

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Н. В. Бочарова

Электротехника и электроснабжение

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по выполнению расчетно-графической работы для студентов бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 631.371

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
М.С. Харитонов

Бочарова, Н. В.

Электротехника и электроснабжение: учеб.-методич. пособие – локальный электронный методический материал по выполнению расчетно-графической работы для студ. бакалавриата по направлению подгот. 08.03.01 Строительство (профиль подготовки: теплогазоснабжение и вентиляция; водоснабжение и водоотведение) / **Н. В. Бочарова**. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 21 с.

В учебно-методическом пособии по расчетно-графической работе приведены методические рекомендации по ее выполнению.

Таблиц – 5, рис. – 4, список литературы – 7 наименований.

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 23.12.2022 г., протокол № 4

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Бочарова Н.В., 2023 г.

Оглавление

Введение	4
Задание по расчетно-графической работе	5
Методические указания к выполнению РГР	8
Критерии и нормы оценки РГР	16
Список рекомендованных источников.....	18
Приложение 1	19
Приложение 2	20

Введение

Целью освоения дисциплины «Электротехника и электроснабжение» является: формирование знаний в области теории и анализа электрических и цепей, рассматриваемых как модели реальных электротехнических устройств, используемых в строительных отраслях промышленности.

Целью расчетно-графической работы является обобщение знаний, полученных на лекционных и лабораторных занятиях, а также развитие у студентов навыков инженерной разработки и проектирования электроэнергетических систем.

В результате выполнения расчетно-графической работы студент должен:

знать:

- назначение, устройство, принцип действия трансформатора;
- назначение, устройство, принцип действия асинхронного электродвигателя;
- средства измерения электрических величин;

уметь:

- рассчитать токи в цепях питания электродвигателя;
- выбрать сечение кабеля;
- рассчитать общее освещение объекта;
- рассчитать суммарную мощность электроэнергии, потребляемую объектом;
- рассчитать мощность батареи конденсаторов, обеспечивающих заданную величину коэффициента мощности.

владеть:

- основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования строительных объектов.

Задание по расчетно-графической работе

Исходные данные для расчета оформляются в виде таблицы (таблица 1). Номер варианта определяется шифром студента: по последней цифре выбирается в таблице 2, а по предпоследней – строка в таблице 3. При однозначном шифре следует в таблице 3 выбирать нулевую строку.

Таблица 1 – Пример оформления исходных данных для расчета

Площадь цеха, s	1500 кв. м.
Типы электродвигателей	4А
Номинальное напряжение трехфазной сети	$U_{ном} = 380$ В
Трансформаторная подстанция	Двухкамерная
Условия окружающей среды	Нормальные
Число рабочих часов в году	2000 часов
Номера двигателей, установленных в цехе	*** (из табл. 2)
Коэффициент спроса для электродвигателей	$K_{спр.дв} = ***$ (из табл. 3)
Коэффициент спроса освещения	$K_{спр.осв.} = 1$
Коэффициент мощности после компенсации	$\cos \varphi_3 = ****$ (из табл. 3)
Тарифы стоимости электроэнергии	$N_o = 300$ руб./кВт, $N_d = 1$ руб./кВт*ч

В цехе размещено технологическое оборудование. Для привода оборудования используются асинхронные электродвигатели серии 4А, различной мощности, которым присвоены порядковые номера (рисунок 1). Электродвигатели питаются от цехового трансформатора через распределительные пункты (РП1 и РП2). Номинальные мощности двигателей приведены в таблице 4, к.п.д. и коэффициенты мощности – в приложении 1. Другие параметры, необходимые для расчетов, приведены в таблицах 2 и 3.

