

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ТЕХНОЛОГИЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

*Методические указания по выполнению курсовой работы
для бакалавров специальности 150700 «Машиностроение»*



Могилев 2014

УДК 621.791.7

ББК 30.61

Рекомендовано к опубликованию
учебно-методическим управлением
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Одобрено кафедрой «Оборудование и технология сварочного производства» «11» февраля 2014 г., протокол № 7

Составители: канд. техн. наук., доц. Бендик Т.И.
канд. техн. наук., доц. Фурманов С.М.
Рецензент канд. техн. наук., проф. Жолобов А.А.

Методические указания предназначены для выполнения курсовой работы по дисциплине «Технология контактной сварки» для бакалавров специальности 150700 «Машиностроение»

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

Ответственный за выпуск	В. П. Куликов
Технический редактор	А. Т. Червинская
Компьютерная верстка	И. А. Алексеюс

Подписано в печать Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. Тираж 99 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2014

1 Цели и задачи курсовой работы

Целью курсовой работы является приобретение студентами навыков по практическому применению теоретических знаний, полученных при изучении курса «Технология контактной сварки».

При выполнении курсовой работы студенты должны осуществить выбор экономически целесообразного способа контактной сварки, типа соединения, разработать технологический процесс сварки, обосновать и разработать конструктивную схему сварочной установки, провести прочностные и электротехнические расчеты, выбрать сварочное и необходимое вспомогательное оборудование для механизации и автоматизации процесса, методы контроля качества процесса сварки и готового изделия, разработать операционную карту техпроцесса и предложить мероприятия по охране труда.

При выполнении курсовой работы у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

- способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий (ПК-1);

- умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения (ПК-6);

- способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки (ПК-17).

2 Тематика курсовой работы

Для выполнения курсовой работы студентам выдаются задания на курсовое проектирование, в которых предлагается разработать технологический процесс изготовления конкретного изделия способами контактной точечной, шовной или рельефной сварки. В качестве объектов для разработки технологического процесса сборки и сварки выступают детали общего машиностроения (обечайки различного диаметра, кронштейны, балки, ресиверы и т.п.).

Исходными данными для выполнения курсовой работы являются: чертеж изделия, условия эксплуатации или ТУ на его изготовление, годовой выпуск.

При выполнении курсовой работы студенты применяют ЭВМ для расчетов основных параметров режима сварки, для расчета и построения внешней характеристики сварочной машины и др.

3 Содержание расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка курсовой работы включает в себя следующие разделы.

Задание на курсовое проектирование.

Введение.

1 Общая часть.

1.1 Описание конструкции изделия и условий его эксплуатации.

1.2 Технические условия на сборку и сварку изделия.

1.3 Результаты патентного поиска и обзора отечественной и зарубежной литературы.

1.4 Техничко-экономическое обоснование выбора способа сварки изделия.

2 Техническая часть.

2.1 Обоснование выбора материала изделия и типа соединения.

2.2 Оценка свариваемости материала изделия.

2.3 Обоснование способа сварки давлением и термомодеформационного цикла сварки.

2.4 Расчет параметров режима сварки.

3 Расчетно-конструкторская часть.

3.1 Обоснование конструктивной схемы сварочной установки.

3.2 Расчет элементов сварочной установки (сварочного контура, индуктора, преобразователя и др.).

3.3 Выбор источника питания сварочной установки.

3.4 Расчет внешней характеристики контактной машины.

3.5 Описание узлов проектируемой установки.

3.6 Описание механизмов для механизации и автоматизации процесса сварки.

3.7 Проверка доступности сварочных электродов к свариваемым соединениям.

4 Разработка технологического процесса сборки, сварки и контроля.

4.1 Разработка маршрутной технологии сборки, сварки и контроля изделия.

4.2 Описание методов контроля процесса сварки и качества готового изделия.

4.3 Разработка карты технологического процесса сборки, сварки и контроля изделия.

4.4 Планировка и описание рабочего места (участка сборки и сварки, линии, РТК).

5 Охрана труда на рабочем месте.

Заключение.

Список литературы.

Приложение А Карта технологического процесса.

Приложение Б Спецификации чертежей курсовой работы.

Приложение В Программа расчета на ПЭВМ.

4 Оформление курсовой работы

Объем пояснительной записки курсовой работы составляет 20–25 страниц (формат А4). Оформление ее должно соответствовать требованиям действующих стандартов. Технологические документы, распечатки программ или

результатов расчетов на ЭВМ выносятся в приложение и включаются в общую нумерацию страниц пояснительной записки.

При обосновании нового положения необходимо привести ссылки на источники литературы. При изложении расчетов необходимо сначала привести расчетную формулу со ссылкой на литературу с последующей подстановкой в нее числовых величин. Все приведенные в пояснительной записке рисунки, схемы и таблицы должны быть пронумерованы и снабжены надписями с расшифровкой всех обозначений.

