

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт энергетики и электротехники

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроснабжение
(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Реконструкция электроснабжения завода № 4 с заменой электрооборудования ГПП- 2 и силовых трансформаторов ТП 6/0,4 кВ химического предприятия»

Студент(ка)

Д.А. Вахрушин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.П. Тараканов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Вахнина

«_____» _____ 2016 г.

Тольятти 2016

Аннотация

Реконструкция схемы электроснабжения завода №4 ООО «Тольяттикаучук» вызвана необходимостью модернизации и замены устаревшего электрооборудования. В выпускной квалификационной работе рассматриваются следующие возможности повышения надёжности схемы электроснабжения завода №4:

1. Замена силовых трансформаторов на ГПП-2;
2. Установка элегазовых выключателей на стороне 110 кВ;
3. Замена разрядников на ограничители перенапряжения нелинейные;
4. Замена разъединителей на стороне 110 кВ;
5. Установка вакуумных выключателей на стороне 6 кВ;
6. Замена силовых трансформаторов ТП 6/0.4 кВ;
7. Замена трансформаторов напряжения.

В работе также выполнено технико-экономическое обоснование инвестиций в реконструкцию схемы электроснабжения завода.

Пояснительная записка содержит 48 стр. и дополнена приложением А. Общий объем пояснительной записки 73 стр. Графический материал представлен соответствующими 6 листами формата А1.

Содержание

	Введение	
1	Анализ схемы электроснабжения завода №4	5
1.1	Общая характеристика производства бутылкачука	6
1.2	Существующее состояние подстанций и факторы, определяющие необходимость реконструкции системы электроснабжения завода №4	8
2	Расчет электрических нагрузок завода №4	9
2.1	Расчет электрических нагрузок цехов	9
2.2	Расчет электрических нагрузок в целом по заводу	10
3	Выбор цеховых трансформаторных подстанций 6/0,4 кВ	11
4	Выбор типа, числа и мощности трансформаторов ГПП	13
5	Расчет токов короткого замыкания	17
6	Реконструкция схемы электроснабжения завода №4	20
6.1	Реконструкция ОРУ 110 кВ ГПП-2	20
6.2	Реконструкция ЗРУ 6 кВ ГПП-2	21
7	Расчет заземления и молниезащиты ГПП-2	31
8	Технико - экономическое обоснование инвестиций в реконструкцию схемы электроснабжения завода №4	34
	Заключение	45
	Список использованных источников	46
	Приложение А	49

Введение

В настоящее время рационально выполненная схема электроснабжения современного предприятия должна удовлетворять следующим требованиям: экономичности и надёжности, безопасности и удобства эксплуатации, обеспечение надлежащего качества электроэнергии и электромагнитной совместимости [1,2]. Производство строительно-монтажных работ должно выполняться в кратчайшие сроки, система электроснабжения должна обладать достаточной гибкостью, предусматривающее расширение при развитии предприятия без существенного усложнения первоначального варианта [3,23].

ООО «Тольяттикаучук» является одним из лидирующих предприятий в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, перерыв в электроснабжении, которого даже на непродолжительный период приводит к существенным убыткам, поэтому целью выпускной квалификационной работы является повышение надёжности схемы электроснабжения предприятия.

Основной задачей работы является реконструкция системы электроснабжения завода №4 по производству бутылкачука ООО «Тольяттикаучук», и в частности, обоснованная замена морально и физически устаревшего электрооборудования на новое более эффективное и надёжное электрооборудование соответствующее российским стандартам: силовых трансформаторов 110/6/6 кВ на ГПП-2; установка элегазовых выключателей на стороне 110 кВ; замена разрядников на ограничители перенапряжения нелинейные; замена разъединителей на стороне 110 кВ; установка вакуумных выключателей на стороне 6 кВ; замена силовых трансформаторов ТП 6/0,4 кВ; замена трансформаторов напряжения.

1 Анализ схемы электроснабжения завода №4

1.1 Общая характеристика производства бутилкаучука

Цеха БК-2, БК-3 предназначены для получения изобутан-изобутиленовой фракции путем каталитического дегидрирования изобутана с последующим разделением контактного газа методами охлаждения, компримирования, конденсации, абсорбции и ректификации. Изобутан-изобутиленовая фракция применяется в производстве изопрена на заводе по производству изопрена, синтетических изопреновых каучуков и производстве бутилкаучука завода №4 ООО «Тольяттикаучук».

Технологический процесс получения изобутан-изобутиленовой фракции состоит из следующих стадий:

- 1 Дегидрирование изобутана
- 2 Выделение изобутан-изобутиленовой фракции
- 3 Получение холода 0°C.

Проектная мощность 100 тыс. тонн в год изобутилена во фракции.

Цех БК-4 предназначен для получения изобутилена высокой степени чистоты. Проектная мощность - 40 тыс. тонн в год изобутилена. Технологический процесс извлечения изобутилена из изобутилен-содержащих фракций состоит из следующих стадий:

- гидратация изобутилена в триметилкарбинол;
- выделение азеотропа триметилкарбинолвода ректификацией водного раствора триметилкарбинола;
- отгонка «легких» углеводородов из азеотропа триметилкарбинолвода;
- дегидратация азеотропа триметилкарбинола с получением изобутилена и воды;
- отмывка изобутилена водой;
- компримирование изобутилена;
- ректификация изобутилена от тяжелых углеводородов

- ректификация бутиленовой фракции от триметилкарбинола и днимеров изобутилена; азеотропная осушка изобутилена;

- отмывка димеров изобутилена водой от триметилкарбинола;

- очистка фузельной воды от ионов серной кислоты.