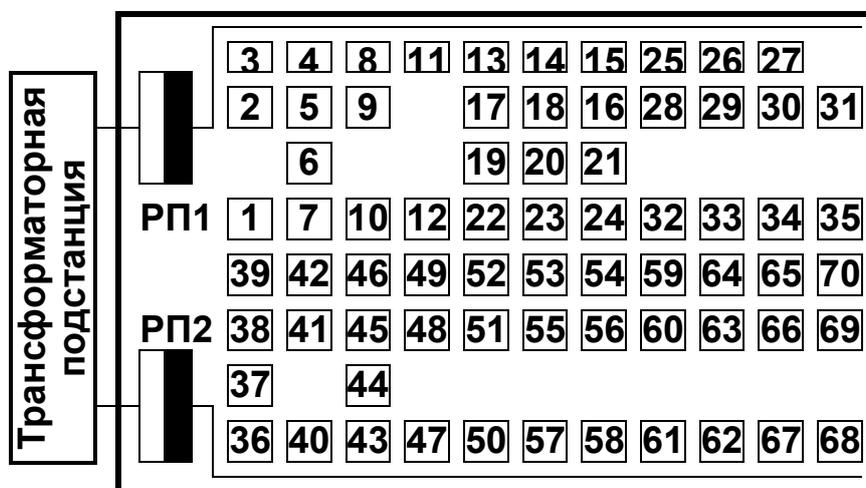


Рисунок 1 – Схема расположения оборудования цеха

Задание: Спроектировать и рассчитать основные системы электроснабжения цеха. Для этого необходимо:

1. Рассчитать токи в цепях питания каждого электродвигателя, суммарные токи и сечения проводов кабелей, от распределительных пунктов (РП1 и РП2) к двигателям и от трансформаторной подстанции к РП.

2. Вычертить план цеха и разместить на нем указанные в задании двигатели (аналогично рис. 2), трансформатор, два распределительных пункта и кабели, от трансформатора к РП и от РП к каждому двигателю.

3. Рассчитать общее освещение цеха. Выбрать тип светильников общего освещения рабочих мест. Вычертить схему размещения и подключения светильников к сети.

4. Рассчитать суммарную мощность электроэнергии, потребляемой цехом и выбрать тип трансформатора.

5. Рассчитать мощность батареи конденсаторов, обеспечивающих заданную величину коэффициента мощности.

6. Вычертить на листе А4 электрическую схему трансформаторной подстанции и распределительных пунктов.

7. Подключить в схеме подстанции необходимые измерительные приборы

8. Определить годовой расход и рассчитать стоимость энергии, потребляемой цехом.

При составлении задания студент может использовать значения тарифной стоимости электроэнергии для энергосистемы по месту работы и вариант размещения оборудования в своем цехе.

Таблица 2 – Исходные данные для расчетов

№ строки	Номера двигателей, которые должны быть показаны на плане цеха
1	2,5,9,13,14,15,28,30,36,37,44,63,69
2	3,7,10,20,29,30,31,36,38,40,41,45,62,67
3	1,4,9,22,23,24,32,33,34,40,46,62,63,64
4	1,3,10,13,16,22,33,34,35,39,42,46,65,67
5	5,7,11,14,17,23,25,28,47,49,51,52,68,70
6	6,7,17,20,23,26,29,33,48,50,51,52,62,65
7	19,20,22,23,24,27,34,35,53,54,55,56,66,67
8	13,14,15,19,20,21,26,29,32,55,56,57,58,63
9	16,18,19,21,22,24,40,49,60,61,63,64,65
0	1,6,8,16,17,18,25,26,38,39,41,43,68,70

Таблица 3 – Исходные данные для расчетов

№ строки	Коэффициент спроса Kспр.дв	Коэффициент мощности Cos φэ
1	0,70	0,98
2	0,95	0,97
3	0,65	0,96
4	0,75	0,98
5	0,70	0,97
6	0,85	0,96
7	0,95	0,98
8	0,85	0,99
9	0,65	0,96
0	0,85	0,97

Таблица 4 – Исходные данные для расчетов

№ двигателя на плане	Номинальная мощность Pном	№ двигателя на плане	Номинальная мощность Pном
1,3,5,7,11,13,15	5,5 кВт	36,38,41,43,45	15 кВт
2,4,6,8,10,12,14	11 кВт	9,16,18,20	22 кВт
17,19,21,23,25,27	5,5 кВт	61,63,52,54,56	11 кВт
47,49,51,40,42,44	15 кВт	58,60,62	18,5 кВт
22,24,26,29,31,33	4 кВт	65,67,69,64	7,5 кВт
35,37,39,28,30,32,34	22 кВт	66,68,70	15 кВт
46,48,50,53,55,57,59	7,5 кВт		

Методические указания к выполнению РГР

1. Размещение распределительных пунктов и трансформатора на плане цеха.

Предприятия обычно подключены к высоковольтной сети напряжением 10 кВ или 6 кВ. Понижение напряжения осуществляется с помощью трансформаторной подстанции (ТП). В цеховых электрических цепях используются напряжения 660 В, 380 В, 220 В. Основные напряжения силовой сети 660 В и 380 В. Напряжение 220 В рекомендуется в основном для осветительных приборов. Схемы цеховых сетей делятся на радиальные и магистральные. Радиальные применяются для питания групп маломощных электродвигателей, расположенных в различных местах цеха. Магистральные шинопроводы характеризуются меньшей надежностью, так как при повреждении магистрали нарушается электропитание всех потребителей, однако, они дешевле.

