

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Потребители электроэнергии

Методические указания по выполнению курсового проекта
для студентов специальности
1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»

Витебск
2021

УДК 621.311.1(075)

Составители:

В. В. Дрюков, С. В. Жерносек, В. Ю. Мовсеян

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 4 от 28.12.2020.

Потребители электроэнергии : методические указания по выполнению курсового проекта / сост. В. В. Дрюков, С. В. Жерносек, В. Ю. Мовсеян. – Витебск : УО «ВГТУ», 2021. – 32 с.

В методических указаниях изложена методика выполнения курсового проекта по дисциплине «Потребители электроэнергии».

УДК 621.311.1(075)

© УО «ВГТУ», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Характеристика и анализ основных исходных данных для проектирования системы электроснабжения котельной.....	4
2 Выбор силового электрооборудования по заданной установленной мощности электроприёмников.....	6
3 Выбор пусковой и защитной аппаратуры электроприемников. Расчет ответвлений к электроприемникам.....	9
4 Разработка схемы питания электроприёмников котельной и выбор её конструктивного исполнения.....	16
5 Определение расчётных электрических нагрузок котельной.....	17
6 Выбор сетевых электротехнических устройств и аппаратов защиты в них.....	23
7 Выбор сечений проводов и кабелей для силовой сети котельной.....	24
Заключение.....	25
Список использованных источников.....	26
Информация о доступе к виртуальной образовательной среде уо «вгту» и электронным ресурсам кафедры тиомп.....	26
Приложение А. Пример листа задания.....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Титульный лист.....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Фрагмент плана цеха с силовой сетью.....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Фрагмент принципиальной схемы электроснабжения.....	31

ВВЕДЕНИЕ

Целью проектирования системы электроснабжения котельной является разработка проекта технической системы, обеспечивающей электроэнергией электроприёмники и удовлетворяющей требованиям надёжности, экономичности и безопасности технического обслуживания и ремонта.

Данные методические указания разработаны в качестве рекомендаций для выполнения курсового проекта по проектированию системы электроснабжения котельной. Содержат задание на проектирование, состав графического материала (один лист формата А1 – «План котельной с силовой сетью, расчётная схема силовой сети») рекомендации по выполнению курсового проекта, справочные материалы.

Основными исходными данными для выполнения курсового проекта являются план котельной, перечень технологического оборудования и значения установленной мощности оборудования.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ

Важным свойством, характеризующим систему электроснабжения, является надёжность обеспечения ей электроэнергией. Это определяет соответствующее схемное построение электрической сети. В связи с этим схемное построение определяется категорированием электроприёмников по степени надёжности электроснабжения.

По обеспечению надёжности электроснабжения электроприёмники разделяют на три категории.

Электроприёмники I категории – электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный материальный ущерб, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Из состава электроприёмников I категории выделяется особая группа электроприёмников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования.

Электроприёмники II категории – электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприёмники III категории – все остальные электроприёмники, не подходящие под определения I и II категорий.

Электроприёмники I категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Для электроснабжения особой группы электроприёмников I категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания.

Электроприёмники II категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприёмников II категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Допускается питание электроприёмников II категории по одной ВЛ, в том числе с кабельной вставкой, если обеспечена возможность проведения аварийного ремонта этой линии за время не более 1 сут. Кабельные вставки этой линии должны выполняться двумя кабелями, каждый из которых выбирается по наибольшему длительному току ВЛ. Допускается питание электроприёмников II категории по одной кабельной линии, состоящей не менее чем из двух кабелей, присоединенных к одному общему аппарату.

При наличии централизованного резерва трансформаторов и возможности замены повредившегося трансформатора за время не более 1 сут. допускается питание электроприёмников II категории от одного трансформатора.

Для электроприёмников III категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 сут.

При проектировании системы электроснабжения котельной необходимо учитывать условия окружающей среды. С этой целью осуществляется выбор элементов. Проводятся расчёты системы электроснабжения с учётом фактической температуры среды, применяются требуемые исполнения, защита от внешних воздействий и размещение электрооборудования, соответствующие схемы и конструкции электрических сетей и т. д. Условия окружающей среды оказывают существенное влияние на проектные решения.

Производственные помещения в зависимости от окружающей среды делятся на:

1) **сухие помещения** – помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60 %. При отсутствии в таких помещениях условий, соответствующих приведенным ниже пп. 5–7 они называются нормальными;

2) **влажные помещения** – помещения, в которых пары или конденсирующая влага выделяется лишь кратковременно в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60 %, но не превышает 75 %;

3) **сырые помещения** – помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %;

4) **особо сырые помещения** – помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой);

5) **жаркие помещения** – помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут) +35 °С (например, помещения с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т. п.);

6) **пыльные помещения** – помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п. Пыльные помещения разделяются на помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью;

7) **помещения с химически активной или органической средой** – помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости. Образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

Необходимо привести характеристику и анализ исходных данных с точки зрения надёжности электроснабжения, условий окружающей среды. Определить требования к проектируемой системе электроснабжения и принцип её построения.

2 ВЫБОР СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО ЗАДАННОЙ УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИЁМНИКОВ

Технологическое оборудование может быть оснащено одним двигателем (электроприёмник) или несколькими (многодвигательный привод). Аппарат защиты электроприёмников совместно с аппаратами управления могут быть встроены в технологические механизмы, установлены около них или размещены в отдельных помещениях в шкафах управления. Для отдельных установок (вентиляторов, насосов и т. п.), поставляемых без пускозащитной аппаратуры, защитные аппараты выбираются при проектировании системы электроснабжения и устанавливаются по месту.

Основными исходными данными для выбора сечений проводов и кабелей питающих сетей, ответвлений, а также защитных аппаратов является длительный рабочий ток (расчётный, номинальный) и кратковременный максимальный (пусковой, пиковый). Для технологического оборудования (станков) с многодвигательным приводом для определения этих токов необходимы номинальные данные составляющих их электродвигателей и режимы их пусков и работы. В выполняемом курсовом проекте, исключительно только в учебных целях, предлагается многодвигательный привод заменить эквивалентным двигателем.

Электродвигатель необходимо выбирать таким образом, чтобы его номи-

нальная мощность соответствовала мощности приводного механизма

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{уст}}, \quad (2.1)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность электродвигателя, кВт; $P_{\text{уст}}$ – установленная мощность оборудования, для которого производится выбор электродвигателя, кВт.

Двигатель должен быть выбран в соответствии с напряжением заводской сети.

