

ЗАДАЧА

по ЭО № 3

***Расчет силовой нагрузки однофазных электроприемников,  
работающих в ПКР (на примере сварочного цеха)***

Однофазные сварочные машины и установки характеризуются малыми временами импульсов и циклов сварки. При выборе сетей по нагреву в качестве расчетной нагрузки принимается эффективная  $S_{эф}$  (средняя квадратичная) нагрузка. Основными показателями режимов работы электросварочных машин, необходимыми для расчета электрических нагрузок, являются коэффициент загрузки  $K_3$  и фактическая продолжительность включения  $ПВ_{ф}$ , являющиеся справочными величинами (приложение И).

В первую очередь сварочные установки распределяют равномерно по фазам. Если  $ПВ_{ф}$  и  $K_3$  у установок отличается незначительно, то распределение по парам фаз проводят по принципу равенства паспортных мощностей

$$\sum_1^{n_{AB}} S_{\text{пасп}} \approx \sum_1^{n_{BC}} S_{\text{пасп}} \approx \sum_1^{n_{AC}} S_{\text{пасп}}, \quad (19)$$

где  $S_{\text{пасп}}$  - паспортная мощность установок, подключенных на линейное напряжение;

$n_{AB}$ ,  $n_{BC}$ ,  $n_{AC}$  - количество установок, подключенных соответственно к фазам А и В, В и С, А и С.

При резко отличных  $ПВ_{\phi}$  и  $K_3$ , распределение установок по фазам следует производить по принципу равенства эффективных мощностей

$$\sum_1^{n_{AB}} S_{\text{эф}} \approx \sum_1^{n_{BC}} S_{\text{эф}} \approx \sum_1^{n_{AC}} S_{\text{эф}}. \quad (20)$$

При небалансе мощности не более 15 % нагрузка наиболее загруженной фазы определяется по формуле

$$S_{\text{эф}}^{(3)} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n S_{\text{ср},i}\right)^2 + \sum_{i=1}^n (S_{\text{эф},i}^2 - S_{\text{ср},i}^2)}, \quad (21)$$

где  $S_{\text{ср},i}$  - средняя мощность одной сварочной машины;

$S_{\text{эф}}$  - эффективная мощность одной сварочной машины;

$n$  - число машин, подключенных к данной паре фаз.

При небалансе мощностей по фазам более 15%  $S_{\text{эф}}^{(3)}$  определяется по формуле

$$S_{\text{эф}}^{(3)} = \sqrt{3} \sqrt{S_{\text{эф},AB}^2 + S_{\text{эф},AC}^2 + S_{\text{эф},AB} \cdot S_{\text{эф},AC}}, \quad (22)$$

где  $S_{\text{эф},AB}$ ,  $S_{\text{эф},AC}$  - эффективная нагрузка наиболее загруженных пар фаз АВ и АС.

Средняя и эффективная мощности сварочных машин определяются:

$$S_{\text{ср}} = K_3 \cdot ПВ_{\phi} \cdot S_{\text{пасп}}; \quad (23)$$

$$S_{\text{эф}} = K_3 \cdot \sqrt{ПВ_{\phi}} \cdot S_{\text{пасп}}. \quad (24)$$

**Пример 3.** Определить расчетную нагрузку сварочного участка

Таблица 3—Исходные данные для примера 3

Тип машин	$U_n$ , В	$S_{\text{пасп}}$ , кВ·А	N, шт.	$K_3$	$ПВ_{\phi}$ , от.ед.
1	2	3	4	5	6

<b>1. Точечные машины:</b>					
а) МТ-810; ПВ = 50 %	220	20	3	2,0	0,2
б) МТ-810; ПВ = 50 %	380	20	2	2,0	0,2
в) МТ-1214ПВ = 20 %	220	50	4	0,95	0,05

Продолжение таблицы 3

	1	2	3	4	5	6
д) МТ-1220; ПВ = 32 %	380	44	4	2,0	0,2	
е) МТ-1614; ПВ = 32 %	220	90	5	2,0	0,2	
<b>2. Роликовые машины:</b>						
а) МР-2507; ПВ = 20 %	380	131	3	0,75	0,56	
б) МР-4002; ПВ = 20 %	380	310	1	0,75	0,56	
<b>3. Стыковые машины:</b>						
а) МС-2008; ПВ=12,5 %	380	150	4	0,5	0,2	
б) МС-1602; ПВ=12,5 %	220	96,5	2	0,5	0,2	
г) МСО-0801; ПВ = 20 %	380	310	3	0,5	0,2	
<b>4. Шовные машины:</b>						
а) МШ-1601; ПВ = 20 %	380	75	5	0,75	0,5	
б) МШ-1601; ПВ = 50 %	220	75	3	0,75	0,5	
в) МШ-1001; ПВ = 50 %	380	27	2	0,75	0,5	
<b>5. Сварочные трансформаторы:</b>						
а) ТД-502У2; ПВ = 60 %	220	26,6	4	0,6	0,5	
(трехфазные)						
ТД-500; ПВ = 60 %	380	32	5	0,6	0,5	
ТДР-1601; ПВ = 25 %	380	130	2	0,6	0,5	

Решение:

1. Определяем среднюю и эффективную мощности по (23), (24) и заносим в таблицу 4.

