


Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «ЭТКиС»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Пантелеев В.И.

подпись инициалы, фамилия

« 19 » 08 2017 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА В ФОРМЕ
БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**
140400.62 Электроснабжение
Электроснабжение текстильного комбината

Преподаватель

 19.06.17 Т.И. Танкович
подпись, дата инициалы, фамилия

Студент ЗФЭ11-05Б ГИА 071010682
номер группы зачетной книжки

 19.06.17 Новокрещенов И.О.
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтроль

 19.06.17 Т.И. Танкович
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «ЭТКиС»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Пантелеев В.И.

подпись инициалы, фамилия

« 5 » 05 2017 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Задание

Студенту Новокрещенову Ивану Олеговичу

Группа ЗФЭ11-05Б ГИА Направление (специальность) 140400.62

«Электроэнергетика и электротехника»

Тема бакалаврской работы «Электроснабжение текстильного комбината»

Руководитель БР Т.И.Танкович, кафедра ЭТКиС, доцент

Исходные данные для БР

1. Схема генерального плана завода.
2. Сведения об электрических нагрузках.
3. Питание осуществляется от подстанции энергосистемы, на которой установлены два трансформатора ТДН 35/10 мощностью 6,3 МВА.
4. Расстояние от подстанции энергосистемы д завода 6 км.
5. Оптимальная реактивная мощность, передаваемая из энергосистемы в сеть завода $Q_3=1693,078$ квар.

Перечень разделов БР

Глава 1 – Расчёт электрических нагрузок.

Глава 2 – Определение центра электрических нагрузок и месторасположения ГПП.

Глава 3 – Проектирование систем внешнего электроснабжения.

Глава 4 –Технико-экономическое сравнение вариантов схем внешнего электроснабжение.

Глава 5 –Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности.

Глава 6 –Выбор кабельных линий.

Глава 7 –Расчет трехфазных токов короткого замыкания.

Глава 8 –Выбор оборудования.

Глава 9 –Релейная защита силового трансформатора ТДН–6300/35.

Глава 10 –Расчет молниезащиты главной понизительной подстанции.

Глава 11 –Расчет заземления главной понизительной подстанции.

Перечень графического материала

Лист 1 – Генеральный план завода с картограммой нагрузок.

Лист 2 – Технико-экономическое сравнение вариантов.

Лист 3 – Однолинейная схема электроснабжения завода.

Лист 4 – План и разрез ГПП 35/10.

Лист 5 – Релейная защита трансформатора ТМН–6300/35.

Руководитель БР



подпись

Т.И.Танкович
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению



подпись

Новокрещенов И.О.
инициалы и фамилия

« 05 » 05 2017 г.