Эскизы и расчетные схемы, приводимые в пояснительной записке, должны быть выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД, условные обозначения и изображения сварных швов соединений приводятся по ГОСТ 2.313-72, ГОСТ 15878-79. Требования к заполнению и оформлению технологических документов на процессы и операции по сварке устанавливаются ГОСТ 3.104-86.

5 Методика выполнения курсовой работы

5.1 Описание конструкции свариваемого изделия и условий его эксплуатации. Обоснование выбора материала изделия

В курсовой работе отмечаются основные конструктивные особенности изделия с указанием отдельных деталей и их назначения. Указываются условия работы изделия – скорости и нагрузка, рабочие температуры, требования к жесткости и герметичности конструкции, наличие агрессивной среды и др.

По согласованию с руководителем курсового проектирования допускается изменение заданной конструкции узла для улучшения ее технологичности (снижение массы, затрат на изготовление, удобства изготовления).

Если материал изделия не задан, необходимо его выбрать, привести обоснование этого выбора. Следует привести химический состав материала, его основные физические и механические свойства.

5.2 Оценка свариваемости материала изделия

Оценка свариваемости производится на основе анализа источников литературы с учетом условий протекания процесса сварки и теплофизических свойств свариваемого материала.

При этом учитываются конкретные условия протекания процесса формирования физического контакта, удаления оксидных пленок и способа образования металлических связей в твердой или жидкой фазе.

В результате этого анализа должен быть выбран оптимальный для заданного (или выбранного) материала и конструкции изделия термометформационный цикл сварки.

Правильность выбранного цикла желательно иллюстрировать данными по механическим, коррозионным и другим свойствам сварных соединений.

5.3 Расчет параметров режима сварки

Основные параметры режима точечной сварки:

- величина сварочного тока $I_{св}$;
- время протекания сварочного тока $\tau_{св}$;
- сварочное усилие $F_{св}$;
- ковочное усилие $F_{ков}$;
- время приложения ковочного усилия $\tau_{ков}$;
- время запаздывания $\tau_{зап}$;
- форма и размеры электродов.

Для примера приведем методику расчета сварочного тока для контактной точечной и шовной сварки, рельефной и рельефно-точечной сварки листов внахлестку. Расчет величины сварочного тока осуществляется на основе уравнения теплового баланса.

$$Q_{э\text{э}} = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (1)$$

где $Q_{э\text{э}}$ – полное количество теплоты, затрачиваемое на образование сварочной точки;

Q_1 – энергия, затрачиваемая на нагрев до температуры плавления $T_{пл}$ столбика металла высотой 2δ и диаметром основания, равным диаметру контакта электрод–деталь $d_{\text{э}}$ (рисунок 1);

Q_2 – теплота, расходуемая на нагрев металла в виде окружающего ядро кольца шириной $x_2 = 4\sqrt{a_M \tau_{св}}$. Среднюю температуру кольца принимают равной $T_{пл}/4$;

Q_3 – потери теплоты в электроды, которые учитываются нагревом условного цилиндра высотой $x_3 = 4\sqrt{a_{\text{э}} \tau_{св}}$ до средней температуры, равной $T_{пл}/8$.

$$Q_1 = 2\delta c_M \gamma_M (\pi d_{\text{э}}^2/4) T_{пл}; \quad (2)$$

$$Q_2 = 2k_1 \pi x_2 (d_{\text{э}} + x_2) \delta c_M \gamma_M (T_{пл}/4); \quad (3)$$

$$Q_3 = 2k_2 (\pi d_{\text{э}}^2/4) x_3 c_{\text{э}} \gamma_{\text{э}} (T_{пл}/8), \quad (4)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий, что средняя температура кольца несколько ниже средней температуры $T_{пл}/4$, $k_1 = 0,8$;

k_2 – коэффициент, учитывающий форму электрода; при цилиндрическом электроде $k_2 = 1$, при коническом $k_2 = 1,5$, при сферическом электроде $k_2 = 2$;

$c_{\text{э}}$ и $\gamma_{\text{э}}$ – теплоемкость и плотность материала электрода;

c_M и γ_M – теплоемкость и плотность свариваемого металла;
 a_M , $a_{Э}$ – коэффициенты температуропроводности свариваемого металла и материала электродов.

