

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева
Кафедра «Электротехника и электрооборудование»

Утверждено на заседании кафедры
«Электротехника и электрооборудование»
«15» января 2019 г., протокол № 4-1

Заведующий кафедрой

_____ А.Э. Соловьёв

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению курсового проекта
по дисциплине (модулю)**

«ВНУТРИЗАВОДСКОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И РЕЖИМЫ

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки (*специальности*)
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

с направленностью (профилем)

***Электрооборудование и электрохозяйства предприятий,
организаций и учреждений***

Форма(ы) обучения: *очная, заочная*

Идентификационный номер образовательной программы: 130302-01-18

Тула 2019 год

Разработчик(и) методических указаний

Полевой В.Е., профессор каф.ЭТЭО, к.т.н., профессор

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Цель и задачи выполнения курсового проекта	4
2 Основные требования к курсовому проекту	4
2.1 Тематика курсового проекта.....	4
2.2 Исходные данные к курсовому проекту	4
2.3 Задание на курсовой проект.....	5
2.4 Объём курсового проекта.....	5
2.5 Работа над курсовым проектом	5
2.6 Защита курсового проекта	5
3 Методические указания к работе над курсовым проектом	6
3.1 План построения и содержание разделов пояснительной записки к курсовому проекту	6
3.2 Методические указания по выполнению отдельных разделов курсового проекта.....	6
Библиографический список	8
Приложение А	3
Приложение В	9
Приложение С	11
Приложение D	12

ВВЕДЕНИЕ

Курсовое проектирование является формой учебного процесса, которая направлена на приобретение студентами навыков самостоятельной исследовательской и творческой работы. Курсовой проект по дисциплине «Внутризаводское электроснабжение и режимы» способствует формированию у обучаемых готовности применять основы инженерного проектирования систем электроснабжения (СЭС) предприятий, организаций и учреждений; выбирать серийное электрооборудование; способности управлять проектами электроэнергетических и электротехнических установок различного назначения.

Настоящие методические указания предназначены для помощи студентам в организации самостоятельной работы по выполнению и оформлению курсового проекта на основе содержащихся в них основных требований и рекомендаций.

1 Цель и задачи выполнения курсового проекта

Целью курсового проекта является разработка типовой системы электроснабжения цеха промышленного предприятия. В процессе выполнения курсового проекта решаются следующие задачи:

- краткая характеристика участков цеха;
- определение расчетных электрических нагрузок групп потребителей (единиц электрооборудования) и цеха в целом;
- выбор места расположения и типа цеховой подстанции, выбор числа и мощности трансформаторов цеховой понизительной подстанции с учётом полной компенсации реактивной мощности на них;
- разработка схемы системы электроснабжения цеха;
- расчёт компенсации реактивной мощности;
- расчёт сечений кабельных линий внутрицеховой электрической сети;
- расчёт токов короткого замыкания, выбор и проверка коммутационно-защитной аппаратуры и проводников.

2 Основные требования к курсовому проекту

2.1 Тематика курсового проекта

Тематика проекта посвящена разработке типовой системы электроснабжения цеха (или участка цеха) промышленного предприятия, где установлены определённые группы единиц промышленного оборудования, являющихся потребителями электроэнергии. Электрическая сеть и электрооборудование данной СЭС составляют объект курсового проектирования.

2.2 Исходные данные к курсовому проекту

Исходными данными для проекта являются план расположения оборудования цеха и конкретный состав потребителей (агрегатов) для каждой условной единицы

оборудования. Отдельные потребители определяются номинальными значениями мощности и напряжения; для потребителей переменного тока задаётся также номинальный коэффициент мощности ($\cos\varphi$).

2.3 Задание на курсовой проект

В общем случае данный курсовой проект выполняется на основе типового задания, рассчитанного на методы проектирования, изложенные в курсе лекций и в учебных пособиях по данному курсу. Тем не менее, хорошо успевающие студенты могут получить и индивидуальные задания, содержащие элементы исследования и автоматизации проектирования.

Типовые задания на курсовой проект оформляются на соответствующем бланке (приложение 1) с учётом номера конкретного варианта (приложение 2).

