ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ

ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ
имени Ф.Б. ЯКУБОВСКОГО

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО РАСЧЕТУ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И ВЫБОРУ СЕТЕЙ, ПИТАЮЩИХ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

М788-917

Москва, 1983 г..

gost.e-ecolog.ru

МИНМОНТАЖСПЕЦСТРОЙ СССР
ГЛАВЭЛЕКТРОМОНТАЖ

Всесоюзный ордена Трудового Красного знамени научно-исследовательский и проектный институт
ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ
имени Ф.Б. Якубовского

Государственный проектный институт
ЭЛЕКТРОПРОЕКТ
Горьковское отделение

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

ПО РАСЧЕТУ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И ВЫБОРУ СЕТЕЙ, ПИТАЮЩИХ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

Главный инженер ВНИПИ
Тяжпромэлектропроект
М.Г. Зименков

Главный инженер ГО ГПИ
Электропроект
О.И. Мичурин

Начальник тех.отдела ВНИПИ
Тяжпромэлектропроект
Л.Б. Годгельф

Начальник тех.отдела
ГО ГПИ Электропроект
Д.Л. Угодников

Главный специалист
тех.отдела ГО ГПИ
Электропроект
Г.Н. Зотова

1983г.

		Кол. л-ов	Приме-чание
М 788-917			
	Обложка		
	Титульный лист		
	Содержание		
	Аннотация		
	Введение		
	I. Расчет электрических нагрузок	9-21	
	I.I. Область применения		
	I.2. Исходные данные		
	I.3. Определение и обозначение основных величин		
	I.4. Порядок расчетов		
	I.5. Определение ориентировочной эффективной мощности		
	I.6. Распределение сварочных машин по фазам питающей сети		
	I.7. Определение средней, эффективной и пиковой нагрузки		
	2. Определение максимальной потери напряжения	21-25	
	3. Выбор схем питания и питающих сетей	26-37	
	4. Показатели качества электроэнергии в питающих сетях	38-44	
	5. Компенсация реактивной мощности	45	
	Литература	46-47	

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание

Справочные приложения

Приложение I.
Краткая характеристика, особенности режимов работы и технические данные машин контактной сварки

Таблица П-I.
Технические данные машин контактной сварки

Таблица П-2.
Сварочные трансформаторы

Таблица П-3
Контакторы тиристорные

Таблица П-4.
Прерыватели типа ПСЛ

Таблица П-5.
Выбор защитной аппаратуры для машин контактной сварки

Приложение 2
Примеры расчетов электрических нагрузок и потерь напряжения

Таблица П2-I.
Определение ориентировочной эффективной мощности машин контактной сварки. Пример

Таблица П2-2.
Определение средних, эффективных и пиковых нагрузок машин контактной сварки. Пример

Таблица П2-3.
Определение средних, эффективных и пиковых нагрузок машин контактной сварки. Пример

Таблица П2-4.
Определение максимальной потери напряжения в сетях, питающих машины контактной сварки. Пример

Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
	Таблица П2-5. Определение максимальной потери напряжения в сетях, питающих машины контактной сварки. Пример		
	таблица П2-6. Определение средних, эффективных и пиковых нагрузок стыковых сварочных машин. Пример		
	Таблица П2-7. Определение средних, эффективных и пиковых нагрузок стыковых сварочных машин. Пример		
	Приложение 3 Применение ЭВМ при выполнении расчетов		
	Приложение 4 Определение частоты пиковых токов		

Содержание тома (папки) Лист 2

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

А Н Н О Т А Ц И Я

Настоящая работа выполнена согласно плану изучения и обобщения отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства Госстроя СССР на 1982 г.

Работа содержит указания и рекомендации по проектированию электротехнической части производств, имеющих установки контактной сварки, включая расчет электрических нагрузок и выбор элементов питающих и распределительных сетей.

Работа предназначена для специалистов, занимающихся проектированием электротехнической части производств с установками контактной сварки строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.

С выходом настоящей работы утрачивают силу Временные руководящие указания по расчету электрических нагрузок и выбору сетей, питающих установки для контактной электросварки:

Том I. Расчет электрических нагрузок и потерь напряжения МОЗ-3585, 1974 г.

Том 2. Выбор сетей и электрооборудования, ГТИ-5880, 1974 г.

В В Е Д Е Н И Е

Рекомендации по расчету электрических нагрузок и выбору сетей, питающих установки для контактной сварки, выполнены коллективом авторов Всесоюзного научно-исследовательского и проектного института Тяжпромэлектропроект, Горьковского отделения ГПИ Электропроект и Горьковского политехнического института им. А.А. Жданова в уточнение Временных руководящих указаний по расчету электрических нагрузок и выбору сетей, питающих установки для контактной электросварки, выполненных в 1974 году. Необходимость корректировки вызвана проведением дополнительных исследований сварочных цехов, а также изменением требований норм и правил.

При разработке настоящих Рекомендаций был использован опыт проектирования указанных выше институтов и результаты исследований установок контактной сварки, проведенных в последние годы на действующих предприятиях.
Значительный вклад в разработку теоретических положений Рекомендаций внесли т.т. Вагин Г.Я., Зотова Г.Н., Каялов Г.М., Муха В.П., Денисенко Н.А.

Рекомендации содержат директивную часть и справочные приложения, иллюстрирующие применение рекомендуемой методики к выполнению расчетов. В состав приложений включены также Рекомендации по расчету ряда параметров качества электроэнергии, выявленные на основании проведенных научно-исследовательских работ.

При использовании справочных материалов для конкретного проектирования, приведенные номенклатуры и технические данные сварочных машин должны быть дополнительно уточнены по действующе

информации предприятий-изготовителей.

I. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

I.I. Область применения

Приведенная ниже методика расчета электрических нагрузок предназначена для различных видов машин контактной сварки: точечных, многоточечных, рельефных, шовных и стыковых, устанавливаемых в различных отраслях металлообрабатывающей и машиностроительной промышленности. Данный метод расчета может быть распространен также на любые электронагрузки, характеризуемые большой частотой и малой продолжительностью включения.

I.2. Исходные данные

Исходными данными для расчета нагрузок являются: планировка проектируемого цеха; паспортные данные сварочных машин (напряжение, фазность, установленная мощность сварочных трансформаторов и их распределение по фазам для двух и трехфазных машин); перечень сблокированных сварочных машин; режим работы сварочных машин (автоматический, полуавтоматический, ручной).

При наличии расчетных технологических данных (потребляемая мощность и коэффициент включения или графики нагрузки машин за цикл сварки) последние должны быть приняты в качестве исходных данных взамен паспортных величин.

При отсутствии расчетных технологических данных или графиков нагрузки машин за цикл сварки расчет нагрузок производится с помощью среднестатистических коэффициентов загрузки и включения (см. табл. I.I)

Таблица I.I

Среднестатистические коэффициенты загрузки и включения

Виды машин	Кз	Кв
Одноточечные стационарные (при нерегулируемых игнитронных и тиристорных контакторах)	0,8-I,0	0,03-0,05
Одноточечные стационарные (при регулируемых игнитронных и тиристорных контакторах)	0,5-0,9	0,03-0,05
Одноточечные подвесные (при ПВпасп = 20%)	I,I-I,7	0,03-0,05
Одноточечные подвесные (при ПВпасп = 50%)	I,7-2,0	0,03-0,05
Рельефные машины	0,7-0,8	0,07-0,I
Шовные машины	0,7-0,8	0,5-0,6
Многоточечные машины (при ПВпасп = 5-I2%)	0,9-I,0	0,05-0,2
Многоточечные машины (при ПВпасп = 50%)	I,7-2,3	0,03-0,2
Стыковые сварочные машины (сварка сопротивлением)	0,3-0,75	0,3-0,5
Стыковые сварочные машины (сварка непрерывным оплавлением)		

Виды машин	Кз	Кв
оплавление	0,23-0,45	0,3-0,45
осадка	0,8-1,1	0,03-0,5
Стыковые сварочные машины (сварка оплавлением с подогревом)		
подогрев	0,7-0,9	0,05-0,15
оплавление	0,03-0,15	0,08-0,2
осадка	0,8-1,1	0,03-0,05

Используемые в расчетах среднестатистические коэффициенты загрузки и включения выявлены в результате обследования сварочных установок значительного числа действующих производств.

Паспортная продолжительность включения для отечественных машин в основном составляет 20%, для импортных - 50%.

Коэффициент мощности сварочных машин на основании результатов экспериментальных обследований машиностроительных предприятий принят равным 0,6.

1.3. Определение и обозначение основных величин.

1.3.1. Все величины и коэффициенты, относящиеся к одной сварочной установке, называются индивидуальными и обозначаются строчными буквами латинского или греческого алфавита; величины и коэффициенты, относящиеся к группе машин, называются групповыми и обозначаются соответственно прописными буквами.

1.3.2. Однофазными сварочными машинами считаются машины, включенные на линейное напряжение. Двухфазными считаются машины, имеющие два плеча, подключенные к трем фазам по схеме открытого треугольника, включаемые одновременно.

Трехфазными считаются машины, имеющие три плеча, подключенные к трем фазам сети и включаемые одновременно.
Двухфазные и трехфазные машины при разновременном включении плеч рассматриваются как группы однофазных машин.

I.3.3. Схема ожидания - схема включения сварочных машин, связанных блокировочными зависимостями, которые исключают одновременное включение сблокированных машин или групп сварочных трансформаторов.

I.3.4. S_y - установленная мощность сварочных трансформаторов машины при номинальной паспортной продолжительности включения, указывается в паспорте машины; кВ.А;

I.3.5 $K_з$ - коэффициент загрузки данной машины, выражающий отношение пиковой потребляемой мощности к установленной, отн.ед.;

I.3.6 $K_в$ - коэффициент включения, отражающий длительность включения машины в полном цикле сварки, отн. ед.

$$K_в = \frac{t_в}{t_в + t_п} = \frac{t_в}{t_ц}, \qquad (I-I)$$

где

$t_в$ - продолжительность сварки, с;

$t_п$ - продолжительность паузы, с;

$t_ц$ - продолжительность одного цикла сварки, с.

I.3.7 . При пользовании среднестатистическими коэффициентами загрузки и включения, приведенными в табл. I-I, потребляемые средняя S_c , эффективная $S_э$ и пиковая $S_п$ мощности определяются соответственно по следующим формулам, кВ.А:

$$S_c = S_y \cdot K_з \cdot K_в ; \qquad (I-2)$$

$$S_э = S_y \cdot K_з \cdot \sqrt{K_в} ; \qquad (I-3)$$

$$S_п = S_y \cdot K_з . \qquad (I-4)$$

I.3.8. Пиковая мощность - это кратковременная мощность, потребляемая машиной из сети при сварке изделий заданных размеров и марки металла.

I.3.9. При расчетных технологических исходных данных (потребляемая мощность $S_{п.т}$ и коэффициент включения $K_{в.т}$) средняя, эффективная и пиковая мощности определяются соответственно, кВ.А:

$$S_c = S_{п.т} \cdot K_{в.т} ; \qquad (I-5)$$

$$S_э = S_{п.т} \cdot \sqrt{K_{в.т}} ; \qquad (I-6)$$

$$S_п = S_{п.т} . \qquad (I-7)$$

При этом технологический коэффициент включения, соответствующий данной технологии

$$K_{в.т} = \frac{v \cdot t_{в.т} \cdot N}{3600} , \qquad (I-8)$$

где v - число сварок на данной детали;

N - число деталей, свариваемых за час;

$t_{в.т}$ - продолжительность сварочного тока одной сварки, определяется по таблицам технологических режимов сварки, с.

Для машин с многоступенчатым графиком нагрузки величина $K_{в.т}$ определяется на каждой ступени графика.

I.3.I0. Продолжительность технологического цикла сварки, с

$$t_ц = \frac{3600}{N}. \qquad (I-9)$$

Частота включения сварочной машины равна N/3600.

I.3.II. При уточнении эффективной нагрузки, определении пиковой мощности и максимальной потери напряжения в сети нагрузка каждой сварочной машины представляется величиной пикового линейного тока.

I.3.I2. При использовании в качестве исходных данных установленной мощности сварочных трансформаторов и среднестатистических коэффициентов загрузки и включения индивидуальные пиковые токи машин определяются следующим образом, А:

для однофазных машин

$$i_п = \frac{S_у \cdot K_з}{U_н}; \qquad (I-I0)$$

для двухфазных машин, включенных по схеме открытого треугольника:

для общей фазы

$$i_п = \frac{S_у \cdot K_з \cdot \sqrt{3}}{2U_н}; \qquad (I-II)$$

для остальных фаз

$$i_п = \frac{S_у \cdot K_з}{2U_н}; \qquad (I-I2)$$

для трехфазных машин

$$i_п = \frac{S_у \cdot K_з}{\sqrt{3}\, U_н}. \qquad (I-I3)$$

I.3.I3. При использовании в качестве исходных данных графиков нагрузки машин или расчетных технологических данных, пиковые токи определяются по формулам, А:

для однофазных машин,

$$I_п = \frac{S_{п.т}}{U_н}; \qquad (I-I4)$$

для двухфазных машин:

для общей фазы

$$I_п = \frac{S_{п.т}\sqrt{3}}{2U_н}; \qquad (I-I5)$$

для остальных фаз

$$I_п = \frac{S_{п.т}}{2U_н}; \qquad (I-I6)$$

для трехфазных машин

$$I_п = \frac{S_{п.т}}{\sqrt{3}U_н}. \qquad (I-I7)$$

I.4. Порядок расчетов.

Расчет нагрузок рекомендуется выполнять в два этапа. На первом этапе определяется ориентировочная эффективная мощность машин контактной сварки. На основании ориентировочной эффективной мощности сварочных машин намечается схема внутрицехового электроснабжения, выбираются количество и мощность трансформаторов, решается вопрос о применении установок продольной компенсации, производится размещение подстанций в цехе и элементов питающей сети 380 В в цехе.

На втором этапе расчетов производится распределение сварочных машин по фазам питающей сети, выполняется окончательный расчет намеченной схемы электроснабжения, включая определение эффективной и пиковой мощностей, расчет потери напряжения и окончательный выбор всех элементов сети.

I.5. Определение ориентировочной эффективной мощности (I этап расчета)

На первом этапе расчета все сварочные машины считаются равномерно распределенными по фазам (по эффективной мощности) и рассматриваются как однофазные.

Для каждой сварочной машины определяются величины:

$$S_c = S_п \cdot K_в;$$
$$S_э^2 \approx S_п^2 \cdot K_в.$$

Ориентировочная расчетная сварочная нагрузка, кВА:

$$S_э = \sqrt{(\Sigma S_c)^2 + 3 \Sigma S_э^2} \qquad (I\text{-}I8)$$

Пример определения ориентировочной эффективной мощности см.приложение 2, табл. П2-I.

I.6. Распределение сварочных машин по фазам питающей сети (II этап расчета)

После предварительного выбора цеховых трансформаторов и питающей сети 380 В следует распределить сварочные машины по фазам таким образом, чтобы обеспечить равномерную загрузку всех фаз питающей сети.

При этом рекомендуется:

в случае установки сварочных машин со значительно отличающимися коэффициентами включения следует равномерно по фазам распределять величины $S_n^2 K_в$;

при установке в цехе сварочных машин с незначительно отличающимися коэффициентами включения допускается распределять по фазам пиковую мощность сварочных машин S_n;

в случае отсутствия данных по фактическим мощностям сварочных трансформаторов плеч двухфазных и трехфазных машин допускается принимать равномерное распределение по фазам общей установленной мощности трансформаторов двухфазной или трехфазной машины.

Неравномерность загрузки фаз не должна превышать I5%.

I.7. Определение средней, эффективной и пиковой нагрузки

Определение средней, эффективной и пиковой нагрузки производится для одной наиболее загруженной фазы.

I.7.I. Средний ток питающей линии получается как арифметическая сумма средних токов всех машин, подключенных к этой фазе, А,

$$\bar{I}=\Sigma\bar{i}, \qquad (I-19)$$

где $\bar{i}=i_{п}K_{в}$ - средняя нагрузка отдельной сварочной машины.

Для многоточечной сварочной машины средняя нагрузка, А:

$$\bar{i}=\Sigma\bar{i}, \qquad (I-20)$$

где $\bar{i}=i_{п}K_{в}$ - средняя нагрузка, создаваемая ступенью каждого пика нагрузочной диаграммы за один цикл сварки.

I.7.2. Эффективная нагрузка группы сварочных машин

$$I_{э}=\sqrt{\bar{I}^{2}+DI}, \qquad (I-21)$$

где DI - дисперсия нагрузки фазы, $А^{2}$.

