

## Лабораторная работа № 7

### *«Расчёт сети электрического освещения на потерю напряжения Выбор установочных проводов и кабелей»*

#### **Цель работы:**

1. Изучение методики расчёта и выбора проводов электрического освещения.
2. Получение практических навыков.

#### **Порядок проведения работы:**

1. Изучить методику расчёта сети электрического освещения и выбора проводов по справочным данным;
2. Получить индивидуальное задание для проведения расчёта;
3. Произвести расчет в соответствии с заданным вариантом.
4. Оформить отчет.
5. Сделать вывод.

#### **Основные положения:**

Расчёт сети электроосвещения сводится к выбору сечений и марки проводов на допустимую потерю напряжения и на минимум проводящего материала с проверкой по допустимому нагреву током.

**Потерей напряжения** называется разность между напряжением источника питания и напряжением отдельного электроприемника

При проектировании сети электроосвещения следует руководствоваться следующими основными положениями: от щита низкого напряжения заводской или цеховой подстанции (1) прокладывается самостоятельная четырёхпроводная питающая сеть (2) до распределительного щита (3), от которого через распределительную сеть (4) питаются щитки (5), к которым подключаются отдельные группы светильников через групповую сеть (6). В небольших помещениях возможно совмещение распределительного щита с групповыми щитками. Расчёт сети электрического освещения начинают с разбивки на отдельные участки. При рассмотрении методики расчёта встречается необходимость использования следующих величин:

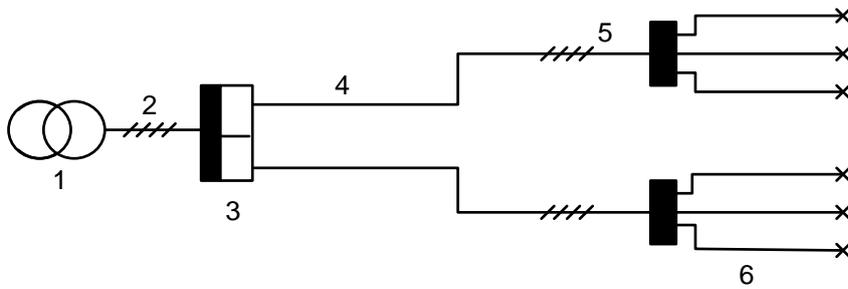


Рисунок 1 - Расчёта сети электрического освещения

1. Момент мощности рассматриваемого участка:

$$M_{\text{прив}} = \Sigma P_n \cdot l_n + \alpha \cdot m P_n' \cdot l_n', \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Где  $P_n$  – мощность трехфазной линии, кВт

$l_n$  - длина участка трехфазной линии; м;

$P_n'$  - мощность ответвления от трехфазной линии, м;

$l_n'$  – длина участка ответвления от трехфазной линии, м;

$m$  - количество ответвлений с одинаковой длиной и одинаковой мощностью

$\alpha$  – коэффициент приведенной мощности, зависящий от типа линий и ответвления, выбирается из (табл 3.)

2. Сечение проводов заданного участка :

$$F_i = \frac{M_i}{C \Delta U_{\%i}}, \text{ мм}^2$$

где  $C$  – коэффициент , зависящий от напряжения линии и удельной проводимости металла жил, значения  $C$  в (табл. 2),

$\Delta U$ - допустимые потери напряжения на трансформаторе, выбирается из (табл. 1), в зависимости от коэффициента загрузки трансформатора  $\beta$ , коэффициента мощности  $\cos\phi$ , мощности трансформатора  $S$  ( ВА).

По справочным данным (табл. 4) выбирается стандартное сечение провода.

$$F_{\text{стан}} > F_{\text{расч.}}$$

3. Проверяется фактическая потеря напряжения на данном участке:

$$U_{\%i} = \frac{M_i}{C F_{cm}}, \%$$

4. Сечение проводов групповой сети, для которой оставшаяся потеря напряжения, определяется как разность общей допустимой потери напряжения за минусом потерь напряжений на предыдущих участках:

$$F_r = \frac{P_r l_r}{C \Delta U_{\%r}}, \text{ мм}^2$$

**Пример:**

Рассчитать сеть электрического освещения на минимум проводящего материала при подключении сети к трансформатору 160 кВА по схеме, приведенной на рисунке 2 (напряжение сети 380/220 В; нагрузки на групповых линиях по 1,2 кВт, а всего на шести группах 7,2 кВт; длины участков указаны на схеме). В соответствии с производственными условиями сеть электроосвещения выполняется медными проводами при допустимой потере напряжения в питающей и распределительной сети 5,5%.