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{с}}, \quad (2.2)$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение электродвигателя, кВ, $U_{\text{с}}$ – номинальное напряжение сети, кВ.

К выбору рекомендуется выбрать асинхронные электродвигатели серии 5А и АИР основного исполнения, с синхронной частотой 1500–3000 об./мин.

Технические характеристики асинхронных электродвигателей серии АИР приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические данные асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором серии АИР основного исполнения

Тип двигателя	$P_{\text{н}}$, кВт	При номинальной нагрузке		$M_{\text{п}}/M_{\text{н}}$	$I_{\text{п}}/I_{\text{н}}$
		η , %	$\cos \varphi$		
1	2	3	4	5	6
3000 об./мин (синхр.)					
АИР71В2	1,1	79	0,83	2,1	6,0
АИР80А2	1,5	81	0,85	2,1	7,0
АИР80В2	2,2	83	0,87	2,0	7,0
АИР90L2	3,0	84,5	0,88	2,0	7,0
АИР100S2	4,0	87	0,88	2,0	7,5
АИР100L2	5,5	88	0,89	2,0	7,5
АИР112M2	7,5	87,5	0,88	2,0	7,5
АИР132M2	11	88	0,9	1,6	7,5
АИР160S2	15	90	0,89	1,8	7,0
АИР160M2	18,5	90,5	0,9	2,0	7,0
АИР180S2	22,0	90,5	0,89	2,0	7,0
АИР180M2	30,0	91,5	0,9	2,2	7,5
АИР200M2	37,0	91,5	0,87	1,6	7,0
АИР200S2	45,0	92	0,88	1,8	7,5

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
1500 об./мин (синхр.)					
АИР80А4	1,1	75	0,81	2,2	5,5
АИР80В4	1,5	78	0,83	2,2	5,5
АИР90L4	2,2	81	0,83	2,1	6,5
АИР100S4	3,0	82	0,83	2,0	7,0
АИР100L4	4,0	85	0,84	2,0	7,0
АИР112M4	5,5	85,5	0,86	2,0	7,0
АИР132S4	7,5	87,5	0,86	2,0	7,5
АИР132M4	11	87,5	0,87	2,0	7,5
АИР160S4	15	90	0,89	1,9	7,0
АИР160M4	18,5	90,5	0,89	1,9	7,0
АИР180S4	22,0	90,5	0,87	1,7	7,0
АИР180M4	30,0	92	0,87	1,7	7,0
АИР200M4	37,0	92,5	0,89	1,7	7,5
АИР200S4	45,0	92,5	0,89	1,7	7,5

Технические характеристики асинхронных крановых электродвигателей приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технические данные крановых асинхронных электродвигателей (ПВ = 40 %)

Тип двигателя	P , кВт	η , %	$\cos \varphi$	I_n , А при 380 В	I_n , А при 380 В
МТКФ 012-6	2,2	67	0,69	7,2	22
МТКФ111-6	3,5	72	0,79	9,4	35
МТКФ 112-6	5,0	74	0,74	13,8	53
МТКФ 211-6	7,5	75,5	0,77	19,5	78
МТКФ 311-6	11	77,5	0,76	28,5	130
МТКФ 312-6	15	81	0,78	36	205
МТКФ 411-6	22	82,5	0,79	51	275
МТКФ 412-6	30,0	83,5	0,78	70	380

Для горелки выбор эквивалентного электродвигателя не осуществляется.

3 ВЫБОР ПУСКОВОЙ И ЗАЩИТНОЙ АППАРАТУРЫ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ. РАСЧЕТ ОТВЕТВЛЕНИЙ К ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКАМ

Электрические сети и установки до 1 кВ следует защищать от токов аномальных режимов. К аномальным режимам относятся короткие замыкания, а также длительные по времени перегрузки, периодически возникающие в процессе эксплуатации электроустановок.

Защиту электродвигателей целесообразно выполнять предохранителями или автоматическими выключателями.

Многие производственные механизмы и установки, например, обрабатывающие станки, мощные электрические печи, выпускаются со встроенной аппаратурой управления и защиты. Поэтому при проектировании системы электроснабжения выбор такой аппаратуры не осуществляется.

Вентиляционные установки, грузоподъемные механизмы (кран балки, подъемники и др.) поставляются без коммутационных и защитных аппаратов. Для этих установок выбор коммутационной и защитной аппаратуры должен осуществляться.

Для управления электродвигателями рекомендуется применять магнитные пускатели серии ПМЛ или ПМА.

Выбор магнитных пускателей осуществляется из соотношения

$$I_{н.э.} \geq I_{н.э.}$$

где $I_{н.э.}$ – номинальная величина тока нагревательного элемента теплового реле, А.

Технические характеристики магнитных пускателей приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики магнитных пускателей

Тип в зависимости от степени защиты		Номинальный ток, А, при степени защиты	
IP00	IP54	IP00	IP54
ПМЛ 110004	ПМЛ 121002	10	10
ПМЛ 210004	ПМЛ 221002	25	22
ПМЛ 310004	ПМЛ 321002	40	36
ПМЛ 410004	ПМЛ 421002	63	60
ПМЛ 510004	ПМЛ 521002	80	80
ПМЛ 610004	ПМЛ 621002	125	100
ПМЛ 710004	ПМЛ 721002	200	160

Условия выбора автоматических выключателей:

$$I_{\text{в}} \geq I_{\text{р}}; \quad (3.1)$$

$$I_{\text{н,р}} \geq I_{\text{р}}; \quad (3.2)$$

$$I_{\text{ср,р}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{п}}, \quad (3.3)$$

где $I_{\text{в}}$ – номинальный ток автоматического выключателя, А; $I_{\text{р}}$ – расчетный ток нагрузки, А; $I_{\text{п}}$ – пиковый ток линии или ответвления; $I_{\text{н,р}}$ – номинальный ток теплового расцепителя автоматического выключателя, А.