Из-за малых значений коэффициента включения для отдельных пиков нагрузки машины можно принять, что дисперсия тока отдельного пика практически равна квадрату его эффективного значения за цикл сварки. По этой же причине дисперсия суммарного тока линии с достаточной точностью может быть принята равной сумме квадратов эффективных токов отдельных машин. Однако при определении эффективного значения тока в линии уже нельзя пренебрегать квадратом среднего тока $\bar{I}$ под знаком корня квадратного, сопоставимого с дисперсией DI.

Для группы сварочных машин

$$DI=\Sigma i_{п}^{2}K_{в}\cdot(1-K_{в}); \qquad (I-22)$$

При КВ $\leqslant 0,15$

$$DI = \sum i_п^2 K_в \qquad (I-23)$$

I.7.3. Пиковая нагрузка группы сварочных машин

$$I_п = \bar{I} + \beta\sqrt{DI} \qquad (I-24)$$

где β - вероятностный коэффициент, определяемый по графику рис. I-I

Пиковая нагрузка определяется суммарной нагрузкой совпавших в работе сварочных машин. Вероятность превышения расчетной пиковой нагрузки E_x принимается равной 0,00I. Для группы машин с одинаковыми пиковыми токами $i_п$ каждой машины коэффициент β определяется по рис. I-I для фактических значений $n \cdot \bar{K}_в$

Для группы машин с разными индивидуальными пиковыми токами коэффициент β определяется по рис. I-I для значений

$n_э \cdot \bar{K}_в$, где

$n_э$ - эффективное число машин с одинаковым индивидуальным пиковым током $i_{пэ}$, создающих те же самые значения средней нагрузки $\bar{I}$, эффективной нагрузки $I_э$ и дисперсии DI, что и фактическое количество машин с разными индивидуальными пиковыми токами.

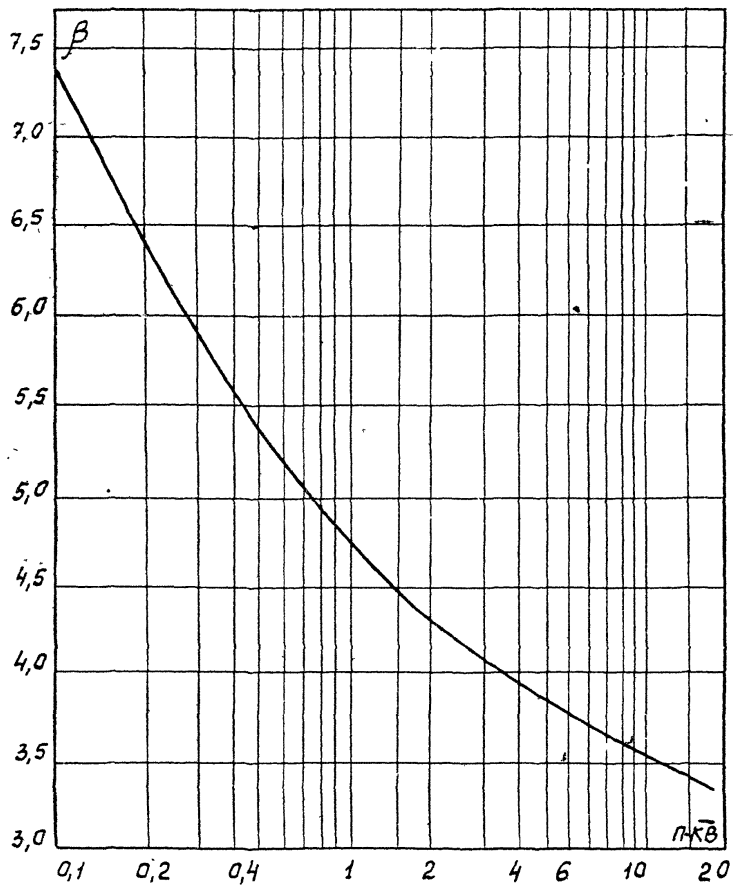


Рис. 1-1 Кривая для определения вероятностного коэффициента β в функции $\Pi\bar{K}\bar{B}$ при $Ex = 0{,}001$.

$$n_э = \frac{(\sum i_n)^2}{\sum i_n^2} \qquad (I\text{-}25)$$

При рассчитанных ранее значениях $\bar{I}$ и DI расчет $n_э$ упрощается:

$$n_э = \frac{\bar{I}^2(1-\bar{K}_в)}{DI \cdot \bar{K}_в} \qquad (I\text{-}26)$$

При $K_в \leq 0{,}15$

$$n_э = \frac{\bar{I}^2}{DI \cdot \bar{K}_в}, \qquad (I\text{-}27)$$

где $\bar{K}_в$ - усредненное значение коэффициента включения всех сварочных машин

$$\bar{K}_в = \frac{1}{n}\sum K_в. \qquad (I\text{-}28)$$

Примеры определения средних, эффективных и пиковых нагрузок приведены в приложении 2, табл. П2-2, П2-3, П2-6, П2-7.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ

2.1. Определение максимальной потери напряжения основано на методе "фиктивных нагрузок", в соответствии с которым суммарная потеря напряжения в сети в любой момент времени обуславливается числом совпавших в работе машин и величинами потерь напряжения, создаваемых работой каждой из машин. Поскольку потеря напряжения в сети от работы одной машины пропорциональна ее токовой нагрузке, ее можно рассматривать как "фиктивную нагрузку" этой машины. Это позволяет вести расчет суммарной максимальной потери напряжения аналогично расчету пиковой токовой нагрузке.

2.2. Потеря напряжения, вызываемая каждой отдельной машиной, В,

$$\Delta U_n = \alpha \cdot z \cdot i_n, \qquad (2\text{-}1)$$

где α - коэффициент, учитывающий взаимное наложение потерь напряжения в различных питающих линиях от нагрузок различных фаз машин; его значения принимаются согласно табл. 2.1.

Таблица 2-1

Значения коэффициента α

Фазность машин	ΔU_{AB}	ΔU_{BC}	ΔU_{CA}
Однофазные сварочные машины			
AB	2	0,5	0,5
BC	0,5	2	0,5
CA	0,5	0,5	2
Двухфазные сварочные машины			
AB,BC	2,4	2,4	$\sqrt{3}$
AB,CA	2,4	$\sqrt{3}$	2,4
BC,CA	$\sqrt{3}$	2,4	2,4
Трехфазные сварочные машины			
ABC		$\sqrt{3}$	

z - удельная потеря напряжения в питающей сети, включая цеховой трансформатор, отнесенная к 1 А тока нагрузки данной машины, при длине магистрали l от машины до подстанции:

$$z = (r_{тр} + r_0 l)\cos\varphi + (x_{тр} + x_0 l)\sin\varphi. \qquad (2\text{-}2)$$

2.3. Усредненная потеря напряжения от отдельной сварочной машины, В,

$$\Delta U = K_в \cdot \Delta U_п . \qquad (2-3)$$

2.4. Усредненная потеря напряжения в питающей сети от группы машин, В,

$$\Delta \bar{U} = \Sigma K_в \cdot \Delta U_п . \qquad (2-4)$$

2.5. Средний коэффициент включения фиктивных нагрузок равен для всех междуфазных напряжений, поскольку он определяется для всех машин группы независимо от их распределения по фазам (и мощности):

$$\bar{K}_{в,АВ} = \bar{K}_{в,ВС} = \bar{K}_{в,СА} = \frac{1}{n} \sum_{1}^{n} K_в . \qquad (2-5)$$

2.6. Усредненная дисперсия потери напряжения в питающей сети от группы машин, $В^2$,

$$D_\Delta U = \Sigma \Delta U_п \cdot K_в (1 - K_в); \qquad (2-6)$$

при $K_в \leq 0{,}15$ $\quad D_\Delta U = \Sigma \Delta U_п \cdot K_в$

2.7. Максимальная потеря напряжения в силу принципа фиктивных нагрузок рассчитывается аналогично пиковой нагрузке:

$$\Delta U_{max} = \Delta \bar{U} + \beta_э \sqrt{D_\Delta U}; \qquad (2-7)$$

$$n_э = \frac{\Delta \bar{U}(1 - \bar{K}_в)}{D_\Delta U \cdot \bar{K}_в}; \qquad (2-8)$$

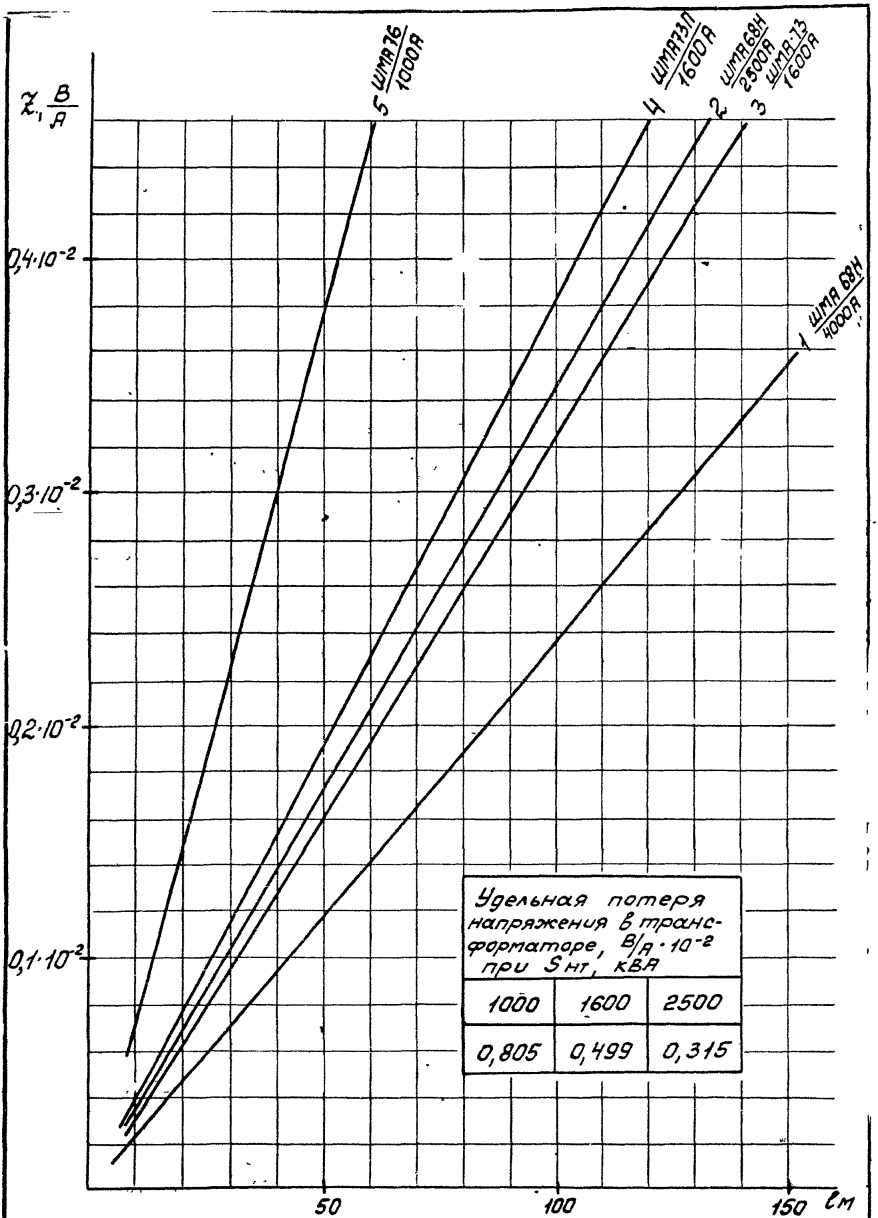
при $K_в \leq 0{,}15$

$$n_э = \frac{\bar{U}}{D_\Delta U \cdot \bar{K}_в} . \qquad (2-9)$$

Для упрощения определения удельной потери напряжения на рис. 2-I представлены удельные потери напряжения в наиболее характерных питающих сетях 380 В при $\cos\varphi = 0{,}6$.

Допустимая кратковременная максимальная потеря напряжения при совпадении пиков нагрузки двух и более машин - I0%.

Примеры определения максимальной потери напряжения приведены в приложении 2, табл. П2-4, П2-5.



Удельная потеря напряжения в трансформаторе, $В/А \cdot 10^{-2}$ при $S_{нт}$, кВА		
1000	1600	2500
0,805	0,499	0,315

Рис. 2-1. Удельная потеря напряжения в питающих сетях.

ф 1 163 79
НТИ-380 Лист 158
Бланк текстового материала Лист 1

3. ВЫБОР СХЕМ ПИТАНИЯ И ПИТАЮЩИХ СЕТЕЙ

3.1. Порядок проектирования.

Разработка схем питания и питающих сетей цехов, имеющих потребители контактной сварки, осуществляется в следующей последовательности:

а) Путем упрощенного расчета определяется эффективная мощность нагрузки (см. п.1.5).

б) На основании предварительных расчетов определяется количество и мощность трансформаторов (см. п. 3.3), места их установки и намечается схема электроснабжения (см. п. 3.2).

в) Согласовываются места установки трансформаторных подстанций и трассы магистральных шинопроводов.

г) Выполняется уточненный расчет эффективной и пиковой нагрузок, проверка по электродинамической стойкости, потере и колебаниям напряжения с последующей корректировой схемы (см. п.п. 2; 4.8).

д) Выдаются стройзадания на подстанции и производится окончательная конструктивная проработка элементов схемы электроснабжения.

3.2. Выбор схем питания.

Выбор схем питания должен выполняться с учетом следующих рекомендаций:

а) Трансформаторы для питания сварочных машин необходимо размещать вблизи центра нагрузок.

б) При выборе варианта схемы электроснабжения предпочтение следует отдавать схеме с наибольшей мощностью короткого

замыкания.

в) Питание электроосвещения, устройств бесконтактной автоматики и подобных электроприемников, предъявляющих повышенные требования к колебаниям напряжения, следует, как правило, осуществлять от отдельных трансформаторов, за исключением случаев, когда качество напряжения удовлетворяет требованиям вышеуказанных электроприемников.

г) При расчетной эффективной мощности сварочных машин, не превышающей 15% от номинальной мощности цехового трансформатора, питание их целесообразно осуществлять совместно с общей силовой нагрузкой цеха отдельными фидерами, подключенными непосредственно к шинам КТП.

д) При значительной суммарной мощности сварочных установок цеха или участка рекомендуется:

- применять трансформаторы с усиленным креплением обмоток 2500 кВА, $e_к$ = 5,5%, разработанные для КамАЗа;
- использовать включение трансформаторов мощностью до 2500 кВА на параллельную работу через шинопроводы (рис. 3-1);
- при разработке специальных трансформаторов с $e_к$=2÷3%, последние следует в первую очередь применять для питания установок контактной сварки.

При использовании параллельной работы трансформаторов и специальных трансформаторов с $e_к$=2÷3%, необходимо обращать внимание на электродинамическую стойкость электрооборудования.

е) Длина радиальных магистральных шинопроводов не должна, как правило, превышать 150 м.

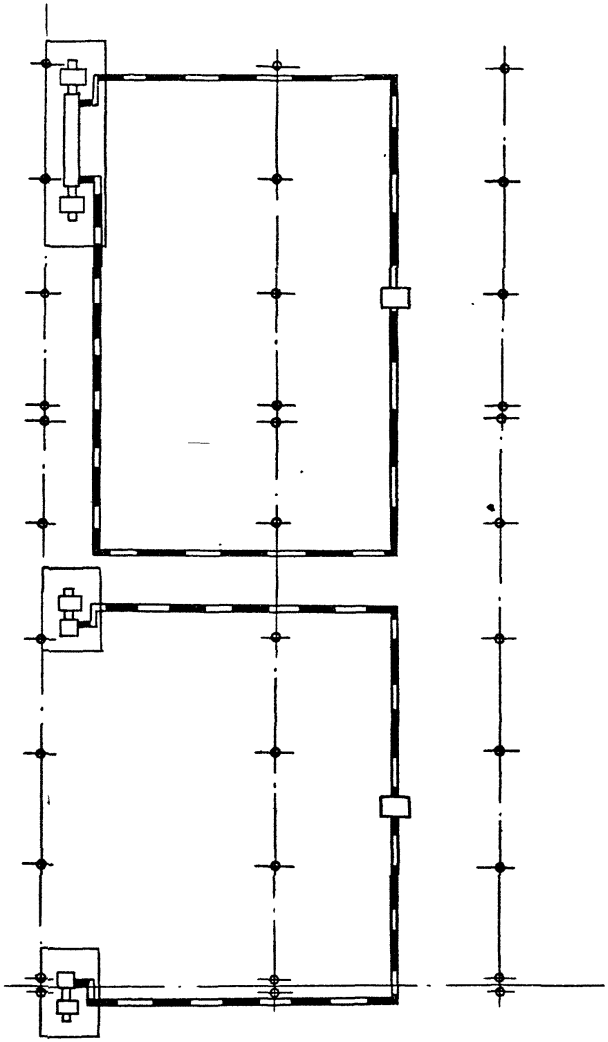


Рис. 3-1. План магистральных шинопроводов для питания сварочных установок. Пример.