Производство бутилкаучука, получаемого сополимеризацией изобутилена и изопрена в среде хлористого этила и изопентана с применением водной дегазации для удаления растворителя и незаполимеризовавшихся мономеров, осуществляется в цехах БК-5 и БК-6 завода №4 ООО «Тольяттикаучук». Проектная мощность 35 тысяч тонн бутилкаучука в год.

В состав цеха БК-5 входят:

- отделение полимеризации и усреднения раствора полимера;

- отделение очистки сырья, переработки и выделения возвратных продуктов;

- отделение БК-5б - склад для промежуточных продуктов (емкость Е-220 входит в состав объекта обслуживания цеха БК-8).

В состав цеха БК-6 входят:

- отделение дегазации;

- отделение приготовления растворов антиоксиданта и антиагломератора, отделение выделения, сушки и упаковки каучука.

В состав цеха БК-8 входят холодильное и компрессорное отделения. Сополимеризация изобутилена и изопрена осуществляется в полимеризаторах (общее число их 8 шт.). Дегазация и сушка каучука производится на 2 системах, каждая из которых состоит из двух дегазаторов и установки выделения и сушки цеха БК-4.

1.2 Существующее состояние подстанций и факторы, определяющие необходимость реконструкции системы электроснабжения завода №4

Электроснабжение завода №4 осуществляется от главной понизительной подстанции 110/6/6 кВ (ГПП-2) с трансформаторами ТРДН-40000/110. На ОРУ 110 кВ ГПП-2 установлены масляные выключатели типа У-110-2000-50У1, разъединители типа РЛНД-110 150/1000, разрядники РВС-110 в линии и РВС-35+РВС-15 в нейтрали трансформаторов, заземлители ЗОН-110. На стороне 6 кВ установлены ячейки КРУ-2-10-20 с выключателями типа ВМПЭ, трансформаторами тока ТПОЛ-10, трансформаторами напряжения НТМИ-6, разъединителями РЛВ-III-10/2000. Для защиты шин установлены разрядники РВП-6. Для питания собственных нужд установлены два трансформатора собственных нужд ТМ – 100/6/0.4, присоединенные к секциям 6 кВ.

Питание электрической энергией технологических цехов, а также других потребителей, находящихся на территории завода №4, производится от распределительных устройств 6 и 0,4 кВ. Всего на заводе 4 РУ 6 кВ (п/ст №30, п/ст №44, п/ст №46) и 7 КНТП(п/ст №28, п/ст №29, п/ст №30, п/ст №33, п/ст №45, п/ст №46, п/ст №48).

На подстанции №28 установлено 2 трансформатора ТМЗ-1000/6-0.4;

На подстанции №29 установлено 4 трансформатора ТМЗ-630/6-0.4;

На подстанции №30 установлено 2 трансформатора ТМЗ-1000/6-0.4;

На подстанции №33 установлено 2 трансформатора ТМЗ-1000/6-0.4;

На подстанции №45 установлено 4 трансформатора ТМЗ-1600/6-0.4;

На подстанции №46 установлено 2 трансформатора ТМЗ-1000/6-0.4;

На подстанции №48 установлено 2 трансформатора ТМЗ-1000/6-0.4;

Распределение электроэнергии от подстанций осуществляется кабелем.

За время эксплуатации всё электрооборудование практически выработало свой ресурс, поэтому необходима реконструкция действующей схемы электроснабжения завода, целью которой является замена устаревшего оборудования.

2 Расчет электрических нагрузок завода №4

2.1 Расчет электрических нагрузок цехов

Расчет электрических нагрузок проводим по методу упорядоченных диаграмм по следующему алгоритму [9,12,13].

1. Все электроприемники разбиваются на характерные группы с однородным режимом работы и объединяются по месту подключения.

2. Для каждой характерной группы определяют:

а) среднюю активную мощность за наиболее загруженную смену группы электроприемников одинакового режима работы

$$P_{cpi} = K_u \sum P_{номи} \quad (2.1)$$

где $P_{номи}$ – номинальная мощность рабочих электроприемников; K_u – групповой коэффициент использования.

б) среднюю реактивную мощность за наиболее нагруженную смену для группы электроприемников одинакового режима работы

$$Q_{cpi} = \sum P_{cp} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (2.2)$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ – соответствует групповому коэффициенту мощности.

3. Находят суммарную среднюю нагрузку по месту подключения электроприемников:

$$P_{cp\Sigma} = \sum_k P_{cpi} \quad (2.3)$$

$$Q_{cp\Sigma} = \sum_k Q_{cpi} \quad (2.4)$$

4. Определяют средневзвешанный коэффициент использования для рассматриваемой группы электроприемников:

$$K_{исп} = \frac{P_{cp\Sigma}}{\sum P_{ном}} \quad (2.5)$$

5. Определяется эффективное или приведенное число электроприемников в группе $n_э$. Если в результате расчета получили, что $n_э > n$, то $n_э = n$.

6. По упорядоченным диаграммам определяют коэффициент максимума:

$$K_m = f(K_{иср}, n_s) \quad (2.6)$$

Определяется расчетная нагрузка:

$$P_p = K_m \cdot P_{cp} \quad (2.7)$$

$$Q_p = K'_m \cdot Q_{cp}, \text{ где } K'_m = 1.1 \text{ если } n_s \leq 10$$

$$K'_m = 1 \text{ если } n_s > 10 \quad (2.8)$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (2.9)$$

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} \quad (2.10)$$

Расчеты сведены в таблицы А1-А6 Приложения А.