Расчетный ток трехфазного электродвигателя определяется по выражению

$$I_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} U_{\text{н}} \cdot \cos \varphi_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{н}}}.$$

Пусковой ток двигателя

$$I_{\text{пуск}} = \frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{н}}} \cdot i_{\text{н}}.$$

Технические характеристики автоматических выключателей приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Технические данные автоматических выключателей серий ВА51 и ВА52 с комбинированным расцепителем

Тип выключателя	Номинальный ток, А		Кратность тока отсечки, $I_{\text{отс}}$
	выключателя	расцепителя	
Однополюсные			
ВА51-29	63	6,3; 8,0; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 63	3; 7; 10
ВА51-31-1	100	6,3; 8,0; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 63; 80; 100	
Трехполюсные			
ВА51Г-25	25	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10; 12,5; 16; 20; 25	14
ВА51-25	25	6,3; 8,0; 10; 12,5; 16; 20; 25	7; 10
ВА51-31	100	6,3; 8,0; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100	7; 10
ВА52-31	100	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100	3; 7; 10
ВА51-33 ВА52-33	160	80; 100; 125; 160	10

Окончание таблицы 3.2

ВА51-35 ВА52-35	250	80; 100; 125; 160; 200; 250	12
ВА51-37 ВА52-37	400	250; 320; 400	10
ВА51-39 ВА52-39	630	400; 500; 630	10

Выбор сечения проводов и жил кабелей для подключения электроприёмников и сетевых объектов

Сечение жил проводников и кабелей напряжением до 1 кВ по нагреву определяется по таблицам длительно-допустимых токов, составленных для нормальных условий прокладки.

Определение допустимых токов проводников осуществляется по формуле

$$I_{\text{доп}} \geq \frac{I_p}{K_n}, \quad (3.5)$$

где $I_{\text{доп}}$ – допустимый ток выбираемого проводника, А; K_n – поправочный коэффициент, учитывающий условия прокладки проводов и кабелей (при нормальных условиях прокладки $K_n = 1$).

Длительно допустимые токовые нагрузки проводников приведены в таблицах 3.3–3.6.

Таблица 3.3 – Длительно допустимые токовые нагрузки для проводов с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией с алюминиевыми жилами

Сечение жил, мм ²	Длительно допустимый ток, А, для проводов, проложенных в одной трубе					
	открыто	Двух одножильных	Трёх одножильных	Четырёх одножильных	Одного двухжильного	Одного трехжильного
1	2	3	4	5	6	7
2,0	21	19	18	15	17	14
2,5	24	20	19	19	19	16
3,0	27	24	22	21	22	18
4,0	32	28	28	23	25	21
5,0	36	32	30	27	28	24
6,0	39	36	32	30	31	28
8,0	46	43	40	37	38	32
10	60	50	47	39	42	38
16	75	60	60	55	60	55
25	105	85	80	70	75	65

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7
35	130	100	95	85	95	75
50	165	140	130	120	125	105
70	210	175	165	140	150	135
95	255	215	200	175	190	165
120	295	245	220	200	230	190
150	340	275	255	-	-	-

Таблица 3.4 – Длительно допустимые токовые нагрузки для проводов с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами

Сечение жил, мм ²	Длительно допустимый ток, А, для проводов, проложенных в одной трубе					
	открыто	Двух одно- жильных	Трёх одно- жильных	Четырёх одно- жильных	Одного двухжильного	Одного трех- жильного
1,5	23	19	17	16	18	15
2,0	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3,0	34	32	28	26	28	24
4,0	41	38	35	30	32	27
5,0	46	42	39	34	37	31
6,0	50	46	42	40	40	34
8,0	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	—	—	—
185	510	—	—	—	—	—
240	605	—	—	—	—	—

Таблица 3.5 – Длительно допустимые токовые нагрузки для кабелей с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией с алюминиевыми жилами

Сечение жил, мм ²	Длительно допустимый ток, А				
	Одножильный в воздухе	Двухжильный		Трехжильный	
		в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
2,5	23	21	34	19	29
4,0	31	29	42	27	38
6,0	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385

Таблица 3.6 – Длительно допустимые токовые нагрузки для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических оболочках и кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, ПВХ или резиновой оболочке, бронированных и небронированных

S, мм ²	Ток, А				
	Одножильные в воздухе	Двухжильные		Трехжильные	
		в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
1	2	3	4	5	6
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
95	325	260	385	220	330

Окончание таблицы 3.6

1	2	3	4	5	6
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	-	-	-	-

Выбранные проводники должны согласовываться с защитным аппаратом

$$I_{\text{доп}} \geq \frac{K_3 I_3}{K_{\text{п}}}, \quad (3.6)$$

где K_3 – кратность длительно допустимого тока проводника по отношению к номинальному току защитного аппарата (I_3) принимается по таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Соотношение между допустимыми токами проводов $I_{\text{п}}$ и номинальными токами аппаратов защиты I_3 и значение коэффициента защиты K_3

Ток защиты	Коэффициенты защиты сетей, для которых защита от перегрузки обязательна			
	Проводники с резиновой и аналогичной по тепловым характеристикам изоляцией		Кабели с бумажной изоляцией и изоляцией из вулканизированного полиэтилена	Сетей, не требующих защиты от перегрузки (требуется только защита от токов КЗ)
	Взрыво- и пожароопасные производственные, служебно-бытовые помещения (осветительные сети) независимо от рода проводника	Невзрыво- и пожароопасные помещения		
$I_{\text{в}}$	1,25	1	1	0,33
$I_{\text{уст.э.о.}}$	1,25	1	1	0,22
$I_{\text{н.р.нр}}$	1	1	1	1
$I_{\text{сраб.рег}}$	1	1	0,8	0,8

Примечание. $I_{\text{уст.э.о}}$ – ток уставки автоматического выключателя, имеющего только максимальный мгновенно расцепитель (отсечку); $I_{\text{н.р.нр}}$ – номинальный ток расцепителя автоматического выключателя с нерегулируемой обратно зависящей от тока характеристикой; $I_{\text{сраб.рег}}$ – ток трогания расцепителя автоматического выключателя с регулируемой обратной зависящей от тока характеристикой

Ответвления к электроприёмникам прокладываются в трубах.

Условный проход стальных и пластмассовых труб в зависимости от числа марки и сечения проводников приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Условный проход стальных и пластмассовых труб в зависимости от числа, марки и сечения проводников, мм

Сечение, мм ²	Одножильные провода АПВ, ПВ, ПР, АПР при числе проводов, равном							Кабели с однопроволочными жилами при числе жил АВВГ			
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5
1,5	15	15	15	15+	20-	20	20	-	-	-	-
2,5	15	15	15+	20-	20	20	20+	25-	25+	-	-
4	15	15	15+	20	20	20+	25-	25+	25+	25+	-
6	15	15+	20	20+	20+	25	25+	25+	25+	32-	32+
10	20	20+	25+	32-	32-	32+	32+	32-	32+	32+	40-
16	25	25+	32-	32	32+	40+	40+	32+	32+	40-	40+
25	32-	32	32+	40+	50-	50	50+	40+	50+	50+	70-
35	32	32+	40+	50-	50	50+	70-	50-	50+	70-	70+
50	40-	40+	50	50+	70-	70	70+	50+	70-	70-	80-
70	50	50	70-	70	70+	80-	80+	50+	70+	70+	80+
95	70-	70-	70+	-	-	-	-	70-	80+	70+	100-
120	70	70	80								
150	70	70+	80+	-	-	-	-	-	-	-	-
185	80-	80+	100-								

Примечание. Указаны условные проходы труб для трасс средней сложности; (+) обозначает необходимость выбора ближайшего большего условного прохода при сложных трассах; (-) обозначает необходимость выбора ближайшего меньшего условного прохода при простых трассах.