2.4 Объём курсового проекта

Проект должен состоять из пояснительной записки объёмом не менее 25-30 страниц текста (формат А4) и графической части объёмом 1 лист (формат А1), которая включает план расположения оборудования с центром электрических нагрузок, трассами кабельных и воздушных линий, трансформаторными подстанциями (ТП) и распределительными устройствами (РУ).

2.5 Работа над курсовым проектом

Данный проект выполняется студентами в строгом соответствии с пунктами задания. Перечень пунктов и последовательность их расположения (приложение А) выбраны с таким учётом, чтобы процесс их выполнения соответствовал определённому план-графику. По результатам выполнения указанных пунктов составляются и оформляются разделы пояснительной записки, а на заключительном этапе – графическая часть проекта.

2.6 Защита курсового проекта

Срок защиты проекта указывается в специальной графе задания. Законченный проект (пояснительная записка и графическая часть) должен быть подписан студентом и консультантом. Защита курсового проекта по сути дела является формой проверки овладения студентом основными методами проектирования типовых СЭС, она проводится в присутствии комиссии, назначаемой кафедрой. Собственно защита включает устное сообщение автора проекта (3-5 минут) о сути проделанной им работы и обсуждение проекта (ответы на вопросы комиссии). В процессе защиты студенту рекомендуется как можно активнее использовать для иллюстрации соответствующие разделы записки и графической части.

3 Методические указания к работе над курсовым проектом

3.1 План построения и содержание разделов пояснительной записки к курсовому проекту

Пояснительная записка в соответствии с существующими нормативами должна составляться по следующему плану:

- титульный лист;
- техническое задание;
- реферат (аннотация);
- оглавление;
- перечень условных обозначений, терминов и сокращений;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- библиографический список;
- приложения.

Реферат оформляется по стандартным правилам, в нём приводится краткое содержание работы и сведения об объёме записки, количестве иллюстраций, таблиц и использованных источников.

В основной части последовательно излагается выполнение всех пунктов задания на курсовой проект, этот материал снабжается необходимыми иллюстрациями и ссылками. Исходные данные (для каждого из 25 вариантов) определяются по таблице 1 приложения В на основе рис. 1-3 приложения С и табл. 2-6 приложения Д. При расчете электрических нагрузок следует считать режим работы оборудования односменным с продолжительностью включения ПВ = 0,8, а график загрузки оборудования – равномерным.

Типовое содержание основной части пояснительной записки:

- краткая характеристика участков цеха;
- расчёт электрических нагрузок;
- построение картограммы и определение центра электрических нагрузок;
- выбор места расположения и типа цеховой ТП;
- выбор числа и мощности трансформаторов цеховой понизительной подстанции;
- разработка схемы внутрицехового электроснабжения;
- выбор средств компенсации реактивной мощности и мест их размещения;
- расчёт токов короткого замыкания, выбор аппаратов и токоведущих частей.

3.2 Методические указания по выполнению отдельных разделов курсового проекта

Начиная с первого пункта задания, необходимо выбрать приемлемый метод расчёта конкретных электрических нагрузок. При необходимости дополнительные сведения об эксплуатации и паспортных данных электрооборудования могут быть получены после согласования с руководителем проекта. Определение нагрузок, выбор напряжения и мощности питающего трансформатора (или группы трансформаторов) следует производить по рекомендациям и методикам,

изложенным в базовом учебном пособии по курсовому и дипломному проектированию [3]. При изображении отдельных узлов и всей схемы СЭС следует использовать соответствующие условные обозначения. Коммутационно-защитная аппаратура, силовые кабели и трансформаторы должны выбираться только в строгом соответствии с имеющимися справочными данными [5, 6]. Определённый центр электрических нагрузок и, если это потребуется, зона его рассеяния должны быть указаны на плане цеха.

В курсовом проекте расчёт электрических нагрузок производится на следующих уровнях СЭС:

- третий уровень (ЗУР) системы электроснабжения – шины низшего напряжения цеховой ТП 10(6)/0,4 кВ;
- четвёртый уровень (4УР) системы электроснабжения – шины распределительных устройств (РП) 10(6) кВ.