Пример размещения и радиального подсоединения оборудования (двигатели 19, 22, 18, 16, 21, 34, 40, 49, 60, 61, 63, 64, 65) к РП1 и РП2 приведен на рисунке 2. В работе студент должен отобразить на рисунке (аналогичном рисунку 2) двигатели исходя из своего варианта, приблизительно придерживаясь их местоположения на рисунке 1.

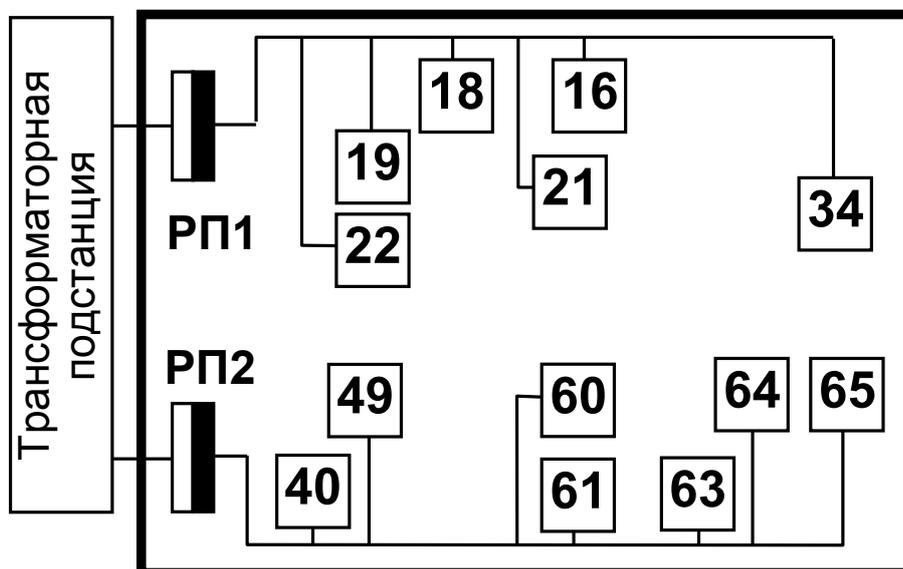


Рисунок 2 – Пример размещения и радиального подсоединения оборудования

2. Расчет номинальных токов электродвигателей.

Для каждого электродвигателя цеха необходимо вычислить величину номинального тока $I_{ном}$.

$$I_{ном.i} = P_{ном.i} / (\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta_i \cdot \cos\varphi_i),$$

где: $P_{ном.i}$ – мощность двигателя в Вт,

$U_{ном}$ – линейное напряжение в сети,

$\cos\varphi_i$ – коэффициент мощности,

η_i – коэффициент полезного действия электродвигателя.

Значения параметров берутся из Приложения 1. Пусковой ток $I_{пуск}$ для каждого двигателя определяется из заданного в Приложении 1 (пункт 1) соотношения $I_{пуск}/I_{ном}$.

Максимальный ток плавкой вставки предохранителя выбирается из условия $I_{пред} > 0.4I_{пуск}$. Выбирается ближайшее большее значение из Приложения 1 (пункт 2). Данные расчетов сводятся в таблицу 4. При этом желательно сразу разбить таблицу на две части: для РП1 и РП2.

Величины суммарных токов, потребляемых от цехового трансформатора каждым распределительным пунктом определяются в результате суммирования номинальных токов $I_{ном}$ двигателей (в количестве $N1$ для РП1 и $N2$ для РП2), питаемых от данного распределительного пункта, умноженных на коэффициент спроса. Значения получаются суммированием столбцов $I_{ном.i}$.

$$I_{ном\Sigma 1} = K_{спр.дв.} \cdot \sum_{i=1}^{N1} I_{ном.i}$$
$$I_{ном\Sigma 2} = K_{спр.дв.} \cdot \sum_{i=1}^{N2} I_{ном.i}$$

Двигатели нужно подсоединять к распределительным пунктам так, чтобы суммарные токи РП были близки по значениям и шины располагались рациональным образом. Удобно (но необязательно) к РП1 подсоединить двигатели, находящиеся в верхней части плана цеха, а к РП2 – в нижней. Кабели от ТП к РП должны быть уложены кратчайшим путем и так, чтобы избежать возможности повреждения. Это может быть прокладка вдоль стены или вдоль центрального прохода в закрытом желобе. По найденным суммарным токам для каждого РП, пользуясь Приложением 1 (пункт 3), производим выбор сечения проводов от цехового трансформатора к распределительным пунктам РП1 и РП2.