Технические характеристики ящиков серии Я5000 приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Технические характеристики ящиков серии Я5000

Тип ящика	Номинальный ток ящика, А	Номинальный ток расцепителя авто- матического выключателя, А
1	2	3
	0,6	1,6
	1	1,6
Я5110	1,6	2,0
Я5111	2,5	3,15
Я5410	4	5,0
Я5411	6	8,0
Я5141	8	10,0
Я5441	10	12,5
	12,5	16,0
	16	20,0
	25	31,5

Окончание таблицы 3.9

1	2	3
	32	40,0
Я5110	40	50,0
Я5111	50	63,0
Я5410	63	80,0
Я5411	80	100,0
Я5141	100	125,0
Я5441	125	160,0
	160	160,0

4 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИЁМНИКОВ КОТЕЛЬНОЙ И ВЫБОР ЕЁ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Под первичной группой электроприёмников понимается совокупность электроприёмников, объединенных сетевыми объектами (ШР, ШРА и др.). Электроприёмники относительно большой мощности могут быть запитаны непосредственно от ТП, ВРУ, ШМА. Большинство же электроприёмников питаются через силовые шкафы, распределительные шинопроводы. Одной из задач при проектировании цехового электроснабжения является формирование таких групп электроприёмников. По этим группам определяются расчётные нагрузки, которые учитываются при намечаемых вариантах схем электроснабжения.

При неупорядоченном, стабильном расположении электрооборудования в системах электроснабжения для их питания часто применяются силовые шкафы.

При упорядоченном, большом количестве электроприёмников для разработки более гибкой, совершенной схемы электроснабжения – распределительные шинопроводы.

Недопустимо в одном узле нагрузки, тем более, если он является мало-мощным, применять совместно приемники с резкопеременным графиком нагрузки и приемники, чувствительные к изменениям напряжения.

Необходимо также учитывать и тот факт, что не всякий электроприёмник может быть присоединен к конкретному сетевому объекту.

Сетевые объекты, как правило, на вводе имеют коммутационный аппарат в виде рубильника или автоматического выключателя, возможность отключения их учитывается при составлении графиков ППР элементов систем электроснабжения и одновременно технологического оборудования. Это в свою очередь определяет необходимость учитывать при формировании первичных групп электроприёмников.

Недопустимо питание подъемно-транспортных механизмов от распределительных шинопроводов. Питание их, а также сварочных аппаратов может

осуществляться от силовых шкафов, трансформаторных подстанций, магистральных шинопроводов через коммутационные или коммутационно-защитные ящики.

При формировании первичных групп электроприёмников учитывается возможность организации технического (внутрипроизводственного) учёта расхода электроэнергии, т. к. важным является получение учётной информации о расходе электроэнергии группой электроприёмников на единицу выпускаемой продукции или выполняемой работы.

Электрические сети внутреннего электроснабжения цехов промышленных предприятий выполняются по радиальным, магистральным и смешанным схемам. Участок сети, питающий отдельный электроприёмник, называется ответвлением, питающий группу электроприёмников – магистралью.

Условно внутренние электрические сети подразделяются на распределительные и питающие. Распределительные – это сети, отходящие от щитов, распределительных шкафов или шинопроводов непосредственно к электроприёмникам. Питающие сети отходят от источника питания (ТП, ВРУ) к щитам, распределительным шкафам или шинопроводам. Распределительные сети чаще всего выполняются по радиальным схемам; питающие сети – по радиальным или магистральным схемам.

Питание электроприёмников может осуществляться следующими способами:

- 1) по радиальной схеме;
- 2) по магистральной схеме;
- 3) по смешанной схеме.

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЁТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК КОТЕЛЬНОЙ

Расчётная электрическая нагрузка группы из четырёх и более электроприёмников, определяется методом упорядоченных диаграмм.

Необходимо помнить, что определение расчётных нагрузок необходимо вести по установленной мощности электрооборудования, а не по мощности эквивалентного электродвигателя.

Определения расчётной электрической нагрузки методом упорядоченных диаграмм производится в следующей последовательности.

1. Определяется установленная мощность группы электроприёмников

$$P_{\text{уст}} = \sum_{i=1}^n p_{\text{пасп}i},$$

где $p_{\text{пасп}i}$ – номинальная (паспортная) мощность i -го электроприёмника. При этом значения $p_{\text{пасп}i}$ электроприёмников, работающих в повторно-

кратковременном режиме, не приводятся к длительному режиму работы.

2. Определяем групповой коэффициент использования

$$K_{\text{г}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\text{пасп}i} k_i}{\sum_{i=1}^n P_{\text{пасп}i}},$$

где k_i – коэффициент использования i -го электроприемника (табл. 5.3);
 n – количество электроприемников в группе.

3. Определяется эффективное количество электроприемников в группе

$$n_3 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_i^2}.$$

Эффективное количество электроприёмников n_3 – такое количество электроприёмников, одинаковых по мощности и по режиму работы, которое обеспечивает такую же расчётную нагрузку, как и реальное количество электроприёмников, различных по мощностям и режимам работы.

4. Определяется коэффициент расчётной активной нагрузки:

$$K_p = f(K_{\text{г}}; n_3; T_0),$$

где T_0 – постоянная времени нагрева элемента системы электроснабжения, на который определяется расчётная нагрузка:

– $T_0 = 10$ мин – цеховые электросети, выполненные распределительными шинопроводами (ШРА) и распределительными шкафами. В этом случае значение K_p принимается по таблице 5.1;

– $T_0 = 2,5$ ч – магистральные шинопроводы (ШМА), вводнораспределительные устройства (ВРУ), цеховые трансформаторные подстанции (ЦТП). В этом случае значение K_p принимается по таблице 5.2;

– $T_0 = 30$ мин – для сетей 6-10 кВ. В этом случае $K_p = 1$ и не зависит от $K_{\text{г}}$ и n_3 .