Исходные данные проекта

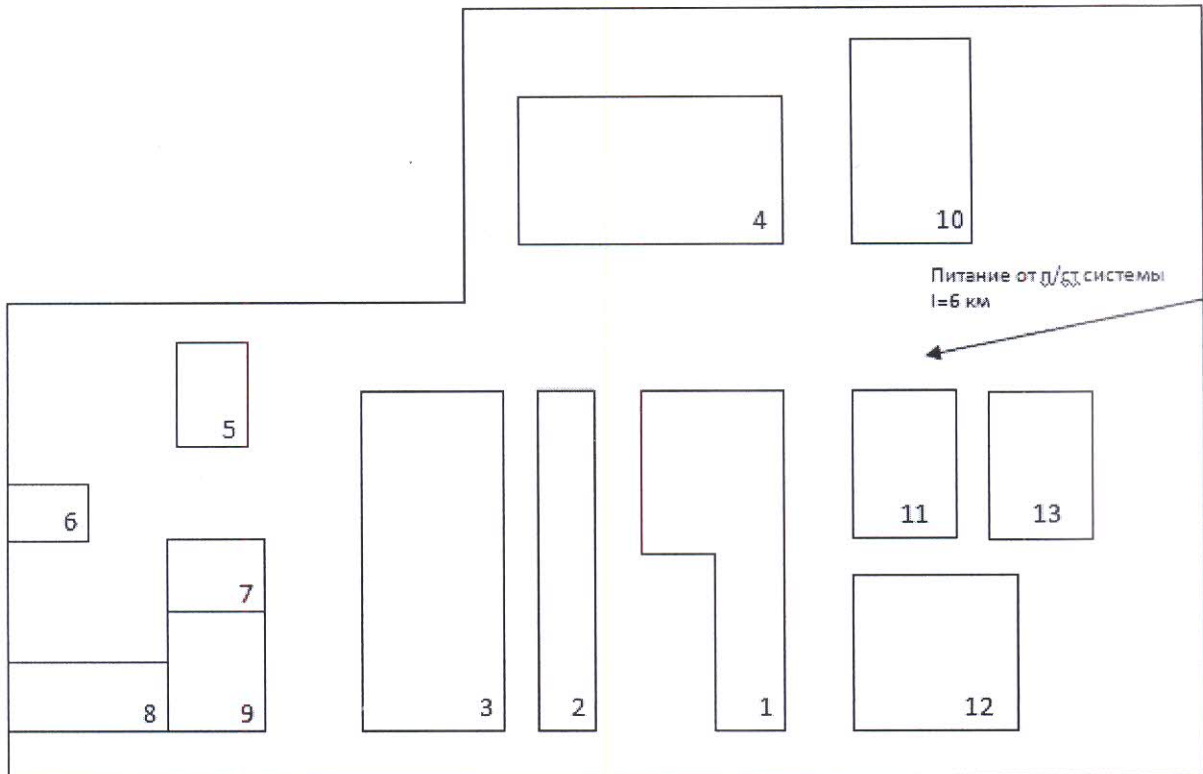


Рисунок 1–Схема генерального плана завода

Таблица 1 –Общие сведения об энергосистеме и заводе

Мощность трансформаторов подстанции энергосистемы	Напряжение трансформаторов энергосистемы	Мощность подстанции энергосистемы	Мощность КЗ на стороне 115 кВ трансформаторов	Расстояние от подстанции энергосистемы до завода	Количество рабочих смен завода	Стоимость электроэнергии 1 кВт·ч
$S_{н/см}^м$, МВ·А	$U_{ном}$, кВ	$S_{п/ст}$, МВ·А	$S_{кз}$, МВ·А	l , км	$n_{раб.смен}$, шт	$\frac{тыс. руб}{кВт·ч}$
2x25	115/37/10,5	∞	1200	6	2	0,00146

Исходные данные по электрическим нагрузкам завода указаны в таблице 2:

Таблица 2—Сведения об электрических нагрузках цехов, их расположении и размере

Номер цеха	Наименование цеха	P _{ном} , кВт	Длина		Ширина		X		Y	
			мм	м	мм	м	мм	м	мм	м
1	Прядильный	600	46	230	18	90	98	490	30	150
2	Ткацкий	500	46	230	11	55	76	380	30	150
3	Красильный	800	46	230	18	90	57	285	30	150
4	Швейная фабрика	630	23	115	40	200	88	440	84	420
5	Литейный	600	13	65	11	55	26	130	54	270
6	Котельная	200	7	35	11	55	5	25	39	195
7	Механический	200	11	55	14	70	27	135	30	150
8	Инструментальный	1000	10	50	20	100	70	350	12	60
9	Столярный	400	17	85	14	70	27	135	16	80
10	Заводоуправление	100	29	145	16	80	123	615	86	430
11	Гараж	100	21	105	15	75	122	610	42	210
12	Склад готовых изделий	50	21	105	22	110	126	630	13	65
13а	Насосная: 0,4кВ	1000	21	105	15	75	143	715	42	210
13б	Насосная: АД 10кВ	40	21	105	15	75	143	715	42	210
	Освещение территории		105	525	155	775	78	390	58	290