Для приведенных уровней возможно использование детерминированных методов расчёта нагрузок, основывающихся на статистических данных. Расчёт ведётся, начиная с низших уровней к высшим уровням.

Для расчёта электрических нагрузок цеха предлагается использовать метод коэффициента спроса. Этот метод является приближённым и применяется при расчете крупных узлов. Для цеха определяются активная и реактивная нагрузки. На основе исходных данных расчётную активную нагрузку для цеха определяют по формуле

$$P_p = K_c \cdot P_y,$$

где P_p – расчётная активная нагрузка цеха, кВт;

K_c – коэффициент спроса, определяемый по справочным данным [5, 7];

P_y – суммарная установленная мощность силовых электроприёмников цеха, кВт

При отсутствии в справочных данных величины K_c , её значение выбирают в зависимости от величины коэффициента использования K_u (таблица 3. 1).

Таблица 3.1 – Выбор K_c в зависимости от K_u

K_u	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
K_c	0,5	0,6	0,65-0,7	0,75-0,8	0,85-0,9	0,92-0,95

Расчётная реактивная нагрузка определяется по формуле:

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi_i,$$

где Q_p – расчётная реактивная нагрузка, кВАр;

$\operatorname{tg} \varphi_i$ – определяется по величине $\cos \varphi$, определяемой из справочных данных [5].

При отсутствии информации о величинах K_c и K_u в справочниках библиографического списка коэффициенты берутся по наиболее массовому оборудованию. Рекомендуются принимать верхние значения справочных данных.

Библиографический список

1. Кудрин Б.И. Системы электроснабжения: учебное пособие для вузов. – Москва: Академия, 2011. – 352 с.
2. Кудрин Б.И. Электрооборудование промышленности: учебник для вузов / Б.И. Кудрин. – М.: Академия, 2008 – 425 с.
3. Фёдоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. – М., Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.
4. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: справочник: учебное пособие / Г.Н. Ополева – М.: Форум: Инфа-М, 2008. – 480 с.
5. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т. Том 1. Электроснабжение. / Под ред. Фёдорова А.А. – М., Энергоатомиздат, 1986. – 568 с.
6. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т. Том 2. Электрооборудование. / Под ред. Фёдорова А.А. – М., Энергоатомиздат, 1986. – 596 с.
7. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Барыбина Ю.Г. и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
8. Герасименко А.Н и др. Передача и распределение электрической энергии. – М., «Феникс», 2006, – 718 с.

Приложение А
Бланк задания на курсовой проект

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева

Кафедра электротехники и электрооборудования

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Студенту _____ группы _____ Вариант _____

1. Тема проекта _____

2. Срок предоставления к защите _____

3. Исходные данные для проектирования (план расположения и состав
оборудования) _____

4. Содержание КП (пояснительной записки и графической части):

4.1. Определить электрические нагрузки единиц оборудования и цеха в
целом.

4.2. Выбрать рациональное напряжение, число, тип и мощность
трансформаторов цеховой ТП.

4.3. Составить схему СЭС цеха.

4.4. Рассчитать токи КЗ и выбрать коммутационно-защитную аппаратуру.

4.5. Рассчитать сети НН цеха и схемы питания приёмников в цехе.

4.6. Рассчитать токи в сети НН цеха, определить экономически
целесообразное сечение жил кабелей.

5. Перечень графического материала: _____

Руководитель КП _____
(подпись) (фамилия, инициалы)

Задание получил _____ «____» _____ 20__ г
(подпись)

