Характеристика шва	Форма поперечного сечения	Условное обозначение шва, изображенного на чертеже	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны

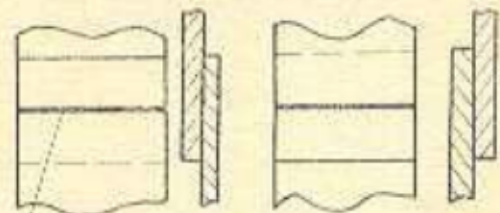
Одиночные точки соединения внахлестку, выполняемые контактной точечной электросваркой. Расчетный диаметр точки 5 мм

Шов соединения внахлестку, прерывистый, выполняемый контактной роликовой электросваркой

Ширина роликового шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм



ГОСТ 15878-70-Н1-КТ-5



ГОСТ 15878-70-Н6-КР-6х50/100

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения

1. Цель курсовой работы	3
2. Тематика курсовых работ	3
3. Объем, содержание и общие требования, предъявляемые к курсовой работе	4
4. Последовательность выполнения курсовой работы	5
5. Оформление курсовой работы	5
6. Порядок проведения консультаций и защита курсовой работы	6

Методика курсовой работы

1. Введение	7
2. Анализ конструкции и условий эксплуатации изделия	7
3. Обоснование выбора материала конструкции	7
4. Выбор типа соединения и способа сварки	7
5. Оценка свариваемости материала изделия	8
6. Разработка технологии изготовления изделия	9
6.1. Составление плана обработки	9
6.2. Расчет режима сварки	9
6.3. Техничко-экономический анализ выбора способа сварки	17
6.4. Разработка и описание конструкции оснастки и приспособления	20
7. Расчет силового трансформатора	22
Приложение I (Варианты заданий по курсовой работе)	29
Приложение II (Основные типы и конструктивные элементы сварных соединений, выполненных контактной электросваркой (ГОСТ 15878-70))	33

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ
«ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ»**

Редактор **С. И. Протиковская**
Технический редактор **И. С. Полторак**
Корректор **О. В. Крашениникова**

Сдано в набор 17/VIII 1978 г. Подписано в печать 27/II 1979 г.
Формат бумаги 60×84¹/₁₆. Бумага обертка белая. Гарнитура литератур-
ная. Печать высокая. Усл. печ. л. 2,75. Уч.-изд. л. 3. Тираж 250 экз, Зак. 6860.
Бесплатно. Тольяттинский политехнический институт, ул. Белорусская, 14.

Обл. тип. им. Мяги, г. Куйбышев, Вещека, 60. Заказ 6860.