СОДЕРЖАНИЕ

Исходные данные проекта	4
Реферат.....	8
Введение	9
1 Расчёт электрических нагрузок	10
1.1 Определение расчётных нагрузок цехов по установленной мощности и коэффициенту спроса.....	13
1.2 Определение расчетной нагрузки завода в целом	134
2 Определение центра электрических нагрузок и месторасположения ГПП. Построение картограммы нагрузок	166
3 Проектирование систем внешнего электроснабжения.....	20
3.1 Выбор схемы электроснабжения предприятия.....	20
3.2 Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП.....	21
3.3 Выбор рационального напряжения внешнего электроснабжения предприятия.....	22
4 Техничко-экономическое сравнение вариантов схем внешнего электроснабжения	233
4.1 Техничко-экономический расчет первого варианта схемы электроснабжения. Питание от шин 115 кВ	255
4.1.1 Выбор сечения проводов ВЛ	255
4.1.2 Определение капитальных вложений на сооружение схемы электроснабжения	266
4.1.3 Расчет ежегодных издержек на амортизацию, обслуживание и потери электроэнергии.....	277
4.2 Техничко-экономический расчет второго варианта схемы электроснабжения. Питание от шин 37 кВ	29
4.2.1 Выбор сечения проводов ВЛ	29
4.2.2 Определение капитальных вложений на сооружение схемы электроснабжения	30
4.2.3 Расчет ежегодных издержек на амортизацию, обслуживание и потери электроэнергии.....	31
5 Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности	344
5.1 Выбор оптимального числа цеховых трансформаторов	344
5.2 Выбор мощности конденсаторных батарей для снижения потерь мощности в трансформаторах	366
5.3 Компенсация реактивной мощности в сетях общего назначения напряжением 6-10 кВ	377
6 Выбор кабельных линий	39
7 Расчет трехфазных токов короткого замыкания.....	41
8 Выбор оборудования	433
8.1 Выбор выключателей и разъединителей.....	433

8.1.1	Выбор выключателей и разъединителей на стороне 35 кВ в цепи ВН трансформатора ТМН-6300/35	433
8.1.2	Выбор выключателей стороне 10 кВ в цепи НН трансформатора ТМН-6300/35	444
8.1.3	Выбор выключателей в КРУ на стороне 10 кВ в цепи кабельных линий.....	466
8.1.4	Выбор ОПН.....	477
8.2	Выбор измерительных трансформаторов тока	48
8.2.1	Выбор ТТ на стороне ВН	49
8.2.2	Выбор ТТ на стороне НН	50
8.2.3	Выбор ТТ в цепи кабельной линии	51
8.3	Выбор измерительных трансформаторов напряжения.....	52
8.4	Выбор аппаратуры защиты в установках ниже 1000 В.....	53
8.4.1	Выбор автоматических воздушных выключателей.....	53
8.5.1	Выбор предохранителей.....	54
9	Релейная защита трансформатора ТМН-6300/35.....	57
9.1	Выбор трансформаторов тока.....	58
9.2	Выбор трансформаторов напряжения.....	59
9.3	Защита трансформатора от многофазных замыканий в обмотках и на выводах.....	59
9.4	Защита от повреждений и снижения уровня масла внутри бака трансформатора.....	62
9.5	Защита трансформатора от сверхтоков внешних КЗ.....	62
9.6	Выбор Защита трансформатора от технологической перегрузки	644
10	Расчет молниезащиты.....	666
11	Расчет заземляющего устройства	69
	Список использованных источников	Ошибка! Закладка не определена. 74
	Приложение А.....	76

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа по теме «Электроснабжение текстильного комбината» содержит 78 страницы текстового документа, 31 использованных источников, 6 листов графического материала, 135 формул.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА, ТРАНСФОРМАТОР, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО, ТОК, НАПРЯЖЕНИЕ, КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ, ЦЕХ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, НАГРУЗКА, МОЩНОСТЬ, ПОТЕРИ, ПОДСТАНЦИЯ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ.

Цель работы – Электроснабжение текстильного комбината.

В процессе работы выбирались схемы электроснабжения, основные элементы системы электроснабжения, проводился расчет токов короткого замыкания, выбор оборудования, расчет молниезащиты ГПП и расчет заземляющего устройства ГПП.

ВВЕДЕНИЕ

Сложность вопросов проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий заключается в оптимальном, рациональном и эффективном решении этой проблемы. Именно комплексное решение данной задачи в совокупности с необходимыми требованиями и стандартами электроснабжения позволяют экономически и технически грамотно работать всему предприятию.