*Решение.*

1. Определяем сечение проводов участка I – II (ТП - РЦ).

В начале определяем приведенный расчётный момент нагрузки с учётом коэффициента приведения  $\alpha$  от четырёхпроводной линии на однофазное ответвление к лампам ( $\alpha = 1,85$  по справочнику [Л. 13])

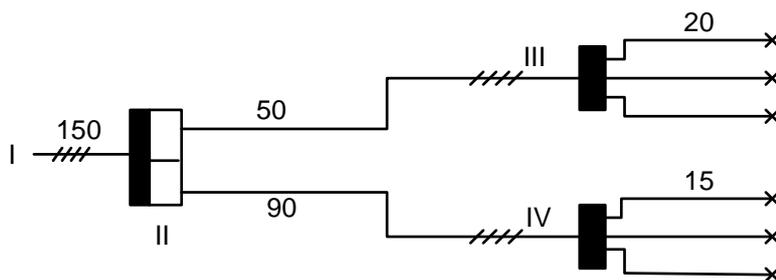


Рисунок 2 - Пример расчёта сети электрического освещения

$$M_{I-II} = \sum M + \sum \alpha m = 7,2 * 150 + 3,6 * 50 + 3,6 * 90 + 1,85(3 * 24 + 3 * 18) = 1817 \text{ кВт*м.}$$

Определяем сечение участка I – II:

$$F_{I-II} = M_{I-II} / C * \Delta U = 1817 / 72 * 5,5 = 4,7 \text{ мм}^2$$

(коэффициент  $C = 72$  по табл.2).

Принимаем стандартное сечение 6 мм<sup>2</sup> и проверяем фактическую потерю напряжения на данном участке

$$\Delta U = 7,2 * 150 / 72 * 6 = 2,3\%.$$

2. Определяем сечение проводов участка II – IV (наиболее удалённого).

Приведенный расчётный момент

$$M_{II-IV} = 3,6 * 90 + 1,85 * 3 * 18 = 424 \text{ кВт*м.}$$

Располагаемая потеря напряжения на участке

$$F_{II-IV} = 424 / 72 * 3,2 = 1,7 \text{ мм}^2.$$

Принимаем стандартное сечение проводов 2,5 мм<sup>2</sup> и проверяем потерю напряжения на участке II – IV

$$\Delta U = 3,6 * 90 / 77 * 2,5 = 1,7\%$$

3. Определяем сечение проводов групповой сети, для которой располагаемая (оставшаяся) потеря напряжения

$$\Delta U = 5,5 - 2,3 - 1,7 = 1,5\% .$$

Тогда сечение групповой сети

$$F = 1,2 * 15 / 12,8 * 1,5 = 1 \text{ мм}^2$$

(C = 12 по табл2).

Выбираем S<sub>стан.</sub> = 2,5 мм<sup>2</sup>.

При расчёте приведённого момента групповой сети учитывались длины проводов к лампам.

По ПУЭ для осветительной сети применяется медь, с минимальным сечением S = 2,5 мм<sup>2</sup>.

Тогда для выполнения условия селективности необходимо увеличить сечение проводов на участке S<sub>II-IV</sub> на одну ступень выше S<sub>стан.</sub> = 4 мм<sup>2</sup>

Таблица 1 - Допустимая потеря напряжения в осветительных сетях

Мощность трансформатора, кВт · А	Коэффициент загрузки трансформатора, β	Потеря напряжения %, при коэффициенте мощности нагрузки, равном cos φ						
		1	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
160	0,95	5,9	4,8	4,4	3,9	3,6	3,4	3,3
	0,9	6,0	5,0	4,5	4,0	3,9	3,6	3,5
	0,8	6,1	5,2	4,9	4,5	4,2	4,1	4,0
	0,7	6,3	5,5	5,3	4,8	4,6	4,5	4,4
	0,6	6,5	5,8	5,5	5,2	5,0	5,0	4,9
	0,5	6,7	6,1	5,8	5,6	5,4	5,4	5,3