Приложение В

Таблица 1 – Варианты заданий на курсовой проект

Вариант	№ рис.	Состав единиц обслуживания							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2-1-5	2-2-5	2-1-10	3-1-5	3-2-5	3-1-10	4-1-5	4-2-10
2	2	2-3-10	2-3-10	2-3-5	6-1-3	6-2-3	5-1-5	5-1-10	5-2-10
3	3	2-6-2	2-6-2	2-7-3	2-7-5	4-6-5	4-7-10	2-8-2	5-5-2
4	1	4-3-5	4-3-10	4-4-2	4-4-10	5-3-2	5-3-3	3-1-2	3-1-3
5	2	5-2-5	5-3-2	5-3-2	6-1-2	6-2-3	2-3-5	2-3-10	2-3-3
6	3	3-3-2	3-3-5	2-8-5	2-8-5	2-8-10	5-4-2	5-4-5	6-5-3
7	1	3-2-5	3-2-3	6-1-5	6-2-3	6-2-5	4-1-5	4-2-5	4-3-5
8	2	2-5-10	2-5-5	4-5-5	4-5-10	4-5-2	5-1-2	5-2-5	5-1-5
9	3	5-4-3	5-4-5	5-3-3	6-3-5	6-3-10	2-7-10	2-7-10	2-8-3
10	1	5-1-10	5-1-5	5-2-2	5-2-5	2-1-20	2-1-20	2-2-3	2-5-10
11	2	3-1-5	3-1-2	3-2-5	3-2-10	6-3-3	6-3-3	6-3-3	2-4-10
12	3	3-3-5	3-3-3	3-4-5	2-7-10	2-7-10	5-6-1	5-6-2	5-5-2
13	1	6-1-10	6-1-10	6-4-5	6-4-10	4-2-10	4-1-20	4-1-20	2-1-20
14	2	3-4-1	3-4-1	2-4-2	2-4-5	2-6-30	2-6-30	6-2-5	6-2-5
15	3	5-6-2	5-6-2	2-7-10	2-8-10	4-7-5	4-6-10	3-5-10	3-6-10
16	1	2-1-10	6-1-10	3-1-5	5-1-10	4-1-5	2-1-5	6-2-2	3-1-2
17	2	6-5-5	2-4-10	5-3-3	3-3-2	2-5-10	4-6-10	3-3-1	6-3-3
18	3	3-5-5	3-5-5	6-3-10	6-3-10	5-6-5	5-6-5	2-8-10	2-8-10
19	1	6-1-20	2-1-10	3-1-2	5-1-10	2-1-20	4-1-5	2-2-20	2-3-10
20	2	5-2-10	5-3-3	2-7-5	2-7-5	6-4-10	6-4-10	4-5-10	4-5-10
21	3	3-6-5	3-5-10	3-4-10	5-6-5	5-5-10	4-7-10	4-6-10	2-8-10
22	1	4-2-10	4-1-3	3-1-10	3-2-5	3-1-5	2-1-10	2-2-5	2-1-5
23	2	5-2-10	5-1-20	5-1-20	6-2-30	6-1-20	2-3-5	2-3-10	3-1-5
24	3	5-5-2	2-8-2	4-6-5	2-7-5	2-7-3	2-3-20	2-6-20	4-7-10
25	1	3-1-2	6-2-2	2-1-5	4-1-5	5-1-10	3-1-5	6-1-10	2-1-20

Примечание: состав оборудования для каждой условной единицы задается следующим образом:

- первое число – № таблицы с перечнем конкретных требований (табл. 2-6);
- второе числа – № позиции в табл. 2-6;
- третье число – количество потребителей.