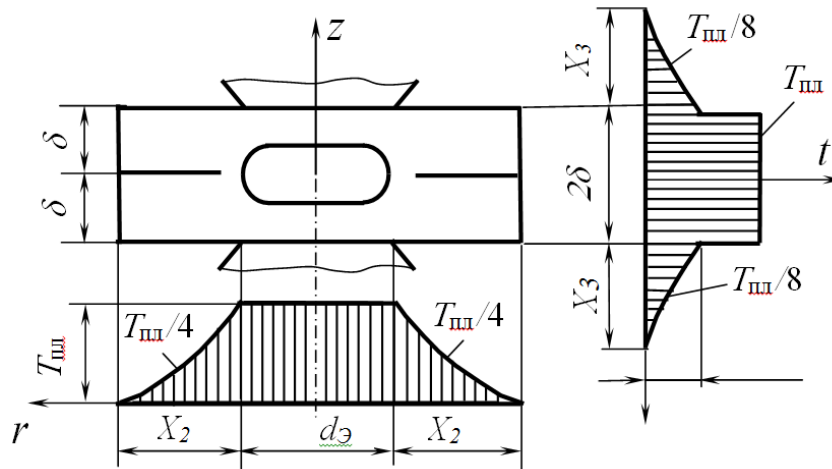


Рисунок 1 – Расчетная схема нагрева металла при точечной сварке

Теплофизические характеристики наиболее распространенных конструкционных материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1– Теплофизические свойства некоторых металлов и сплавов

Исходные данные	Металл или сплав									
	Нержавеющая сталь 12X18H10T	Сталь 20, сталь 3, сталь 08кп	Медь М1, М0	Алюминий АЕ, А1, АД	Титановый сплав		Алюминиевый сплав		Сталь	
					BT6	OT4	AMγ	AMц	30XГСА	ХН60ВТ
a_{cp} , мм ² /с	5,4	10	96	83	3	4	45	65	10,4	2,5
c_{cp} , Дж/(г·°С)	0,54	0,71	0,43	1	0,54	0,58	0,82	0,82	0,48	0,44
$\gamma \cdot 10^{-3}$, г/мм ³	7,86		8,94	2,7	4,6	4,6	2,78	2,8	7,85	8,8
α_{cp} , 1/°С	0,0006	0,004		0,005						
$\rho_{0 cp} \cdot 10^6$, Ом·мм	970	800	58	74	160	142	75	42	210	1200
λ_{cp} , Вт/(мм·°С)	0,023	0,033	0,37	0,23	0,008	0,01	0,1	0,16	0,04	0,01
$T_{пл}$, °С	1440	1530	1083	657	1660	1660	620	654	1480	1400

Сварочный ток рассчитывают по закону Джоуля-Ленца:

$$I_{CB} = \sqrt{\frac{Q_{ЭЭ}}{m_r 2r_{дк} \tau_{CB}}}, \quad (5)$$

где $Q_{ЭЭ}$ – количество теплоты, рассчитанное по формулам (2), (3) и (4);

$2r_{дк}$ – сопротивление двух свариваемых деталей в момент выключения сварочного тока, $2r_{дк} = r_{ЭЭ}$ – определяют по таблицам 2 и 3;

m_r – коэффициент, учитывающий изменение $r_{эз}$ в процессе протекания сварочного тока. Для низкоуглеродистых сталей $m_r = 1$, алюминиевых и магниевых сплавов – 1,15, коррозионно-стойких сталей – 1,2, сплавов титана – 1,4;

$t_{св}$ – время протекания сварочного тока определяют по эмпирическим формулам или таблицам рекомендованных режимов сварки, например, с использованием рекомендаций [1, 2].

Сварочный ток, определенный по формуле (5), для получения сварной точки заданного диаметра должен протекать только через зону сварки. Величину сварочного тока при двухсторонней сварке или наличии ранее сваренных точек необходимо скорректировать с учетом тока шунтирования по формулам (6), (7), которые справедливы как для точечной, так и для шовной сварки:

$$I_{ш} = I_{св} \cdot r_{эз} / r_{ш} ; \quad I_{ш} = I_{св} \cdot \delta / t_{ш}, \quad (6)$$

где $r_{эз}$ и $r_{ш}$ – электрическое сопротивление зоны сварки и шунта, мкОм;

δ – толщина свариваемого металла, мм;

$t_{ш}$ – шаг между сварными точками, мм.

$$\text{Вторичный кратковременный ток } I_{2 \text{ кр}} = I_{св} + I_{ш}. \quad (7)$$

Таблица 2 – Величина $r_{эз}$ при точечной сварке низкоуглеродистой стали

Толщина металла, мм	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7
$r_{эз} \cdot 10^{-6}$, Ом	128	112	98	89	82	75,5	69,5	61,5	56	52,5

Таблица 3 – Величина $r_{эз}$ при контактной сварке некоторых металлов и сплавов

Материал	$r_{эз} \cdot 10^{-6}$, Ом (в конце процесса сварки)										
	Толщина металла, мм										
	Точечная сварка						Шовная сварка				
	0,3	0,5	1	1,5	2	3	0,3	0,5	1	1,5	2
Сталь 30ХГСА	165	145	125	110	100	90	145	130	105	65	50
Сталь X18H8T	215	185	150	130	120	110	188	162	130	115	105
Жаропрочный сплав ВЖ98	230	200	165	140	125	115	210	180	150	128	113
Титановый сплав ОТ51-1	240	210	165	145	133	120	224	195	154	135	124
Латунь Л62	76	48	30	24	20	18	46	29	18	15	12
Медный сплав БрБ2	90	63	40	32	27	23	54	38	24	19	16
Алюминиевый сплав Б16АТ	18	16	13	11	10	8	–	14	11	10	8

Остальные параметры режима сварки выбираются по рекомендациям, приведенным в [1, 2].

