

Практическое занятие № 5.2

«Расчет электрических нагрузок промышленных потребителей методом коэффициента расчетной активной мощности»

Теоретическая часть

В соответствии с «Указаниями по расчету электрических нагрузок систем электроснабжения» (РТМ 36.18.32.-4-92) расчетную нагрузку трехфазных потребителей можно определить по коэффициенту расчетной активной мощности K_p ; этот метод применяется, когда известны данные о числе электроприемников, их мощности и режиме работы.

Расчетная силовая нагрузка напряжением до 1 кВ определяется следующим образом:

$$P_{P.HH} = K_p \cdot \sum_1^m P_{Cj}, \quad (2.1)$$

где j – подгруппа электроприемников группы, имеющих одинаковый тип работы, т.е. одинаковый коэффициент использования $K_{Иi}$;

m – число подгрупп электроприемников;

P_{Cj} – средняя мощность рабочих электроприемников j -ой группы.

Средняя активная мощность P_{Cj} силовых электроприемников одинакового режима работы определяется в соответствии с формулой:

$$P_{Cj} = \sum_1^n K_{Иi} \cdot P_{НОМi}, \quad (2.2)$$

где $P_{НОМi}$ – установленная (номинальная) мощность i -го электроприемника;

$K_{Иi}$ – коэффициент использования активной мощности i -го электроприемника;

n – количество электроприемников.

Значения коэффициентов $K_{Иi}$ определяют по материалам

обследования действующих предприятий.

Средняя реактивная мощность Q_{Cj} равна

$$Q_{Cj} = \sum_1^n K_{Иi} \cdot P_{НОМi} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i, \quad (2.3)$$

где $\operatorname{tg} \varphi_i$ – коэффициент реактивной мощности, соответствующий средневзвешенному коэффициенту мощности $\cos \varphi_i$, характерному для i -го электроприемника данного режима работы.

Величина коэффициента расчетной активной мощности K_p приведена в таблицах 2.1 и 2.2 в зависимости от величины группового коэффициента использования $K_{И}$, эффективного числа электроприемников в группе $n_{Э}$, и постоянной времени нагрева T_0 выбираемого элемента сети.

Групповой коэффициент использования $K_{И}$ активной мощности рассчитывается по формуле:

$$K_{И} = \frac{\sum_1^m P_{Cj}}{\sum_1^m P_{НОМj}}, \quad (2.4)$$

Эффективное число электроприемников в группе из n электроприемников равно:

$$n_{Э} = \frac{\left(\sum_1^n P_{НОМi} \right)^2}{\sum_1^n (P_{НОМi})^2}, \quad (2.5)$$

Для многодвигательных приводов при определении $n_{Э}$, учитывают все одновременно работающие электродвигатели данного привода. Если в числе этих двигателей имеются одновременно включаемые (с одинаковым режимом работы), то их учитывают в расчете как один электроприемник с номинальной мощностью, равной сумме номинальных мощностей этих

Таблица 2.2 – Значения коэффициентов расчетной нагрузки K_P на шинах низшего напряжения цеховых трансформаторов и магистральных шинопроводов (для постоянной времени нагрева $T_0 = 2,5 \dots 3$ ч)

$n_{\text{Э}}$	Коэффициент использования $K_{\text{И}}$							
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7 и более
1	8,00	5,33	4,00	2,67	2,00	1,60	1,33	1,14
2	5,01	3,44	2,69	1,90	1,52	1,24	1,11	1,00
4	2,28	1,73	1,46	1,19	1,06	1,04	1,00	0,97
5	1,31	1,12	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,93
6-8	1,20	1,00	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
9-10	1,10	0,97	0,91	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
10-25	0,80	0,80	0,80	0,85	0,85	0,85	0,90	0,90
25-50	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,80	0,85	0,85
Более 50	0,65	0,65	0,65	0,70	0,70	0,75	0,80	0,80

Существует упрощенная формула определения $n_{\text{Э}}$, а именно:

$$n_{\text{Э}} = \frac{2 \cdot \sum_1^n P_{\text{НОМ}i}}{P_{\text{НОМ.МАКС}}}, \quad (2.6)$$

где $P_{\text{НОМ.МАКС}}$ – номинальная мощность наиболее мощного электроприемника цеха.

В случае, когда $P_{\text{НОМ.МАКС}}/P_{\text{НОМ.МИН}} \leq 3$, $n_{\text{Э}}$ принимают равным n – действительному числу электроприемников; здесь $P_{\text{НОМ.МИН}}$ – номинальная мощность наименьшего по мощности приемника.