ж) При чрезмерно больших величинах пикового тока группы сварочных машин рекомендуется предусматривать автоматические устройства, исключающие возможность одновременного включения установок (режим "ожидания").

з) Загрузка трансформаторов и шинопроводов может быть значительно увеличена за счет автоматической компенсации потерь напряжения в сети установками продольной компенсации [7] . В этом случае загрузка трансформаторов ограничивается его электродинамической стойкостью, т.е. величиной пикового тока.

3.3. Выбор питающих трансформаторов.

3.3.1. Выбор трансформаторов для питания машин контактной сварки должен производиться с учетом нагрева обмоток трансформатора, потери напряжения в нем и электродинамической стойкости к пиковой нагрузке.

3.3.2. Выбор мощности трансформаторов на I этапе расчета рекомендуется производить из условий:

а) при использовании стандартных трансформаторов

$$S_{нт} \geqslant \frac{S_э}{0{,}2 \div 0{,}6}, \qquad (3\text{-}I)$$

где $S_э$ - расчетная эффективная мощность сварочных машин, кВ.А;

$S_{нт}$ - номинальная мощность питающего трансформатора, кВ.А, в том числе:

при питании многоточечных сварочных машин и автоматических сварочных линий (без схемы "ожидания").

$$S_{нт} \geq \frac{S_э}{0,2 \div 0,3}, \qquad (3\text{-}2)$$

при питании одноточечных и рельефных машин, а также многоточечных сварочных машин и автоматических сварочных линий при наличии схемы "ожидания"

$$S_{нт} \geq \frac{S_э}{0,35 \div 0,5}; \qquad (3\text{-}3)$$

при питании стыковых и шовных машин

$$S_{нт} \geq \frac{S_э}{0,5 \div 0,6}. \qquad (3\text{-}4)$$

б) при использовании специальных трансформаторов с усиленным креплением обмоток (см. п. 3.3.4.)

$$S_{нт} \geq \frac{S_э}{0,7 \div 0,8}. \qquad (3\text{-}5)$$

3.3.3. Определяющим условием выбора трансформаторов на II этапе расчета является проверка по допустимой кратности ударных толчков нагрузки.

3.3.4. Стандартные трансформаторы согласно ГОСТ 11677-75 допускают кратности ударных толчков в сутки

1,3 $S_{нт}$ при частоте 100^{0} ударных пиков

2,0 $S_{нт}$ -"- 10 -"-

4,0 $S_{нт}$ -"- 3 -"-

Специальные трансформаторы с усиленным креплением обмоток 2500 кВА $e_к$ =5,5% допускают кратности ударных толчков в 43с.

1,5 $S_{нт}$ при частоте 300 ударных пиков при эффективной

нагрузке не более 1,0 S нт.

3.3.5. С учётом вышеизложенного, а также на основании опыта эксплуатации сварочных цехов автомобильной промышленности, принимается допустимая кратность ударных толчков при эффективной нагрузке не более 1,0 S нт:

для стандартных трансформаторов - 1,3 S нт;

для специальных трансформаторов с усиленным креплением обмоток - 1,5 S нт.

3.3.6. С целью увеличения загрузки трансформаторов следует максимально использовать схемные решения, изложенные выше (см. п. 3.2).

3.4. Расчет и выбор сетей.

3.4.1. Выбор питающих сетей должен производиться главным образом из условий нагрева сетей по величине эффективного тока, с учетом электродинамической стойкости к кратковременным пиковым нагрузкам с последующей проверкой сети на допустимую потерю напряжения.

3.4.2. Питающую сеть 380В следует выполнять магистральными шинопроводами со "спаренными" фазами типа ШМА заводов Главэлектромонтажа ММСС СССР.

3.4.3. При выборе типа шинопроводов следует учитывать:

а) шинопроводы могут допускать кратковременные перегрузки .

Допустимые кратковременные перегрузки шинопровода ШМА-68-Н-1600А по данным треста "Электромонтажконструкция" приведены в табл. 3-1 (письмо ЦПКБ треста ЭМК № 1938д от 2/П-71);

Для шинопровода ШМА-73У на 1600 А такие данные отсутствуют, однако по своей конструкции он более совершенен, чем ШМА-68-Н, поэтому до проведения испытаний шинопровода ШМА-73У, рекомендуется пользоваться данными шинопровода ШМА-68-Н.

При применении для питания вышеуказанных шинопроводов соединения секций должны быть выполнены преимущественно сваркой (технический циркуляр ГЭМ ТЦ-9-2-12/72 от 13.06.72).

Таблица 3-I

Допустимая кратность нагрузки ШМА68-I600 А	3	2,5	2,0
При частоте пиков в час	I0	60	430

б) С учетом вышеприведенного, а также во избежание больших потерь напряжения в сетях, при питании сварочных нагрузок от трансформаторов с ℓ к=5,5% не следует допускать загрузку шинопроводов пиковыми токами выше I,5÷2 номинального тока шинопровода

$$I_{нш} \leq \frac{I_п}{I,5 \div 2} .$$

в) Шинопроводы ШРА-73, ввиду отсутствия подтверждения возможности их перегрузки пиковым током, применять не рекомендуется.

3.4.5. Выбор сечений проводов и кабелей для питающих распределительных сетей осуществляется по эффективному току.

для группы сварочных машин

$$I_g \geq I_э , \qquad (3\text{-}7)$$

где I_g - допустимая нагрузка на проводник согласно ПУЭ-76.

для отдельных сварочных машин

$$I_g \geq 1{,}2\, i_э , \qquad (3\text{-}8)$$

где $i_э = i_н \sqrt{K_в}$,

1,2 - коэффициент запаса.

Провода и кабели, выбранные по условиям нагрева, проверяются по условиям защищенности аппаратами защиты согласно требованиям ПУЭ гл. III-I.

3.4.6. Для подключения сварочных машин рекомендуется применять небронированные кабели с пластмассовой изоляцией и оболочкой. При больших величинах тока рекомендуется использовать четырехжильные кабели с подключением жил по перекрестной схеме с целью снижения индуктивного сопротивления.

3.4.7. Защиту от механических повреждений ответвлений к машинам рекомендуется выполнять с использованием коробов или кожухов из листовой стали.

3.4.8. Не допускается прокладка одножильных проводов в стальных и пластмассовых трубах из-за возможных электродинамических усилий между проводами, приводящих к перемещению их друг относительно друга и перетиранию изоляции, особенно в местах изгиба труб.

3.5. Выбор аппаратов защиты.

3.5.1. Выбор аппаратов защиты сетей, питающих установки контактной сварки, должен производиться с учетом отстройки от пиковых токов, имеющих место при нормальных технологических режимах и достаточной электродинамической устойчивости к токам аварийных режимов.

При выборе аппаратов защиты ответвлений к отдельным сварочным установкам необходимо учитывать случайные броски намагничивающего тока в неблагоприятные моменты включения трансформаторов, особенно для сварочных машин с асинхронными прерывателями.

3.5.2. В качестве аппаратов защиты рекомендуется использовать автоматические выключатели с обратнозависимой от тока характеристиков, допускающие перегрузку расцепителей пиковыми токами.

Автоматические выключатели с максимальным мгновенно действующим расцепителем (отсечкой) не рекомендуются, поскольку при отстройке расцепителя от значений пиковых токов не обеспечивается достаточная чувствительность защиты к аварийным режимам, особенно к токам однофазных к.з.

3.5.3. Наиболее предпочтительны автоматические выключатели типов "Электрон" и А-3700, как обладающие достаточной устойчивостью к сверхтокам и благоприятными защитными характеристиками.

Применение автоматических выключателей типа АВМ с обратнозависимой от тока характеристикой, обеспечиваемой за счет часового механизма, недопустимо, поскольку их часовой механизм не рассчитан на частые толчки тока.

Допускается использование автоматических выключателей типа АВМ-Н без часового механизма.

3.5.4. Автоматические выключатели типа А3700 принимаются с комбинированным термобиметаллическим и электромагнитным расцепителем, если их защитные характеристики удовлетворяют условиям защиты и перегрузок пиковыми токами, и с полупроводниковым, если требуется регулирование уставок расцепителя.

3.5.5. Уставки автоматических выключателей следует выбирать:
по условиям нагрева эффективным током
а) для групп сварочных машин

$$I_{ном.р} \geq I_э; \qquad (3\text{-}9)$$

б) для ответвлений к отдельным сварочным машинам

$$I_{ном.р} \geq 1,2 I_э \qquad (3\text{-}10)$$

по условиям перегрузки пиковыми токами
а) полупроводниковых расцепителей (полупроводниковых реле МТЗ) таким образом, чтобы уставки тока трогания в зоне защиты от коротких замыканий $I_к$ и времени срабатывания $t_{пуск}$ не менее чем в 1,5 раза превышали фактические значения и длительность $I_п$.

$$I_к > 1,5 I_п ; \qquad (3\text{-}11)$$

$$t_{пуск} > 1,5 t_п . \qquad (3\text{-}12)$$

При величине уставки времени срабатывания расцепителя $t_{пуск}$ больше длительности пикового тока $t_п$ проверка расцепителя по условию перегрузки пиковыми токами не требуется.

б) комбинированных расцепителей

при синхронных прерывателях сварочного тока

$$I_{мгн} \geq 1{,}25\, I_{п}\,; \qquad (3\text{-}13)$$

при асинхронных прерывателях

$$I_{мгн} \geq 2\, I_{п}\,, \qquad (3\text{-}14)$$

где $I_{мгн}$ - уставка тока мгновенного отключения электромагнитного расцепителя.

3.5.6. Выбор номинальных токов плавких вставок предохранителей $I_{ном.\,пл.}$ должен производиться:

по условиям нагрева

$$I_{ном.пл.} \geq 1{,}2\, I_{э}\,; \qquad (3\text{-}15)$$

по условиям перегрузки пиковыми токами

$$I_{ном.пл.} \geq 0{,}5\, I_{п}. \qquad (3\text{-}16)$$

Для ответвлений к отдельным сварочным машинам

при ПВн = 0,125 $I_{ном.пл.} \geq 0{,}5\, i_{пн}$

ПВн = 0,2 $I_{ном.пл.} \geq 0{,}55\, i_{пн}$

ПВн = 0,35 $I_{ном.пл.} \geq 0{,}67\, i_{пн}$

ПВн = 0,5 $I_{ном.пл.} \geq 0{,}85\, i_{пн}$

4. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ПИТАЮЩИХ СЕТЯХ

В питающих сетях, выбранных по условиям нагрева с учетом электродинамической стойкости к сверхтокам, должны быть обеспечены нормируемые значения показателей качества электроэнергии согласно требованиям ГОСТ 13109-67 (с изменениями 1978 г.):

- отклонений напряжения на зажимах электроприемников;
- колебаний напряжения;
- несинусоидальности формы кривой напряжения ;
- несимметрии напряжения.

4.1. Для обеспечения допустимых отклонений напряжения на зажимах машин при кратковременных пиковых нагрузках допустимая потеря напряжения в питающем трансформаторе и низковольтной сети должна быть не более 10% при вероятности ее превышения 0,001.

Расчет потерь напряжения выполняется согласно п. 2.

При рациональном построении схемы электроснабжения (учете рекомендаций по выбору трансформаторов, коротких кабельных ответвлениях) максимальное отклонение напряжения, как правило, не превышает 10% при длине магистрального шинопровода до 100 м.

4.2. Допустимость колебаний напряжения следует проверять для случаев совместного питания электросварочных машин с осветительными электроприемниками от общих источников питания.

Проверка допустимости колебаний напряжения проводится из условия

$$\delta U_э \leq \delta U_{доп}, \ \% \qquad (4\text{-}1)$$

где $\delta U_{доп}$ - допустимые колебаная напряжения при $f = f_c$.

$\delta U_{доп}$ определяется:

для ламп накаливания - согласно ГОСТ 13109-67 с изм. 1978 г;

для люминесцентных ламп и ламп ДРЛ - согласно сведениям ВНИИЭ (письмо № 19-1663 от 16.04.80)- см. рис. 4.1.

$\delta U_э$ - размах эквивалентных по энергии периодических колебаний, %,

$$\delta U_э = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} \delta U_i^2 / m}, \qquad (4\text{-}2)$$

где m - число импульсов напряжения за определенный период.

4.2.1. Для группы электросварочных машин

$$\delta U_э = \frac{0{,}53 \sqrt{3} I_п Z}{U_п} \cdot 100\%, \qquad (4\text{-}3)$$

где $Z = R \cos\varphi + X \sin\varphi$ - удельная потеря напряжения в питающей сети, отнесенная к 1 А тока.

При $\cos\varphi = 0{,}6$ величина Z может быть определена по рис. 1-2.

f_c - частота колебаний.

Для группы электросварочных машин допускается принимать среднестатистические значения

$f_c = 0{,}5 - 1$ 1/сек.

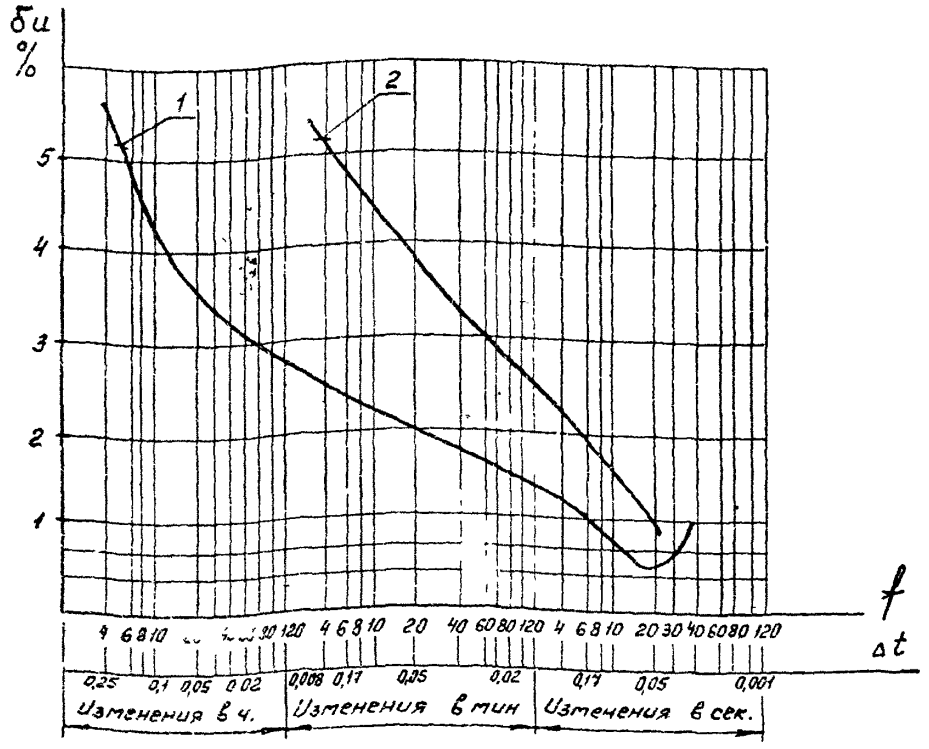


Рис. 4-1. Допустимые размахи колебаний напряжения.

1 - для ламп накаливания и ДРЛ

2 - для люминесцентных ламп

Основание: ГОСТ 13109-67 с изм. 1978 г,
письмо ВНИИЭ №А9-1663 от 19.04.80г.

4.2.2. Для одиночной машины

$$\delta U_э = \frac{\sqrt{3}\, i_н (R\cos\varphi + X\sin\varphi)}{U_н} \cdot 100\% \; ; \qquad (4\text{-}4)$$

$$f_c = 2K/t_ц , \qquad (4\text{-}5)$$

где К - число свариваемых точек за цикл сварки.

При раздельном питании осветительных электроприемников от сварочных машин проверку допустимости колебаний напряжения выполнять, как правило, не требуется.

4.3. Допустимый ГОСТ 13109-67 коэффициент несинусоидальности обеспечивается при условии, что суммарная эффективная нагрузка сварочных машин с регулируемыми тиристорными или игнитронными контакторами составляет не более 50% номинальной мощности питающего трансформатора.

При превышении этой величины коэффициент несинусоидальности должен быть проверен расчетом.
Методика расчета см. [5, 6]

4.4. Допустимая несимметрия напряжения, как правило, обеспечивается при номинальной мощности однофазных сварочных машин 600 кВА и менее.