При расчете составляется сводная таблица параметров режима сварки.

В случае расчета с использованием ЭВМ в пояснительной записке приводится схема алгоритма расчета и распечатка результатов расчета с необходимым анализом. Рассмотрим в качестве примера схему алгоритма расчета на ЭВМ сварочного тока при контактной точечной сварке (рисунок 2).

Исходные данные для расчета сварочного тока:

δ – толщина свариваемого материала, м;

$c_M = f(T)$, $c_{Э} = f(T)$ – удельная теплоемкость свариваемого и электродного материалов в зависимости от температуры, кДж/(кг·К);

$\gamma_M = f(T)$, $\gamma_{Э} = f(T)$ – плотность свариваемого металла и электродов в зависимости от температуры, кг/м³;

a_M , $a_{Э}$ – коэффициенты температуропроводности свариваемого металла и материала электродов, м²/с;

$T_{пл}$ – температура ликвидуса свариваемого материала, °С;

$d_{Э}$ – диаметр контактной поверхности электрода, м;

$\tau_{св}$ – время протекания сварочного тока, с;

m_T – коэффициент, учитывающий изменение сопротивления участка электрод–электрод в процессе сварки;

ρ_1, ρ_2 – удельные электросопротивления деталей, Ом·м;

k_1 – коэффициент неравномерности распределения тепла;

k_2 – коэффициент формы электрода;

$2r_{дк}$ – суммарное сопротивление деталей к концу процесса сварки, мкОм.

Выходные данные:

Q_1 – энергия, затраченная на плавление металла ядра;

Q_2 – тепловые потери в свариваемый металл от расплавленного ядра;

Q_3 – тепловые потери в электроды;

$Q_{ЭЭ}$ – общее количество теплоты, затраченной на образование соединения;

$I_{св}$ – сварочный ток;

V – объем зоны теплогенерации (n – число элементов теплогенерации);

$Q_{зад}$ – коэффициент теплогенерации, задаваемый для одного элемента модели.

2.4 Обоснование конструктивной схемы сварочной установки

Обоснование конструкторской схемы установки приводится на основе анализа авторских свидетельств и патентов (отечественных и зарубежных) и изучения конструкций и схем выпускаемых установок подобного класса. В результате этой работы должна быть выбрана схема проектируемого оборудования и проведено обоснование принятого варианта.