Таблица 4 – Пример расчета номинальных токов двигателей

№ двигателя	$P_{ном.i}, Вт$	КПД η_i	$\cos\phi_i$	$I_{ном.i}, А$	$I_{пуск.i}/I_{ном}$	$I_{пуск.i}, А$	$I_{пред.i}, А$	$I_{ном. вставки}, А$	Сечение провода кв.мм	$P_{ном.i} \cdot \cos\phi_i Вт$
19	5500	0,875	0,91	10,5	7,5	78,7	31,5	40	2,5	5005
...										
34										
Всего РП1				$I_{ном\Sigma1}$						
40										
...										
65										
Всего РП2				$I_{ном\Sigma2}$						
ВСЕГО	$P_{уст.дв}$									

3. Расчет общего освещения цеха.

В производственных помещениях предприятий помимо естественного освещения используется искусственное. Рабочее освещение на предприятиях выполняется, как правило, в виде общего освещения с равномерным симметричным распределением светильников под потолком. Сеть общего освещения в большинстве случаев питается напряжением 220 В.

В осветительных установках рабочего освещения применяют: лампы накаливания, люминесцентные лампы ЛБ и ртутно кварцевые лампы типа ЛДР. Лампы накаливания используются в основном в светильниках местного освещения. Их преимущества – меньшая усталость глаз при длительной работе при искусственном освещении, компактность, простота включения, устойчивая работоспособность. Люминесцентные лампы имеют большую световую отдачу и срок службы и наиболее широко используются для освещения производственных помещений. Располагать люминесцентные лампы рекомендуется рядами, параллельно длинной стороне помещения или стене с окнами. Лампы ЛДР рекомендуется применять для общего освещения производственных помещений высотой 6 м и более в тех случаях, когда по характеру работы не требуется точное различение цветов и оттенков. Кроме этого, их рекомендуется применять для освещения проходов и проездов с интенсивным движением транспорта и людей на территориях предприятий; а также для открытых территорий, требующих повышенной освещенности.

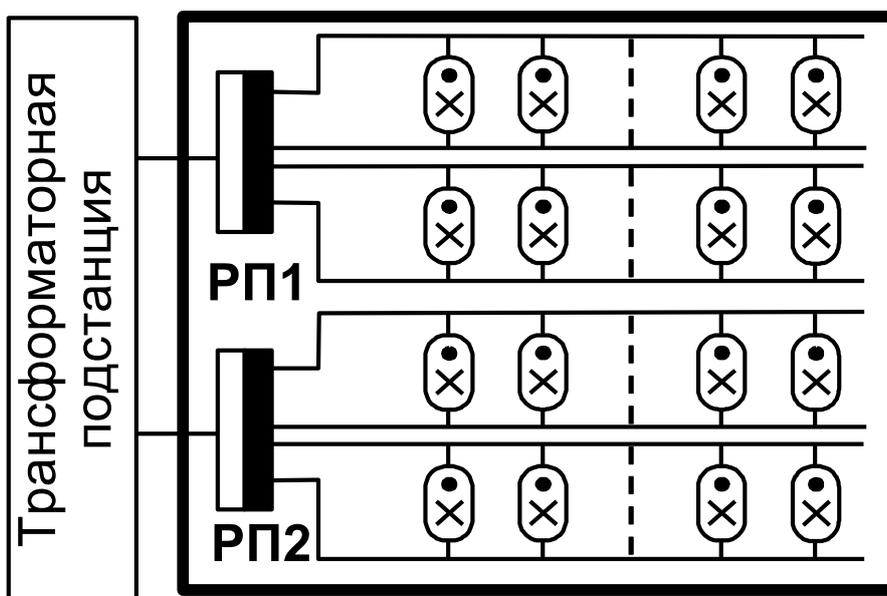


Рисунок 3 – Схема размещения светильников общего освещения

В работе необходимо рассчитать мощность, которая требуется для общего рабочего освещения цеха $P_{уст.}$

$$P_{уст.осв.} = P_{уд} \cdot S = 10 \cdot 1500 = 15000 \text{ Вт},$$

где $P_{уд}$ – удельная мощность (для цехов пищевых предприятий приблизительно равна 10 Вт/м.кв.), S – площадь цеха в м.кв.