При превышении этой величины относительное напряжение обратной последовательности должно быть проверено расчетом или определено по графику рис. 4-2 в зависимости от неравномерности нагрузки фаз и загрузки трансформатора по нагреву.

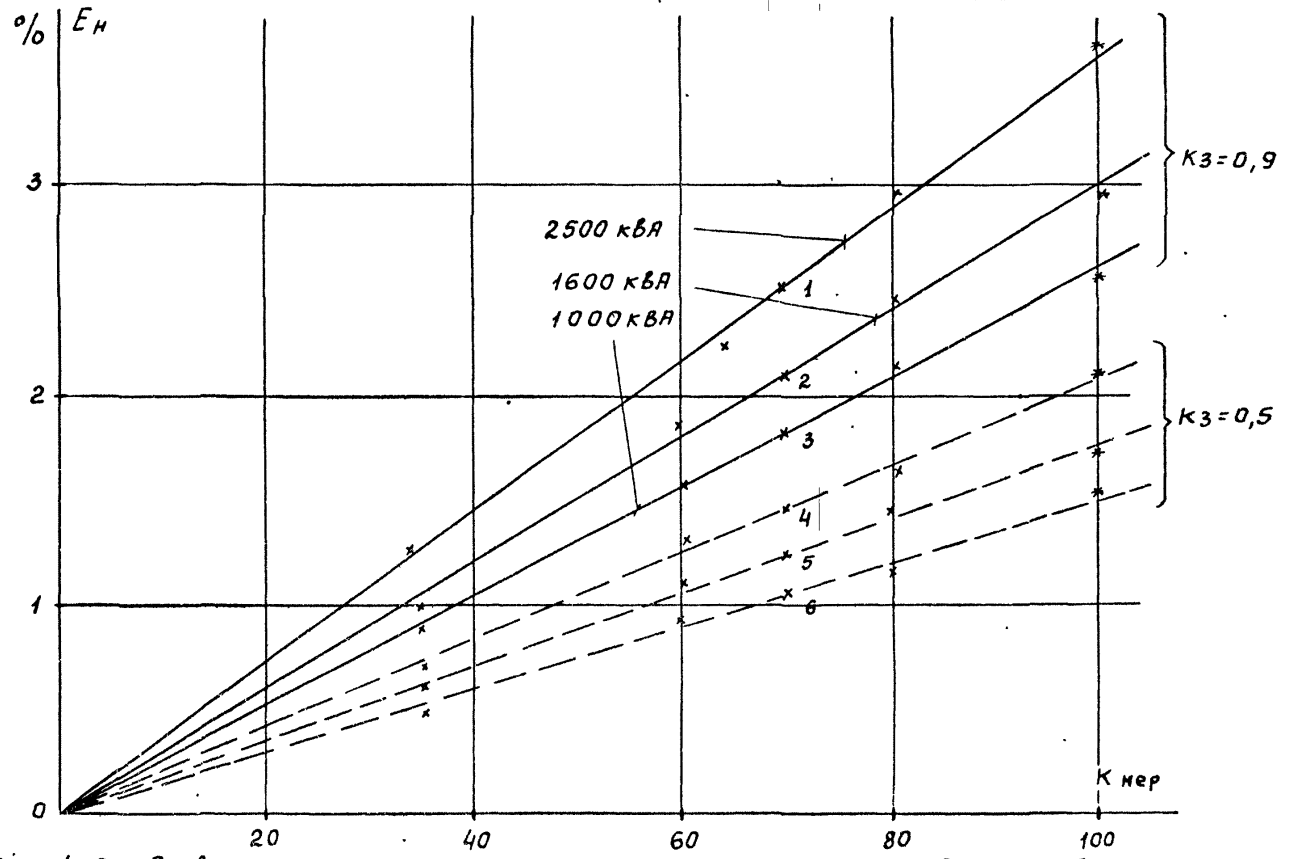


Рис 4-2. Зависимость относительного напряжения обратной последовательности от неравномерности загрузки фаз.

$K_з$ - коэффициент загрузки трансформатора по нагреву.

4.5. С целью повышения показателей качества электроэнергии в сетях , питающих установки контактной сварки, рекомендуется:

а) максимально использовать схемные решения (см.разд. 3.2);

б) применять нестандартизированные установки продольной компенсации (УПК), включаемые в сети 6 (10) кВ или в сети 0,4 кВ. Расчет параметров УПК рекомендуется производить согласно [7];

в) применять автоматическую блокировку одновременно включаемых сварочных машин (режим "ожидания").

Автоматическая блокировка одновременно включаемых машин широко используется в автоматических линиях, особенно в импортных, и может быть также выполнена и для участков с технологически не связанными установками. В таких случаях схема блокировки должна обеспечить ограничение максимального количества m одновременно включаемых машин из общего числа n самых мощных машин данного участка. Это позволяет увеличить загрузку силовых трансформаторов и снизить отклонения и колебания напряжения при том же числе подключенных машин. В некоторых случаях такая блокировка может приводить к снижению производительности. Выбор оптимального количества одновременно включенных машин должен определяться на основании технико-экономического расчета путем сравнения экономии, полученной от схемы электроснабжения, и ущерба за счет понижения производительности.

При применении автоматической блокировки расчет среднеквадратичной нагрузки должен производиться без учета блокировок. Пиковую нагрузку необходимо определять с учетом блокировок, т.е. для количества машин, которое одновременно позволяет подключить схема блокировки.

Снижение производительности при автоматической блокировке не требуется учитывать для машин точечной сварки вследствие малых значений Кв и рекомендуется рассчитывать для машин стыковой и шовной сварки.

5. КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Сварочные машины имеют сравнительно низкий $Cos\varphi$ и потребляют значительный реактивный ток, то есть требуют устройства компенсации. Установка шунтовых конденсаторов не решает проблемы, так как при резко переменной реактивной нагрузке , снижая провалы напряжения, способствует увеличению напряжения в момент минимума нагрузок и, следовательно, в целом, не снижает амплитуды колебания напряжения.

Существенное влияние на надежность работы шунтовых конденсаторов оказывают высшие гармоники напряжения, возникающие в сварочных сетях.

Применение конденсаторов параллельного включения в сетях с источниками высших гармоник приводит к возникновению резонансов тока, и конденсаторы перегружаются токами высших гармоник. Это приводит к быстрому выходу конденсаторов из строя. Поэтому применять регулируемые и нерегулируемые конденсаторные установки в сетях 0,4 кВ, питающих сварочные машины, не рекомендуется. Исключение могут составлять только конденсаторные установки с защитой от высших гармоник, которая может выполняться с помощью специальных реакторов, включенных последовательно с конденсаторными установками.

При необходимости компенсации реактивной мощности, ее целесообразно выполнять за счет смежных участков, не имеющих сварочной нагрузки, или на более высоких ступенях схемы электроснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Правила устройства электроустановок. ПУЭ-76, 5-е изд. М., Атомиздат, 1976÷1983 г.г

2 Инструкция по проектированию силового и осветительного электрооборудования промышленных предприятий СН357-77 М., Стройиздат, 1977.

3 ГОСТ 13109-67. Нормы качества электрической энергии у ее приемников, присоединенных к электрическим сетям общего пользования. С изменениями 1978 г.

4 ГОСТ 11677-75. Трансформаторы силовые. Общие технические требования.

5 Вагин Г.Я. Режимы электросварочных машин. М., Энергия, 1975 г.

6 Отчет по научно-исследовательской работе по теме "Инженерная методика расчета спектрального состава тока и напряжения в сварочных сетях при наличии у сварочных машин регулируемых контакторов. ГТИ-5879 (I-я редакция) ГО ГПИ Электропроект, 1974. (работа выполнена в содружестве с кафедрой электроснабжения Горьковского политехнического института им. А.А. Жданова).

7 Выбор установок продольной компенсации. ГТИ/5878. ГО ГПИ Электропроект, 1974.

8 Расчет электрических нагрузок машин контактной сварки методом математического моделирования. ГТИ/6111. ГО ГПИ Электропроект, 1983.

9 Руководящие указания по расчету электрических нагрузок и проектированию сетей, питающих установки контактной электросварки. Отчет по НИР Горьковского политехнического института Руководитель работы Г.Я. Вагин,
№ ГР 0182.3007960. Горький, 1975. - 84 с.

10 Вагин Г.Я., Иванов В.Б. Оценка уровней несинусоидальности при сварочной нагрузке. - В кн. "Современные задачи преобразовательной техники: Матер. Всесоюзн.научно.техн.конф. Киев, институт Электродинамики АН УССР, 1975, с. 272-279.

СПРАВОЧНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ МАШИН КОНТАКТНОЙ СВАРКИ.

П.I.I. Краткие сведения о технологии контактной сварки.

П.I.I.I. Основными видами контактной сварки являются: точечная, рельефная, шовная (роликовая) и стыковая.

П.I.I.2. При точечной сварке (рис. П.I-I а,б) металлические листы сжимаются усилием Р между электродами точечной машины. Электроды соединяются со вторичным витком сварочного трансформатора. За счет протекания сварочного тока, достигающего десятков килоампер, происходит расплавление металла в центральной, наиболее нагретой зоне, после чего ток отключается. После охлаждения образуется местное соединение деталей в виде круглой сварной "точки". В зависимости от числа одновременно свариваемых точек различают одно, двух и многоточечную сварку.

П.I.I.3. При рельефной сварке (рис. П.I.I.в) соединяемые детали свариваются одновременно в одной или нескольких точках или по всей площади соприкосновения, определяемой специальными рельефами (выступами), предварительно выполненными в одной из деталей. Образуются сварочные соединения, аналогичные точечным.

П.I.I.4. При шовной (роликовой) сварке (рис. П.I-2) свариваемые детали собираются внахлестку и сжимаются усилием Р между роликами. После сжатия деталей включается ток, подводимый от сварочного трансформатора к роликам. Последние, вращаясь, перемещают изделие.

Роликовая сварка может быть непрерывной (рис. П.I-2Б), прерывистой (рис. П.I-2В) и шаговой (рис. П.I-2Г).

П.I.I.5. При стыковой сварке (рис. П.I-3) соединяемые детали свариваются по всей плоскости их касания. Применяются два основных способа стыковой сварки - сопротивлением и оплавлением.

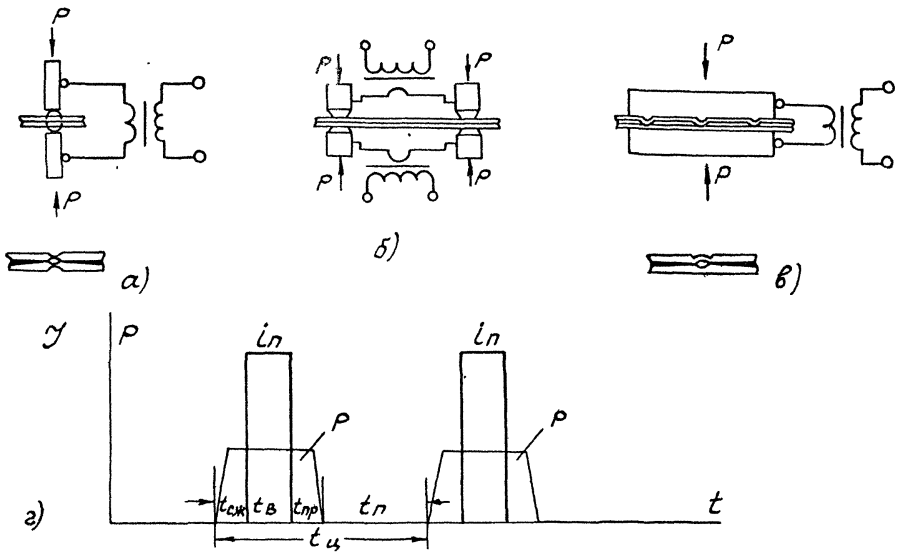


Рис. П1-1. Схемы одноточечной (а), многоточечной (б), рельефной (в) сварки и график работы.

$i_п$ – ток сварки; P – усилие сжатия электродов; $t_ц$ – время цикла одной сварки, $t_{сж}$ – время сжатия электродов; $t_в$ – время сварки; $t_{пр}$ – время проковки; $t_п$ – пауза.

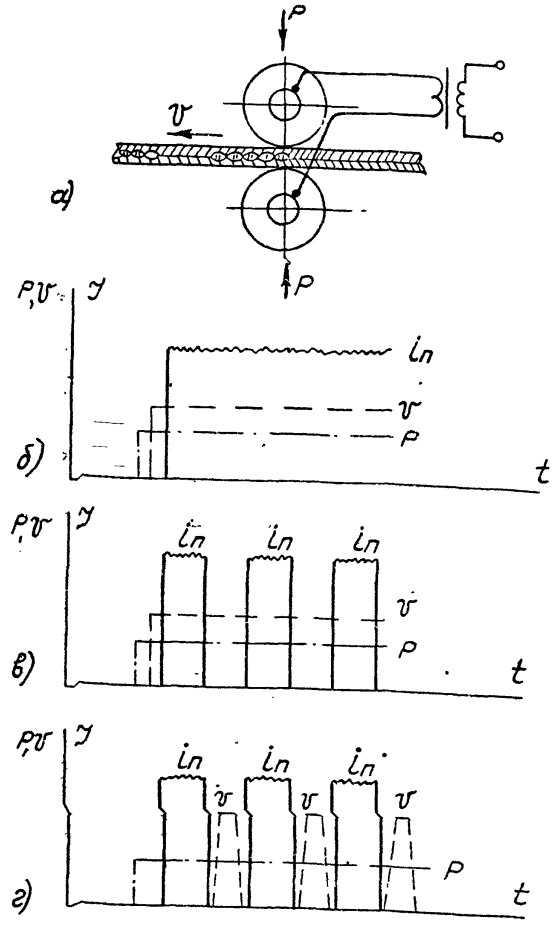


Рис. П1-2. Роликовая сварка.

а) схема сварочного процесса.
б) график работы непрерывной сварки.
в) график работы прерывистой сварки.
г) график работы шаговой сварки.

$i_п$ - ток сварки, v - скорость перемещения детали, P - усилие сжатия электродов.

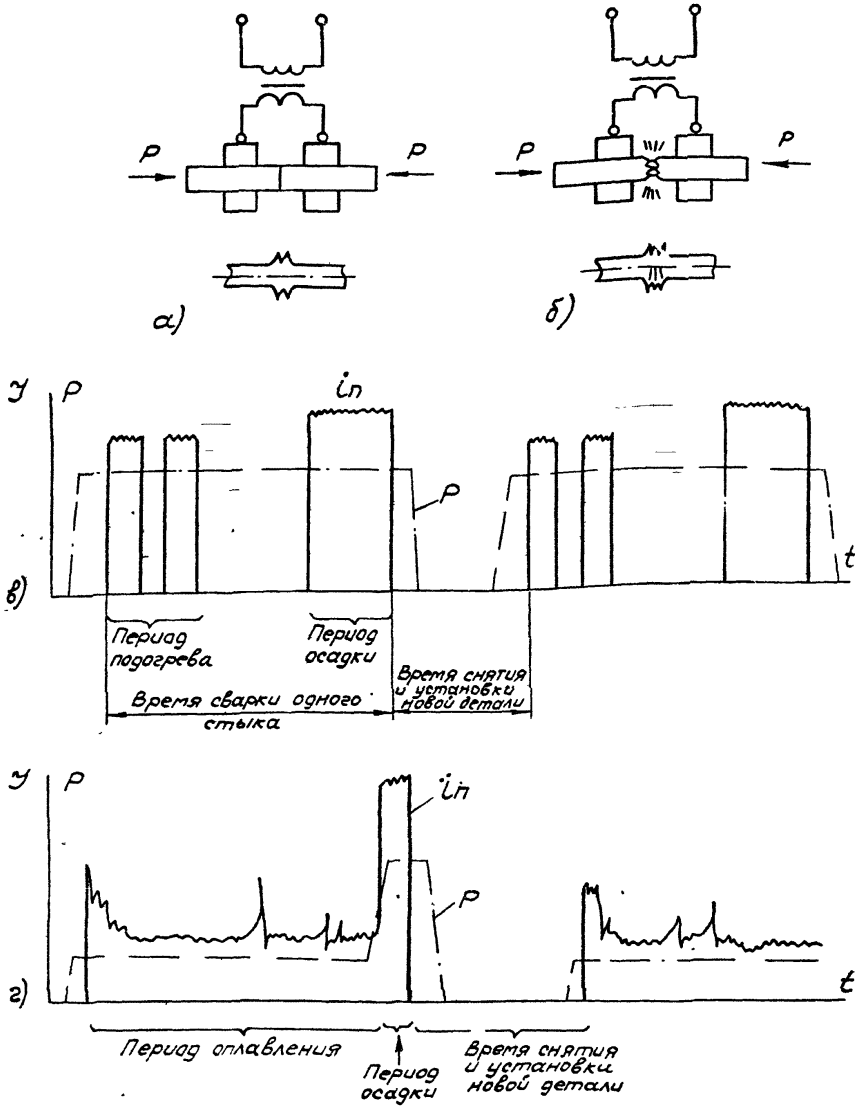


Рис. П1-3. Стыковая сварка. Схемы и графики работы.
а) и в) метод сопротивлением. б) и г) метод оплавления.