5. Определяется расчётная активная нагрузка группы электроприёмников:

$$P_p = K_p \cdot K_{\text{г}} \cdot P_{\text{уст}},$$

где K_p – коэффициент расчётной активной нагрузки; $K_{\text{г}}$ – групповой коэффи-

циент использования; $P_{уст}$ – установленная мощность группы электроприемников.

6. Определяется расчётная реактивная нагрузка.

При этом возможны 2 случая:

– для сетей, питающих силовые шкафы (пункты, сборки, щиты, распределительные шинопроводы):

$$Q_p = K_{мр} \sum_{i=1}^n k_{иi} P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_i = P_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i,$$

где $K_{мр}$ – коэффициент расчётной реактивной нагрузки; $\operatorname{tg} \varphi_i$ – номинальное значение коэффициента реактивной мощности i -го электроприёмника.

Для питающих сетей напряжением до 1 кВ $K_{мр}$ определяется в зависимости от $n_э$:

при $n_э \leq 10$ $K_{мр} = 1,1$;

при $n_э > 10$ $K_{мр} = 1,0$.

– для магистральных шинопроводов, вводно-распределительных устройств и на шинах цеховых трансформаторных подстанций, а также при определении реактивной мощности нагрузки в целом по цеху, корпусу, предприятию, используется следующее выражение:

$$Q_p = K_p \sum_{i=1}^n k_{иi} P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_i = P_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_{срвзв},$$

где $\operatorname{tg} \varphi_{срвзв}$ – средневзвешенный коэффициент реактивной мощности группы электроприемников

$$\operatorname{tg} \varphi_{срвзв} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{наспi} \operatorname{tg} \varphi_i}{\sum_{i=1}^n P_{наспi}}.$$

При необходимости к расчётной активной и реактивной мощности силовых электроприёмников до 1 кВ прибавляются осветительные активная и реактивная нагрузка.

Полная расчетная нагрузка

$$S_p = \sqrt{(P_p^2 + Q_p^2)}.$$

Расчетный ток

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} U_n}.$$

Пиковый ток группы электроприёмников определяется, исходя из следующего предположения: пиковый ток возникает при работе всех электроприёмников в группе в момент пуска электроприёмника с наибольшим пусковым током. В инженерных расчётах допускается определять пиковый ток по упрощённому выражению:

$$I_{\Pi} = I_{\Pi\max} + I_{\Pi} - k_{\Pi} I_{\Pi\max},$$

где $I_{\Pi\max}$ – наибольший из пусковых токов; I_{Π} – номинальный ток электроприёмника с наибольшим пусковым током; k_{Π} – коэффициент использования электроприёмника с наибольшим пусковым током.

Значения коэффициентов расчётной нагрузки для питающих сетей напряжением до 1 кВ приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Значения коэффициентов расчётной нагрузки K_{Π} для питающих сетей напряжением до 1000 В ($T_0 = 10$ мин)

n_3	Коэффициент использования k_{Π}								
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8,00	5,33	4,00	2,67	2,00	1,60	1,33	1,14	1,0
2	6,22	4,33	3,39	2,45	1,98	1,60	1,33	1,14	1,0
3	4,05	2,89	2,31	1,74	1,45	1,34	1,22	1,14	1,0
4	3,24	2,35	1,91	1,47	1,25	1,21	1,12	1,06	1,0
5	2,84	2,09	1,72	1,35	1,16	1,16	1,08	1,03	1,0
6	2,64	1,96	1,62	1,28	1,11	1,13	1,06	1,01	1,0
7	2,49	1,86	1,54	1,23	1,12	1,10	1,04	1,0	1,0
8	2,37	1,78	1,48	1,19	1,10	1,08	1,02	1,0	1,0
9	2,27	1,71	1,43	1,16	1,09	1,07	1,01	1,0	1,0
10	2,18	1,65	1,39	1,13	1,07	1,05	1,0	1,0	1,0
11	2,11	1,61	1,35	1,1	1,06	1,04	1,0	1,0	1,0
12	2,04	1,56	1,32	1,08	1,05	1,03	1,0	1,0	1,0
13	1,99	1,52	1,29	1,06	1,04	1,01	1,0	1,0	1,0
14	1,94	1,49	1,27	1,05	1,02	1,0	1,0	1,0	1,0
15	1,89	1,46	1,25	1,03	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
16	1,85	1,43	1,23	1,02	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
17	1,81	1,41	1,21	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
18	1,78	1,39	1,19	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
19	1,75	1,36	1,17	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20	1,72	1,35	1,16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
21	1,69	1,33	1,15	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Окончание таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	1,67	1,31	1,13	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
23	1,64	1,30	1,12	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25	1,6	1,27	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
30	1,51	1,21	1,05	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
35	1,44	1,16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
40	1,4	1,13	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
45	1,35	1,35	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
50	1,3	1,3	1,07	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
60	1,25	1,25	1,03	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
70	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
80	1,16	1,16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
90	1,13	1,13	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
100	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 5.2 – Значения коэффициентов расчётной нагрузки K_p на шинах НН цеховых трансформаторов и для магистральных шинопроводов напряжением до 1 кВ ($T_0 = 2,5$ ч)

n_3	Коэффициент использования k_u							
	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	1,60	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
Более 50	0,65	0,65	0,65	0,7	0,7	0,75	0,8	0,8

Значения коэффициента использования и мощности для некоторых механизмов и аппаратов промышленных предприятий приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Значения коэффициентов использования и мощности для некоторых электроприёмников

Оборудование	Коэффициенты	
	использования $k_{и}$	мощности $\cos \varphi$
Металлорежущие станки мелкосерийного производства с нормальным режимом работы (мелкие токарные, строгальные, долбежные, фрезерные, сверлильные, карусельные, точильные, расточные)	0,12-0,14	0,4-0,5
То же при крупносерийном производстве	0,16	0,5
То же при тяжелом режиме работы (штамповочные прессы, автоматы, револьверные, обдирочные, зубофрезерные, а также крупные токарные, строгальные, фрезерные, карусельные и расточные станки)	0,17	0,65
Поточные линии, станки с ЧПУ	0,6	0,7
Вентиляторы, санитарно-техническая вентиляция	0,6-0,8	0,8
Насосы, компрессоры	0,7-0,8	0,8
Краны, кран-балки с ПВ = 25 %	0,06	0,5
Краны, кран-балки с ПВ = 40 % и более	0,1	0,5
Сварочные трансформаторы дуговой сварки	0,25-0,3	0,35-0,4
Сварочные дуговые автоматы	0,35	0,5
Печи сопротивления с автоматической загрузкой, сушильные шкафы, нагревательные приборы	0,75-0,8	0,95

Расчётная электрическая нагрузка группы из трёх или менее электроприёмников, определяется как суммарная номинальная электрическая нагрузка:

$$P_p = \sum \frac{P_{нi}}{\eta_{нi}};$$

$$Q_p = \sum \frac{P_{нi}}{\eta_{нi}} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{нi};$$

где $\operatorname{tg} \varphi_{нi}$ – номинальный коэффициент реактивной мощности электроприемника, указывается в паспортных данных электроприемника; $\eta_{нi}$ – номинальный коэффициент полезного действия электроприемника.