Используя данные о размещении оборудования в цехе следует разместить светильники и определить их количество K по формуле:

$$K = P_{уст.осв.} / P_c,$$

где P_c – мощность одного светильника (приложение 1, пункт 4).

Вычертить схему размещения светильников общего освещения и провода, используемые для подключения их к РП1 и РП2. Один из возможных вариантов размещения показан на рис. 3.

Потребная активная мощность на освещение определяется как:

$$P_{потр.осв.} = P_{уст.осв.} \cdot K_{спр.осв.},$$

где $K_{спр.осв.}$ – коэффициент спроса освещения (принимается равным 1).

Определение потребной реактивной мощности на общее рабочее освещение производится по формуле:

$$Q_{потр.осв.} = P_{потр.осв.} \cdot \text{tg } \varphi_{осв.} = P_{потр.осв.} \cdot 0,33.$$

Для люминесцентных ламп реактивная мощность потребляется дросселями. Приблизительно считаем, что $\cos \varphi_{осв.} = 0,95$ (т.е. $\text{tg } \varphi_{осв.} = 0,33$).

4. Расчет мощности трансформаторов.

Цеховые подстанции могут быть одно или двух трансформаторными. Применение подстанций с числом трансформаторов более двух, обычно, экономически нецелесообразно. Подстанции с одним трансформатором следует применять для потребителей 2 и 3 категории, в частности при двухсменной работе, когда недовыработка продукции за время перерыва питания может быть восполнена работой в третью смену. При этом необходимо предусматривать складской резерв трансформаторов и резервирование питания наиболее ответственных потребителей. Подстанции с двумя трансформаторами следует применять при значительной мощности нагрузок и для потребителей 1 категории, а также при трехсменной работе электроприемников 2 категории. Кроме того, двухтрансформаторные подстанции могут оказаться целесообразными в следующих случаях:

– при неравномерном суточном или годовом графике нагрузок, в частности, при наличии сезонных нагрузок или при одно- двухсменной работе со значительной разницей загрузки смен;

– когда мощность трансформаторов лимитируется условиями их транспортировки, высотой помещения и другими соображениями, требующими уменьшения массы или габаритов трансформаторов;

– при расширении подстанции, если окажется нецелесообразной замена существующего трансформатора на более мощный.

Мощность трансформатора определяется следующим образом:

- Вычисляем суммарную установленную мощность всех двигателей цеха:

$$P_{уст.дв} = \sum P_{ном.i},$$

где $P_{ном.i}$ – номинальная мощность i -го двигателя.

- Определяем потребную активную мощность электродвигателей:

$$P_{потр.дв} = P_{уст.дв} \cdot K_{спр.дв}$$

- Определяем потребную реактивную мощность всех электродвигателей:

$$Q_{потр.дв} = P_{потр.дв} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ср.взв.},$$
$$\cos \varphi_{ср.взв} = \sum P_{ном.i} \cdot \cos \varphi_i / \sum P_{ном.i} \text{ (таблица 4),}$$

где $\operatorname{tg} \varphi_{ср.взв.}$ определяют из $\cos \varphi_{ср.взв}$ по формуле $\operatorname{tg} \varphi = \sqrt{1 - (\cos^2 \varphi) - 1}$.

- Суммарная потребная активная мощность двигателей и освещения:

$$P_{потр.Σ} = P_{потр.дв} + P_{потр.осв}$$

- Суммарная потребная реактивная мощность двигателей и освещения:

$$Q_{потр.Σ} = Q_{потр.дв} + Q_{потр.осв}$$

- Полная потребная мощность силового трансформатора:

$$S_{потр.} = \gamma \sqrt{P_{потр.Σ}^2 + Q_{потр.Σ}^2},$$

где γ – коэффициент несовпадения максимумов нагрузки $\approx 0,92$.

По найденной полной потребной мощности $S_{\text{потр}}$ выбираем из каталога трансформаторы (приложение 1, пункт 5) исходя из условия $S_{\text{ном.катал.}} > S_{\text{потр}}$.

5. Расчет батареи конденсаторов для повышения коэффициента мощности.

Для компенсации реактивной мощности электротехнической промышленностью выпускаются батареи компенсирующих конденсаторов и синхронные компенсаторы. Батареи выпускаются на номинальные напряжения 10, 6, 0,38кВ в трех- и однофазном исполнении. Батареи конденсаторов (БК) по сравнению с другими источниками реактивной мощности имеют следующие преимущества:

- малые потери активной мощности (0,0025 ... 0,005 кВт/кВАр);
- простота эксплуатации (нет вращающихся и трущихся частей);
- возможность установки конденсаторов без специальных фундаментов.