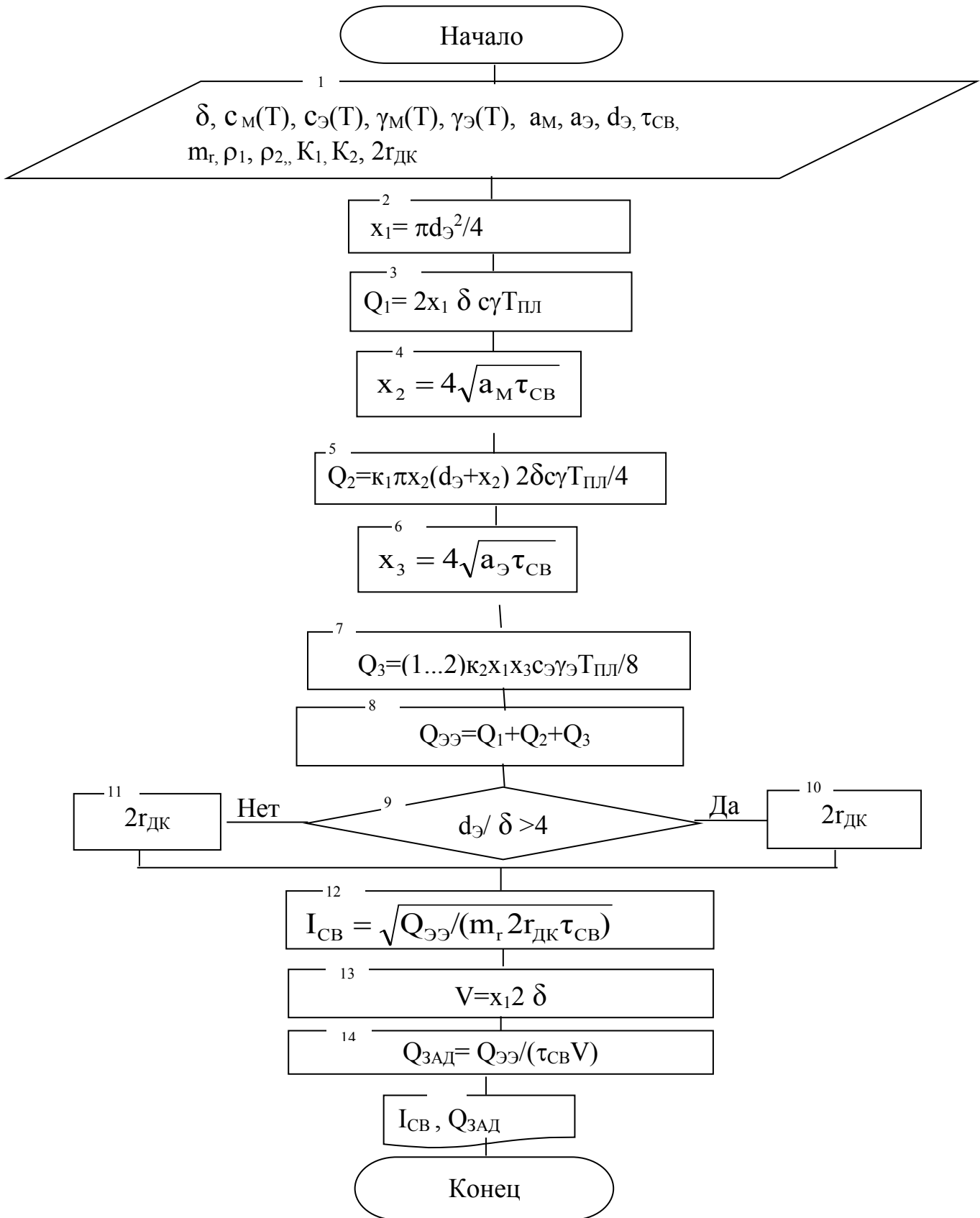


Рисунок 2 – Схема алгоритма расчета величины сварочного тока

5.5 Расчет элементов сварочной установки

В записке приводятся согласованные с руководителем курсовой работы расчеты элементов сварочной установки, перечень которых зависит от выбранного способа сварки.

В качестве примера рассмотрим расчет сварочного контура контактной машины. Исходные данные для расчета сварочного контура:

- 1) номинальный кратковременный вторичный ток;
- 2) продолжительность включения трансформатора;
- 3) конструктивная схема контура и действующие в нем усилия.

В результате расчета определяются следующие величины: сечение элементов контура и площади контактов между элементами контура, активное и индуктивное сопротивление сварочного контура, полное сопротивление сварочного и вторичного контуров.

Индуктивное сопротивление сварочного контура рассчитывают двумя методами: по площади; по отдельным участкам.

В пояснительной записке приводится треугольник сопротивлений схемы замещения машины. Полное сопротивление вторичного контура машины, включая сопротивление свариваемых деталей:

$$Z_2 = \sqrt{(X_{\text{БК}} + X_{\text{T}})^2 + (r_{\text{БК}} + r_{\text{T}} + r_{\text{ЭЭ}})^2},$$

где $X_{\text{БК}}$, $r_{\text{БК}}$ – величины индуктивного и активного сопротивлений сварочного контура соответственно;

X_{T} – индуктивное сопротивление первичной обмотки сварочного трансформатора, приведенное ко вторичной;

$X_{\text{T}} = 80-100$ мкОм при одном вторичном витке и $X_{\text{T}} = 400-500$ мкОм при двух вторичных витках;

r_{T} – активное сопротивление первичной обмотки сварочного трансформатора, приведенное ко вторичной ($r_{\text{T}} = 10-60$ мкОм);

$r_{\text{ЭЭ}}$ – величина активного сопротивления участка электрод–электрод в конце процесса сварки, $r_{\text{ЭЭ}} = 2r_{\text{ДК}}$.

Вторичное напряжение холостого хода сварочного трансформатора, соответствующее номинальной ступени, определяется как:

$$U_{20H} = I_{2H} Z_2,$$

где I_{2H} – номинальный кратковременный вторичный ток.

Номинальная мощность сварочного трансформатора P_{2H} , кВА:

$$P_{2H} = U_{20H} I_{2H}.$$

5.6 Выбор источника питания сварочной установки

Приводится обоснованный выбор источника питания сварочной установки. Необходимость расчета источника питания или его элементов определяется совместно с руководителем курсовой работы.

Приводятся техническая характеристика выбранного источника питания сварочной установки и его конструктивные особенности.