В цехе кроме трехфазных электроприемников, могут быть и однофазные электроприемники, включаемые на фазное или линейное напряжение. Как правило, стремятся однофазные приемники равномерно распределить по фазам. Если суммарная номинальная мощность, остающейся нераспределенной равномерно по фазам, превышает 15 % от общей мощности трехфазных и однофазных приемников, равномерно распределенных по фазам, то определяют условную трехфазную номинальную мощность $P_{\text{НОМ.У}}$, неравномерно распределенных

приемников.

Величину $P_{\text{НОМ.У}}$ можно определить приближенно, если число неравномерно распределенных по фазам однофазных приемников менее четырех:

– при включении однофазных приемников на фазные напряжения

$$P_{\text{НОМ.У}} = 3 \cdot P_{\text{НОМ.М.Ф}}, \quad (2.7)$$

где $P_{\text{НОМ.М.Ф}}$ – номинальная мощность максимально загруженной фазы;

– при включении однофазных приемников на линейные напряжения

$$P_{\text{НОМ.У}} = \sqrt{3} \cdot P_{\text{НОМ}} \quad (\text{при одном приемнике}),$$

$$P_{\text{НОМ.У}} = 3 \cdot P_{\text{НОМ}}, \quad (\text{при двух-трех приемниках}),$$

где $P_{\text{НОМ}}$ – номинальная мощность одного приемника.

Если число неравномерно распределенных по фазам однофазных приемников более четырех, то

$$P_{\text{НОМ.У}} = 3 \cdot P_{\text{НОМ.З.Ф}}, \quad (2.8)$$

где $P_{\text{НОМ.З.Ф}}$ – номинальная мощность наиболее загруженной фазы.

Наиболее загруженной фазой считают фазу, имеющую наибольшую среднюю нагрузку от однофазных приемников.

В том случае, когда часть приемников включена на фазное напряжение, а часть – на линейное, среднюю нагрузку каждой фазы определяют суммированием этих нагрузок с помощью коэффициентов приведения

Задача 2

Рассчитать электрические нагрузки промышленных потребителей методом коэффициента расчетной активной мощности. Исходные данные приведены в таблицах 2.3 – 2.4.

Таблица 2.3 – Варианты заданий

Вариант	Площадь цеха F , м ²	Номера электроприемников
1	500	1, 2, 3, 4, 30, 31, 32, 42, 44, 49
2	675	5, 6, 7, 8, 21, 42, 43, 44, 54, 55
3	600	8, 9, 10, 11, 19, 20, 40, 41, 51, 54
4	550	12, 13, 14, 15, 30, 31, 34, 35, 49, 50
5	490	13, 14, 15, 16, 17, 32, 33, 39, 40, 41
6	520	21, 22, 23, 24, 38, 39, 41, 42, 43, 44
7	480	3, 5, 6, 9, 22, 30, 31, 34, 42, 45
8	470	25, 26, 28, 29, 30, 31, 36, 42, 44, 50
9	450	3, 18, 19, 20, 25, 31, 34, 42, 43, 44
10	550	4, 5, 7, 9, 34, 36, 38, 40, 44, 45
11	610	10, 11, 12, 13, 30, 31, 32, 39, 41, 55
12	525	23, 24, 25, 27, 36, 38, 39, 52, 53, 54
13	490	1, 3, 9, 21, 30, 34, 36, 40, 42, 44
14	620	14, 15, 16, 17, 18, 32, 33, 34, 44, 45
15	510	16, 17, 18, 20, 33, 36, 47, 48, 50, 55
16	475	10, 11, 12, 13, 41, 42, 43, 44, 45, 53
17	540	9, 17, 18, 20, 30, 31, 34, 42, 43, 44
18	530	10, 20, 22, 25, 27, 32, 33, 34, 41, 53
19	630	13, 14, 16, 19, 32, 36, 39, 42, 44, 53
20	530	1, 2, 6, 8, 10, 42, 44, 46, 50, 53
21	545	3, 6, 18, 20, 29, 30, 41, 43, 45, 53
22	585	11, 16, 21, 25, 32, 38, 39, 44, 51, 88
23	515	17, 19, 22, 23, 27, 30, 33, 39, 43, 53
24	615	5, 9, 10, 20, 29, 30, 41, 42, 44, 53
25	575	22, 23, 24, 27, 31, 39, 40, 43, 49, 53
26	495	9, 10, 21, 24, 29, 35, 37, 38, 40, 43
27	485	48, 20, 21, 24, 30, 33, 36, 40, 42, 53
28	655	5, 6, 9, 21, 29, 31, 38, 42, 44, 53
29	455	9, 12, 19, 20, 30, 32, 39, 40, 43, 44
30	555	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 55, 55
31	450	56, 59, 69, 72, 78, 80, 57, 60, 70, 73
32	500	57, 60, 70, 73, 79, 81, 56, 69, 72, 55
33	550	58, 61, 71, 76, 77, 81, 56, 62, 69, 72
34	600	56, 62, 69, 72, 78, 82, 58, 61, 71, 75
35	400	57, 63, 70, 73, 79, 80, 58, 64, 71, 74
36	450	58, 64, 71, 77, 80, 57, 63, 70, 73, 55
37	500	56, 65, 69, 72, 79, 82, 57, 63, 70, 73
38	550	57, 66, 70, 73, 77, 80, 56, 65, 69, 72
39	600	58, 67, 71, 74, 78, 80, 56, 68, 73, 77
40	600	56, 68, 73, 75, 77, 81, 58, 67, 71, 55
41	550	57, 69, 74, 76, 79, 82, 58, 70, 72, 75
42	500	58, 70, 72, 75, 78, 81, 57, 69, 74, 76
43	450	58, 71, 74, 75, 79, 82, 57, 62, 72, 76
44	400	57, 62, 72, 76, 77, 81, 58, 71, 74, 75
45	350	56, 65, 73, 77, 78, 82, 56, 62, 74, 76
46	390	1, 2, 3, 4, 30, 30, 41, 43, 45, 53