П.I.2. Краткая характеристика установок контактной электросварки.

П.I.2.I. Исходя из технологии образования сварного соединения, различают следующие виды машин контактной электросварки:

а) одноточечные;

б) многоточечные;

в) рельефные;

г) шовные (роликовые);

д) стыковые.

П.I.2.2. Одноточечные машины из-за их универсальности получили в настоящее время наибольшее распространение по сравнению с другими видами машин контактной сварки, особенно при соединении тонколистовых деталей самой различной конфигурации. Они изготавливаются мощностью от 5 до 400 кВА и обычно имеют паспортную продолжительность включения:

ПВи = 0,2 - для отечественных и ПВн = 0,5 - для импортных машин. Одноточечные машины делятся на две категории : стационарные и подвесные (сварные клещи). Одноточечные машины создают график нагрузки в виде чередующихся прямоугольных пиков тока в течение сварки и пауз. Время сварки одной точки лежит в пределах от сотых долей секунды до нескольких секунд. Указанные машины могут работать как в ручном, так и в полуавтоматическом режиме.

П.I.2.3. Многоточечные сварочные машины обеспечивают возможность дальнейшего повышения производительности труда за счет использования специального многоэлектродного оборудования.
В основу классификации этих машин положены следующие признаки: способ сжатия электродов, способ автоматизации работы схемы, количество примененных сварочных трансформаторов.

Наибольшее распространение в настоящее время получили многотрансформаторные сварочные машины, в которых используются малогабаритные сварочные трансформаторы с постоянно подключенными к ним сварочными электродами. Отсутствие коммутатора во вторичном контуре машин позволяет располагать трансформаторы близко к месту сварки и получать вторичный контур, небольшой по размерам. Зажатие изделия осуществляется всеми электродами одновременно. В машинах с небольшим количеством сварочных трансформаторов последние равномерно распределяются по фазам и включаются одновременно. В машинах с большим количеством сварочных трансформаторов предусматривается поочередное включение отдельных групп по определенно заданной программе.

Это позволяет значительно снизить расчетные нагрузки и облегчить питающие сети. Поэтому при решении проблем электроснабжения многоточечных машин необходимо иметь циклограмму их работы (количество групп сварочных трансформаторов, последовательность их включения), а также мощность отдельных трансформаторов и разбивку их по фазам и их количество в группе. Многотрансформаторные машины работают в автоматическом режиме. Диапазон установленных мощностей этих машин колеблется от 60 до 5000 кВА, а автоматических линий, включающих несколько многоточечных машин, может достигнуть десятков тысяч киловольтампер.

Диапазон мощностей сварочных трансформаторов составляет 63-260 кВА, а количество трансформаторов в группе - до 10.

П.1.2.4. Шовные или роликовые машины общего назначения изготавливаются на номинальные мощности от 3 до 600 кВА. Машины могут работать как в ручном, так и в полуавтоматическом режиме. Фактическая продолжительность включения этих машин близка

к паспортной и составляет $K_B = ПВ_н = 0,5 \div 0,7$.

П.I.2.5. Стыковые сварочные машины общего назначения изготавливаются на мощности от 0,75 до I500 кВА. При этом мощность однофазных сварочных трансформаторов может достигать I000 кВА и более.

Кроме того, исходя из условий технологии, в некоторых стыковых машинах, например, МССК-2х750, оба сварочных трансформатора по 750 кВА включаются на одну фазу параллельно и работают одновременно, создавая однофазный пик I500 кВА.
Следует также иметь ввиду, что из-за достаточно большого объема металла, нагреваемого сварочным током, продолжительность пика в машинах стыковой сварки также значительно больше, чем у машин точечной сварки , и достигает 50 сек. и более.

П.I.2.6. Рельефные сварочные машины общего назначения выпускаются на мощности от I00 до 800 кВА. Специальные рельефные машины разрабатываются на мощность до I600 кВА. Рельефные машины предназначены для работы как в ручном, так и в автоматическом режиме. Паспортная продолжительность включения этих машин ПВн = 20%. Фактическая - соответственно - - 3,5% - для ручного и I5÷20% - для автоматического режима работы.

П.I.2.7. Схемы управления сварочным током. Способ управления величиной сварочного тока машин контактной сварки определяется назначением машины, режимом ее работы и паспортной мощностью машины. Для машин небольшой мощности и малой производительности применяются контакторы механического действия.

Машины средней мощности 25-50 кВА комплектуются электромагнитными контакторами. В современных сварочных машинах мощностью от 50 кВА и выше применяются игнитронные контакторы. Работа контакторов ограничивается только включением и выключением первичной обмотки сварочного трансформатора. При необходимости плавного регулирования сварочного тока используются игнитронные прерыватели (асинхронные и синхронные), работа которых оказывает влияние на характер кривой сварочного тока и, следовательно, на выбор защиты, а именно:

а) при применении прерывателя игнитронного асинхронного (КИА), допускающего включение на положительную или отрицательную полуволну напряжения независимо от того, током какой полярности был намагничен трансформатор в последний полупериод предшествующего цикла сварки, значение начального пускового тока может в десятки раз превысить величину установившегося тока;

б) при применении синхронных прерывателей - ПИТ и ПИШ (для точечной и шовной сварки), последние, кроме плавной регулировки сварочного тока и корректировки симметричной работы, обеспечивают включение сварочного трансформатора на целое число периодов напряжения.

Включение машин в этом случае также сопровождается переходным процессом намагничивания, однако этот процесс протекает более благоприятно, так как синхронный прерыватель работает так, что начало сварки приходится на полупериод одной вполне определенной полярности, а конец - на полупериод обратной полярности.

П.I.3. Особенности режимов работы установок контактной сварки и их влияние на показатели качества электроэнергии.

П.I.3.I. График нагрузки установок контактной сварки носит импульсный характер и характеризуется большими, часто следующими друг за другом, пиками относительно небольшой продолжительности (см. рис. *П1-2*).

Фактическая продолжительность включения составляет

$$Кв = 0{,}02 \div 0{,}5.$$

Резкопеременный график нагрузки машин приводит к появлению питающей сети отклонений и колебаний напряжения.

Отклонения напряжения оказывают значительное влияние на качество самой сварки, т.к. приводят к пропорциональному отклонению сварочного тока, что значительно изменяет температурный режим сварки . Чрезмерные повышения напряжения в электрической сети, имеющие место, как правило, в ночной и вечерней сменах, могут вызывать прожоги и выплески металла, особенно при шовной сварке. Снижение напряжения ниже допустимого может быть одной из причин наиболее серьезного дефекта - - непровара.

Допустимые отклонения напряжения на зажимах электроприемников регламентируются требованиями СН 357-77. Для сварочных машин допустимые отклонения от номинального напряжения определяются допустимым процентом брака сварки и составляют:

а) длительно при нормальных пиках сварочного тока

- (8-I0) %;

б) кратковременно, при совпадении пиков нагрузки нескольких машин - на основании специального расчета, учитывающего, с одной стороны, вероятность совпадения пиков и, с другой стороны, допустимый процент брака сварки.

При сварке специальных сталей (жаропрочных и т.п.) допустимые отклонения напряжения на зажимах сварочных машин могут быть уточнены по результатам специальных исследований их влияний на качество сварки.

Колебания напряжения вызывают колебания светового потока электроосветительных установок. ГОСТ 13109-67 нормирует допустимый размах колебаний в зависимости от их частоты (рис. 4-1).

Чувствительна к колебаниям напряжения бесконтактная аппаратура в схемах управления и автоматики и радиоаппаратура.

П.I.3.2. Большинство машин контактной электросварки являются однофазными потребителями электроэнергии, мощность которых достигает 1500 кВА при напряжении 380 В. При их работе возможно появление в сети сверхнормативного напряжения обратной последовательности, которое неблагоприятно сказывается на работе двигателей. ГОСТ 13109-67 допускает падение напряжения от тока обратной последовательности в сетях с установками контактной сварки не более 2%, с интегральной вероятностью превышения 0,95 в течение часа.

Порядок величины напряжения обратной последовательности может быть представлен из рассмотрения простейшего примера: при номинальной нагрузке между двумя фазами (напр.АВ), при отсутствии нагрузки между другими фазами величина токов обратной последовательности составит 0,6 $I_{нт}$ трансформатора ,что

создает при $e_к$ = 5,5% падение напряжения 3,3%, то есть выше допустимого.

При точечной сварке предельные пики несимметричных токов весьма кратковременны (как правило, не превышают долей секунды), а их интегральная вероятность ниже нормируемой.

При стыковой сварке, длительность которой может составлять минуты, вероятность несимметричных токов может превысить нормируемую величину 0,95.

С точки зрения увеличения потерь электроэнергии в двигателях и их перегрева, пределы допустимой несимметрии могут рассматриваться только при оценке возможности опрокидывания двигателей, что может иметь место при значительной несимметрии напряжения и длительности тока. Исследования показали, что коэффициент несимметрии напряжений в сварочных сетях колеблется в пределах 1÷5%, что не может привести к опрокидыванию эл.двигателей при любой их загрузке.

Несимметрия напряжения; вызываемая сварочной нагрузкой, может сказаться на схемах управления и автоматики самих сварочных машин и других производственных механизмов.

П.I.3.3. Использование для регулирования сварочного тока тиристорных и игнитронных контакторов приводит к искажению синусоиды тока, в результате чего сварочные машины сами являются генераторами высших гармоник тока, которые растекаются по всем электрически связанным сетям.

Наличие в сетях высших гармоник тока и напряжения приводит к следующим явлениям:

а) Повышается аварийность оборудования в результате ускоренного старения изоляции. В первую очередь это относится к статическим конденсаторам, эл.двигателям, кабелям и, в несколько меньшей степени, к трансформаторам.

б) Повышаются потери электроэнергии от высших гармоник в сетях за счет снижения коэффициента мощности.

в) Увеличивается вероятность ложного срабатывания релейной защиты и автоматики.

г) Ограничивается применение конденсаторных батарей для компенсации реактивной мощности.

ГОСТ 13109-67 нормирует несинусоидальность кривой напряжения, при которой действующее значение всех высших гармоник не должно превышать 5% действующего значения напряжения основной частоты.

Результаты обследования сварочных цехов показывают:-

а) В питающих сетях в спектре тока определяющими являются 1,3,5,7 и 9-я гармоники. Величина их может достигать соответственно 95, 35, 25, 15 и 10% от амплитуды суммарного тока.

б) Коэффициент несинусоидальности напряжения в сварочных сетях при загрузке питающих трансформаторов эффективной мощностью до 50% номинальной мощности трансформатора обычно не превышает 5 %, регламентируемых ГОСТ 13109-67.

П.1.3.4. Игнитронные контакторы создают в сети значительную составляющую постоянного тока. Появление ее вызывается различным состоянием отдельных игнитронов контактора (величина вакуума, уровень и толщина окисной пленки ртути и т.д.), что приводит к несовпадению дугового разряда в них по фазе и интенсивности, и другими причинами.

Наличие в сварочных сетях постоянной составляющей приводит к подмагничиванию сердечников трансформаторов и других электрических машин и к увеличению потребления мощности из сети.

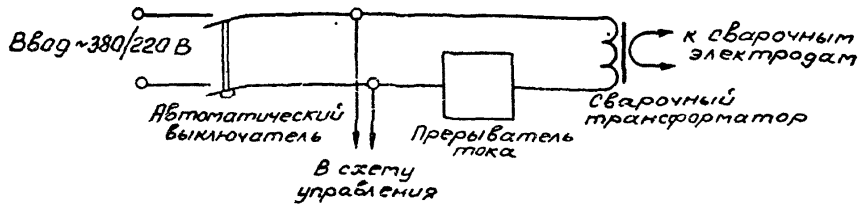


Рис. П1-4. Схема силовых цепей машин одноточечной и рельефной сварки.

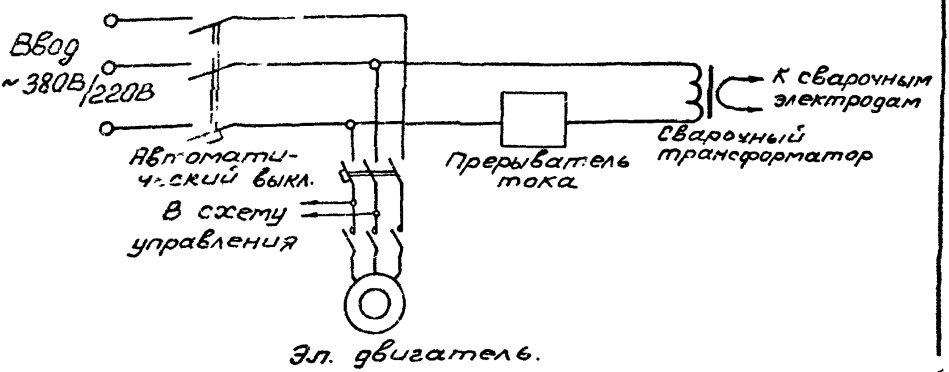


Рис П1-5 Схема силовых цепей машин шовной (роликовой) и стыковой сварки.