Приложение С

Рис.1

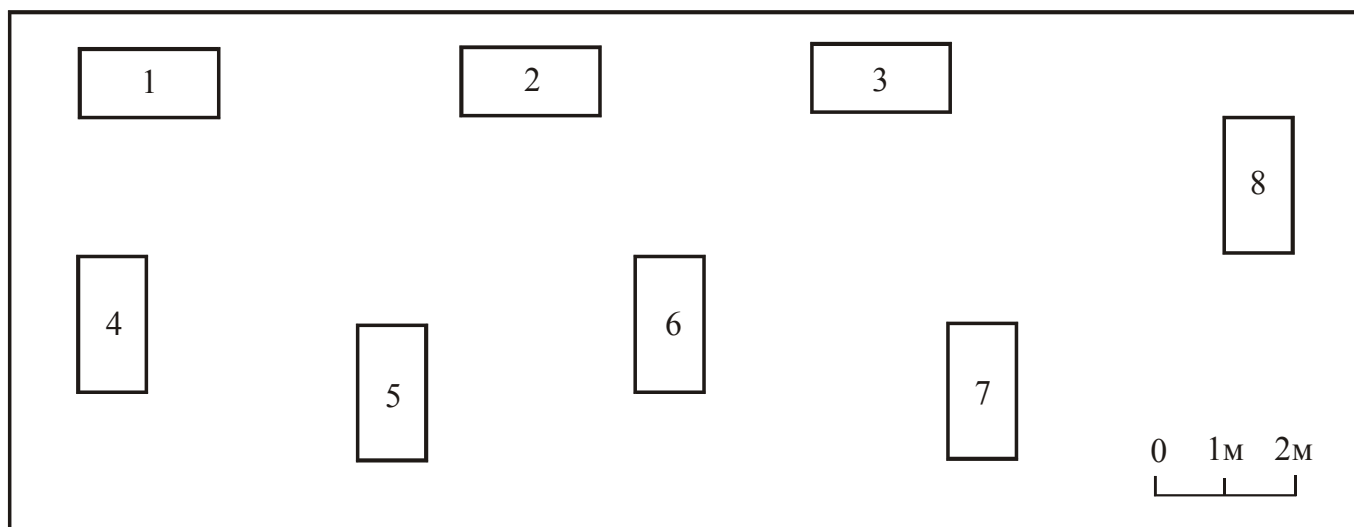


Рис.2

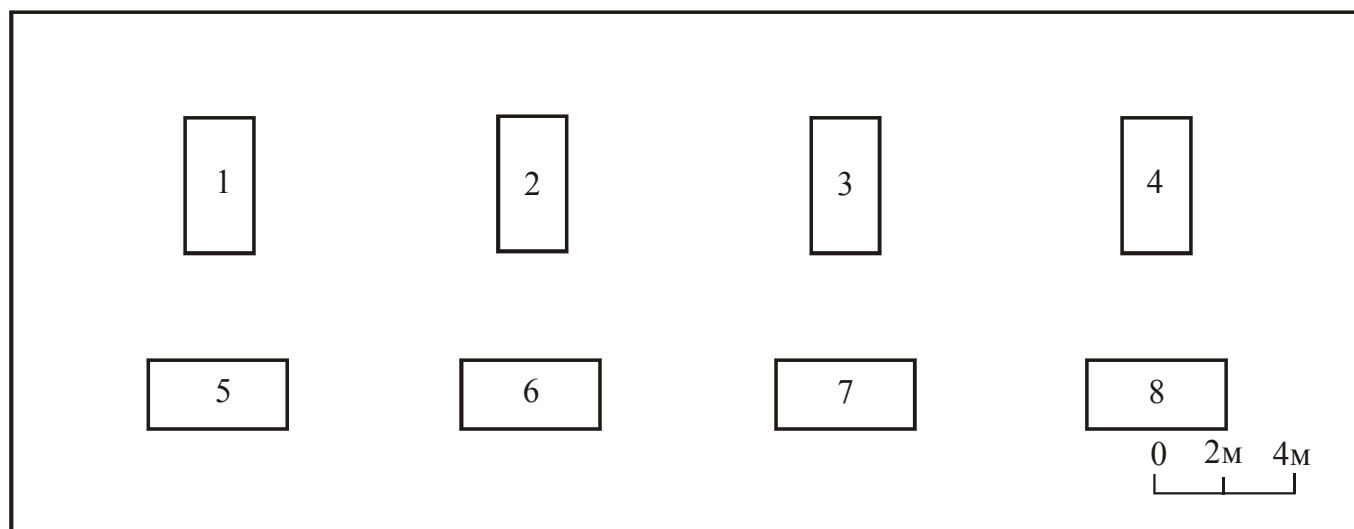
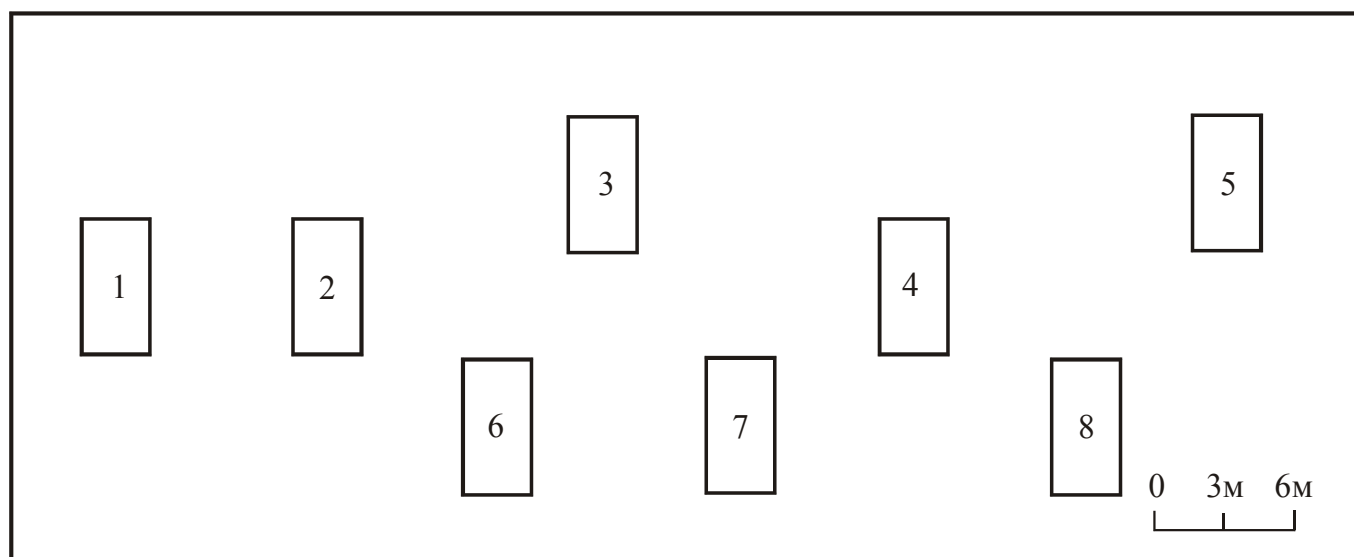


