

УДК 621.314

Студ. Е. О. Зиновская, Д. Г. Мальцев  
Науч. рук.: доц., к.п.н. Н. П. Коровкина  
(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ);  
доц., к.т.н. Н. Н. Пустовалова  
(кафедра информационных систем и технологий, БГТУ)

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

При расчете электрических нагрузок цехов промышленных предприятий очень важно определить достоверное значение расчетных нагрузок, а не простое суммирование установленных мощностей электродвигателей оборудования. Расчетная максимальная мощность электроприемников всегда меньше суммы номинальных мощностей этих приемников из-за неполной загрузки электродвигателей и разновременности их работы.

От правильного расчета электрических нагрузок зависит степень капиталовложений. Завышение нагрузок ведет к удорожанию капиталовложений, увеличению мощностей. Занижение нагрузок – к дополнительным потерям мощности, перегрузке оборудования и, как правило, к сокращению гарантированного срока службы.

К основным методам расчета нагрузок относятся: расчет коэффициента спроса, коэффициента использования, упорядоченных диаграмм, удельного расхода энергии на единицу и продукции и др. Проведем анализ особенностей применения вышеперечисленных методов.

*Метод расчета электрических нагрузок по коэффициентам спроса.* Этот метод применяется для расчета силовых нагрузок отдельных групп электроприемников, цехов и предприятий в целом, для которых имеются данные о величине этого коэффициента.

При расчете нагрузок по отдельным группам электроприемников этот метод рекомендуется применять для тех групп, электроприемники которых работают с постоянной загрузкой и с коэффициентом включения равным (или близким) единице, например, для электродвигателей насосов, вентиляторов и т. п.

Максимальная активная нагрузка при этом равна:

$$P_{\max} = k_c \cdot P_{\text{ном}}, \text{ кВт}$$

где  $k_c$  – коэффициент спроса;  $P_{\max}$  – максимальная расчетная активная мощность, кВт;  $P_{\text{ном}}$  – номинальная мощность электроприемника, кВт.

Максимальная расчетная реактивная мощность определяется как:

$$Q_{\max} = P_{\max} \cdot \text{tg}\varphi, \text{ квар}$$

где  $\operatorname{tg}\varphi$  определяется по  $\cos\varphi$ , характерному для данной группы электроприемников.

Подсчет расчетной мощности для вентиляторов цеха по заводу резинотехнических изделий представлен в таблице 1.

*Метод расчета электрических нагрузок по коэффициенту использования.* В основе этого метода лежит определение эффективного числа электроприемников  $n_3$ .  $n_3$  – это такое число однородных по режиму работы электроприемников одинаковой мощности, которое обуславливает ту же расчетную максимальную мощность  $P_{\max}$ , что и группа различных по мощности и режиму электроприемников. Эффективное число электроприемников  $n_3$  можно рассчитать по методу Тяжпромпроект и по методу Белпромпроект.

**Таблица 1 – Расчетная мощность вентиляторов сантехнического оборудования**

№ п/п	$P_{\text{ном}}$ , кВт	Кол-во электродвигателей	Суммарная $P_{\text{ном}}$ , кВт	$k_c$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Расчетная мощность		
							$P_{\max}$ , кВт	$Q_{\max}$ , квар	$S_{\max}$ , кВА
1	55,0	1	55,0	0,65	0,75	0,88	35,8	31,4	47,6
2	21,5	1	21,5	0,65	0,75	0,88	13,9	2,3	18,5
3	17,0	1	17,0	0,65	0,75	0,88	11,0	9,7	14,7
4	11,4	1	11,4	0,65	0,75	0,88	7,4	6,5	9,8
5	5,5	2	11,0	0,65	0,75	0,88	7,2	6,4	9,5
6	3,0	4	12,0	0,65	0,75	0,88	7,8	6,9	10,4
7	1,5	4	6,0	0,65	0,75	0,88	3,9	3,4	5,2
8	0,8	2	1,6	0,65	0,75	0,88	1,0	0,9	1,4
Итого							88,1	77,5	117,1

Расчет  $n_3$  по методу Тяжпромпроект.

$$n_3 = \frac{(\sum_1^n P_{\text{ном}})^2}{\sum_1^n P_{\text{ном}}^2} = 18360,2 / 4010 = 4,57$$

Расчет  $n_3$  по методу Белпромпроект.