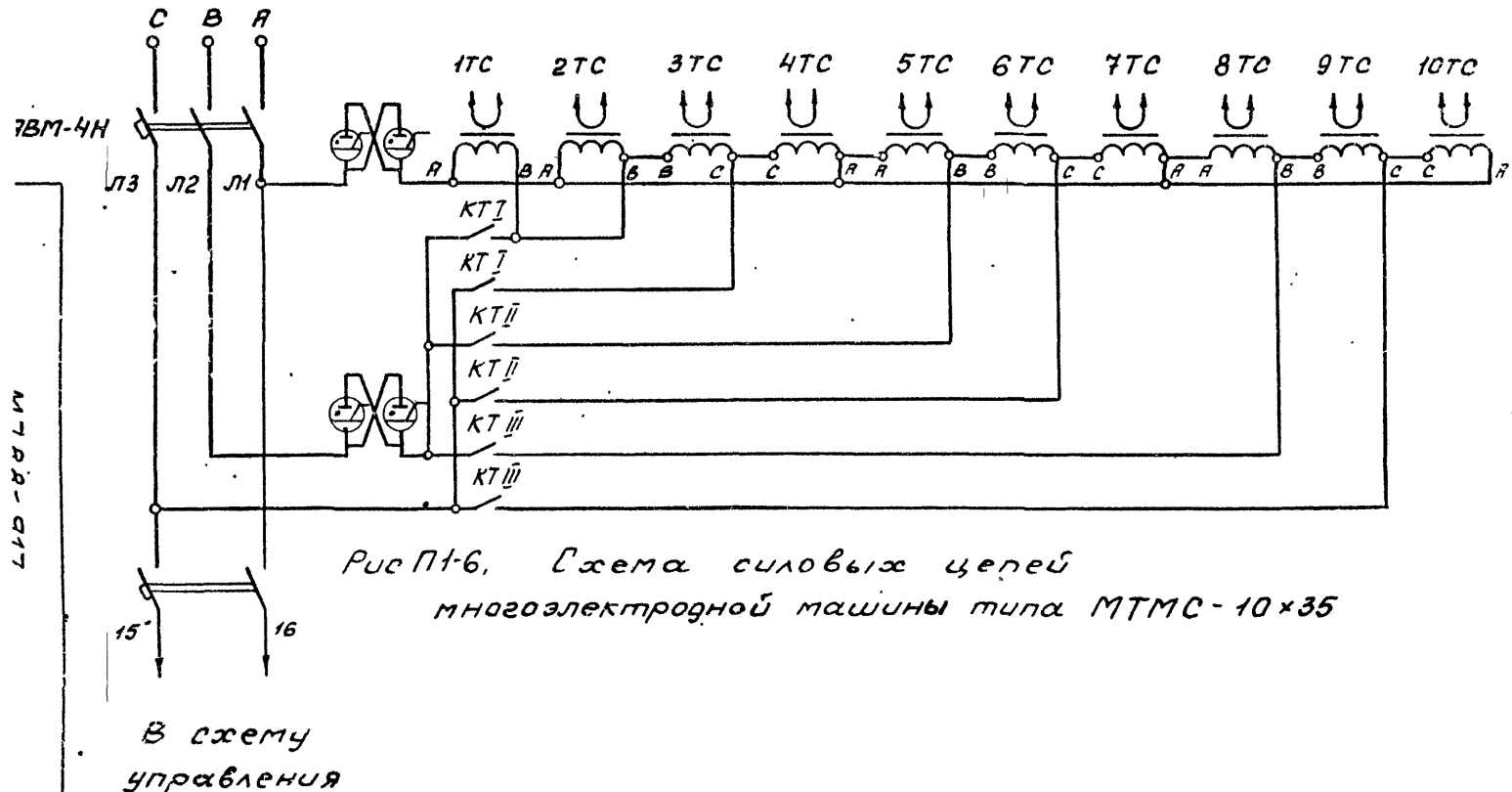


Рис П1-6. Схема силовых цепей многоэлектродной машины типа МТМС-10×35

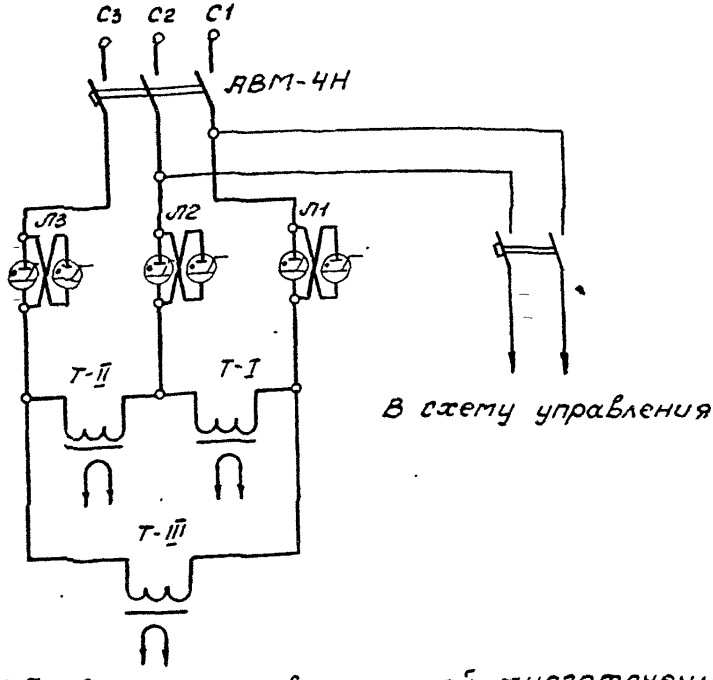


Рис. П1-7. Схема силовых цепей многоточечной машины типа МТМК-3×100-3

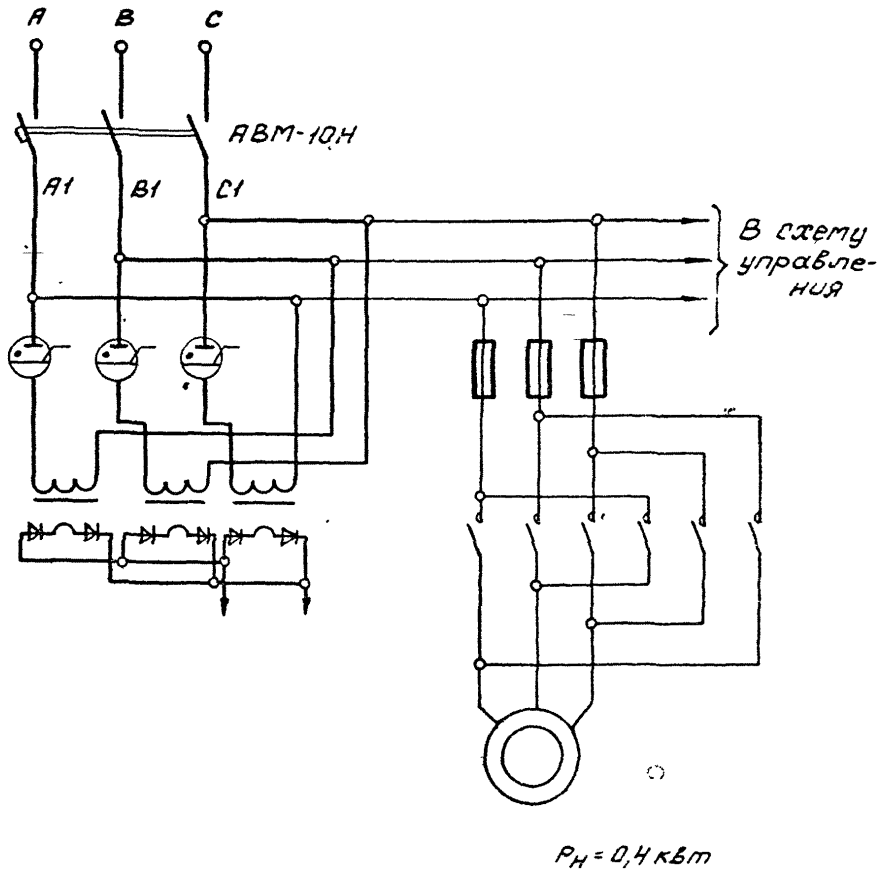


Рис П1-8. Схема силовых цепей машины шовной сварки на постоянном (выпрямленном) токе типа МШВ-6301-1.

Таблица П1-1

Технические данные машин контактной сварки.

Тип	U перв, В	Частота, Гц	$S_н$, кВА	ПВ$_н$, %	$I_н$ свар. кА	$I_н$ длит. вторичн. кА	Кол-во ступеней регулир.	Номин. ступень регулир.	U втор. В
	Точечные машины								
МТ-602	220/380			20	6,3				1,25-2,5
МТ-604	220 380				6,6	2,8			
МТ-805									
МТ-810	220 380	50,60	20	50	8	3,6	8	7	
МТ-1204									
МТ-1209	220/380		50				8		2,2-4,4
МТ-1210	380		54	20	12,5		8	7	2,3-4,6
МТ-1214	220 или 380		50	20	12,5		8		2,2-4,4
МТ-1215	380	50	53	20	12,5		8	7	2,1-4,3

Продолжение таблицы П1-1

Тип	$U_{перв}$ В	Частота Гц	$S_н$ кВА	$ПВ_н$, %	$I_н$ свар. кА	$I_н$ длит. вторичн. кА	Кол-во ступеней регулир.	Номин. ступень регулир.	$U_{втор}$. В
МТ-1216	380		59	20	12,5		8	7	2,2-4,4
МТ-1217	380	50	70		12,5	9			
МТ-1218	380	50	60	20	12,5				
МТ-1219	380		44	32	12,5		8		
МТ-1220	380		44	32	12,5		8		
МТ-1221	380				12,5	9,0			
МТ-1222	380			32	12,5	7			2,3-4,6
МТ-1223	380		85	50	12,5	5,6	8		
МТ-1607	380	50	86	20	16		8		2,9÷5,7
МТ-1609	220/380		85	20			8		3,0-6,0
МТ-1610	380	50	86	20	16		8	7	2,9÷5,7
МТ-1613	380	50	86	20	16		8	7	2,9-5,7
МТ-1614	220/380		90		16	7	8	7	3,08-6,08

Продолжение таблицы ПТ-1

Тип	U перв. В	Частота Гц	$S_н$, кВА	$ПВ_н$, %	$У_н$ свар. кА	$У_н$ длит. вторичн. кА	Кол-во ступеней регулир.	Номин. ступень регулир.	U втор. В
МТ-1616	380		84	32	16		8		
МТ-1617	380	50	100	32	16				
МТ-1618	380		100		1,6	9	6	6	
МТ-1621	380				16	9			
МТ-2002	380				20	9	8		
МТ-2507	380	50	170	20	25		16	15	3,4-6,8
МТ-2510	380	50	170	20	25		16	15	3,4-6,8
МТ-2517	380	50	215	50 или 32	25				5,41-8,45
МТ-2518	380	50			25	9	8	7	(2,72-5,44 2,14-4,28
МТ-2521	380				25	14			
МТ-3201			350		32	10			
МТ-4001	380	50	365	20	40		16	15	4,5-9,0
МТ-4002	380	50	365		40		8	7	3,4-6,8
МТ-4017			495		40	18			

Продолжение таблицы П1-1

Тип	U перв. В	Частота Гц	$S_н$ кВА	$ПВ_н$ %	$У_н$ свар. кА	$У_н$ длит. вторичн. кА	Кол-во ступеней регулир.	Номин. ступень регулир.	$U_{вторн.}$ В
МТП-803	380		80	I2,5	8	2,8	6		2,5-3,5
МТП-804	380		I50		8	3,2	6		
МТП-805	380		I50		8	3,2	6		
МТП-806	380		60	50	8	3,6			
МТП-807	380		80	50	8		8		
МТП-808									
МТП-I202	380	50	I70	20	I2,5		6	6	8,I-I2,4
МТП-I203	380	50	I70	20	I2,5				
МТП-I205	380		2I0		I2,5	5,6	6		
МТП-I206	380		2I0		I2,5	5,6	6		
МТП-1601	380	50	220	20	16		6	6	8,65÷13,1

Инв № подл	Подпись и дата	Взам инв №

Продолжение таблицы П1-1

Тип	U перв. В	Частота Гц	$S_н$ кВА	$ПВ_н$ %	$I_н$ свар. КА	$I_н$ длит. вторичн. КА	Кол-во ступеней регулир.	Номин. ступень регулир.	U втор. В
МТПГ-75-6	220 380	50	75	20	8		I6		4,87-I9,48
МТПП-75	220/380	50	75	20	8		I6	7	4,87-I9,48
МТПУ-300	380	50	300	8	32		I6	I5	2,3-9,3
МТПГ-I50-2	380	50	I65	20	I2,5		I6	7	6,9-27,6
МТП-I50/I200-IМ	380	50	I45	20	I6		8	7	4,3-8,5
МТЛ I50/I200-3М	220/380		I50	20	I6		I6		3,34-I0,5
МТП-200/I200	380		I90	20	20		8	7	5,2-I0,4
МТПВ-808	380		I65		8	3,6	8		
МТПВ-I207	380		280		I2,5	5,6	8		

М788-917

Лист 70

Продолжение таблицы П1-1

Тип	U перв. В	Частота Гц	$S_н$, кВА	$ПВ_н$, %	$У_н$ свар. кА	$У_н$ длит. вторичн. кА	Кол-во ступеней регулир.	Номин. ступень регулир.	U втор. В
МТМ-11	380	50	16х115 =1840	20	16		6		3,1-4,5
МТМ-33	380	50	100	12,5	16		6	6	3,58-5,56
МТМ-35									
МТМ-67	380		90		10	1,4			
МТМ-69У4	380				32		4		10,1
МТМ-88	380	50	1350	8,5	12,5				
МТМК-3х100									
МТМК-3х100 -3	380	50	270	20	12,5		16	2,32-7,25	
МТМК-3х100 -4	380	50	3х100	20	30	5,6	16	15	
МТМС-10х х35	380		450	12,5	8		8		

Продолжение таблицы П1-1

Тип	Uперв. В	Частота, Гц	$S_н$, кВА	$ПВ_н$, %	$I_н$ свар. кА	$I_н$ длит. вторичн. кА	Кол-во ступеней регулир.	Номин. ступень регулир.	Uвтор. В
	Роликовые машины								
МР-1607	380		70	12,5	16		8		2,3-4,6
МР-2507	380		131	20	25		16		2,6-5,2
МР-2517	380		160		25	11,2	6		
МР-4002	380	50	310	20	40		16	15	3,5-6,9
МР-4017	380		368		40	18	8		
МР-6303	380		600	20	63		16		2,3-9,1
МРК-10001	380	50	28		100				
МРК-3201	380		5		32				

М788-917

Лист 2

Продолжение таблицы П1-1

Тип	U перв, В	Частота Гц	$S_н$, кВА	$ПВ_н$, %	$У_н$ свар. кА	$У_н$ длит. вторичн кА	Кол-во ступеней регулир	Номин. ступень регулир	U втор. В
МТК 5-3	380				32				
МТК-75	380	50	75				7.*	6	
МТК-I20I	220/380		2		I2,5				
МТК-I60I	220/380	50	2		I6				
МТК-500I	380		20(В.А)		50				
МТК-630I	380		40		63				
МТК-8004	380	50	70		80				
МТВ-80	380			20		80			
МТВ-I60	380			I2,5		I60			
МТВ-500I	380		300		50		8		5,I6
МТВ-5002	380	50	300		50	22,4	8		5,I6
МТВ-8002	380		600		80	36	I6		
МТВР-400I	380		350	I2,5	40				
МТВ-6303	380	50	600	32	63				

Продолжение таблицы П1-1

Тип	U перв. В	Частота, Гц	$S_н$, кВА	$ПВ_н$, %	$I_н$ свар. кА	$I_н$ длит. вторичн. кА	Кол-во ступеней регулир.	Номин. ступень регулир.	$U_{втор.}$ В
	Стыковые машины								
МСС-160I	220/380				16	1,4			
МС-2008	380	50	150		52	9			
МСС-2502	380				25	4,5	8		
МСС-250I	380				25	2,8			
МС-403У4	220/380		7,5		4		16	15	0,55-2,0
МС-30IУ4	380		5,1		3,2		6	5	
МС-502У4	380		12,2		5	1,4	8	7	
МС-802У4	380		24,5	12,5	8		6		
МС-1602	220/380		96,5		16	7	8		
МСО-1202	380	50	317	20		14	16	13	3,87-11,9
МСО-602	380		250		45	12,5	16		4,0-7,9

Продолжение таблицы П1-1

Тип	U перв. В	Частота Гц	$S_н$ кВА	$ПВ_н$ %	$У_н$ свар. кА	$У_н$ длит. вторичн. кА	Кол-во ступеней регулир.	Номин. ступень регулир.	U втор. В
МСО-0802	380	50	100		30	3,6	8		2,4-4,4
МСО-0801	380	50	170		30	3,6	8		-"-
МСО-40.01	380		1000	50		50			
К-617	380		150	20	20				
	Шовные машины								
МШ-1601	220/380		75	50	16				2,25-4,5
МШ-2001-1	380	50	130	50	20				5,32
МШ-3201	380		323	50	32				8,56
МШВ-6301	380			32	63		24		
МШР-300/1200-3	380	50	220 300	32 50	32 25		8		5,62-11,24
МШИ-150	380		150	12,5	20		16		2,95-5,9
МШС-75-1	380	50	86	20	12,5		8		3,78-7,56
МШПБ-150--73	380	50	200				8		3,7-7,4

Продолжение таблицы П1-1

Тип	U перв., В	Частота Гц	$S_н$, кВА	$ПВ_н$, %	$I_н$ свар. кА	$I_н$ длит. вторичн. кА	Кол-во ступеней регулир.	Номин. ступень регулир.	U втор., В
МШВ-800I	380	50	600		80	32	I6	I6	I
МШВ-I60I	380		I33		I6	II,2	8	7	
МШВ-I202	380		80		I2,5	3,6			
МШВ-630I	380		630	32	63	36	8	7	
МШ-I60I	220/380	50,60	75	50			8	7	2,25-4,5
МШ-I00I	220/380		27		I0		8		I,74-3,5
МШП-I50IУ4	380	50 60	I50	I2,5	20		I6	I5	2,95-5,9 3,4-6,8
МШ-3204	380		250		32	32			4,5I-6,5
МШМ-IУ4	380		500		32	28			
МШ-I00I	220/380		27	50	I0		8		I,74-3,48
МШП-I00	380	50	I00	50	I6		8	7	
МШП-I50	380	50	I50	50	20		8	7	
МШП-200	380	50	200	50	25		8	7	

Продолжение таблицы П1-1

Тип	$U_{перв}$, В	Частота, Гц	$S_н$, кВА	$ПВ_н$, %	$I_н$ свар., кА	$I_н$ длит. вторичн. кА	Кол-во ступеней регулир.	Номин. ступень регулир.	$U_{втор}$. В
	Прочие машины								
ПРК-4001	380	50	11		40	4			
К243ВУ4	380		25,4 доп.	8	16	4,5	6	4	3,4-6,6
К264	380		90-потр 25	12,5	6,3	2,2	6	5	
ПРК-12002			40		120	16			
АТМС-14х75-7-1	380	50	количество тр-ров-18 1500	8			8	7	2,87-6,31
МС-2008	380	50	150	20	20		16	15	4,05-8,1
МТВ-2001	380		165		20	9	8		
ПТП-1201	380				12,5				
КТ-801	380		30	12,5	8		9	8	2,5-3,5

Таблица П1-2

Сварочные трансформаторы.