Таблица 4 – Исходные и расчетные данные

Тип машин	$U_n, В$	$S_{пасп},$ кВ·А	$N,$ шт.	$k_3$	$PВ_{ф},$ от.ед.	$S_{ср},$ кВ·А	$S_{эф},$ кВ·А
<b>1. Точечные машины:</b>							
а) МТ-810; ПВ = 50 %	220	20	3	2,0	0,2	8	17,9
б) МТ-810; ПВ = 50 %	380	20	2	2,0	0,2	8	17,9
в) МТ-1214ПВ = 20 %	220	50	4	0,95	0,05	2,4	10,6
д) МТ-1220; ПВ = 32 %	380	44	4	2,0	0,2	17,6	39,4
е) МТ-1614; ПВ = 32 %	220	90	5	2,0	0,2	36	80,5
<b>2. Роликовые машины:</b>							
а) МР-2507; ПВ = 20 %	380	131	3	0,75	0,56	55	73,5
б) МР-4002; ПВ = 20 %	380	310	1	0,75	0,56	130,2	174
<b>3. Стыковые машины:</b>							
а) МС-2008; ПВ=12,5 %	380	150	4	0,5	0,2	15	33,5

б) МС-1602; ПВ=12,5 %	220	96,5	2	0,5	0,2	9,7	21,6
г) МСО-0801; ПВ = 20 %	380	310	3	0,5	0,2	31	69,3
<b>4. Шовные машины:</b>							
а) МШ-1601; ПВ = 20 %	380	75	5	0,75	0,5	28,1	39,8

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
б) МШ-1601; ПВ = 50 %	220	75	3	0,75	0,5	28,1	39,8
в) МШ-1001; ПВ = 50 %	380	27	2	0,75	0,5	10,1	14,3
<b>5. Сварочные трансформаторы:</b>							
а) ТД-502У2; ПВ = 60 %	220	26,6	4	0,6	0,5	8	11,3
(трехфазные)							
ТД-500; ПВ = 60 %	380	32	5	0,6	0,5	9,6	13,6
ТДР-1601; ПВ = 25 %	380	130	2	0,6	0,5	39	55,2

2. Равномерно распределяем сварочные машины по фазам. Т.к.  $k_3$  и  $ПВ_\phi$  сильно отличаются друг от друга, то оценку небаланса нагрузок будем производить по  $S_{3\phi}$ .

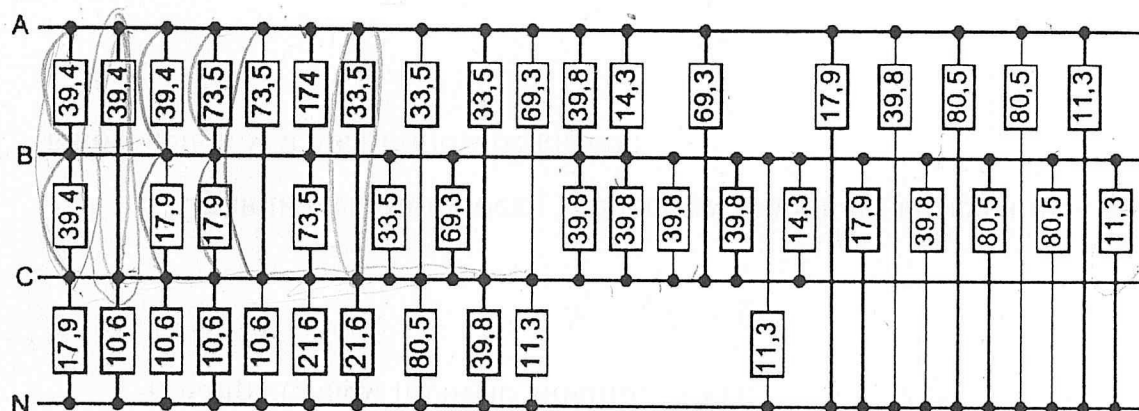


Рисунок 2 – Равномерное распределение сварочных аппаратов по фазам

3. В соответствии с рисунком имеем

$$\sum_1^{n_{AB}} S_{3\phi} = 39,4 \cdot 2 + 73,5 + 174 + 39,8 + 14,3 = 380,4 \text{ кВ} \cdot \text{А};$$

$$\sum_1^{n_{AC}} S_{3\phi} = 39,4 + 2 \cdot 17,9 + 73,5 + 33,5 + 69,3 + 4 \cdot 39,8 + 14,3 = 425 \text{ кВ} \cdot \text{А};$$

$$\sum_1^{n_{BC}} S_{3\phi} = 39,4 + 73,5 + 3 \cdot 33,5 + 69,3 \cdot 2 = 352 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