Нет необходимости говорить о тяжелом финансовом состоянии промышленности, поэтому руководителям предприятий нужно решать данную проблему. Одними из самых прогрессивных мер в этом направлении являются мероприятия по сбережению энергоресурсов и, следовательно, уменьшению энергоемкости выпускаемой продукции, что приводит к снижению её себестоимости и повышению конкурентоспособности. Оптимальное сочетание экономических и технических решений при проектировании систем электроснабжения совместно с внедрением энергосберегающих технологий есть наиболее существенная мера решения этой задачи.

Качество электроэнергии в нашей энергосистеме часто не удовлетворяет нормам установленным ГОСТ. В этом, прежде всего, повинны предприятия, на которых не всегда соблюдаются правила устройств электроустановок, а также не применяются технические решения по уменьшению влияния электроприемников (полупроводниковые преобразователи, вентильные электроприводы, дуговые печи, и т.д.) на качество электроэнергии.

Технически правильное решение при создании систем электроснабжения исключает появление недопустимых отклонений параметров электроэнергии (падение напряжения), неравномерное распределение токов по фазам, удорожание ремонтных, монтажных и эксплуатационных работ. Все это влияет на производительность предприятия и качество продукции.

Проект электроснабжения предприятия должен учитывать возможность дальнейшего развития и укрупнения производства и связанного с этим увеличения потребляемой мощности.

Основной целью дипломного проекта является закрепление полученных на протяжении всего курса обучения знаний, а также получение опыта проектирования системы электроснабжения конкретного предприятия.

1 Расчёт электрических нагрузок

1.1 Определение расчётных нагрузок цехов по установленной мощности и коэффициенту спроса

Первым этапом проектирования системы электроснабжения является определение электрических нагрузок. По значению электрических нагрузок выбирают и проверяют электрооборудование системы электроснабжения, определяют потери мощности и электроэнергии. От правильной оценки ожидаемых нагрузок зависят капитальные затраты на систему электроснабжения, эксплуатационные расходы, надежность работы электрооборудования.

Расчетная нагрузка (активная и реактивная) силовых приемников цеха определяется из соотношений:

$$P_p = K_c \cdot P_n, \quad (1)$$

$$Q_p = P_n \cdot \operatorname{tg}\varphi, \quad (2)$$

где P_n – суммарная установленная мощность всех приемников цеха принимается по исходным данным;

K_c – средний коэффициент спроса, принимаемый по справочным данным [1, с. 28-42];

$\operatorname{tg}\varphi$ – соответствует характерному для приемников данного цеха средневзвешенному значению коэффициента мощности.

Расчетная нагрузка осветительных приемников цеха обычно определяется по установленной мощности и коэффициенту спроса для освещения:

$$P_{po} = K_{co} \cdot P_{но}, \quad (3)$$

где K_{co} – коэффициент спроса для освещения, принимаемый по справочным данным [1, с. 43];

$P_{но}$ – установленная мощность приемников электрического освещения.

Величина $P_{но}$ может находиться по формуле:

$$P_{но} = P_{удо} \cdot F, \quad (4)$$

где $P_{удо}$ – удельная нагрузка, площади пола цеха, кВт/м² [1, с. 44];

F – площадь пола цеха, определяемая по генплану.

Для осветительной установки с газоразрядными лампами расчетная реактивная нагрузка определяется по формуле:

$$Q_{po} = P_{po} \cdot \operatorname{tg}\varphi, \quad (5)$$

где $\operatorname{tg}\varphi$ – коэффициент мощности источников света принимаемый по справочным данным [1, с 45].