5.7 Расчет внешней характеристики контактной машины

Внешняя характеристика сварочной машины, т.е. зависимость $U_2 = f(I_2)$ строится для номинальной ступени регулирования сварочного трансформатора.

Пренебрегая током холостого хода, имеем следующее уравнение, характеризующее режим нагрузки машины:

$$U_2 = \sqrt{U_{2OH}^2 - X_{2K}^2 I_{2H}^2} - r_{2K} I_{2H}, \quad (8)$$

где $X_{2K} = X_T + X_{BK}$;

$r_{2K} = r_T + r_{BK}$;

U_{2OH} – вторичное напряжение холостого хода на номинальной ступени.

Обозначим

$$\frac{U_2}{U_{2OH}} = \alpha; \quad \frac{I_{2H}}{I_{2K}} = \beta; \quad I_{2K} = \frac{U_{2OH}}{\sqrt{r_{2K}^2 + x_{2K}^2}}; \quad \frac{X_{2K}}{Z_{2K}} = \sin \varphi_K; \quad \frac{r_{2K}}{Z_{2K}} = \cos \varphi_K$$

Уравнение (8) запишем в следующем виде:

$$\alpha = \sqrt{1 - (\beta \sin \varphi_K)^2} - \beta \cos \varphi_K. \quad (9)$$

В уравнении (9) α – напряжение на электродах в долях вторичного напряжения холостого хода трансформатора и β – сварочный ток в долях тока короткого замыкания. Зависимость $\alpha = \varphi(\beta)$ является внешней характеристикой машины в относительных единицах.

Построение внешней характеристики производится следующим образом: задавшись несколькими произвольными значениями β , определяют соответствующее значение α , после чего переводят напряжение и ток в абсолютные единицы по формулам:

$$U_2 = \alpha U_{2OH}; \quad I_{2H} = \beta I_{2K}$$

Схема алгоритма расчета внешней характеристики машины представлена на рисунке 3.

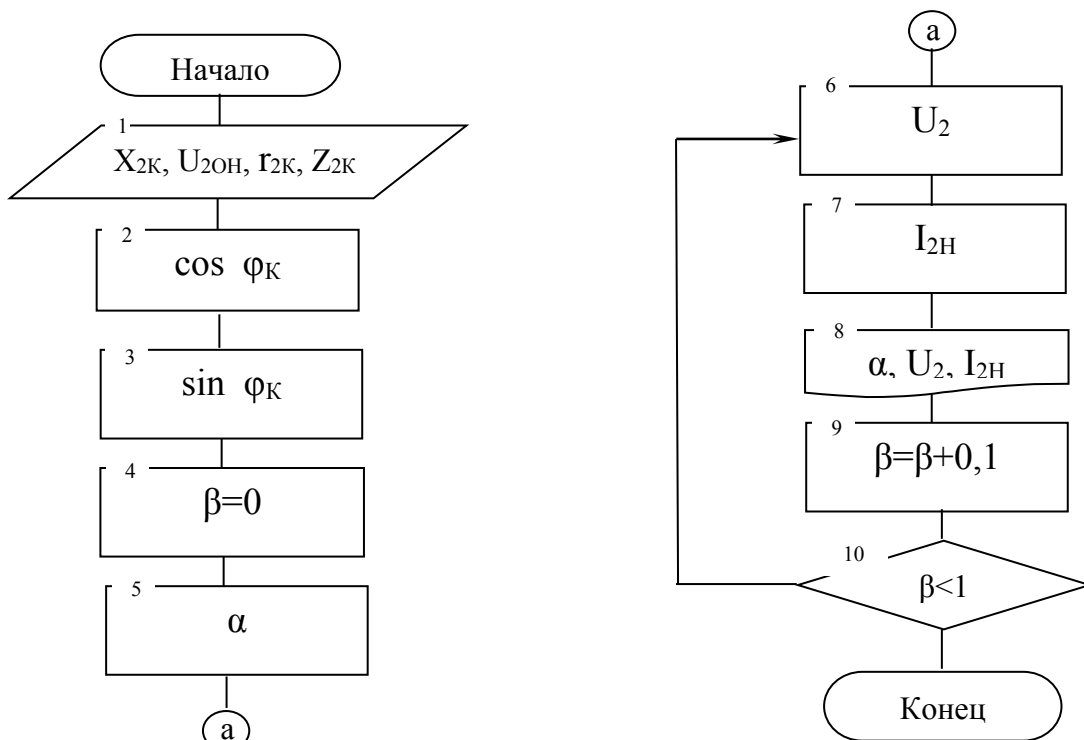


Рисунок 3 – Схема алгоритма расчета внешней характеристики

На построенную кривую $U_2 = f(I_2)$ необходимо нанести прямую линию, соответствующую расчетному значению $\Gamma_{ЭЭ}$, и точки, соответствующие $I_{СВ}$ и $U_{ЭЭ}$ (рисунок 4). По результатам построения делается вывод о возможности осуществления расчетного режима сварки на спроектированной машине.

