

УДК 621.311

**МЕТОД РАСЧЁТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПО СРЕДНЕЙ
МОЩНОСТИ И РАСЧЁТНОМУ КОЭФФИЦИЕНТУ**

Воруев С.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Макаревич В.В.

Одним из основных этапов проектирования распределительных сетей является правильное определение ожидаемых электрических нагрузок как отдельных ЭП, так и узлов нагрузки на всех уровнях системы электроснабжения.

Расчетные значения нагрузок – это нагрузки, соответствующие такой неизменной токовой нагрузке (I_p), которая эквивалентна фактической изменяющейся во времени нагрузке по наибольшему тепловому воздействию (не превышая допустимых значений) на элемент системы электроснабжения.

Зная электрические нагрузки, можно выбрать нужную мощность силовых трансформаторов, мощность и место подключения компенсирующих устройств, выбрать и проверить токоведущие части по условию допустимого нагрева, рассчитать потери и колебания напряжения, выбрать виды защит.

При наличии данных о числе ЭП, их мощности и режимах их работы расчет силовых нагрузок до 1 кВ рекомендуется проводить по средней мощности (P_c) и расчетному коэффициенту (K_p). Расчетный коэффициент определяется по упорядоченным диаграммам. Поэтому данный метод носит название – метод упорядоченных диаграмм.

Для расчета нагрузок необходимы исходные данные по каждому ЭП: количество и номинальная мощность ЭП (P_n); коэффициент использования по активной мощности ($K_{и.а}$); коэффициент активной мощности ($\cos \Phi$) и режим работы. При различных режимах работы ЭП их необходимо привести к длительному режиму ($P_B=1$).

Для определения расчетной мощности узла нагрузки по методу упорядоченных диаграмм все электроприемники разбиваются на подгруппы с учетом их подключения к узлу питания (силовой пункт, щит, сборка и т.п.). Необходимо отметить, что при формировании подгруппы резервные ЭП не учитываются [1].

По сформированным подгруппам ЭП определяются эффективное число электроприемников и средневзвешенный коэффициент использования данной подгруппы.

Эффективное число электроприемников – это такое число однородных по режиму работы электроприемников одинаковой мощности, которое обуславливает те же значения расчетной нагрузки, что и группа электроприемников с разными мощностями и различными режимами работы.

Величина эффективного числа электроприемников подгруппы ($n_{\text{э}}$) определяется по формуле:

$$n_{\text{э}} = \frac{(\sum_1^n P_{H.i})^2}{\sum_1^n P_{H.i}^2}, \quad (1)$$

где $P_{H.i}$ – номинальная активная мощность отдельного ЭП, входящего в состав подгруппы, кВт; n – число ЭП в подгруппе.

При значительном числе ЭП в подгруппе (магистральные шинопроводы, шины цеховых ТП, в целом по цеху) допускается эффективное число электроприемников подгруппы определять по упрощенному выражению:

$$n_{\text{э}} = \frac{2 \sum_1^n P_{H.i}}{P_{H.\text{max}}}, \quad (2)$$

где $P_{H.\text{max}}$ – номинальная активная мощность наиболее мощного ЭП в подгруппе, кВт.

Полученное по указанной формуле значение эффективного числа электроприемников подгруппы округляется до ближайшего меньшего целого числа. Допускается принимать значение эффективного числа электроприемников равным действительному числу электроприемников в подгруппе при условии, что отношение номинальной активной мощности наиболее мощного ЭП ($P_{H.\text{max}}$) к номинальной мощности наименее мощного ЭП ($P_{H.\text{min}}$) менее трех.

Средневзвешенный коэффициент использования для подгруппы ($K_{\text{и}}$) определяется по выражению:

$$K_{\text{и}} = \frac{\sum_1^n k_{\text{и.а.}i} P_{H.i}}{\sum_1^n P_{H.i}}, \quad (3)$$

Определение расчетных нагрузок по данному методу сводится к расчету значений активной, реактивной, полной мощностей и полного тока, рассматриваемого узла нагрузки.

Активная расчетная мощность группы электроприемников, подключенных к узлу питания напряжением до 1 кВ, определяется по выражениям:

$$P_p = K_p \sum_{i=1}^n P_{c.i} = K_p \sum_1^n k_{\text{и.а.}i} P_{H.i} = K_p K_{\text{и}} K_{\text{н}}, \quad (4)$$

где P_p – активная расчетная мощность узла нагрузки, кВт; K_p – расчетный коэффициент подгруппы, определяемый как $K_p = f(n_{\text{э}}; K_{\text{и}})$, о.е.; $p_{\text{н.}i}$ $p_{c.i}$ – номинальная и средняя мощности ЭП, входящих в подгруппу, кВт; $k_{\text{и.а.}i}$ – коэффициент использования индивидуального ЭП в подгруппе, о.е.; $P_{\text{н}}$ – активная суммарная мощность ЭП, входящих в подгруппу, кВт; $K_{\text{и}}$ – средневзвешенный коэффициент использования по активной мощности для ЭП, входящих в подгруппу, о.е.; n – число ЭП в подгруппе.

В случае, если расчетная мощность, определенная по выражению (4), окажется меньше номинальной мощности наиболее мощного ЭП в подгруппе, следует принять расчетную мощность данной подгруппы равной номинальной мощности наиболее мощного ЭП.

Расчетный коэффициент определяется в зависимости от средневзвешенного коэффициента использования по активной мощности для подгруппы и эффективного числа электроприемников подгруппы. Значение расчетного коэффициента определяется по кривым этой зависимости или по таблицам с учетом постоянной времени нагрева сети, для которой рассчитываются электрические нагрузки[2].

Более точное значение расчетного коэффициента определяется по кривым зависимости $K_p = f(n_{\Sigma}; K_{и})$, а также при $n_{\Sigma} \leq 4$ (рис. 1).