2.2 Расчет электрических нагрузок в целом по заводу

Расчет начинается с определения низковольтных нагрузок по цехам. После суммирования нагрузок P_p , $P_{ОСВ}$ и Q_p , $Q_{ОСВ}$ [10] находится полная расчетная низковольтная нагрузка цеха S_p . После нахождения нагрузок всех цехов, рассчитывается строка «Итого по нагрузке 0.4 кВ».

Определение расчетной нагрузки высоковольтных электроприемников производится по той же методике, что и низковольтных.

Таблицу заканчивает строка «Итого по предприятию», в которой записываются суммарные данные по низковольтным и высоковольтным электроприемникам: номинальная активная мощность, средние и расчетные активные и реактивные нагрузки, полная расчетная нагрузка, а также средние для всего предприятия значения коэффициентов K_H , $\cos \varphi$ и $\tan \varphi$.

Расчеты сведены в таблицу А7 Приложения А.

3 Выбор цеховых трансформаторных подстанций 6/0,4 кВ

В схеме электроснабжения завода №4 для питания цеховых электрических нагрузок применяются масляные трансформаторы ТМЗ 6/0,4 кВ 1979 г. выпуска. Силовые трансформаторы выработали свой ресурс, поэтому предложим заменить их на более новые.

Выбор трансформаторов осуществляют в зависимости от окружающей среды [2]. При наружной установке применяют масляные трансформаторы, для внутренней также преимущественно рекомендуется их использование, но с ограничениями по количеству и мощности с учетом этажности [2].

Трансформаторы с охлаждением негорючей жидкостью или литой изоляцией целесообразно применять в производственных помещениях, где по условиям среды, по количеству, значению, мощности и этажности нельзя использовать масляные трансформаторы. Сухие трансформаторы устанавливают главным образом в административных и общественных зданиях, где возможны большие скопления людей (универмаги, спортивные и культурные сооружения, аэровокзалы), а также на испытательных станциях, в лабораториях и других установках с ограничениями по условиям обеспечения пожарной безопасности [2, 12].

Главное преимущество сухих трансформаторов заключается в отсутствии горючего масла, поэтому их можно устанавливать непосредственно в производственных и других помещениях без ограничения по суммарной мощности, также в необычных местах, например в подвале. Однако, сухие трансформаторы обладают повышенным уровнем шума, что следует учитывать при их установке в местах с возможным присутствием людей. Также основным недостатком сухих трансформаторов является их большая стоимость по сравнению с масляными [16].

С учетом вышесказанного, предпочтение следует отдать трансформаторам типа ТМЗ 6/0,4 кВ производства ООО «Тольяттинский трансформатор». Выбор трансформаторов сведен в таблицу 1.

Таблица 1 - Выбор трансформаторов цеховых трансформаторных подстанций

Цех	$P_{\max}$, кВт	Количество трансформаторов	Тип трансформаторов	ΔP_{xx} , кВт	$\Delta P_{кз}$, кВт	$З_{кТП}$, тыс.руб.
БК-2	805,687	2	ТМЗ-630	1,7	7,6	220,761
БК-3	689,813	2	ТМЗ-630	1,7	7,6	230,82
БК-4	1358,75	2	ТМЗ-1000	2,4	11,0	628,19
БК-5	1687,52	2	ТМЗ-1600	2,7	12,1	416,51
БК-6	1689,44	2	ТМЗ-1600	2,7	12,1	661,23
БК-8	486,911	2	ТМЗ-630	1,7	7,6	210,12

4 Выбор типа, числа и мощности трансформаторов ГПП

Годовой график по продолжительности завода №4 приведен на рисунке 1.

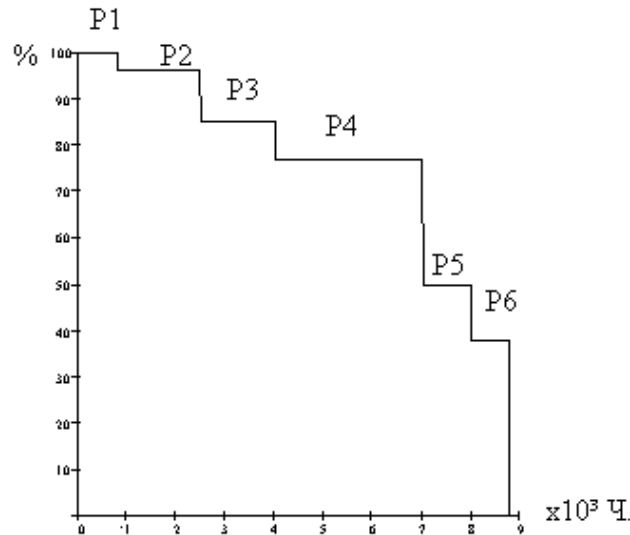


Рисунок 1 - Годовой график нагрузки завода №4

Потребляемая электроэнергия завода №4 за год:

$$W_{n.c.} = \sum_1^n W_n = 162021 \text{ МВт}\cdot\text{ч.} \quad (4.1)$$

Продолжительность максимальной годовой нагрузки

$$T_M = \frac{W_{пс}}{P_p} = \frac{162021}{25,749} = 6292,3 \text{ ч.} \quad (4.2)$$

Коэффициент заполнения графика нагрузки

$$K_{зап} = \frac{W_{пс}}{T_{г} \cdot P_{макс.пс}}; K_{зап} = \frac{162021}{8760 \cdot 25,749} = 0,73. \quad (4.3)$$

Номинальная мощность трансформатора ГПП с учетом допустимой перегрузки в аварийном режиме в общем виде определяется по выражению [15]:

$$S_{НОМ.Т} \geq \frac{S_{макс.пс} \cdot K_{1-2}}{\kappa_{пер} \cdot (n-1)} \quad (4.4)$$

$$\text{или } S_{НОМ.Т} \approx 0,7 S_{макс.пс}; S_{макс.пс} = 18,89 \text{ МВА.}$$

Следовательно, большие ближайшие значения номинальных мощностей трансформаторов $S_{\text{ном. Т1}} = 25 \text{ МВА}$ и $S_{\text{ном.Т2}} = 40 \text{ МВА}$. Каталожные данные трансформаторов сведены в таблицу 2 [14,17].