4. Так как небаланс нагрузки более 15 %, то  $S_{\text{эф}}^{(3)}$  определяем по формуле (22)

$$S_{\text{эф}}^{(3)} = \sqrt{3} \sqrt{380,4^2 + 425^2 + 380,4 \cdot 425} = 1208,7 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

5. Кроме нагрузок, подключенных на напряжение 380 В, есть трехфазная нагрузка и нагрузка, подключенная на напряжение 220 В

В соответствии с рисунком имеем

$$\therefore \sum_1^{n_{AN}} S_{\text{эф}} = 17,9 + 39,8 + 2 \cdot 80,5 + 11,3 = 230 \text{ кВ} \cdot \text{А};$$

$$\sum_1^{n_{BN}} S_{\text{эф}} = 2 \cdot 11,3 + 17,9 + 39,8 + 2 \cdot 80,5 = 241,3 \text{ кВ} \cdot \text{А};$$

$$\sum_1^{n_{CN}} S_{\text{эф}} = 17,9 + 4 \cdot 10,6 + 2 \cdot 21,6 + 80,5 + 39,8 + 11,3 = 235,1 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

6. Определяем условную трехфазную нагрузку

$$S_{\text{эф},y}^{(3)} = 3 \cdot S_{\text{эф},B-N} = 3 \cdot 241,3 = 723,9 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

7. Суммарная расчетная нагрузка сварочного участка с учетом трехфазных сварочных трансформаторов

$$S_{\text{эф},\Sigma} = S_{\text{эф}}^{(3)} + S_{\text{эф},y}^{(3)} + S_{\text{эф},\text{трехф.}} = 1208,7 + 723,9 + 5 \cdot 13,6 + 2 \cdot 55,2 = 2111 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

### Контрольное задание №3

Определить силовую нагрузку в сварочном цехе. Исходные данные для расчета приведены в приложении В.

Потребители электроэнергии сварочного цеха

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Наименование потребителей	Количество потребителей																									
1. Точечные машины:																										
а) МТ-810; $U_n = 220$ В; $S_n = 20$ кВ·А; ПВ = 50 %	3	4	2	5	1	4	-	-	3	2	4	2	3	-	-	-	3	2	-	-	1	5	4	-	-	
б) МТ-810; $U_n = 380$ В; $S_n = 20$ кВ·А; ПВ = 50 %	1	3	2	4	-	2	4	-	5	1	3	-	-	-	4	2	3	-	1	2	-	-	3	4	-	
в) МТ-1214; $U_n = 220$ В; $S_n = 50$ кВ·А; ПВ = 20 %	4	-	-	3	4	-	2	2	5	4	-	-	-	3	4	2	-	4	5	3	4	4	-	2	4	
г) МТ-1214; $U_n = 380$ В; $S_n = 50$ кВ·А; ПВ = 20 %	-	2	-	-	4	5	2	2	-	-	4	3	2	4	-	3	1	2	2	-	4	3	5	-	2	
д) МТ-1220; $U_n = 380$ В; $S_n = 44$ кВ·А; ПВ = 32 %	2	-	3	4	2	2	-	3	5	2	2	4	2	-	-	3	3	2	-	-	-	2	2	4	5	
е) МТ-1614; $U_n = 220$ В; $S_n = 90$ кВ·А; ПВ = 32 %	3	-	4	4	2	2	-	3	5	3	4	2	2	-	-	4	2	3	-	-	3	3	2	-	-	
ж) МТ-2507; $U_n = 380$ В; $S_n = 170$ кВ·А; ПВ = 20 %	5	2	4	-	-	2	2	3	4	2	-	-	-	1	2	2	2	3	4	-	-	-	2	5	3	
2. Роликовые машины:																										
а) МР-2507; $U_n = 380$ В; $S_n = 131$ кВ·А; ПВ = 20 %	-	1	-	5	2	-	-	-	-	3	3	4	2	2	1	-	-	-	1	3	5	4	1	1	-	
б) МР-4002; $U_n = 380$ В; $S_n = 310$ кВ·А; ПВ = 20 %	4	1	1	1	-	2	2	-	1	-	3	-	-	-	3	3	2	-	-	3	2	2	3	-	3	





Приложение И

**Коэффициенты загрузки для некоторых сварочных машин**

Виды машин	$K_1$	$ПВ_{ф}$
Роликовые машины	0,7 - 0,8	0,56
Шовные машины	0,7 - 0,8	0,5
Точечные машины (при $ПВ = 5 \div 20 \%$ )	0,9 - 1	0,05
Точечные машины (при $ПВ = 30 \div 50 \%$ )	1,7 - 2,3	0,2
Сварочные трансформаторы	0,4 - 0,7	0,25-0,6
Стыковые сварочные машины	0,3 - 0,75	0,2