Расчет внешней характеристики и треугольника сопротивлений может быть выполнен на ЭВМ с использованием специальной программы, выполненной в MS Excel. Пользователю достаточно ввести в определенные ячейки электронной таблицы исходные данные. Результатом расчета являются зависимости $U_2 = f(I_2)$ и треугольник сопротивлений схемы замещения машины. Исходные данные вносятся пользователем в ячейки А3 – F3. Работа с другими ячейками запрещается. Пояснения данных, содержащихся в определенных ячейках, даны в таблице 4.

5.8 Расчет узлов проектируемой установки

Перечень узлов установки, подлежащих расчету, согласовывается с руководителем курсового проектирования. В зависимости от типа сварочной установки могут рассчитываться механизм сжатия свариваемых деталей, механизм вращения электродов, механизм перемещения свариваемого изделия и др.

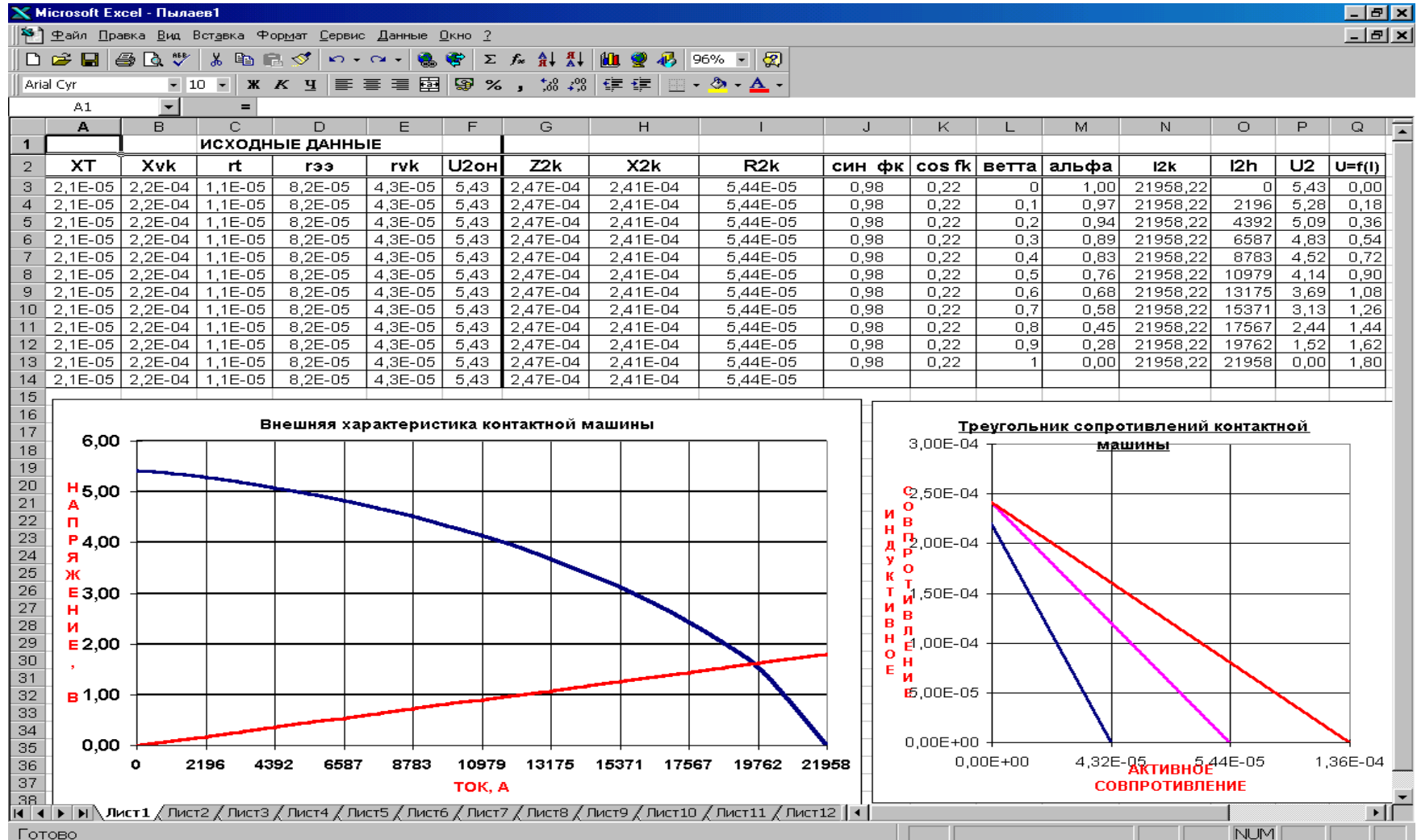


Рисунок 4 – Вид экрана ПЭВМ при работе с программой

Таблица 4 - Адреса ячеек и пояснения к расчету внешней характеристики и треугольника сопротивлений на ЭВМ