Таблица 2 - Каталожные данные трансформаторов

№	Тип	S _{ном} МВА	U _{вн} кВ	U _{нн} кВ	I _{xx} %	P _{xx} кВт	P _{кз} кВт	U _к ,%	
								ВН-НН	НН-НН
1	ТРДН-25000/110/6	25	115	6,3	0,55	34	170	10,5	15
2	ТРДЦН-40000/110/6	40	115	6,3	0,5	50	245	10,5	15

Расчет потерь электрической энергии силовых трансформаторов выполнен по методике [15] и сведен в таблицы 3,4.

Экономическая нагрузка трансформаторов для ГПП рассчитана по формуле

$$S_{\text{э.пс}} = S_{\text{ном.т}} \sqrt{n(n-1) \frac{P'_x}{P'_k}}; \quad (4.5)$$

$$S_{\text{э.пс}} = 25000 \sqrt{2(2-1) \frac{45}{1440}} = 10000 \text{ кВА};$$

$$S_{\text{э.пс}} = 40000 \sqrt{2(2-1) \frac{65,75}{2174}} = 15494,36 \text{ кВА}.$$

Потери электроэнергии в трансформаторах определены по выражению:

$$\Delta W_{\text{пс}} = \sum \Delta W_{xi} + \sum \Delta W_{K.Bi} + \sum \Delta W_{K.HH1i} + \sum \Delta W_{K.HH2i} =$$

$$= \sum n_i \cdot P_x \cdot T_i + \sum_{i=1}^K \left(\frac{1}{n} \cdot P_{K.B} \cdot K_{3.Bi}^2 \cdot T_i + \frac{1}{n} \cdot P_{K.HH1} \cdot K_{3.HH1i}^2 \cdot T_i + \frac{1}{n} \cdot P_{K.HH2} \cdot K_{3.HH2i}^2 \cdot T_i \right). \quad (4.6)$$

1 вариант

$$\sum W_{\text{пс}} = 1790821,68 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

2 вариант

$$\sum W_{\text{пс}} = 1866397,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Таблица 3 - Трансформатор ТРДЦН 25000/110

i	S _B МВА	S _{нн1} МВА	S _{нн2} МВА	n _i	T _i x10 ³	ΔW _{xi} кВт·ч	K _{3.В}	K _{3.н1}	K _{3.н2}	ΔW _{кв} кВт·ч	ΔW _{кн1} кВт·ч	ΔW _{кн2} кВт·ч
1	26,99	13,49	13,49	2	0,8	105200	0,58	0,29	0,29	5550,6	35877,06	35877,06
2	25,34	12,67	12,67	2	1,7	223550	0,56	0,28	0,28	10995,6	71071,56	71071,56
3	21,29	10,64	10,64	2	1,5	197250	0,5	0,25	0,25	7734,37	49992,18	49992,18
4	18,34	9,17	9,17	2	3	394500	0,45	0,225	0,225	12529,68	80987,34	80987,34
5	12,40	6,20	6,20	2	1	131500	0,29	0,145	0,145	1734,56	11211,58	11211,58
6	10,98	5,49	5,49	1	0,76	49970	0,22	0,11	0,11	1517,34	9807,53	9807,53
					8,76	1101970				40062,15	258947,25	258947,25

Таблица 4 - Трансформатор ТРДН 40000/110

i	S _B МВА	S _{нн1} МВА	S _{нн2} МВА	n _i	T _i ·10 ³	ΔW _{xi} кВт·ч	K _{3.В}	K _{3.нн1}	K _{3.нн2}	ΔW _{кв} кВт·ч	ΔW _{кн1} кВт·ч	ΔW _{кн2} кВт·ч
1	26,992	13,49	13,49	2	0,8	72000	0,92	0,46	0,46	8802,56	59840,48	59840,48
2	25,34	12,67	12,67	2	1,7	153000	0,88	0,44	0,44	17114,2	116343,92	116343,92
3	21,29	10,64	10,64	2	1,5	135000	0,78	0,39	0,39	11863,8	80651,025	80651,025
4	18,34	9,17	9,17	2	3	270000	0,7	0,35	0,35	19110	129911,25	129911,25
5	12,40	6,20	6,20	2	1	90000	0,46	0,23	0,23	2750,8	18700,15	18700,15
6	10,98	5,49	5,49	2	0,76	68400	0,35	0,175	0,175	1210,3	8227,7125	8227,7125
					8,76	788400				60851,66	413674,55	413674,55

Выбор трансформаторов на ГПП осуществляем по методу приведенных затрат [15]

$$З_{пр} = \varepsilon_n K + I_3 + I_{\Delta W_{\text{пс}}},$$

где ε_n – нормативный коэффициент эффективности, $\varepsilon_n = 0,15$; I_3 – ежегодные эксплуатационные издержки, $I_3 = p_{\Sigma} \cdot K$; $p_{\Sigma} = p_a + p_p + p_o$ – суммарный коэффициент отчислений на амортизацию – p_a , ремонт – p_p и обслуживание – p_o электрооборудования, $p_{\Sigma}=0,15$ [14]; $I_{\Delta W_{\text{пс}}}$ – стоимость потерь электроэнергии.