Для магистральных шинопроводов и шин НН цеховых ТП постоянная времени нагрева принята равной 2,5 ч ($T_0=2,5$ ч). В данном случае расчетный коэффициент определяется по табл.1.

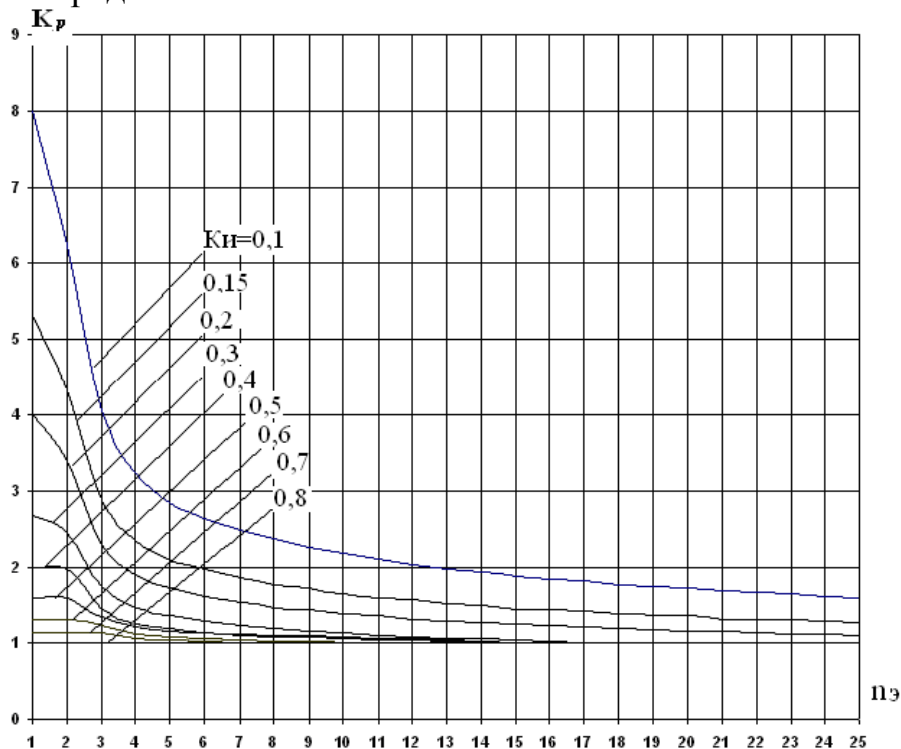


Рисунок 1 – Кривые коэффициентов расчетной нагрузки K_p для различных коэффициентов использования $K_{и}$ в зависимости от n_{Σ}

Расчетная реактивная мощность узла нагрузки по этому методу определяется по формулам:

- при $n_{\Sigma} \leq 10, Q_p = 1,1 \sum_1^n k_{и.i} P_{Н.i} tg\varphi;$ (5)

- при $n_{\Sigma} > 10, Q_p = \sum_1^n k_{и.i} P_{Н.i} tg\varphi;$ (6)

где Q_p – расчетная реактивная мощность, кВ·Ар; $tg\varphi$ – коэффициент реактивной мощности, соответствующий средневзвешенному значению $cos\varphi_{с.вз.}$ для ЭП, входящего в данную группу.

Полная расчетная мощность узла нагрузки:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \tag{7}$$

где S_p – полная расчетная мощность, кВ·А.

Расчетный ток узла нагрузки:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_H}, \quad (8)$$

где I_p – расчетный ток, А; U_H – номинальное напряжение узла питания, кВ.

Таблица 1 – Значения коэффициентов K_p на шинах НН цеховых трансформаторов и для магистральных шинопроводов напряжением до 1 кВ

$n_{\text{Э}}$	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	1,6	1,33	1,14
2	5,01	3,44	2,69	1,9	1,52	1,24	1,11	1,0
3	2,94	2,17	1,8	1,42	1,23	1,14	1,08	1,0
4	2,28	1,73	1,46	1,19	1,06	1,04	1,0	0,97
5	1,31	1,12	1,02	1,0	0,98	0,96	0,94	0,93
6 - 8	1,2	1,0	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
9 - 10	1,1	0,97	0,91	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
10 – 25	0,8	0,8	0,8	0,85	0,85	0,85	0,9	0,9
25 -50	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,8	0,85	0,85
Более50	0,65	0,65	0,65	0,7	0,7	0,75	0,8	0,8

После определения расчетных нагрузок подгрупп ЭП по узлам питания (силовой пункт, щит, сборка и т.п.) рассчитывается нагрузка всего подразделения (цеха, корпуса и т.п.). Подразделение рассматривается как центр питания всех подгрупп ЭП, а расчетные нагрузки подгрупп ЭП составляют группу нагрузок всего подразделения. Допускается $n_{\text{Э}}$ определять по упрощенной формуле (2). Расчет нагрузок подразделения в целом производится аналогично, как и для подгрупп ЭП. Но в формулах (3) и (4) вместо мощностей и коэффициентов индивидуальных ЭП необходимо подставлять мощности и коэффициенты, рассчитанные для подгруппы ЭП. При расчете суммарной нагрузки подразделения в целом необходимо учитывать осветительную нагрузку всего подразделения (цеха).

Литература

1. Кобашев, А.В. Электроснабжение объектов. Ч.1. Расчёт электрических нагрузок, нагрев проводников и электрооборудования: учебное пособие/А.В. Кобышев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007.- 185с.
2. Радкевич, В. Н. Расчёт электрических нагрузок промышленных предприятий: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение» (по отраслям)» / В. Н. Радкевич, В.Б. Козловская, И.В. Колосова - Минск:БНТУ, 2013. - 124 с.