Полная расчетная мощность силовых и осветительных приемников цеха до 1000 В [1, с 12] определяется из соотношения:

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{po})^2 + (Q_p + Q_{po})^2}. \quad (6)$$

Приемники напряжением выше 1000 В цеха учитываются отдельно [1, с 12]. Расчетные активная и реактивная мощности групп приемников выше 1000 В определяются из соотношений:

$$P_p = K_c \cdot P_n, \quad (7)$$

$$Q_p = P_n \cdot \operatorname{tg}\varphi, \quad (8)$$

а полная – из выражения:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}. \quad (9)$$

Суммарные расчетные активные и реактивные нагрузки потребителей: 0,38/0,22 кВ и 6–10 кВ в целом по заводу определяются суммированием соответствующих нагрузок цехов. Расчёты нагрузок представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Расчёт электрических нагрузок

Наименование	Силовая нагрузка						Осветительная нагрузка						Суммарная нагрузка				
	$P_{\text{н}}$, кВт	K_c	$\cos\phi$	$\text{tg}\phi$	P_p , кВт	Q_p , квар	F , м ²	$F_{\text{д.о}}$, кВт	$P_{\text{о.с}}$, кВт	$K_{\text{с.о}}$	$\cos\phi_{\text{о}}$	$\text{tg}\phi_{\text{о}}$	$P_{\text{о.с}}$, кВт	$Q_{\text{о.с}}$, квар	$P_{\text{р+р.о}}$, кВт	$Q_{\text{р+р.о}}$, квар	S_p , кВА
	Потребители энергии 0,4 кВ																
1	600	0,7	0,8	0,75	420	315	18750	0,016	300	0,95	0,9	0,48	285	136,8	705	451,8	837,3
2	500	0,85	0,75	0,88	425	374	11250	0,016	180	0,95	0,9	0,48	171	82,08	596	456,08	750,48
3	800	0,85	0,75	0,88	680	598	22500	0,015	337,5	0,95	0,9	0,48	320,6	153,9	1000,625	752,8	1251,8809
4	630	0,7	0,8	0,75	441	331	25000	0,02	500	0,95	0,9	0,48	475	228	916	558,75	1072,9667
5	600	0,6	0,8	0,75	360	270	3750	0,012	45	0,85	0,9	0,48	38,25	18,36	398,25	288,36	491,6854
6	200	0,4	0,8	0,75	80	60	1750	0,011	19,25	0,85	0,9	0,48	16,36	7,854	96,3625	67,854	117,8554
7	200	0,5	0,8	0,75	100	75	3750	0,011	41,25	0,85	0,9	0,48	35,06	16,83	135,0625	91,83	163,3237
8	1000	0,5	0,8	0,75	500	375	5000	0,016	80	0,85	0,9	0,48	68	32,64	568	407,64	699,1383
9	400	0,4	0,8	0,75	160	120	6375	0,011	70,125	0,85	0,9	0,48	59,61	28,611	219,6063	148,1611	265,1644
10	100	0,8	0,8	0,75	80	64	12000	0,002	24	0,9	0,9	0,48	21,6	10,368	101,6	70,368	123,5889
11	100	0,4	0,85	0,62	40	24,8	10125	0,008	81	0,8	0,9	0,48	64,8	31,104	104,8	55,904	118,7784
12	50	0,3	0,7	1,02	15	15,3	12100	0,016	193,6	0,6	0,9	0,48	116,2	55,757	131,16	71,0568	149,1711
13а	40	0,7	0,7	1,02	28	28,6	7500	0,012	90	0,9	0,9	0,48	81	38,88	109	67,44	128,1763
							354685	0,0002	36,75	1	0,9	0,48	56,75	27,24	57	27,24	62,9486
									1961,7				1752	841,2	5138,216	3515,2336	6170
Потребители энергии 10 кВ																	
13б	1000	0,7	0,7	1,02	700	714									700	714	1000
	1000				700	714									700	714	1000
	6220				4029	3361			1961,7				1752	841,2	5838,2	4229,2	7170

1.2 Определение расчетной нагрузки завода в целом

В соответствии с вышеизложенным, расчетная полная мощность завода определяется по расчетным активным и реактивным нагрузкам цехов с учетом расчетной нагрузки освещения территории завода, потерь мощности в трансформаторах цеховых подстанций и ГПП, компенсации реактивной мощности.

Так как трансформаторы цеховых и главных понизительных подстанций еще не выбраны, то приближенно потери мощности в них определяются из соотношений:

$$\Delta P_T = 0,02 \cdot S_p, \quad (10)$$

$$Q_T = 0,1 \cdot S_p, \quad (11)$$

где S_p – полная расчетная мощность силовых и осветительных приемников цеха.