Вариант1

$$I_{\Delta W_{\text{пс}}}=0,96 \cdot 788400 + 0,008 \cdot (40062,15 + 258947,25 + 258947,25) = 763969,606 \text{ руб.}$$

Вариант 2

$$I_{\Delta W_{\text{пс}}}=0,96 \cdot 1101970 + 0,008 \cdot (60851,66 + 413674,55 + 413674,55) = 1062354,853 \text{ руб.}$$

Приведённые затраты

Вариант 1

$$З_{пр.} = 0,15 \cdot 14,08 \cdot 10^6 + 0,15 \cdot 7,04 \cdot 10^6 \cdot 2 + 763969,606 = 5410369,606 \text{ руб.}$$

Вариант 2

$$З_{пр.} = 0,15 \cdot 17,60 \cdot 10^6 + 0,15 \cdot 8,8 \cdot 10^6 \cdot 2 + 1062354,853 = 9510354,853 \text{ руб.}$$

Так как приведённые затраты по варианту 1 меньше, принимаем его как более экономичный - выбираем двухтрансформаторную ГПП с трансформаторами ТРДН 25000/110/6/6 производства ООО «Тольяттинский трансформатор» [24].

5 Расчет токов короткого замыкания

Расчет выполнен по методике [4,5]. Расчетная схема и схема замещения для расчётов токов КЗ представлена на рисунке 2.

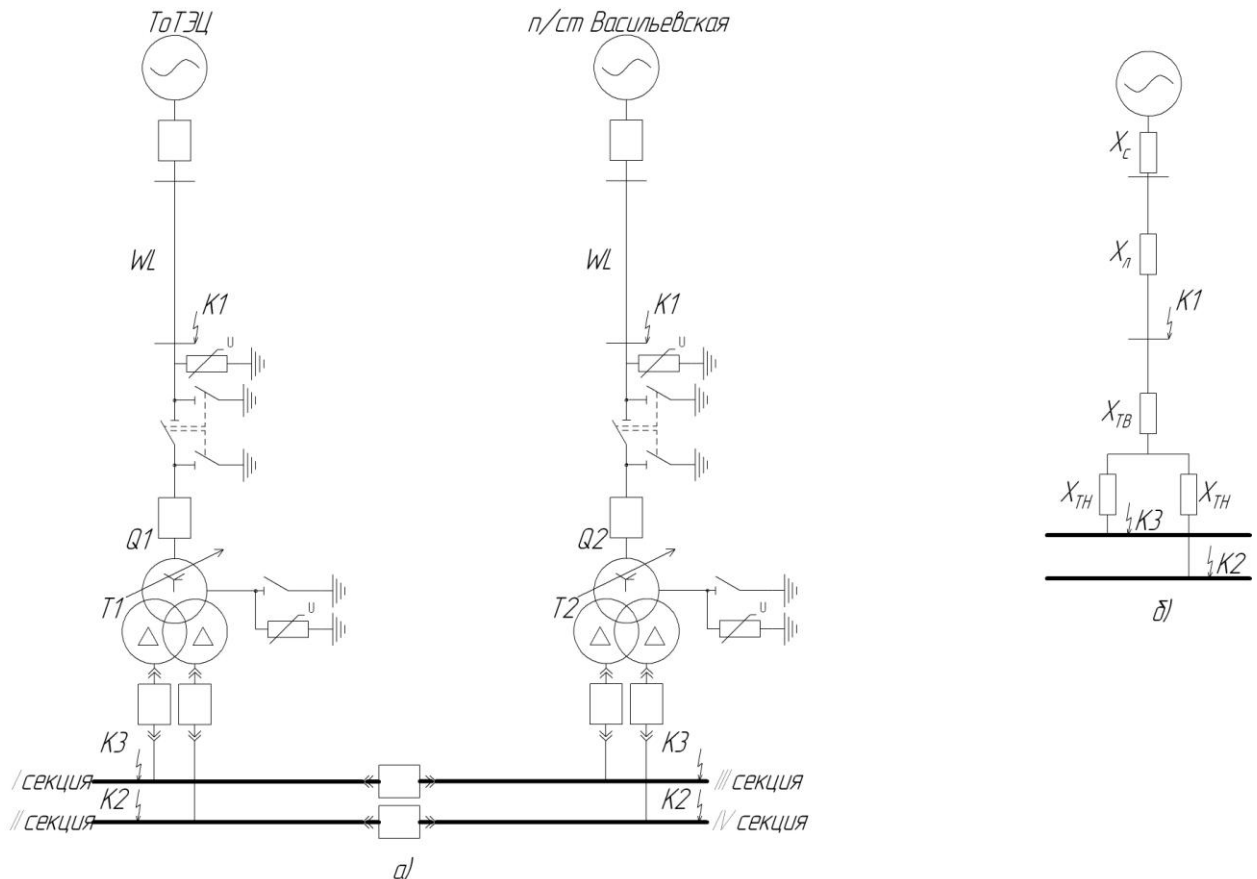


Рисунок 2 – а) Схема электроснабжения для расчета токов КЗ;

б) Схема замещения для расчета токов КЗ для одной линии

Питание происходит от двух независимых источников в качестве которых выступает ТоТЭЦ и п/ст «Васильевская».