Пусть группа сантехнических вентиляторов содержит один электроприемник большой мощности ( $P_{\text{номб}} = 55$  кВт), два электроприемника средней мощности ( $P_{\text{номср}} = 21,5$  и  $17$  кВт), десять электроприемников малой мощности ( $P_{\text{номм}} = 11,4; 5,5; 3,0; 1,5; 0,8$  кВт).

Тогда эффективное число электроприемников можно определить по формуле:

$$n_3 = (1 + 2 \cdot P_{\text{номм}} / P_{\text{номб}}) \cdot n_б + (0,8 \dots 0,9) \cdot n_{\text{ср}}$$

Так как

$$P_{\text{номм}} / P_{\text{номб}} = 42 / 50 < 1.$$

Номинальные мощности больших, средних и малых электроприемников при мощности наибольшего электроприемника в группе, равной  $P_{\text{номmax}}$ , заключены в пределах:

$$\begin{aligned} P_{\text{номmax}} &\geq P_{\text{номб}} \geq 0,5P_{\text{номmax}} \\ 0,5P_{\text{номmax}} &\geq P_{\text{номср}} \geq 0,25P_{\text{номmax}} \\ P_{\text{номм}} &< 0,25 P_{\text{номmax}} \\ n_3 &= 4,42. \end{aligned}$$

По известному коэффициенту использования  $k_{\text{и}}$  ( $k_{\text{и}} = 0,65$ ) в зависимости от эффективного числа электроприемников  $n_3$  по таблице 2 можно определить  $k_{\text{max}}$  в зависимости от величины  $n_3$  и  $k_{\text{и}}$ .

**Таблица 2 – Зависимость эффективности от количества приемников**

Число электроприемников, $n_3$	Коэффициент максимума $k_{\text{max}}$									
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
4	3,43	3,11	2,64	2,14	1,87	1,65	1,46	1,29	1,14	1,05
5	3,23	2,87	2,42	2,00	1,76	1,57	1,41	1,26	1,12	1,04
6	3,04	2,64	2,24	1,88	1,66	1,51	1,37	1,23	1,10	1,04
200	1,15	1,12	1,09	1,07	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	1,01
240	1,14	1,11	1,08	1,07	1,05	1,05	1,05	1,03	1,01	1,01
300	1,12	1,10	1,07	1,06	1,04	1,04	1,04	1,03	1,01	1,01

Определив  $k_{\text{max}}$ , можно найти расчетные максимальные мощности  $P_{\text{max}}$ ,  $Q_{\text{max}}$ ,  $S_{\text{max}}$ .

$$\begin{aligned} P_{\text{max}} &= k_{\text{max}} \cdot k_{\text{и}} \cdot \Sigma P_{\text{ном}} = 1,27 \cdot 0,65 \cdot 135,5 = 111,8 \text{ кВт}; \\ Q_{\text{max}} &= 98,38 \text{ квар}; \\ S_{\text{max}} &= 148,92 \text{ кВА}. \end{aligned}$$

Рассмотренные методы определения расчетных нагрузок применяются при расчете симметричных трехфазных нагрузок.

Анализируя методы расчета электрических нагрузок можно сделать следующие выводы:

- метод расчета электрических нагрузок по коэффициенту спроса достаточно простой приближенный метод и может быть применен для предварительных расчетов, не требует промежуточных вычислений;
- метод расчета электрических нагрузок по коэффициенту использования имеет множество промежуточных вычислений, но не требует больших затрат в получении исходной информации;
- метод расчета электрических нагрузок по удельной нагрузке на единицу производственной площади применим при условии равномерности распределения нагрузок по площади цеха;
- метод расчета электрических нагрузок по средней квадратичной мощности и коэффициенту формы графика нагрузки требует информации о динамике графиков нагрузки потребителей.