Из таблицы 1.1 полная расчетная мощность нагрузки по 0,4 кВ, кВ·А:

$$S_p = 6170.$$

Потери активной мощности в цеховых трансформаторах, кВт:

$$\Delta P_{цт} = 0,02 \cdot 6170 = 123,4.$$

Потери реактивной мощности в цеховых трансформаторах, квар:

$$\Delta Q_{цт} = 0,1 \cdot 6170 = 617.$$

Ориентировочно необходимая мощность компенсирующих устройств по заводу в целом определяется из выражения, квар:

$$Q_{ку} = Q_{p\Sigma} + \Delta Q_{цт} - Q_3, \quad (12)$$

$$Q_{ку} = 4229,2 + 617 - 1693,078 = 3153,122,$$

где Q_3 – реактивная мощность, выдаваемая предприятию энергосистемой;
 $\Delta Q_{цт}$ – потери реактивной мощности в цеховых трансформаторах.

Q_3 принимается равной 0,29 от суммарной активной нагрузки завода, квар:

$$Q_3 = 0,29 \cdot (P_p + P_{po}), \quad (13)$$

$$Q_3 = 0,29 \cdot 5838,2 = 1693,078.$$

Не скомпенсированная реактивная мощность завода, отнесенная к шинам 10 кВ ГПП с учетом коэффициента разновременности максимума силовой нагрузки, квар:

$$Q_{p\Sigma 10} = (Q_{p\Sigma 0.4} + Q_{p\Sigma 10}) \cdot K_{pм} + Q_{po} + \Delta Q_{цт} - Q_{ку}, \quad (14)$$

$$Q_{p\Sigma 10} = (2647 + 714) \cdot 0,95 + 841,2 + 617 - 3153,122 = 1498,028,$$

где $K_{pм}$ – коэффициент разновременности максимумов силовой нагрузки, равный 0,95.

В качестве компенсирующих устройств принимаются батареи статических конденсаторов. Определяем потери активной мощности в них, кВт:

$$\Delta P_{ку} = P_{уд} \cdot Q_{ку}, \quad (15)$$

$$\Delta P_{ку} = 0,002 \cdot 3153,122 = 6,306,$$

где $P_{уд}$ – удельные потери активной мощности, равные 0,2% от $Q_{ку}$.

Активная суммарная мощность завода, отнесенная к шинам 10 кВ ГПП с учетом разновременности максимумов силовой нагрузки и с учетом потерь в компенсирующих устройствах, кВт:

$$P_{p\Sigma 10} = (P_{p\Sigma 0.4} + P_{p\Sigma 10}) \cdot K_{pм} + P_{po} + \Delta P_{цт} + \Delta P_{ку}, \quad (16)$$

$$P_{p\Sigma 10} = (3329 + 700) \cdot 0,95 + 1752 + 123,4 + 6,306 = 5709,256.$$

Расчетная нагрузка на шинах 6–10 кВ ГПП с учетом компенсации реактивной мощности, кВ·А:

$$S_{p10} = \sqrt{P_{p\Sigma 10}^2 + Q_{p\Sigma 10}^2}, \quad (17)$$

$$S_{p10} = \sqrt{5709,256^2 + 1498,028^2} = 5902,516.$$

Предполагаем, что на заводе будет предусмотрена ГПП. Потери активной мощности в трансформаторах ГПП, кВт:

$$\Delta P_{тГПП} = 0,02 \cdot 5902,516 = 118,05.$$

Потери реактивной мощности в трансформаторах ГПП, квар:

$$\Delta Q_{\text{тГПП}} = 0,1 \cdot 5666,159 = 590,252.$$

Полная расчетная мощность завода на стороне высшего напряжения ГПП, кВ·А:

$$S_p = \sqrt{(P_{p\Sigma 10} + \Delta P_{\text{мГПП}})^2 + (Q_{p\Sigma 10} + \Delta Q_{\text{мГПП}})^2}, \quad (18)$$

$$S_p = \sqrt{(5709,256 + 118,05)^2 + (1498,028 + 590,252)^2} = 6101.$$

2 Определение центра электрических нагрузок и месторасположения ГПП. Построение картограммы нагрузок

Трансформаторные подстанции максимально, насколько позволяют производственные условия, приближают к центрам нагрузок. Это дает возможность построить экономическую и надежную систему электроснабжения, так как сокращается протяженность сетей вторичного напряжения, уменьшаются потери энергии и отклонение напряжения; уменьшается зона аварий и удешевляется развитие электроснабжения (подстанции строят очередями по мере расширения производства).