Технические данные: система (ТоТЭЦ): $U_H = 115$ кВ; $S_0 = 100$ МВА; $X_c = 2.392$ Ом;

$$\text{мощность КЗ системы: } S_{kc} = \frac{U_H^2}{X_c} = \frac{115^2}{2.392} = 5529 \text{ МВА};$$

линия: $X_0 = 0.4$ Ом/км; $L = 1.75$ км; $U_H = 115$ кВ;

трансформатор: $S_H = 25$ МВА; $U_k = 10.5\%$; $U_{BH} = 115$ кВ; $U_{HH} = 6.3$ кВ.

Расчет сопротивлений элементов схемы:

$$X_c = X_c \frac{S_{\delta}}{U_{\text{н}}^2}; \quad (4.1)$$

$$X_{\text{Л}} = X_0 \cdot \ell \cdot \frac{S_{\delta}}{U_{\text{н}}^2}; \quad (4.2)$$

$$X_m = \frac{U_{\text{к\%}}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{\text{нм}}}; \quad (4.3)$$

$$X_c = X_c \frac{S_{\delta}}{U_{\text{н}}^2} = 2.392 \cdot \frac{100}{115^2} = 0.018;$$

$$X_{\text{Л}} = X_0 \cdot \ell \cdot \frac{S_{\delta}}{U_{\text{н}}^2} = 0.4 \cdot 1.75 \cdot \frac{100}{115^2} = 5.293 \cdot 10^{-3};$$

$$X_{\text{мс}} = \frac{U_{\text{вн\%}}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{\text{нм}}} = \frac{0.125 \cdot 10.5}{100} \cdot \frac{100}{25} = 0.053;$$

$$X_{\text{мн}} = \frac{U_{\text{нн\%}}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{\text{нм}}} = \frac{1.75 \cdot 10.5}{100} \cdot \frac{100}{25} = 0.735.$$

В точке К1:

$$X_{\Sigma} = X_c + X_{\text{Л}} = 0.018 + 5.293 \cdot 10^{-3} = 0.023 ;$$

$$I_{\kappa 1}^{(3)} = \frac{E_c}{X_{\Sigma}} = \frac{1}{0.023} = 42.772 ;$$

$$I_{\kappa 1}^{(3)} = I_{\kappa 1}^{(3)} \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = 42.772 \cdot \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 115} = 21.473 \text{ кА} .$$

Мощность в точке короткого замыкания:

$$S_{\kappa 1} = \sqrt{3} \cdot I_{\kappa 1}^{(3)} \cdot U_{\text{н}} = \sqrt{3} \cdot 21.473 \cdot 115 = 4277 \text{ МВА} .$$

Найдем ударный ток в точке К1:

$$K_{\text{уд}} = 1.8$$

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot K_{\text{уд}} \cdot I_k = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 21.473 = 54.662 \text{ кА} .$$

В точке К2 = К3:

$$X_{\Sigma} = X_c + X_{\text{Л}} + X_{\text{ТВ}} + X_{\text{ТН}} = 0.018 + 5.293 \cdot 10^{-3} + 0.053 + 0.735 = 0.811;$$

$$I_{\kappa 2}^{(3)} = \frac{E_c}{X_{\Sigma}} = \frac{1}{0.811} = 1.233;$$

$$I_{\kappa 2}^{(3)} = I_{\kappa 2}^{(3)} \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = 1.233 \cdot \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 6.3} = 11.302 \text{ кА} .$$

Мощность в точке короткого замыкания:

$$S_{k2} = \sqrt{3} \cdot I_{\kappa 2}^{(3)} \cdot U_n = \sqrt{3} \cdot 11.302 \cdot 6.3 = 123.323 \text{ MVA} .$$

Найдем ударный ток в точке К2 = К3:

$$K_{уд} = 1.93$$

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot K_{y\partial} \cdot I_k = \sqrt{2} \cdot 1.93 \cdot 11.302 = 30.847 \text{ kA} .$$

Расчет максимального тока:

$$I_{\max} = \frac{1.4 \cdot S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} .$$

Данные расчетов сведены в таблицу 5.

Таблица 5 - Данные расчетов токов КЗ

№ п/п	U _н , кВ	I _{max} , кА	K _{уд}	I _κ ⁽³⁾ , кА	i _{y∂} , кА	S _κ , МВА
К1	110	0.176	1.8	21.473	54.662	4277
К2	6	1.604	1.93	11.302	30.847	123.323
К3	6	1.604	1.93	11.302	30.847	123.323

6 Реконструкция схемы электроснабжения завода №4

6.1 Реконструкция ОРУ 110 кВ ГПП-2

На ОРУ 110 кВ ГПП-2 установлены масляные выключатели типа У-110-2000-50У1, разъединители типа РЛНД-110 /1000, разрядники РВС-110 в линии и РВС-35+РВС-15 в нейтрали трансформаторов, заземлители ЗОН-110. Установленное электрооборудование выработало свой ресурс, поэтому требуется замена электрооборудования 110 кВ на современное.

Выбор электрооборудования выполнен по методике, изложенной в [9] по каталогам и справочникам [14-17,24-33] согласно методике

6.1.1 Выбор выключателя на 110 кВ

Выбор выключателей на 110 кВ приведен в таблице 6. Выполним замену масляных выключателей на элегазовые 3AP1DT-245/ЕК производства российской компанией ЗАО «АК Евроконтракт» по лицензии Siemens [22,26].