Мощность батареи конденсаторов Q_k определяется как разность между расчетной реактивной мощностью нагрузки цеха и предельной реактивной мощностью допустимой по договору с энергосистемой:

$$Q_k = Q_{\text{потр.дв}} - Q_{\text{э}} = P_{\text{потр.дв}} \cdot (\text{tg}\varphi_{\text{ср.взв}} - \text{tg}\varphi_{\text{э}}),$$

где: $Q_{\text{потр.дв}}$ – расчетная суммарная реактивная потребная мощность двигателей; $Q_{\text{э}}$ – допустимая реактивная мощность по договору с энергосистемой; $P_{\text{потр.дв}}$ – расчетная суммарная активная потребная мощность двигателей, $\text{tg}\varphi_{\text{э}}$ определяется из $\cos\varphi_{\text{э}}$ по формуле, приведенной выше (п. 4).

Если оказалось, что $Q_{\text{потр.дв}} \leq Q_{\text{э}}$ то батареи не требуются.

6. Выбор схемы трансформаторной подстанции и схемы подключения контрольных измерительных приборов.

На рисунок 4 показана упрощенная электрическая схема двухкамерной ТП. Необходимо выбрать типы необходимых измерительных приборов и подключить их к вторичной обмотке трансформатора. Для подключения приборов использовать стандартные измерительные трансформаторы тока и напряжения. Обозначить на схеме типы выбранных приборов и трансформаторов. Для примера на рисунке 4 приведены схемы подключения ваттметров и амперметров. Подключение счетчиков энергии необходимо выполнить самостоятельно.

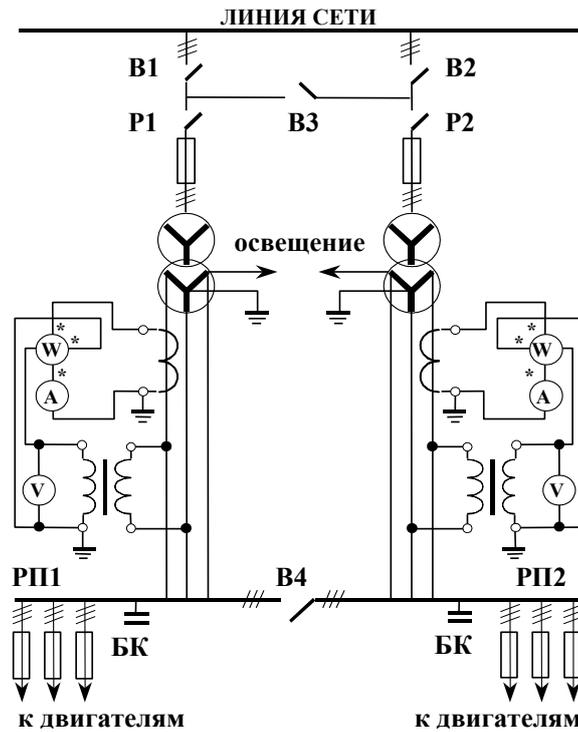


Рисунок 4 – Упрощенная электрическая схема двухкамерной трансформаторной подстанции

7. Определение годового расхода энергии.

Для этого необходимо иметь данные предыдущих расчетов и годовое число часов работы электросилового оборудования и освещения. Данные расчетов сводятся в таблицу 5. При односменной работе цеха (2000 час/год) среднее годовое число часов использования внутреннего освещения принимаем равным 500 час. Коэффициент спроса для освещения $K_{спр.осв.} = 1$. В нижней графе таблицы подводится общий итог потребной мощности и годового расхода активной и реактивной энергии цеха.

Таблица 5 – Пример расчета годового расхода электроэнергии

Потребители	Установлен. мощность $P_{уст}$ кВт	Коэфф. мощности $\cos\phi$	Коэфф. спроса $K_{спр}$	Потребн. мощность		Часов работы в году $t_{год}$	Годовой расход энергии	
				активная $P_{потр.}$ кВт	реакт. $Q_{потр.}$ кВАр		активная W_a кВт·ч	реакт. W_p кВАр·ч
Двигатели						2000		
Освещение			1			500		
ВСЕГО				$P_{потр\Sigma}$	$Q_{потр\Sigma}$		$W_a\Sigma$	$W_p\Sigma$

8. Расчет годовой стоимости электрической энергии, потребляемой цехом.