РП и другие коммутационные узлы, на которых нет преобразования энергии, выгоднее размещать не в центре, а на границе питаемых ими участков сети таким образом, чтобы не было обратных потоков энергии.

В настоящее время разработаны методы определения места расположения подстанций по территории промышленного предприятия, при которых достигают наименьших затрат.

При равномерно распределенной нагрузке рекомендуется применять метод, использующий положение теоретической механики и позволяющий определить центр электрической нагрузки предприятия (цеха) [1]. Для этого нужно провести аналогию между массами и электрическими нагрузками, а координаты их центра определить по формулам:

$$x_0 = \frac{\sum_1^n (P_{pi} + P_{poi}) \cdot x_i}{\sum_1^n (P_{pi} + P_{poi})}, \quad (19)$$

$$y_0 = \frac{\sum_1^n (P_{pi} + P_{poi}) \cdot y_i}{\sum_1^n (P_{pi} + P_{poi})}, \quad (20)$$

где x_i, y_i – координаты центра электрической нагрузки i -го цеха.

Можно принять, что нагрузка равномерно распределена по площади цеха и, следовательно, центр электрической нагрузки i -го цеха совпадает с центром тяжести фигуры, изображающей цех на генеральном плане промышленного предприятия. Практика проектирования показала, что учета третьей координаты z_0 , как правило, не требуется. Таким образом, место расположения ГПП должно совпадать с центром электрических нагрузок, при необходимости с некоторым смещением в сторону источника питания.

Выбор места расположения ГПП проводят в следующем порядке. На генеральный план промышленного предприятия наносится картограмма нагрузок, которая представляет собой размещенные на генеральном плане окружности, причем площади, ограниченные этими окружностями, в выбранном масштабе равны расчетным нагрузкам цехов. Для каждого цеха наносится своя окружность, центр которой совпадает с центром нагрузок цеха.

Главную понизительную и цеховые подстанции следует располагать как можно ближе к центру нагрузок, так как это позволяет приблизить высокое напряжение к центру потребления электрической энергии и значительно сократить протяженность, как распределительных сетей высокого напряжения завода, так и цеховых электрических сетей низкого напряжения, уменьшить расход проводникового материала и снизить потери электрической энергии.

Площадь круга в определенном масштабе равна расчетной нагрузке соответствующего цеха P_i :

$$P_i = \pi \cdot r_i^2 \cdot m. \quad (21)$$

Из этого выражения радиус окружности:

$$r_i = \sqrt{\frac{P_i}{\pi \cdot m}}, \quad (22)$$

где P_i —мощность i -го цеха;

m — масштаб для определения площади круга (постоянный для всех цехов предприятия).

Силовые нагрузки до и выше 1000 В изображаются отдельными кругами или секторами в круге.

Осветительная нагрузка наносится в виде сектора круга, изображающего нагрузку до 1000 В. Угол сектора α определяется из соотношения активных расчетных P_p и осветительных нагрузок P_{po} цехов.

При построении картограммы необходимо знать расчетные полные и осветительные нагрузки цехов (величины r и α представлены в таблице 2).

Для определения места ГПП находится центр электрических нагрузок отдельно для активной и реактивной нагрузок, так как их питание производится от разных установок (генераторы и компенсирующие устройства) [1].

Картограмму реактивных нагрузок в дипломном проекте можно не составлять.

Цеховые ТП следует располагать внутри производственных корпусов или пристраивать к ним для приближения их к электроприемникам, если этому не препятствуют производственные условия или требования архитектурно-строительного оформления зданий.

Расчет центра электрических нагрузок представлен в таблице 4.