Для одиночных электроприёмников в качестве расчётной принимается номинальная электрическая нагрузка, которая для электроприёмников повторно-кратковременного режима приводится к продолжительному режиму работы:

$$p_p = \frac{P_{нi}}{\eta_{нi}} \sqrt{\text{ПВ}};$$

$$Q_p = \frac{P_{\text{нi}}}{\eta_{\text{нi}}} \operatorname{tg} \varphi_{\text{нi}} \sqrt{\text{ПВ}},$$

где ПВ – продолжительность включения.

Общая нагрузка цеха определяется с учётом осветительной нагрузки:

$$P_{\text{р.общ}} = P_{\text{р}} + P_{\text{р.осв}};$$

$$Q_{\text{р.общ}} = Q_{\text{р}} + Q_{\text{р.осв}};$$

$$S_{\text{р.общ}} = \sqrt{P_{\text{р.общ}}^2 + Q_{\text{р.общ}}^2}.$$

6 ВЫБОР СЕТЕВЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И АППАРАТОВ ЗАЩИТЫ В НИХ

Выбор шкафов и шинопроводов производится по условиям:

$$I_{\text{ном}} > I_{\text{р}};$$

$$n_{\text{эл}} \leq n_{\text{ш}};$$

$$I_{\text{сзш}} > I_{\text{сзэ}},$$

где $I_{\text{р}}$ – расчётный ток группы электроприёмников; $I_{\text{ном}}$ – номинальный ток шкафа (шинопровода) распределительного; $n_{\text{эл}}$ – количество электроприёмников в группе; $n_{\text{ш}}$ – количество возможных присоединений к шкафу (шинопроводу); $I_{\text{сзш}}$ – ток срабатывания защиты, установленной в шкафу (коробке шинопровода); $I_{\text{сзэ}}$ – ток срабатывания защиты электрооборудования.

Источником питания (ИП) электроприёмников в цеху могут быть ТП 6-10/0,4-0,23 кВ или ВРУ. Выбор одного из них определяется в первую очередь величиной питающейся от него электрической нагрузки. При относительно небольших величинах нагрузки до 300–350 кВт А в качестве источника питания цеха (котельной) принимается ВРУ, часто представляющее собой распределительный щит, состоящий из одного или нескольких вводных панелей (количество их определяется количеством секций сборных шин ИП в цеху, требуемой надёжностью электроснабжения) и линейных панелей (количество их определяется величиной питаемых ИП электрических нагрузок, количеством линейных присоединений). При использовании нескольких вводных панелей для комплектования распределительного щита применяются секционные панели.

Селективность между последовательно включенными автоматами обеспечивается разницей номинальных токов и расцепителей не менее чем на одну ступень.

7 ВЫБОР СЕЧЕНИЙ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ ДЛЯ СИЛОВОЙ СЕТИ КОТЕЛЬНОЙ

Выбор сечений проводников для силовой сети котельной осуществляется по условиям, представленным в разделе 3.

Определение допустимых токов проводников осуществляется по формуле

$$I_{\text{доп}} \geq \frac{I_{\text{р}}}{K_{\text{п}}}, \quad (7.1)$$

где $I_{\text{доп}}$ – допустимый ток выбираемого проводника, А; $K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий условия прокладки проводов и кабелей (при нормальных условиях прокладки $K_{\text{п}} = 1$).

Выбранные проводники должны согласовываться с защитным аппаратом:

$$I_{\text{доп}} \geq \frac{K_3 I_3}{K_{\text{п}}}, \quad (7.2)$$

где K_3 – кратность длительно допустимого тока проводника по отношению к номинальному току защитного аппарата (I_3).

На рисунке 7.1 приведен пример фрагмента схемы питания электроприёмников.

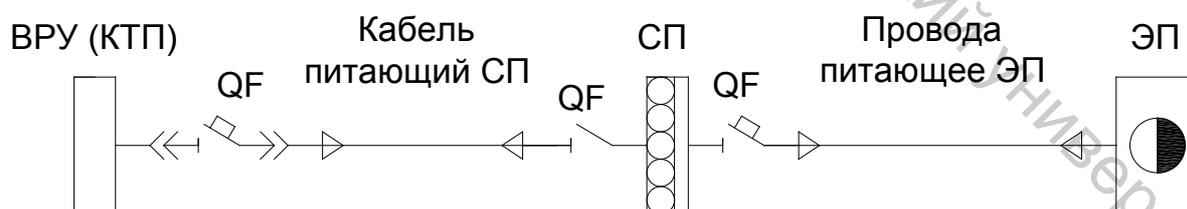


Рисунок 7.1 – Пример фрагмента сети питания электроприёмника

Пример результатов расчета выбора сечения проводов и кабелей для силовой сети приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Пример результатов выбора кабеля питающего СП

Участок сети	Расчетный ток участка, I_p , А	Ток защитного аппарата, $I_{н.р.}$, А	K_3	$I_3 \cdot K_3$	Допустимый ток кабеля, $I_{доп}$, А	Марка кабеля
КЭО-10	720,15	1000	1	1000	792	ВВГнг _{LS} 1x500

Таблица 7.2 – Пример результатов выбора кабеля питающего ВРУ

Участок сети	Расчетный ток участка, I_p , А	Ток защитного аппарата, $I_{н.р.}$, А	K_3	$I_3 \cdot K_3$	Допустимый ток кабеля, $I_{доп}$, А	Марка кабеля
КТШ	713	1000	1	1000	792	ВВГнг _{LS} 1x500

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении приводится характеристика и анализ режимов работы электрооборудования проектируемого цеха. Указывается, к какой категории надежности системы электроснабжения отнесена котельная. Какие условия применялись при проектировании системы электроснабжения котельной.

Приводятся результаты формирования групп электроприёмников котельной.