Порядок оплаты электроэнергии, потребляемой цехом определяется в договоре с поставщиком энергии. Обычно для предприятий действует двухставочный тариф, состоящий из годовой платы за 1 кВт заявленной максимальной мощности и 1 кВт·ч отпущенной потребителю активной электроэнергии. Под заявленной мощностью подразумевается абонированная потребителем мощность в период максимальной загрузки энергосистемы, оговоренная в договоре на поставку электроэнергии. Часы максимума нагрузки устанавливаются энергоснабжающей организацией на каждый квартал и фиксируются в договоре. Плата за 1 кВт·ч устанавливается за отпущенную потребителю электроэнергию, учтенную расчетными счетчиками на стороне первичного напряжения. Если счетчик установлен на стороне вторичного напряжения, то указанная в прејскуранте плата за 1 кВт·ч умножается на коэффициент 1,025.

Оплату за электроэнергию, израсходованную цехом, в течение года рассчитывают по формуле:

$$N = (P_{\text{макс}} \cdot N_0 + W_{\text{а}\Sigma} \cdot N_{\text{д}})(1-a),$$

где N_0 – плата за один кВт заявленной потребителем максимальной мощности (руб./кВт); $P_{\text{макс}}$ – наибольшая потребляемая получасовая мощность, совпадающая по времени с периодом максимальной нагрузки системы (кВт); $N_{\text{д}}$ – плата за 1 кВт·ч отпущенной потребителю активной энергии (руб./кВт·ч); $W_{\text{а}\Sigma}$ – количество активной энергии, отпущенной предприятию за год (кВт·ч); a – скидка к тарифу на электроэнергию за компенсацию реактивной мощности в электроустановках потребителей. Принимается при расчетах, равной 0,02...0,08 (в работе примем =0,05).

Значение наибольшей получасовой мощности $P_{\text{макс}}$ определяется по формуле:

$$P_{\text{макс}} = (1,2..1,6) \cdot P_{\text{потр}\Sigma},$$

где $P_{\text{потр}\Sigma}$ – суммарная активная потребная мощность (таблица 5).
(в работе коэффициент примем =1,5)

Критерии и нормы оценки РГР

Критерии оценивания различаются для расчетной части и устных ответов при защите работы. По результатам выполнения расчетной части и последующей защиты проекта выставляется оценка: «зачтено» или «не зачтено».

Оценка «зачтено» за выполнение расчетных заданий выставляется, если РГР выполнена по исходным данным в соответствии с вариантом. Изложение материала отличается логической последовательностью и полностью соответствует заданию. Выполнены полностью расчётная и графическая часть. Ошибки отсутствуют, но допущены погрешности в расчётах, которые не оказали кардинального влияния на конечный результат. Имеются несущественные ошибки в графических построениях.

Оценка «не зачтено» выставляется, если содержание РГР частично или полностью не соответствует заданию, содержит принципиальные ошибки, отсутствует или содержит ошибки графическая часть. В этом случае РГР возвращается студенту для исправления ошибок.

Целью устной защиты является демонстрация понимания решаемых задач и самостоятельности при выполнении работы. Вопросы к устной защите РГР не выходят за рамки задания. Оценка «зачтено» за устные ответы по работе выставляется, если студент допускает непринципиальные ошибки при ответе на отдельные вопросы при защите РГР. Оценка «не зачтено» выставляется, если студент не может объяснить смысл представленных вычислений и построений, не отвечает на вопросы, предлагаемые к защите.

Вопросы к защите РГР

1. Назначение и принцип действия трансформатора.
2. Назначение и принцип действия асинхронного электродвигателя.
3. Какая величина напряжения используется в силовой цепи?
4. Какая величина напряжения используется в осветительной сети?
5. В каком случае применяются радиальные схемы питания групп потребителей, а в каком магистральные?
6. Какие номинальные величины, характеризующие асинхронный электродвигатель, нужно иметь, чтобы вычислить номинальный ток электродвигателя?
7. Каков физический смысл активной, реактивной и полной мощностей?
8. В каких единицах измеряются активная, реактивная и полная мощности?
9. Что характеризует коэффициент мощности?