47	430	5, 6, 7, 8, 21, 38, 39, 44, 51, 88
48	470	8, 9, 10, 11, 19, 30, 33, 39, 43, 53
49	510	12, 13, 14, 15, 30, 30, 41, 42, 44, 53
50	550	13, 14, 15, 16, 17, 39, 40, 43, 49, 53
51	590	21, 22, 23, 24, 38, 35, 37, 38, 40, 43
52	630	3, 5, 6, 9, 22, 33, 36, 40, 42, 53
53	670	25, 26, 28, 29, 30, 31, 38, 42, 44, 53
54	655	3, 18, 19, 20, 25, 32, 39, 40, 43, 44
55	640	4, 5, 7, 9, 34, 35, 40, 45, 55, 55
56	625	10, 11, 12, 13, 30, 80, 57, 60, 70, 73
57	610	23, 24, 25, 27, 36, 81, 56, 69, 72, 55
58	595	1, 3, 9, 21, 30, 81, 56, 62, 69, 72
59	580	14, 15, 16, 17, 18, 82, 58, 61, 71, 75
60	565	16, 17, 18, 20, 33, 80, 58, 64, 71, 74
61	550	10, 11, 12, 13, 41, 57, 63, 70, 73, 55
62	535	9, 17, 18, 20, 30, 82, 57, 63, 70, 73
63	520	10, 20, 22, 25, 27, 80, 56, 65, 69, 72
64	505	13, 14, 16, 19, 32, 80, 56, 68, 73, 77
65	490	1, 2, 6, 8, 10, 81, 58, 67, 71, 55
66	475	57, 69, 74, 76, 79, 82, 56, 62, 74, 76
67	460	58, 70, 72, 75, 78, 81, 58, 71, 74, 75
68	445	58, 71, 74, 75, 79, 82, 57, 62, 72, 76
69	430	57, 62, 72, 76, 77, 81, 57, 69, 74, 76
70	415	56, 65, 73, 77, 78, 82, 58, 70, 72, 75

Таблица 2.4 – Характеристики электроприемников

№ электроприемника	Наименование электроприемника	Кол-во, шт.	Установленная мощность, кВт	K_{II}	$\cos \varphi$
1	Токарно-винторезный станок	5	11,25	0,14	0,5
2	Токарно-винторезный станок	4	4,625	0,14	0,5
3	Токарно-винторезный станок	1	4,6	0,14	0,5
4	Токарно-револьверный станок	3	5,475	0,14	0,5
5	Долбежный станок	3	3,8	0,14	0,5
6	Токарно-строгальный станок	3	11	0,14	0,5
7	Универсальный фрезерный станок	3	1,7	0,14	0,5
8	Горизонтально-фрезерный станок	1	3,525	0,14	0,5
9	Вертикально-фрезерный станок	2	12,925	0,14	0,5
10	Зубофрезерный станок	4	0,725	0,14	0,5
11	Круглошлифовальный станок	1	19,45	0,14	0,5
12	Плоскошлифовальный станок	2	12,65	0,14	0,5
13	Вертикально-сверлильный станок	4	2,925	0,14	0,5
14	Радиально-сверлильный станок	2	6,925	0,14	0,5
15	Настольно-сверлильный станок	7	0,6	0,14	0,5
16	Координатно-расточный станок	2	6,52	0,14	0,5
17	Карусельный станок	1	33,28	0,14	0,5
18	Универсально-зачочный станок	4	1,25	0,14	0,5
19	Кран-балка 2 т ПВ=25 %	2	4,85	0,2	0,6
20	Вентилятор	5	147,0	0,65	0,8
21	Отрезной станок	1	1,95	0,14	0,5
22	Ножницы	2	7,0	0,14	0,5
23	Пресс правильный	2	14,0	0,14	0,5
24	Пресс кривошипный	1	10	0,14	0,5
25	Пресс листогибочный	1	15,7	0,14	0,5
26	Настольно-сверлильный станок	5	0,6	0,14	0,5
27	Обдирочно-шлифовальный станок	3	2,8	0,14	0,5
28	Радиально-сверлильный станок	2	6,925	0,14	0,5