Указываются результаты расчета электрических нагрузок проектируемой котельной. Значения расчетных токов. Каким методом выполнено определение расчетных нагрузок групп электроприёмников.

Дается заключение о выборе сетевых электрических устройств и аппаратов и о выборе сечения проводов и жил кабелей для подключения электроприёмников и силовых объектов. Кратко дается описание конструкции электропроводки.

Указывается, по какой схеме, в соответствии с каким стандартом разработана и выполнена схема питания распределительной сети проектируемого цеха, какая применена система заземления электрической сети.

Что принято в качестве вводно-распределительного устройства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Электроснабжение промышленных предприятий : практикум / А. Г. Ус [и др.]. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – 410 с.
2. Ус, А. Г. Электроснабжение промышленных предприятий : метод. указания к курсовому проектированию по разработке системы внутрицехового электроснабжения для студентов специальностей 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация электрооборудования организаций» дневной и заочной форм обучения / А. Г. Ус, В. В. Бахмутская. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2010. – 65 с.
3. Потребители электроэнергии : курс лекций для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение» дневной и заочной форм обучения / Ю. Н. Колесник. – Гомель : ГГТУ, 2009. – 72 с.
4. Радкевич, В. Н. Проектирование систем электроснабжения : учеб. пособие / В. Н. Радкевич. – Минск : Пион, 2001. – 292 с.
5. Кабышев, А. В. Расчёт и проектирование систем электроснабжения. Справочные материалы по электрооборудованию : учеб. пособие. / А. В. Кабышев, С. Г. Обухов. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2005. – 168 с.
6. ГОСТ 21.613-2014. Правила выполнения рабочей документации силового электрооборудования. – Изд. офиц. – Взамен ГОСТ 21.613-88; введен в действие 01.07.2015. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 28 с.
7. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Энергоатомиздат, 1985. – 640 с.
8. Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. В. И. Круповича, Ю. Г. Барыбина, М. Л. Самовера. – 3-е изд. – М. : Энергия, 1980. – 456 с.
9. Электроснабжение промышленных предприятий : метод. указания по одноим. курсу для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» заоч. формы обучения / А. Г. Ус, В. В. Бахмутская. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 71 с.

ИНФОРМАЦИЯ О ДОСТУПЕ К ВИРТУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ УО «ВГТУ» И ЭЛЕКТРОННЫМ РЕСУРСАМ КАФЕДРЫ ТИОМП

Для удобства работы и развития навыков в работе с удаленными ресурсами студентам рекомендуется использовать материалы по учебной дисциплине, размещенные в виртуальной образовательной среде УО «ВГТУ» (sdo.vstu.by) и на сайте кафедры ТиОМП (tiomp.vstu.by).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРИМЕР ЛИСТА ЗАДАНИЯ

стр. 1

Учреждение образования

«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет _____

Кафедра Технологии и оборудования машиностроительного производства

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____ Иванов И.И.

« ____ » _____ 2020 __ г.

ЗАДАНИЕ

на курсовое проектирование

Студенту _____ группы Тээ-1 Сидорову С.С.

1. Тема курсового проекта (курсовой работы) Электроснабжение приемников и потребителей электроэнергии котельной

2. Сроки сдачи курсового проекта (курсовой работы) « ____ » _____ 2020 __ г.

3. Исходные данные к курсовому проекту (курсовой работы) _____

3.1. Насос питательный Руст 30 кВт 2 шт

3.2. Насос сетевой Руст 132 кВт 2 шт

3.3. Конденсатный насос питательный Руст 18,5 кВт 2 шт

3.4. Дымосос парового котла ГМ Руст 90 кВт 1 шт

3.5. Вентилятор парового котла ГМ Руст 55 кВт 1 шт

3.6. Мостовой кран Руст 5 кВт 1 шт

4. Содержание расчетно-пояснительной записки _____

Введение

4.1. Характеристика и анализ основных исходных данных для проектирования системы электроснабжения котельной

4.2. Выбор силового электрооборудования по заданной установленной мощности электроприемников.

4.3. Выбор пусковой и защитной аппаратуры электроприемников. Расчет ответвлений к электроприемникам.

4.4. Разработка схемы питания электроприемников котельной и выбор ее конструктивного исполнения.

4.5. Определение расчетных электрических нагрузок котельной.

4.6. Выбор сетевых электротехнических устройств и аппаратов защиты в них.

4.7. Выбор сечений проводов и кабелей для силовой сети котельной.

Заключение

Список использованной литературы.

5. Характеристика графического материала и / или презентации: _____
 План котельной с силовой сетью, расчетная схема силовой сети – 1 лист формата A1.

6. Руководитель курсового проектирования: _____ доцент Петров П.П.
 должность, Ф.И.О.
 руководителя

7. Календарный график курсового проектирования

№	Содержание этапа работы	Сроки выполнения	Подпись или замечания руководителя
1	Введение		
2	Характеристика и анализ основных исходных данных для проектирования систем электроснабжения котельной		
3	Выбор силового электрооборудования по заданной установленной мощности электроприемников.		
4	Выбор пусковой и защитной аппаратуры электроприемников. Расчет ответвлений электроприемникам		
5	Разработка схемы питания электроприемников котельной и выбор ее конструктивного исполнения		
6	Определение расчетных электрических нагрузок котельной		
7	Выбор сетевых электротехнических устройств и аппаратов защиты в них		
8	Выбор сечений проводов и кабелей для силовой сети котельной		
9	Оформление графического материала План котельной с силовой сетью, расчетная схема силовой сети.		
10	Заключение. Список использованной литературы.		

Руководитель _____ Петров П.П.
 (подпись) (инициалы, фамилия)

Задание принял(а) к исполнению « 01 » сентября 2020 г.

Подпись обучающегося _____

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Витебский государственный технологический университет

Кафедра «Технологии и оборудования машиностроительного производства»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине: «Потребители электроэнергии»
на тему: «Электроснабжение приемников и потребителей
электроэнергии котельной»

Выполнил студент гр. Тээ-1
Сидоров С.С.