Тип	Мощность кВА	ПВ% ном.	Число ступеней	Вторичное напряжение В	Расчетный ток к.з., А перв.	Расчетный ток к.з., А втор.	$U_{перв}$ В	$U_{н}$ св., А	cos φ
ТД-500-1У2	32						220 380	500	
ОСВК-25/75	75	50	8		150	9000	365	25кА	
ТПС-2000У3	2	40		0,96÷7,84 0,84÷6,72		250	220 380		
ТД-502У2	26,6	60		73 59	70		380	500	0,8
ТСП-2	19,4	20		30			220 380	300	0,6
ТД-500	32	60		30				500	0,53
ТД-300	19,4	60		30				300	0,51
ТД-304	19,4	50		35				300	0,6
ТДП-1	11,4	20		26,4			220 380	160	0,5
СТШ-500	33	60		30			380	500	0,53
СТШ-500-80	44,5	60		50			380	500	0,53
ТШС-1000-3	150		18	56			380	900	
ТДФ-1001	82						220 380	1000	
ТДФ-1601	182						380	1600	
СТН-450	40	65		30				450	
ТШС-1000-1	54	80	18	38÷62			380	1000	
ТШС-1000-3	160	80	18				380	1000	
ТД-306У2	17,5	25		30			220 380	250	
ТДР-1601	130	25			337			1600	

Таблица П1-3.

Контакторы тиристорные.

Тип	КТ-02	КТ-03	КТ-04	КТ-05	КТ-06	КТ-07	КТ-08	КТ-09
$U_н$ пит. сети, В	220	380	380	220 ÷ 440				
$У_н$ (А) при длит. импульса ≤ 0,5с. ПВ = 50%	800	800	1300					
ПВ = 20%	850	850	1400					
ПВ = 5%	1000	1000	1600					
$У_н$. (А) при длит. импульса ≤ 20с ПВ = 50%	700	700	1200					
ПВ = 20%	750	750	1300					
ПВ = 5%	850	850	1500					
Тип коммутирующего прибора				ТС14-25	ТС14-250	ТС14-320	ТС14-250	ТС14-320
Вид охлаждения				естественное.			водяное	естественное
Тип исполнения				открытое			защищенное	

Таблица П1-1.

Прерыватели типа ПСЛ

Тип	$U_н$ пит. сети В	$S_н$, кВА	$I_н$ коммутир., А.	
			в точечном режиме	в шовном режиме
ПСЛ-200	220 380	100	250	200
ПСЛ-300	220 380	100	750	300
ПСЛ-600	380 415	100	1500	600
ПСЛ-700	380	100	750	700
ПСЛ-1200	380	100	1300	1200
ПСЛТ-1500 УЧ	380		при ПВ=50% 1500	при ПВ=20% 3500

Предель регулир. свар. тока
30÷100
30÷100
30÷100
30÷100
40÷100

Таблица П1-5

Выбор защитной аппаратуры для машин контактной сварки.

Тип машины	Номинальные и расчетные данные					Защитный аппарат		
	$S_н$, кВА	$I_{пн}$, А	$I_п = I_{пн}k_з$, А	$U_н$, В	$i_э = i_п\sqrt{k_в}$	Ток плавкой вставки $I_{пл.вст.}$	Автомат А3700: комбинированный (термобиметаллическ. расцепитель) $I_н$	Автомат А3700: электромагнитный расцепитель $I_{мгн}$
Машины точечной сварки								
Одноточечные машины								
МТ-810	20	92	74	220	17	40	20	630
		53	43	380	9,8	25	16	630
МТ-1209	50	230	184	220	42	100	50	1600
		132	106	380	18	60	25	1600
МТ-1210	54	142	114	380	19,4	60	25	1600
МТ-1214	50	230	184	220	32	100	40	1600
		132	106	380	18	60	25	1600
МТ-1215	53	140	112	380	19	60	25	1600
МТ-1216	59	156	124,8	380	27,9	80	40	1600

Продолжение таблицы П1-5

Тип машины	Номинальные и расчетные данные					Защитный аппарат		
						Ток плавкой вставки	Автомат А3700	
							Комбинированный (термобиметаллическ. расцепитель	Электромагнитный расцепитель
	$S_н$ кВА	$i_{пн}$, А	$i_п = i_{пн} \cdot K_з$, А	$U_н$, В	$i_з = i_п \sqrt{к_в}$	$I_{пл.вст.}$	$I_н$	$I_{мгн}$
МТ-I2I7	70	I80	I44	380	34,6	80	50	I00
МТ-I2I8	60	I58	I26,4	380	28,3	80	40	I600
МТ-I2I9	44	II8	94,4	380	2I,I	50	25	I600
МТ-I220	44	II8	94,4	380	2I,I	50	25	I600
МТ-I223	85	225	I80	380	40,3	I00	50	I600
МТ-I607	86	225	I80	380	40,3	I00	50	I600
МТ-I609	85	390	3I2	220	70	I00	I00	I600
		225	I80	380	40,3	I00	50	I600
МТ-I6I3	86	225	I80	380	40,3	I00	50	I600
МТ-I6I4	86	390	3I2	220	70	I60	I00	I600
		225	I80	380	40,3	I00	50	I600
МТ-I6I5	84	222	I78	380	40	I00	50	I600

Продолжение таблицы П1-5

Тип машины	Номинальные и расчетные данные					Защитный аппарат		
						Ток плавкой вставки	Автомат А3700	
	$S_н$, кВА	$I_{пн}$, А	$i_п = i_{пн} \cdot K_3$, А	$U_н$, В	$I_э = I_п \sqrt{K_в}$	$I_{пл.вст}$	Комбинированный (термобиметаллическ. расцепитель) $I_н$	Электромагнитный расцепитель $I_{маг}$
МТ-1616	84	222	178	380	40	100	50	1600
МТ-1617	100	264	210	380	47,2	125	63	1600
МТ-1618	100	264	211	380	47,2	125	63	1600
МТ-2507	170	450	360	380	81	200	100	1600
МТ-2510	170	450	360	380	81	200	100	1600
МТ-2517	215	570	456	380	102	250	125	1600
МТ-2518	142	375	300	380	67,2	160	80	1600
МТ-3201	350	921	737	380	164	400	200	2500
МТ-4002	365	970	776	380	174	400	250	2500
МТП-803	30	80	136	380	31	80	40	1600
МТП-804	150	395	671,5	380	150,4	400	200	2500

Продолжение таблицы П1-5

Тип машины	Номинальные и расчетные данные					Защитный аппарат		
						ток плавкой вставки	Автомат А3700	
	$S_н$, кВА	$i_{пн}$, А	$i_п = i_{пн} \cdot K_з$, А	$U_н$, В	$i_з = i_п \sqrt{K_в}$	$I_{пл\ вст.}$	комбинированный (термобиметаллическ. расцепитель), $I_н$	электромагнитный расцепитель $I_{эм}$
МТП-805	150	395	671,5	380	150,4	400	200	2500
МТП-806	60	158	316	380	71	160	100	1600
МТП-807	80	210	358	380	80,2	200	100	1600
МТП-1202	170	450	760,5	380	170,4	400	250	2500
МТП-1203	170	450	760,5	380	170,4	400	250	2500
МТП-1205	210	552	939	380	210	500	250	2500
МТП-1206	210	552	939	380	210	500	250	2500
МТП-1601	220	579	984	380	220,5	500	320	3200
МТПГ-75-6	75	341	580	220	130	320	160	1600
		197	335	380	75	200	100	1600
МТПУ-300	300	790	1342	380	300	800	400	4000
МТПГ-150-2	165	434	738	380	165	400	200	2500

Продолжение таблицы П1-5

Тип машины	Номинальные и расчетные данные					Защитный аппарат		
	$S_н$ кВА	$i_{пн}$, А.	$i_п = i_{пн} \cdot кз$, А	$U_н$, В	$i_э = i_п \sqrt{кв}$	Ток плавкой вставки $I_{пл.вст.}$	Автомат А3700: Комбинированный (термобиметаллическ. расцепитель), $I_н$	Автомат А3700: Электромагнитный расцепитель $I_{мгн.}$
МТП-150/1200-ВМ	145	382	649	380	145	400	200	2500
МТП-200/1200	190	500	850	380	190,4	500	250	2500
МТПВ-808	165	434	738	380	165,4	400	200	2500
МТПВ-1207	280	737	1253	380	281	800	400	4000
МТК-75	75	197	158	380	35,4	80	50	1600
МТК-1601	2	9,1	7,3	220	1,7	6	2 (АЕ2000)	
		5,3	4,2	380	0,9	6	1,25 -"-	
МТК-6301	40	105,3	84,2	380	19	50	25	630
МТК-8004	70	184	147,4	380	33	80	40	1600
МТВ-5001	300	789,5	631,6	380	141,5	320	200	2500
МТВ-5002	300	789,5	631,6	380	141,5	320	200	2500
МТВ-8002	600	1578,9	1263	380	283	630	400	4000

Продолжение таблицы П1-5

	Номинальные и расчетные данные					Защитный аппарат		
						Ток плавкой вставки	Автомат А3700	
	$S_н$	$i_{пн}$	$i_п = i_{пн} \cdot КЗ$	$U_н$	$i_э = i_п \sqrt{КВ}$		Комбинированный (термобиметаллическ. расцепитель)	Электромагнитный расцепитель
	КВА	А	А	В		I пл. вст.	$I_н$	I мгн
МТВР-4001	350	921	737	380	165	400	200	2500
МТВ-6303	600	1579	1263	380	283	630	400	4000
	Многоточечные машины							
МТМС-10х35	10х45= =450			380				
Режим одновр. вкл.тр-ра		715	715		321,8	400	400	4000
		715	715		321,8	400	400	4000
		618	618		278,1	400	400	4000
Режим поочер. вкл.тр-ра		310	310		140	160	200	2500
		310	310		140	160	200	2500
		204	204		92	160	200	2500

Продолжение таблицы П1-5

Тип машины	Номинальные и расчетные данные					Защитный аппарат		
	$S_н$, кВА	$i_{пн}$, А	$i_п = i_{пн} \cdot кз$, А	$U_н$, В	$i_э = i_п \sqrt{кв}$	Ток плавкой вставки $I_{пл\ вст}$	Автомат А3700: Комбинированный (термобиметаллическ. расцепитель) $I_н$	Автомат А3700: Электромагнитный расцепитель $I_{мгн}$
АТМС-14х75-7-1	18х75=1350	8		380				
Режим одноврем. включения свар. тр-ра		2160	2160		972		1250 (Э16)	
Режим поочередного вкл. тр-ра		720	720		324	400	400	4000
МТ.К-3х100	3х90=270	410	410	380	185	200	250	2500
	Роликовые машины							
МР-1607	70	184,2	147,4	380	47,2	80	63	1600
МР-2507	131	344,7	275,8	380	88,3	160	125	1600
МР-2517	160	421	336,8	380	107,8	200	160	1600
МР-4002	310	815,8	652,6	380	208,8	320	250	2500
МР-4017	368	968,4	774,7	380	248	400	320	3200

Продолжение таблицы П1-5

Тип машины	Номинальные и расчетные данные					Защитный аппарат		
	$S_н$ кВА	$i_{пн}$, А	$i_п = i_{пн} \cdot кв$, А	$U_н$,	$i_э = i_п \sqrt{кв}$	Ток плавкой вставки I пл. вст.	Автомат А3700: Комбинированный (термобиметаллическ. расцепитель) $I_н$	Автомат А3700: Электромагнитный расцепитель I мгн.
МР-6303	600	1579	1263	380	404	630	630 (Э06)	
МР-10001	28	73,7	59	380	19	32	25	630
МР-3201	5	13	11	380	4	6	5 (АЕ2000)	
	Шовные машины							
МШ-1601	75	341	273	220	212	160	320	3200
		197	158	380	123	100	160	1600
МШ-2001	130	342	274	380	213	160	320	3200
МШ-3201	323	850	680	380	527	400	630 (Э06)	
МШЛ-150	150	395	316	380	245	160	320	3200
МШПР-300/1200-3	220	579	453		359	250	630 (Э06)	
	300	790	632	380	490	320	630 (Э06)	
МШПС-75-1	86	226	181	380	140	100	200	2500

Продолжение таблицы П1-5

Тип машины	Номинальные и расчетные данные					Защитный аппарат		
						ток плавкой вставки	Автомат А3700	
	$S_н$, кВА	$I_{пн}$, А	$I_п = I_{пн} \cdot K_з$, А	$U_н$, В	$I_з = I_п \sqrt{K_в}$	$I_{пл.вст.}$	Комбинированный (термобиметаллический расцепитель) $I_н$	Электромагнитный расцепитель $I_{тен.}$
МШПБ-150	200	526	421	380	326	250	400	4000
МШВ-800	600	1579	1263	380	979	800	2000 (325)	
МШВ-160	133	350	280	380	217	160	320	3200
МШВ-1202	80	211	168	380	130,2	100	160	1600
МШВ-630	630	1658	1326	380	1028	800	1250 (ЭТ6)	
МШ-160	75	341	273	220	211	160	320	3200
		197	158	380	122	80	160	1600
МШ-100	27	71	57	380	44	32	63	1600
МШП-150	150	395	316	380	245	160	320	3200
МШ-3204	250	658	526	380	408	320	630 (306)	
МШМ-1	500	1316	1053	380	816	630	1000 (ЭТ6)	

Продолжение таблицы П1-5

Тип машины	Номинальные и расчетные данные					Защитный аппарат		
	$S_н$,	$i_{пн}$,	$i_п = i_{пн} \cdot кз$,	$U_н$,	$i_э = i_п \sqrt{кв}$	Ток плавкой вставки $I_{пл\ вст.}$	Автомат А3700: Комбинированный (термобиметаллический расцепитель), $I_н$	Автомат А3700: Электромагнитный расцепитель $I_{мгн}$
	Стыковые машины							
МС-2008	150	395	178	380	80	100	100	1600
МС-4034	7,5	20	9	380	6	6	8 (АЕ 2000)	
МС-301	5,1	13,4	6	380	4	6	5 -"-	
МС-502	12,2	32	14,5	380	9,7	10	16	630
МС-1602	96,5	439	197	220	132	125	160	1600
		254	114	380	77	63	100	1600
МС-802	24,5	65	29	380	19,4	20	25	630
МСО-1202	317	834	918	380	206	500	250	2500
МСО-602	250	658	724	380	162	400	200	2500
МСО-0802	100	263	290	380	65	160	80	1600
МСО-0801	170	448	492	380	110	250	160	1600
МСР-40.01	1000	2632	2895	380	648	—	800(306)	

Приложение 2

Примеры расчетов электрических нагрузок и потерь напряжения

Таблица П2-I

Определение ориентировочной эффективной мощности машин контактной сварки. Пример

Сварочная машина		Исходные данные			Расчетные данные, кВА		
Тип	Количество	S_y, кВА	$K_з$	$K_в$	$S_п = S_y K_з$	$S_с = S_п K_в$	$S_э^2 = S_п^2 K_в$
SPM-I09	I	900	I,0	0,0I	900	9,0	8I00
SPM-I08	I	900	I,0	0,0I	900	9,0	8I00
SPM-I9	I	500	I,0	0,0I	500	5,0	2500
SPM-2I	I	500	I,0	0,0I	500	5,0	2500
МТП-600	I	600	0,7	0,03	420	I2,6	5300
МТП-200	2	200х х2	0,7	0,03	I40х2	4,2х2	I200
SPM-500	I	550	I,0	0,0I	550	5,5	3000
SPM-I03	I	450	I,0	0,0I	450	4,5	2000
МТПГ-75	2I	75х2I	I,I	0,025	82х2I	2,05х2I	3540
Итого:						I02	36600

Всего: $S_э \approx \sqrt{I02^2 + 3 \cdot 36600} \approx 347$ кВА.

Таблица П2-2

Определение средних, эффективных и пиковых нагрузок машин контактной сварки. Пример

Тип машины	Фазность	кВА	Среднестатистические коэффициенты		Пиковая сварочных машин, А	Средняя нагрузка, А	Дисперсия нагрузки, А	Эффективная нагрузка, А
			Кз	кВ				
SPM-I09	3	900	I,0	0,0I	I367	I3,7	I8690	I37
SPM-I03	3	900	I,0	0,0I	I367	I3,7	I8690	I37
SPM-I9	2	500	I,0	0,0I	II39	II,4	I2370	II4
SPM-2I	I	500	I,0	0,0I	-	-	-	-
МТП-200	I	200	0,7	0,03	368	II,0	4060	64
МТП-200	I	200	0,7	0,03	368	II,0	4060	64
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	-	-	-	-
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	-	-	-	-
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	2I7	5,4	II80	34
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	-	-	-	-
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	2I7	5,4	II80	34
МТП-600	I	600	0,7	0,03	II05	33	36630	I9I
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	-	-	-	-
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	2I7	5,4	II80	34
МТПГ-85	I	75	I,I	0,025	-	-	-	-
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	2I7	5,4	II80	34
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	-	-	-	-
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	2I7	5,4	II80	34
SPM-500	I	550	I,0	0,0I	I447	I4,5	20940	I45
SPM-I03	I	450	I,0	0,0I	-	-	-	-
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	-	-	-	-
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	2I7	5,4	II80	34
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	-	-	-	-
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	2I7	5,4	II80	34
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	-	-	-	-

Продолжение табл. П2-2

Тип машины	Фазность	кВА	Среднестатистические коэффициенты		Пики сварочных машин,	Средняя нагрузка,	Дисперсия нагрузки,	Эффективная нагрузка,
			Кз	КВ	А	А	А	А
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	217	5,4	II80	34
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	217	5,4	II80	34
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	-	-	-	-
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	217	5,4	II80	34
МТПГ-75	I	75	I,I	0,025	217	5,4	II80	34

Таблица П2-3

Определение средних, эффективных и пиковых нагрузок машин контактной сварки. Пример.