Продолжение таблицы 2.4

№ электроприемника	Наименование электроприемника	Кол-во, шт.	Установленная мощность, кВт	K_{II}	$\cos \varphi$
57	Вентиляторная установка	4	15	0,7	0,8
58	Насосная установка	8	55	0,8	0,8
59	Станок фрезерный	14	11,5	0,14	0,5
60	Станок токарный	12	14	0,14	0,5
61	Станок строгальный	10	11	0,14	0,5
62	Станок карусельный	2	40	0,14	0,5
63	Станок наждачный	5	2,8	0,14	0,5
64	Станок винторезный	6	15	0,14	0,5
65	Станок расточный	2	42	0,14	0,5
66	Станок шлифовальный	15	3	0,14	0,5
67	Станок слиткообдирочный	4	45	0,14	0,5
68	Станок галтовочный	8	4	0,14	0,5
69	Молот ковочный	7	15	0,24	0,65
70	Пресс штамповочный	12	4,5	0,24	0,65
71	Автомат фрезерный	20	8	0,17	0,65
72	Печь индукционная	4	30	0,75	0,35
73	Печь дуговая	4	30	0,75	0,87
74	Печь сопротивления	6	35	0,8	0,85
75	Конвейер ленточный	2	35	0,55	0,75
76	Транспортер роликовый	3	10	0,55	0,75
77	Кран мостовой ПВ=25 %	2	30	0,005	0,5
78	Тележка подвесная ПВ=40 %	8	4	0,1	0,5
79	Тельфер транспортный ПВ=60 %	3	10	0,1	0,5
80	Трансформатор сварочный ПВ=40 %	5	28 кВт·А	0,2	0,4
81	Аппарат дуговой сварки ПВ=60 %	5	16 кВт·А	0,3	0,35
82	Аппарат стыковой сварки ПВ=25 %	5	14 кВт·А	0,35	0,55

Продолжение таблицы 2.4

№ электроприемника	Наименование электроприемника	Кол-во, шт.	Установленная мощность, кВт	K_{II}	cos φ
29	Труборезный станок	1	2,8	0,14	0,5
30	Преобразователь сварочный ПВ=60 %	2	22	0,1	0,6
31	Машина электросварочная ПВ=40 %	1	75 кВт·А	0,3	0,6
32	Машина электросварочная точечная ПВ=25 %	1	25 кВт·А	0,3	0,6
33	Трансформатор сварочный ПВ=40 %	4	25 кВт·А	0,3	0,6
34	Кран мостовой 5 т ПВ=25 %	1	24,2	0,2	0,6
35	Вентилятор	3	10	0,65	0,8
36	Молот пневматический	1	10	0,14	0,5
37	Обдирочно-точильный станок	2	2,8	0,14	0,5
38	Горно двухогневое коксовое	1	0,8	0,8	0,95
39	Электропечь сопротивления	1	45	0,8	0,95
40	Печь нагревательная	1	45	0,8	0,95
41	Кран-балка 2 т ПВ=25 %	1	4,85	0,2	0,6
42	Вентилятор дутьевой	1	1,2	0,65	0,8
43	Вентилятор	1	4,5	0,65	0,8
44	Электропечь сопротивления	2	24	0,8	0,95
45	Шкаф сушильный	1	1,1	0,8	0,95
46	Электропечь сопротивления	1	15	0,8	0,95
47	Электропечь сопротивления	2	19	0,8	0,95
48	Электропечь ванна	1	22	0,8	0,95
49	Муфельная печь	2	2,2	0,8	0,95
50	Вентилятор	2	2,28	0,65	0,8
51	Вентилятор	2	7,0	0,65	0,8
52	Сушильный шкаф	2	10	0,8	0,95
53	Селеновый выпрямитель	2	22	0,7	0,95
54	Полировочный станок	1	3,2	0,1	0,5
55	Вентилятор	3	4,5	0,65	0,8
56	Компрессорная установка	5	28	0,065	0,8