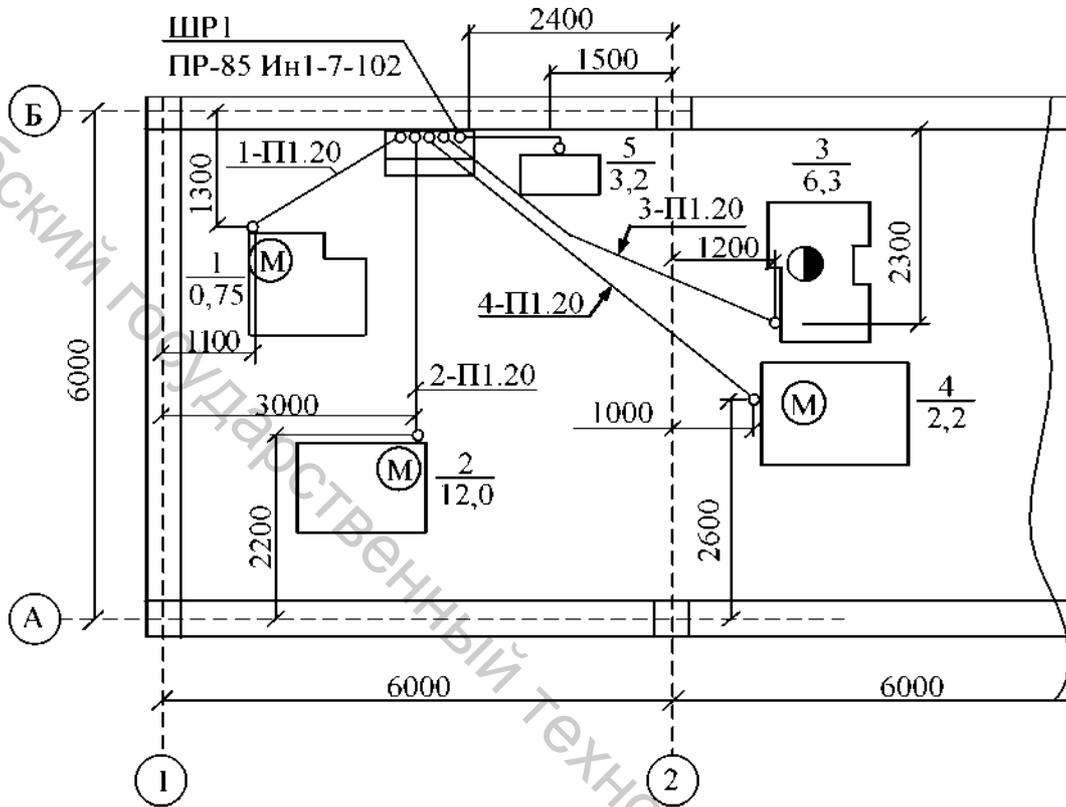
Руководитель
к.т.н., доцент
Петров П.П.

Дата проверки: _____
Дата допуска к защите: _____
Дата защиты: _____
Оценка работы: _____

Витебск 2021

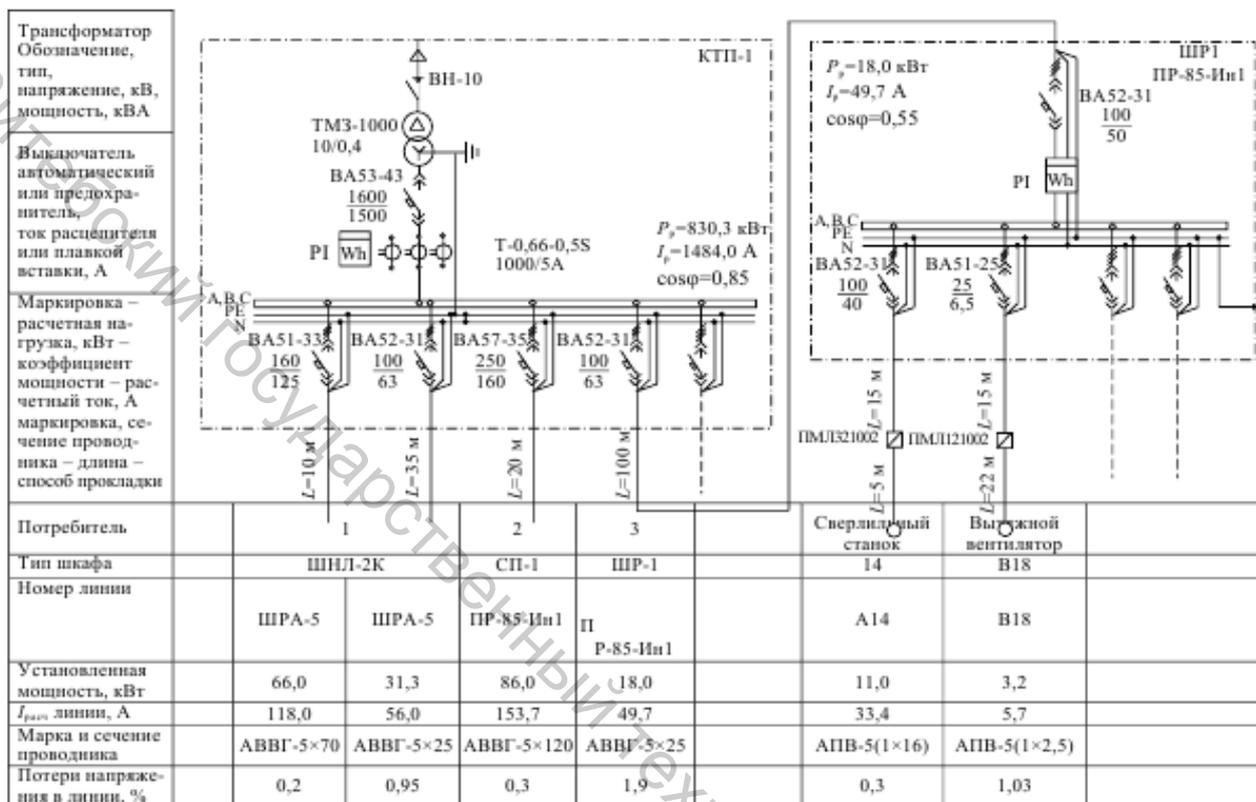
ПРИЛОЖЕНИЕ В

ФРАГМЕНТ ПЛАНА ЦЕХА С СИЛОВОЙ СЕТЬЮ



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ФРАГМЕНТ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ



Учебное издание

Потребители электроэнергии

Методические указания по выполнению курсового проекта

Составители:

Дрюков Василий Васильевич
Жерносек Сергей Васильевич
Мовсесян Владимир Юрьевич

Редактор *Т.А. Осипова*
Корректор *А.В. Пухальская*
Компьютерная верстка *Ж.Д. Тиковец*

Подписано к печати 05.01.2021. Формат 60x90 ¹/₁₆. Усл. печ. листов 2,0.
Уч.-изд. листов 2,5. Тираж 60 экз. Заказ № 4.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.