10. Почему стремятся повысить коэффициент мощности?
11. Сущность явления короткого замыкания, его причинах и способах защиты электрических цепей.
12. По каким параметрам выбирается максимальный ток плавкой вставки предохранителя?
13. По какому параметру выбирается сечение кабеля, питающего электродвигатель?
14. В каком случае экономически целесообразно выбирать подстанции с одним трансформатором, с двумя трансформаторами?
15. По какому параметру и, исходя из какого условия, выбирают трансформатор по каталогу?
16. Как рассчитать батарею конденсаторов для повышения коэффициента мощности?
17. Какую мощность измеряет ваттметр?
18. Как на схемах изображают измерительные трансформаторы и для чего их применяют?

Список рекомендованных источников

1. Иванов, И.И. Электротехника : учеб. пособие / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев. - 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009. - 496 с. – ISBN 978-5-8114-0523-7.
2. Белов, Н.В. Электротехника и основы электроники : учеб. пособие / Н.В. Белов. Ю.С. Волков. - Санкт-Петербург[и др.] : Лань, 2012. - 432 с. – ISBN 978-5-8114-1225-9.
3. Воробьев, А.В. Электротехника и электрооборудование строительных процессов : учеб. для студ. строит. спец. ВУЗов / А.В. Воробьев. - Москва : Изд-во Ассоц. строит. ВУЗов, 1995. - 343 с.
4. Глазенко, Т.А. Электротехника и основы электроники : учеб. пособие для ВУЗов / Т.А. Глазенко ; соавт. Прянишников В.А. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 1996. - 207 с. – ISBN 5-06- 002266-8.
5. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники : учеб. / Л.А. Бессонов. - 11-е изд. - Москва : Юрайт, 2012. -317 с. –ISBN 978-5-9916-14 51-1.
6. Касаткин, А.С. Электротехника : учеб. / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. - 7-е изд., стер. - Москва : Высшая школа, 2002. - 542 с. – ISBN 5-06-003595-6.
7. Касаткин, А.С. Электротехника : учеб. пособие / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. - 4-е изд., перераб. - Москва : Энергоатомиздат, 1983. - 440 с.
8. Электротехника: учеб. / В.Г. Герасимов, Х.Э. Зайдель, В.В. КогенДалин. -3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Высшая школа,1985. - 480 с

Пункт 1. Параметры двигателей

Рн, кВт	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22
КПД (η)	0,77	0,775	0,81	0,83	0,845	0,865	0,875	0,875	0,88	0,875	0,885	0,89
Сosφ	0,87	0,87	0,85	0,87	0,88	0,89	0,91	0,88	0,9	0,9	0,92	0,9
Iпуск/Iном	5,5	5,5	6,5	6,5	6,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5

Пункт 2. Шкала номинальных токов плавких вставок предохранителей типов НПН: 6, 10, 16, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150А.

Пункт 3. Длительно допустимые токовые нагрузки на изолированные провода с алюминиевыми жилами при прокладке сети в помещении (температура окружающего воздуха 25°С). Провода трехжильные, проложенные открыто, с резиновой или полихлорвиниловой изоляцией.

Сечение кв.мм	2,5	4	6	10	16	25	35	50
Iном. А	19	27	32	42	60	75	90	110

Пункт 4. Люминесцентные светильники для производственных помещений и нормальных условий

Тип светильника	Число ламп, шт	Мощность лампы
ЛДР 40	2	40Вт
ЛДР-2 80	2	80Вт
ЛДОР-2 40	2	40Вт
ЛОУ-III 40	2	40Вт

Пункт 5. Номинальные мощности силовых трансформаторов (кВА): 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600 и т.д. Трехфазные трансформаторы двухобмоточного типа ТМ с масляным охлаждением предназначены для преобразования трехфазной системы переменного тока, напряжением 35; 10; 5; 6; 3 кВ в трехфазную систему переменного тока напряжением 0,23; 0,4; 0,66 кВ и применяются в наружных и внутренних электроустановках. В обозначении трансформаторов числитель – мощность трансформатора в кВА, знаменатель – напряжение в кВ. Например, ТМ-400/10: трансформатор двухобмоточный с масляным охлаждением мощностью 400кВА на напряжение 10кВ (на стороне высшего напряжения).

Образец титульного листа

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Институт морских технологий, энергетики и строительства
Кафедра энергетики

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

по дисциплине «Электротехника и электроснабжение»

направления подготовки 08.03.01 «Строительство»

Работу выполнил:
студенты гр. ХХ-СТ
Иванов И.И.

Калининград 202Х

Локальный электронный методический материал

Наталья Владимировна Бочарова

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Редактор И. Голубева

Локальное электронное издание
Уч.-изд. л. 1,7. Печ. л. 1,3.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1