Продолжение таблицы 1

Мощность трансформатора, кВ · А	Коэффициент загрузки трансформатора, $\beta$	Потеря напряжения %, при коэффициенте мощности нагрузки,						
		1	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
250	0,95	6,1	5,0	4,2	4,0	3,7	3,5	3,3
	0,9	6,2	5,1	4,6	4,1	3,9	3,7	3,5
	0,8	6,3	5,3	5,0	4,5	4,3	4,1	4,0
	0,7	6,5	5,6	5,4	4,9	4,7	4,5	4,4
	0,6	6,6	5,9	5,6	5,3	5,1	5,0	4,9
	0,5	6,8	6,2	5,9	5,6	5,5	5,4	5,3
	0,95	6,2	5,0	4,5	4,0	3,4	3,5	3,3
	0,9	6,3	5,2	4,7	4,2	3,9	3,7	3,6
	0,8	6,4	5,4	5,0	4,6	4,3	4,1	4,0
	0,7	6,5	5,7	5,4	4,9	4,7	4,6	4,4
	0,6	6,6	5,9	5,7	5,3	5,1	5,0	4,9
	0,5	6,8	6,2	5,9	5,7	5,5	5,4	5,3
630	0,95	6,4	4,9	4,3	3,5	3,0	2,8	2,6
	0,9	6,4	5,0	4,4	3,7	3,3	3,0	2,8
	0,8	6,5	5,2	4,8	4,1	3,8	3,5	3,3
	0,7	6,7	5,6	5,2	4,6	4,3	4,0	3,9
	0,6	6,7	5,8	5,5	5,0	4,7	4,5	4,4
	0,5	6,9	6,1	5,8	5,5	5,2	5,0	4,9
1000	0,95	6,2	4,8	4,2	3,5	3,0	2,8	2,5
	0,9	6,3	4,9	4,3	3,7	3,3	3,0	2,8
	0,8	6,5	5,2	4,7	4,2	3,8	3,5	3,3
	0,7	6,6	5,5	5,1	4,5	4,2	4,0	3,8
	0,6	6,7	5,8	5,5	5,0	4,7	4,5	4,3
	0,5	6,9	6,1	5,8	5,4	5,2	5,0	4,9
1600	0,95	6,3	4,8	4,2	3,5	3,0	2,6	2,5
	0,9	6,4	5,0	4,4	3,7	3,3	3,0	2,7
	0,8	6,5	5,2	4,8	4,2	3,8	3,5	3,3

Продолжение таблицы 1

	0,7	6,6	5,6	5,1	4,6	4,2	4,0	3,8
	0,6	6,8	5,8	5,5	5,0	4,7	4,5	4,4
	0,5	6,9	6,1	5,8	5,4	5,2	5,0	4,8
2500	0,95	6,4	4,9	4,4	3,7	3,2	2,9	2,6
	0,9	6,5	5,1	4,5	3,9	3,4	3,1	2,9
	0,8	6,6	5,3	4,9	4,3	3,8	3,6	3,4
	0,7	6,7	5,6	5,2	4,7	4,3	4,1	3,9
	0,6	6,9	5,9	5,5	5,1	4,8	4,6	4,4
	0,5	7,0	6,2	5,9	5,5	5,2	5,1	5,0

Таблица 2 – Значения коэффициентов  $C$ , входящих в формулы для расчета сетей по потере напряжения

Номинальное напряжение сети, В	Система сети и род тока	Значение коэффициента $C$ для проводников	
		медных	алюминиевых
380/220	Трехфазная с нулем	72	44
380	Трехфазная без нуля	72	44
220/127	Трехфазная с нулем	24	14,7
220	Трехфазная без нуля	24	14,7
36		0,648	0,396
24		0,288	0,176
12		0,072	0,044
380/220	Двухфазная с нулем	32	19,5
220/127		10,7	6,5
		медных	алюминиевых
220	Двухпроводная переменного или постоянного тока	12	7,4
127		4	2,46
36		0,324	0,198
24		0,144	0,088
12		0,036	0,022

Таблица 3 – Значения коэффициентов приведения моментов  $\alpha$ 

Линия	Ответвление	Коэффициент приведения моментов $\alpha$
Трехфазная с нулем	Однофазное	1,85
Трехфазная с нулем	Двухфазное с нулем	1,39
Двухфазная с нулем	Однофазное	1,33
Трехфазная без нуля	Двухпроводное	1,15

Таблица 4 – Стандартные сечения

Материал проводника	Сечения проводника S, мм <sup>2</sup>													
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Алюминий	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
Медь	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185