Таблица 6 - Выбор выключателей на 110 кВ

№	Величины	Расчётные данные	Каталожные данные	Условия выбора
1	Номинальному напряжению, Ун кВ	110	110	$U_{уст} \leq U_{ном}$
2	Номинальному току $I_{ном}$, А	131,21	1600	$I_{max} \leq I_{ном}$
3	Отключающей способности: а) на симметричный ток отключения, кА б) на отключение апериодической составляющей тока $K3, i_{ат}$, кА	21,47 7,14	40 11,31	$I_{нт} \leq I_{ном}$ $i_{ат} \leq \sqrt{2} \cdot \beta_{ном} \cdot I_{откл.ном}$
4	На электродинами- ческую стойкость (сквозному предель-	21,47	102	$i_{уд} \leq i_{пр.с.}$

	ному току КЗ) кА			
5	На термическую стойкость (тепловому импульсу), I_t кА ² ·с	35,67	4800	$B_k \leq I_{m.}^2 \cdot t_T$

6.1.2 Выбор разъединителей

На ОРУ 110 кВ ГПП-2 устанавливаем разъединители марки РНДЗ-2-110/1000. Выбор разъединителей на 110 кВ приведен в таблице 6.

Таблица 6 - Выбор разъединителя на 110 кВ

№	Величины	Расчётные данные	Каталожные данные	Условия выбора
1	Номинальному напряжению, U_n кВ	110	110	$U_{уст} \leq U_{ном}$
2	Номинальному длительному току $I_{ном}$, А	131,21	1000	$I_{ном} \leq I_{ном}$
4	По электродинамической стойкости, кА	21,47	80	$i_{уд} \leq i_{нр.с.}$
5	По термической стойкости кА ² ·с	35,67	3969	$B_k \leq I_{m.}^2 \cdot t_T$

6.1.3 Выбор заземлителей и ограничителей перенапряжений

На ОРУ 110 кВ устанавливаем заземлитель - 30Н – 110м – ГУ1 с приводом ПРН – 11У1; вместо разрядника РВС-110 ограничители перенапряжения ОПН-110/100-10, в нейтрали трансформаторов вместо разрядников РВС-35+РВС-15 ограничители перенапряжения ОПН-110/100 - 10 [6,30].

6.2 Реконструкция ЗРУ 6 кВ ГПП-2

6.2.1 Выбор выключателя на стороне 6 кВ

В ЗРУ 6 кВ ГПП-2 применяются выключатели серии ВМПЭ-10-3150-31,5 У1 установки 1979 г. Выключатели управляются электромагнитным

приводом постоянного тока. Общий вид, габаритные размеры представлены на рисунке 3.

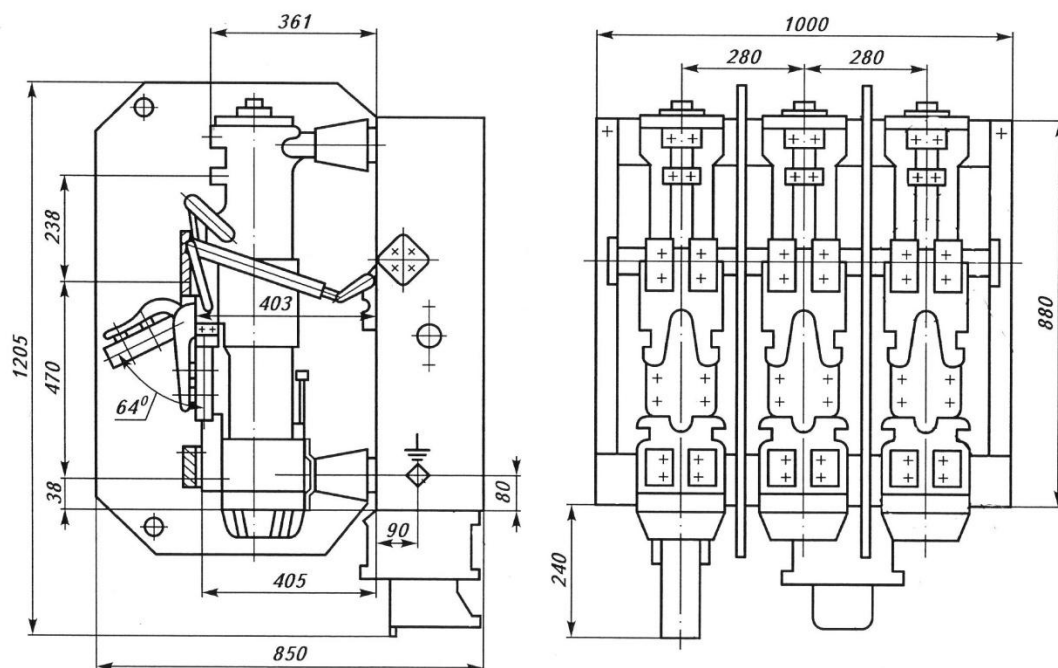


Рисунок 3 - Общий вид, габаритные размеры выключателя
ВМПЭ-10-3150-31,5 У1

Недостатки выключателя ВМПЭ-10-3150-31,5У3:

- взрыво- и пожароопасность;
- необходимость периодического контроля, доливки, относительно частой замены масла в дугогасительных бачках;
- трудность установки встроенных трансформаторов тока;
- непригодность для выполнения быстродействующего АПВ;
- относительно малая отключающая способность.

В связи с этим представим для замены выключателей серии ВМПЭ-10-3150-31,5 У1 вакуумные выключатели. Для ЗРУ 6 кВ рассмотрим четыре вида вакуумных выключателя ВВСТ-3АН5 (производство ОАО «Самарский трансформатор»), VM1-t1212-25 (производство ООО «АББ Мосэлектроцит»), ВБЭК-10-40/3150У1 (производство ГНПП «Контакт»), ВР2-10-31,5/2000У2 (производство ОАО «РЗВА») [26-29]. Проанализируем их особенности и преимущества, выберем наиболее практичный в эксплуатации и дешевый в цене.