Обозначение	Адрес ячейки	Пояснение
Исходные данные		
X _T	A3	Индуктивное сопротивление первичной обмотки сварочного трансформатора, приведенное ко вторичной обмотке
X _{BK}	B3	Величина индуктивного сопротивления сварочного контура
r _T	C3	Активное сопротивление первичной обмотки сварочного трансформатора, приведенное ко вторичной обмотке
r _{ЭЭ}	D3	Величина активного сопротивления участка электрод–электрод в конце процесса сварки
r _{BK}	E3	Величина активного сопротивления сварочного контура
U _{2OH}	F3	Вторичное напряжение холостого хода сварочного трансформатора, соответствующее номинальной ступени
Расчетные данные		
Z _{2K}		$\sqrt{r_{2K}^2 + x_{2K}^2} = Z_{2K}$
X _{2K}		$X_{2K} = X_T + X_{BK}$
r _{2K}		$r_{2K} = r_T + r_{BK}$
sin φ _K		$\frac{X_{2K}}{Z_{2K}} = \sin \varphi_K$
cos φ _K		$\frac{r_{2K}}{Z_{2K}} = \cos \varphi_K$
β		$\frac{I_{2H}}{I_{2K}} = \beta$
α		$\frac{U_2}{U_{2OH}} = \alpha$
I _{2K}		$I_{2K} (r_{ЭЭ} = 0)$
I _{2H}		$\beta I_{2K} = I_{2H}$
U ₂		$\alpha U_{2OH} = U_2$
U ₂ =f(I ₂)		

5.9 Результаты экспериментальных исследований

В случае проведения экспериментальных исследований по теме курсовой работы описываются результаты исследований процесса контактной сварки, выполненные самим студентом под руководством руководителя курсовой работы. В качестве таких результатов могут быть представлены графики, таблицы, данные металлографических исследований и др.

Студент должен описать условия и планирование проведения экспериментов, математическую обработку его результатов.

5.10 Разработка технологического процесса сборки, сварки и контроля изделия

Под разработкой технологического процесса следует понимать выбор наиболее рациональных способов обработки, определение последовательности операций, связанных с изготовлением изделия, выбор рационального типа оборудования и приспособлений. Студент заполняет карту технологического процесса, которая дается в приложении к пояснительной записке.

5.11 Планировка рабочего места (участка, РТК) и его описание

Планировка технологического процесса заключается в нанесении на плане производственного здания расположения оборудования и рабочих мест. В пояснительной записке приводится и дается описание планировки участка, РТК или рабочего места.

6 Охрана труда на рабочем месте

В данном разделе студенту необходимо в соответствии с выбранным способом сварки и оборудованием изложить требования к охране труда на рабочем месте сварщика и меры безопасности по работе со сварочным оборудованием.

Список литературы

- 1 **Березиенко, В. П.** Технология сварки давлением: учеб. пособие / В. П. Березиенко, С. Ф. Мельников, С. М. Фурманов. – Могилев: Белорус.- Рос. ун-т, 2009. – 256 с.: ил.
- 2 **Орлов, Б. Д.** Технология и оборудование контактной сварки : учебник для вузов / Б. Д. Орлов, А. А. Чакалев, Ю. В. Дмитриев; под ред. Б. Д. Орлова. – М. : Машиностроение, 1986. – 352 с. : ил.
- 3 **Березиенко, В. П.** Совершенствование технологии контактной точечной и рельефной сварки / В. П. Березиенко, В. А. Попковский, С. Ф. Мельников. – Минск : Выш. шк., 1990. – 120 с.
- 4 **Рыськова, З. А.** Трансформаторы для электрической контактной сварки / З. А. Рыськова, П. Д. Федоров, В. И. Жимерова. – Л. : Энергоатомиздат, Ленинград. отд-ние, 1990. – 424 с.
- 5 Оборудование для контактной сварки: справ. пособие / Под ред. В. В. Смирнова. – Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отд-ние, 2000. – 848 с.
- 6 **Гиллевич, В. А.** Технология и оборудование рельефной сварки / В. А. Гиллевич. – Л. : Машиностроение, 1976. – 152 с.
- 7 **Гуляев, А. И.** Технология точечной и рельефной сварки сталей / А. И. Гуляев. – М.: Машиностроение, 1978. – 244 с.
- 8 **Глебов, Л. В.** Расчет и конструирование машин контактной сварки / Л. В. Глебов, Н. А. Пескарев, Д. С. Файгенбаум. – Л. : Энергоиздат, 1981. – 424 с.