Таблица 5 - Задание на практическую работу

№№ варианта	Мощность трансформатора кВ*А	Коэффициент загрузки трансформатора, β	Сos φ	№ схемы	Материал проводника	U-е сети	Система сети	Система ответвления
1	1600	0,5	1,0	2	медь	380/220	3ф +0	Ф + 0
2	250	0,5	1,0	3	алюминий	220/127	3ф +0	2ф
3	1000	0,5	0,95	4	алюминий	380/220	3ф +0	Ф + 0
4	400	0,95	1,0	2	медь	380/220	3ф +0	2ф + 0
5	1600	0,9	1,0	3	медь	220/127	3ф	2ф
6	250	0,5	0,7	4	алюминий	220/127	3ф +0	Ф + 0
7	1000	0,9	1,0	2	алюминий	220/127	3ф	2ф
8	400	0,5	0,8	3	алюминий	220/127	2ф + 0	Ф + 0
9	630	0,95	1,0	4	медь	380/220	3ф +0	Ф + 0
10	1600	0,8	1,0	2	медь	380/220	3ф +0	Ф + 0
11	250	0,6	0,95	3	медь	3ф +0	Ф + 0	Ф + 0
12	1000	0,7	0,95	4	алюминий	380/220	3ф +0	2Ф + 0
13	400	0,8	1,0	2	медь	220/127	2ф +0	Ф + 0
14	630	0,95	1,0	3	алюминий	220/127	3ф	2ф
15	1600	0,6	1,0	4	медь	220/127	3ф	2Ф
16	250	0,8	1,0	2	алюминий	220/127	3ф + 0	Ф +0
17	1600	0,8	0,95	3	медь	380/220	3ф +0	2Ф + 0
18	400	0,6	0,5	4	медь	380/220	3ф +0	Ф + 0
19	630	0,6	0,95	2	алюминий	380/220	3ф +0	Ф + 0
20	1600	0,95	1,0	3	алюминий	380/220	3ф +0	Ф +0

21	250	0,95	1,0	4	алюминий	220/127	3ф	2ф
22	1000	0,95	1,0	2	медь	220/127	2ф +0	Ф + 0
23	400	0,5	0,9	3	медь	220/127	3ф	2Ф
24	630	0,6	0,95	4	медь	220/127	3ф +0	2ф + 0
25	1600	0,5	0,9	2	алюминий	380/220	3ф +0	Ф + 0

Продолжение таблицы 5 - Задание на практическую работу

№№ варианта	Мощность одного ответвления, кВт			Количество ответвлений			Длина участков, м							
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	L <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>5</sub>	l <sub>6</sub>	l <sub>7</sub>	l <sub>8</sub>
1	1,6	0,8	1,0	3	9	3	10	70	60	15	25	5	10	-
2	1,0	1,5	2,0	6	3	9	40	40	50	70	5	10	15	6
3	2,4	2,0	2,2	6	3	3	20	30	60	15	20	15	20	
4	5,0	3,0	1,0	3	3	6	70	10	40	30	15	20	10	-
5	1,5	2,0	1,2	6	6	3	20	40	50	10	30	10	10	6
6	4,0	3,0	2,0	3	3	3	50	10	50	50	10	30	20	-
7	6,0	5,0	2,0	6	6	6	50	10	40	70	30	20	20	-
8	3,0	7,0	1,0	9	6	3	20	30	30	40	20	25	15	10
9	4,0	6,0	1,8	6	3	6	30	20	45	15	20	20	15	-
10	2,0	7,0	3,0	6	9	3	30	40	50	60	15	25	25	-
11	1,6	5,0	2,0	3	6	9	10	40	60	15	30	25	15	20
12	4,0	6,0	1,5	3	6	3	50	40	30	20	20	15	10	-
13	4,0	1,0	1,2	6	3	4	25	60	20	5	15	15	10	-
14	3,0	2,0	5,0	9	3	6	20	20	70	50	15	15	15	20
15	3,6	1,8	4,2	3	9	6	70	40	30	15	20	20	20	
16	2,0	2,4	3,0	9	6	3	40	10	20	30	10	25	5	-
17	5,0	3,0	2,0	3	6	3	15	50	50	20	25	15	10	5
18	2,0	1,8	2,2	9	9	9	10	70	10	40	20	20	20	-
19	4,0	4,0	4,0	6	6	6	40	60	80	70	20	15	10	-
20	6,0	9,0	1,8	9	3	9	30	20	40	30	15	10	15	5

21	7,0	4,5	2,0	3	6	4	35	10	70	25	10	10	10	-
22	1,5	3,0	4,5	9	6	3	5	70	40	30	30	30	30	-
23	1,0	2,0	1,0	9	6	9	50	50	40	40	30	15	15	15
24	2,0	2,0	5,0	6	6	3	10	40	60	50	15	25	20	-
25	6,0	6,0	3,0	6	3	3	40	30	40	30	5	10	15	-