Рис.3



Приложение D

Таблица 2 – Асинхронные двигатели

№ п.п	$P_{\text{ном}}, \text{кВт}$	$\cos \varphi$	$T_{\text{ин}}$ (серия)	$V_{\text{ном}}, \text{кВ}$	Прим.
1	2,2	0,8	4А	0,38	
2	4	0,84		0,22	
3	5,5	0,86		0,38	
4	7,5	0,84		0,22	
5	1,2	0,75		0,38	
6	0,6	0,82		0,22	
7	22,0	0,9		0,38	
8	55,0	0,91		0,22	

Таблица 3 – Синхронные двигатели.

№ п.п	$P_{\text{ном}}, \text{кВт}$	$\cos \varphi$	$T_{\text{ин}}$ (серия)	$P_{\text{возб}}, \text{кВт}$	$V_{\text{ном}}, \text{кВ}$	Прим.
1	13,2	0,8	СДН	1,2	0,38	
2	6,3	0,83		0,91	0,38	
3	30	0,82		2,6	6	
4	75	0,86		4,7	6	
5	22	0,8		1,8	0,38	
6	55	0,81		3,2	0,38	

Таблица 4 – Двигатели постоянного тока

№ п.п	$P_{\text{ном}}, \text{кВт}$	$\cos \varphi$	$V_{\text{ном}}, \text{В}$	Данные силового преобразователя
1	1,15	2π	110	380 В, 50 Гц
2	1,2		110	
3	6		220	
4	7,2		220	
5	11		220	
6	15		127	
7	30		127	

Таблица 5 – Сварочные трансформаторы

№ п.п	$S'_{\text{ном}}, \text{кВА}$	$\cos \varphi$	$V_{\text{ном}}, \text{кВ}$	Прим.
1	2,5	0,46	0,38	$T_{\text{нн}} - \text{СТ}\emptyset$
2	11,2	0,52		
3	30	0,6		
4	56	0,62		
5	80	0,6		
6	120	0,64		

Приложение D (продолжение)

Таблица 6 – Электроды муфельные

№ п.п	$P_{\text{ном}}$, кВт	$\cos\varphi$	$V_{\text{ном}}$, кВ	Прим.
1	10,5	0,92	0,38	
2	7,2	0,9		
3	16	0,91		
4	4,2	0,89		
5	6,6	0,9		