Рассчитываемая величина	Расчетное значение	Расчетная формула	Примечание
$\bar{I}$, А	168	(I-19)	
DI, $А^2$	128400	(I-23)*	
$I_э$, А	396	(I-21)	
n	18	-	
$\bar{K}_в$	0,0225	(I-28)	
$П_э$	9,9	(I-26)	
β	6,3	(рис.I-I)	
$I_п$, А	2430	(I-24)	

Таблица II2-4

Определение потери напряжения в сетях, питающих машины контактной сварки. Пример

Тип машины	Кв	Пики токов сварочных машин, $i_п$, А			ℓ, м	Удельная потеря напряжения 10^{-2} В/А	Фиктивная нагрузка сварочных машин $\Delta U_п$, В			Средняя фиктивная нагрузка $\Delta\overline{U} = \Delta U_п k_в$			Дисперсия фиктивн. нагрузки $d_{\Delta U} = \Delta U_п^2 k_в^2$		
		A	B	C			AB	BC	CA	AB	BC	CA	AB	BC	CA
SPM-I09	0,0I	I367	I367	I367	I0	0,53I	I2,6	I2,6	I2,6	0,I26	0,I26	0,I26	I,588	I,588	I,588
SPM-I08	0,0I	I367	I367	I367	I0	0,53I	I2,6	I2,6	I2,6	0,I26	0,I26	0,I26	I,588	I,588	I,588
SP-19	0,0I	II39	658	658	I5	0,547	I4,9	6,2	6,2	0,I49	0,062	0,062	2,220	0,387	0,387
SPV-2I	0,0I	-	I3I5	I3I5	I5	0,547	8,6	I4,4	8,6	0,086	0,I44	0,086	0,I30	2,074	0,I30
MTM-200	0,03	368	368	-	20	0,563	4,I	I,0	I,0	0,I23	0,03	0,03	0,504	0,030	0,030
MTM-200	0,03	368	368	-	20	0,563	4,I	I,0	I,0	0,I23	0,03	0,03	0,504	0,030	0,030
MTMP-75	0025	-	2I7	2I7	25	0,579	0,6	2,5	0,6	0,0I5	0,062	0,0I5	0,009	0,I56	0,009
MTMP-75	0,025	-	2I7	2I7	25	0,579	0,6	2,6	0,6	0,0I5	0,062	0,0I5	0,009	0,I56	0,009
MTMP-75	0025	2I7	2I7	-	25	0,579	2,5	0,6	0,6	0,062	0,0I5	0,0I5	0,I56	0,009	0,009
MTMP-75	0025	-	2I7	2I7	25	0,579	0,6	2,5	0,6	0,0I5	0,062	0,0I5	0,009	0,I56	0,009
MTMP-75	0025	2I7	2I7	-	25	0,579	2,5	0,6	0,6	0,062	0,0I5	0,0I5	0,I56	0,009	0,009
MTM-200	0,03	II05	-	II05	30	0,595	8,3	8,3	I3,I	0,099	0,099	0,393	0,327	0,327	5,I48
MTMP-75	0025	-	2I7	2I7	35	0,6II	0,7	2,6	0,7	0,0I7	0,065	0,0I7	0,0I2	0,I69	0,0I2
MTMP-75	0025	2I7	2I7	-	35	0,6II	2,6	0,7	0,7	0,065	0,0I7	0,0I7	0,I69	0,0I2	0,0I2
MTMP-75	0025	2I7	2I7	-	35	0,6II	2,6	0,7	0,7	0,065	0,0I7	0,0I7	0,I69	0,0I2	0,0I2
MTMP-75	0025	-	2I7	2I7	35	0,6II	0,7	2,6	0,7	0,0I7	0,065	0,0I7	0,0I2	0,I69	0,0I2
MTMP-75	0025	2I7	2I7	-	35	0,6II	2,6	0,7	0,7	0,065	0,0I7	0,0I7	0,I69	0,0I2	0,0I2

Продолжение таблицы П2-4

Тип машины	Кв	Пики токов сварочных машин, А			$\ell_м$	Удельная потеря напряжения 10^{-2} В/А	Фиктивная нагрузка сварочных машин $\Delta U_п$, В			Средняя фиктивная нагрузка $\Delta U = \Delta U_п \cdot K_в$, В			Дисперсия фиктивн. нагрузки $\alpha_{\Delta U} \approx \Delta U^2 K_в$, $В^2$		
		A	B	C			AB	BC	CA	AB	BC	CA	AB	BC	CA
SIM-500	0,01	I447	I447	-	40	0,627	I8,I	4,5	4,5	0,I8I	0,045	0,045	3,27	0,202	0,202
SPM-I03	0,0I	-	II84	II84	40	0,627	3,7	I4,8	3,7	0,037	0,I48	0,037	0,I37	2,I9	0,I37
МТПГ-75	0,025	-	2I7	2I7	50	0,659	0,7	2,9	0,7	0,0I7	0,072	0,0I7	0,0I2	0,2I0	0,0I2
МТПГ-75	0,025	2I7	2I7	-	50	0,659	2,9	0,7	0,7	0,072	0,0I7	0,0I7	0,2I0	0,0I2	0,0I2
МТПГ-75	0,025	-	2I7	2I7	50	0,659	0,7	2,9	0,7	0,0I7	0,072	0,0I7	0,0I2	0,2I0	0,0I2
МТПГ-75	0,025	2I7	2I7	-	50	0,659	2,9	0,7	0,7	0,072	0,0I7	0,0I7	0,2I0	0,0I2	0,0I2
МТПГ-75	0,025	-	2I7	2I7	60	0,69I	0,75	3,0	0,75	0,0I9	0,075	0,0I9	0,0I4	0,225	0,0I4
МТПГ-75	0,025	2I7	-	2I7	60	0,69I	0,75	0,75	3,0	0,0I9	0,0I9	0,075	0,0I4	0,0I4	0,225
МТПГ-75	0,025	2I7	2I7	-	60	0,69I	3,0	0,75	0,75	0,075	0,0I9	0,0I9	0,225	0,0I4	0,225
МТПГ-75	0,025	-	2I7	2I7	60	0,69I	0,75	3,0	0,75	0,0I9	0,075	0,0I9	0,0I4	0,225	0,0I4
МТПГ-75	0,025	2I7	-	2I7	60	0,69I	0,75	0,75	3,0	0,0I9	0,0I9	0,075	0,0I4	0,0I4	0,225
МТПГ-75	0,025	2I7	2I7	-	60	0,69I	5,0	0,75	0,75	0,075	0,0I9	0,0I9	0,225	0,0I4	0,0I4

М 788-917

Лист 56

Таблица П2-5

Определение максимальной потери напряжения в сетях, питающих машины контактной сварки. Пример

Рассчитываемая величина	Фаза			Расчетная формула	Примечание
	АВ	ВС	СА		
$\Delta \bar{U}$, в	I,82	I,68	I,36	(2-4)	
$D_{\Delta U}$, в^2	I2,I00	I0,400	9,900	(2-6)	
n	30	30	30	–	
$\bar{K}_в$	0,02	0,02	0,02	(2-5)	
$n_э$	I3,7	I3,6	9,34	(2-8)	
β	5,I	5,I	5,4	рис.I-I	
$\Delta U_{м}$, в	I9,6	I8,I	I8,3	(2-7)	

Таблица П2-6

Определение средних, эффективных и пиковых нагрузок стыковых сварочных машин. Пример

Тип машины	Фазность	Пиковый ток, А/ коэффициент включения, о. е. $i_п/K_в$	Средняя нагрузка, А $\bar{i}$	Дисперсия нагрузки, А $di = i_п^2 K_в (1-K_в) \approx i_п^2 K_в$
МСО-500	I			
включение		575/0,03	I7,3	9920
оплавление		469/0,26	I22	42300
осадка		I280/0,02	25,6	32800
МСО-500	I			
включение		575/0,03	I7,3	9920
оплавление		469/0,26	I22	42300
осадка		I280/0,02	25,6	32800
МСО--I000	I			
включение		I050/0,025	26,3	27600
оплавление		720/0,6I	439	I23000
осадка		2340/0,03	70,2	I64000
МСО-I000	I			
включение		I050/0,025	26,3	27600
оплавление		720/0,6I	439	I23000
осадка		2340/0,03	70,2	I64000

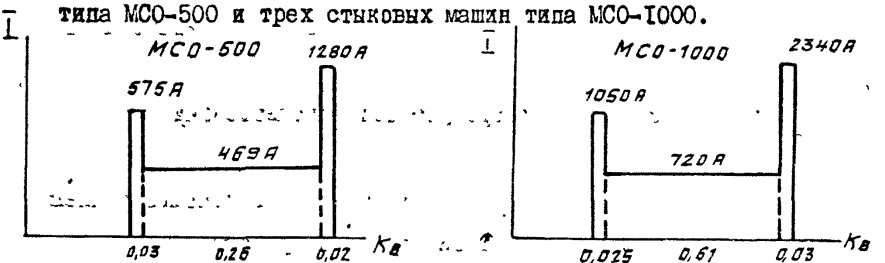
Таблица П2-7

Определение средних, эффективных и пиковых нагрузок стыковых сварочных машин. Пример

Рассчитываемая величина	Режим				Расчетная формула	Примечание
	включение	оплавление	осадка	Итого		
$\bar{I}$, А	86	I220	I92	I400	(I-I9)	
$\sum I^2$, $А^2$	75000	33I000	394000	800000	(I-23)	
$I_э$, А		I260		I660	(I-2I)	
n			4			
$\bar{К}в$			0,025		(I-28)	
$n_э$			3,74		(I-26)	
β			4,8		рис.I-I	
$I_п$, А			3200	4460	(I-24)	

Примечания:

I. Расчет выполнен для случая установки в цехе 3-х стыковых машин типа МСО-500 и трех стыковых машин типа МСО-I000.



2. Режимы оплавления рассмотрены как длительные режимы, а режимы включения и осадки - как пиковые, объединенные блокировкой от одновременной работы. Результирующий пиковый ток определен как сумма пикового тока режимов осадки и эффективного тока режимов оплавления.

Применение ЭВМ при выполнении расчетов.

В условиях отсутствия комплексной системы автоматизированного проектирования электротехнической части промышленных предприятий, учитывающей специфику электроприемников с импульсным графиком нагрузки, ряд локальных задач проектирования питающих сетей установок контактной сварки может быть уже в настоящее время выполнен с использованием ЭВМ. Наиболее трудоемкими задачами для крупных сварочных цехов являются расчеты электрических нагрузок и потерь напряжения. Эти расчеты достаточно легко выполняются с использованием ЭВМ. При этом могут быть выделены два типа методов:

I - с использованием аналитических вероятностных методов расчета импульсных нагрузок;

II - с использованием математических методов моделирования графиков работы машин.

Первый метод проще, однако менее точен из-за введения ряда упрощений (усреднение времени сварки, коэффициентов включения и загрузки и т.д.).

Второй метод точнее, но требует при использовании уточненных исходных данных.

Описание методик расчетов пиковых нагрузок с использованием математических методов моделирования графиков работы машин:

а) при циклических графиках - [8];

б) при ациклических графиках - [9].

Приложение 4

Определение частоты пиковых токов.

При наличии исходных данных о частоте или продолжительности $t_{св}$ пиковых токов индивидуальных сварочных машин расчет частоты результирующих расчетных пиковых токов для уточнения электродинамической стойкости трансформаторов и шинопроводов, может быть выполнен по формуле

$$\nu_x = \frac{E_x}{t_x}, \qquad (П4\text{-}1),$$

где t_x - средняя продолжительность пиковых токов, с

$$t_x \approx \frac{t_{св}}{m}, \qquad (П4\text{-}2)$$

где m - количество совпавших в работе машин

$$m = n\bar{K}_в + \beta\sqrt{n\bar{K}_в(1-\bar{K}_в)} \qquad (П4\text{-}3)$$

Величина m может быть определена по кривым рис. П4-1.
Величина n соответствует общему фактическому количеству машин.

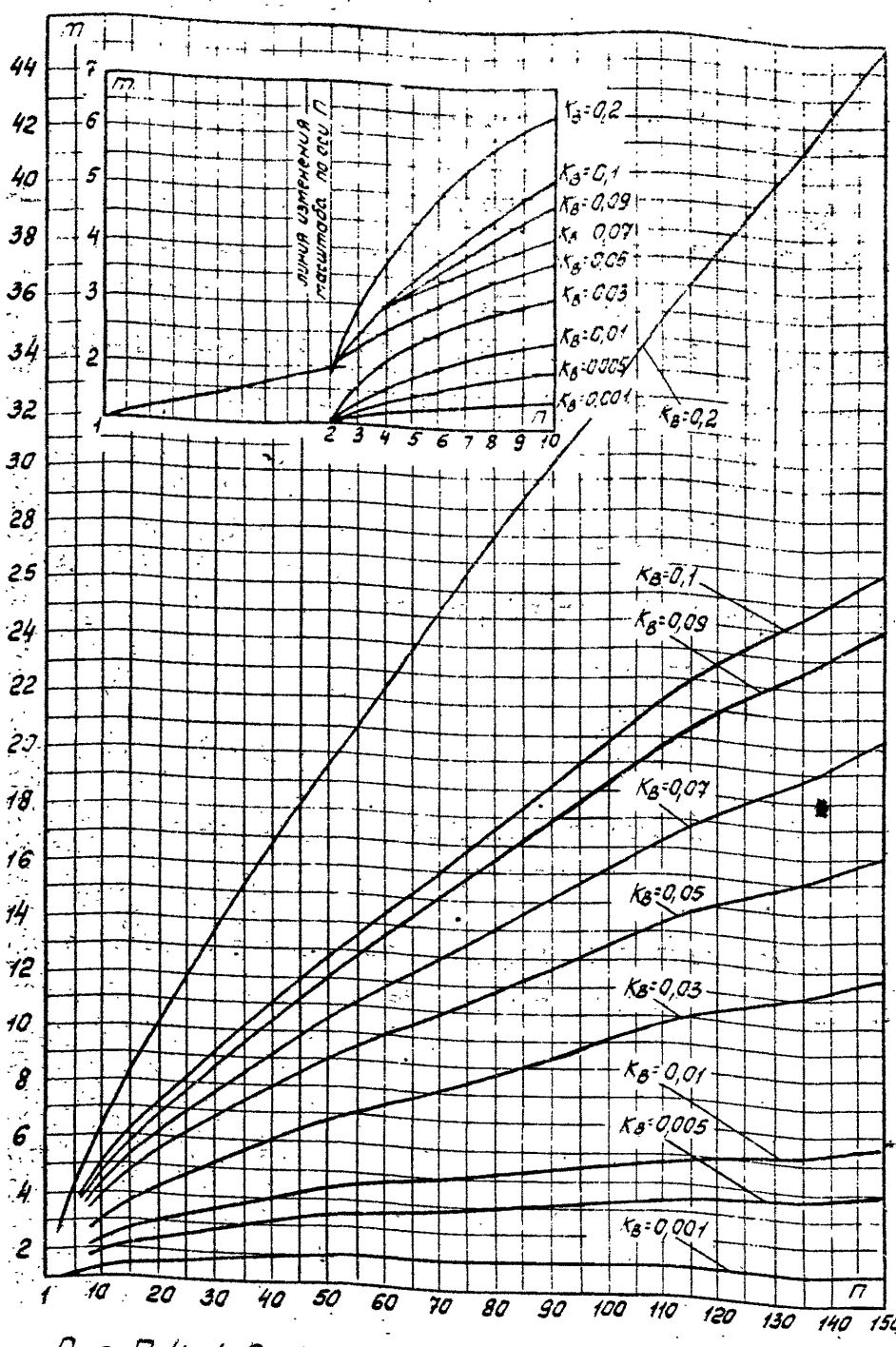


Рис. П 4-1. Расчетные графики для определения вероятного максимального числа одновременно включенных машин.

gost.e-ecolog.ru