1. Выключатель типа ВВСТ-3АН1 производства ОАО «Самарский трансформатор» г. Самара. Выключатель ВВСТ является аналогом выключателей фирмы SIEMENS серии 3АН. Это трехполюсный коммутационный аппарат со встроенным пружинно-моторным приводом.

Общий вид и габаритные размеры выключателя представлены на рисунке 4.

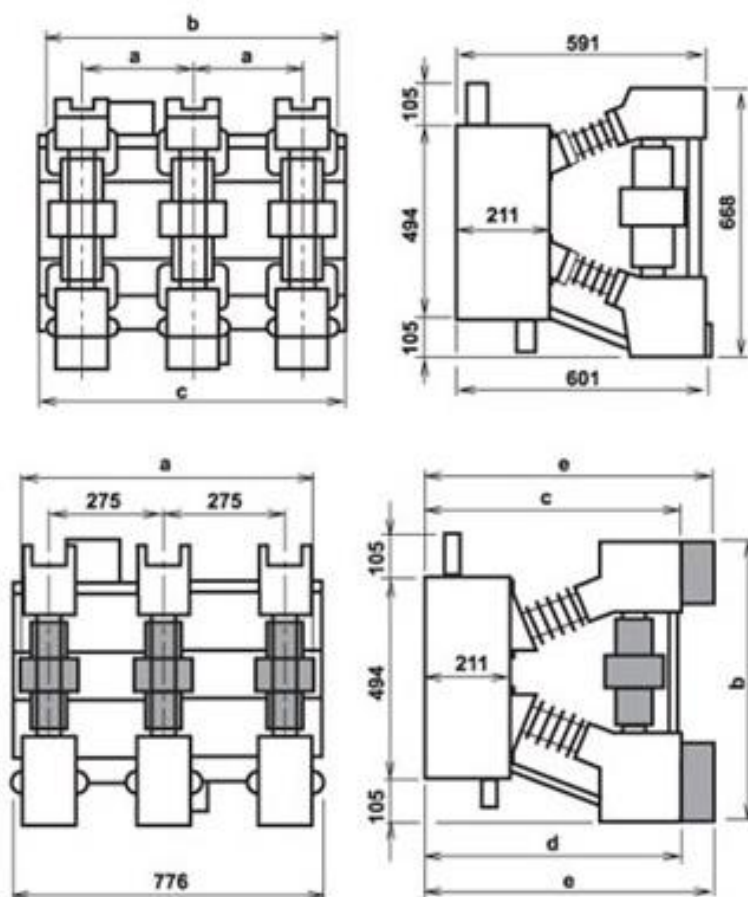


Рисунок 4 - Общий вид и габаритные размеры выключателя типа ВВСТ-3АН1

Технические характеристики выключателя ВВСТ-3АН1 приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Технические характеристики вакуумного выключателя ВВСТ-3АН1

Наименование параметра	Каталожные данные
Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А, не менее	2500
Номинальный ток отключения, кА, не менее	25
Ток термической стойкости, кА, не менее	25
Время протекания тока термической стойкости, с	3
Начальное действующее значение периодической составляющей тока динамической стойкости, кА, не менее	25
Наибольший пик тока включения, кА, не менее	63
Собственное время отключения, с, не более	0,065
Вид привода	пружинный

2. Выключатель типа VM1-t 1212-25 производства ООО «АББ Мосэлектроцит» г. Москва. Внешний вид и габаритные размеры представлены на рисунке 5.

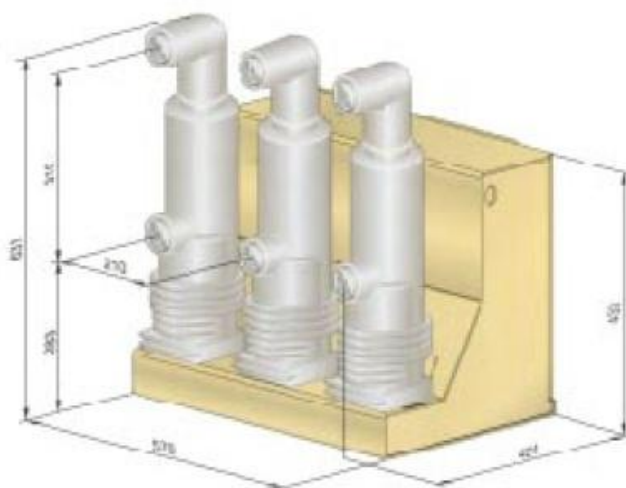


Рисунок 5 - Внешний вид и габаритные размеры выключателя VM1-t 1212-25

Технические характеристики выключателя VM1-t 1212-25 приведены в таблице 8.

Таблица 7 - Технические характеристики вакуумного выключателя VM1-t 1212-25

Наименование параметра	Каталожные данные
Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А, не менее	2500
Номинальный ток отключения, кА, не менее	40
Ток термической стойкости, кА, не менее	40
Время протекания тока термической стойкости, с	3
Начальное действующее значение периодической составляющей тока динамической стойкости, кА, не менее	40
Наибольший пик тока включения, кА, не менее	102
Собственное время отключения, с, не более	0,025
Вид привода	электромагнитный

3 Выключатель типа ВБЭК-10-40/3150У1 производства ГНПП «Контакт» г. Саратов. Внешний вид и габаритные размеры представлены на рисунке 6.

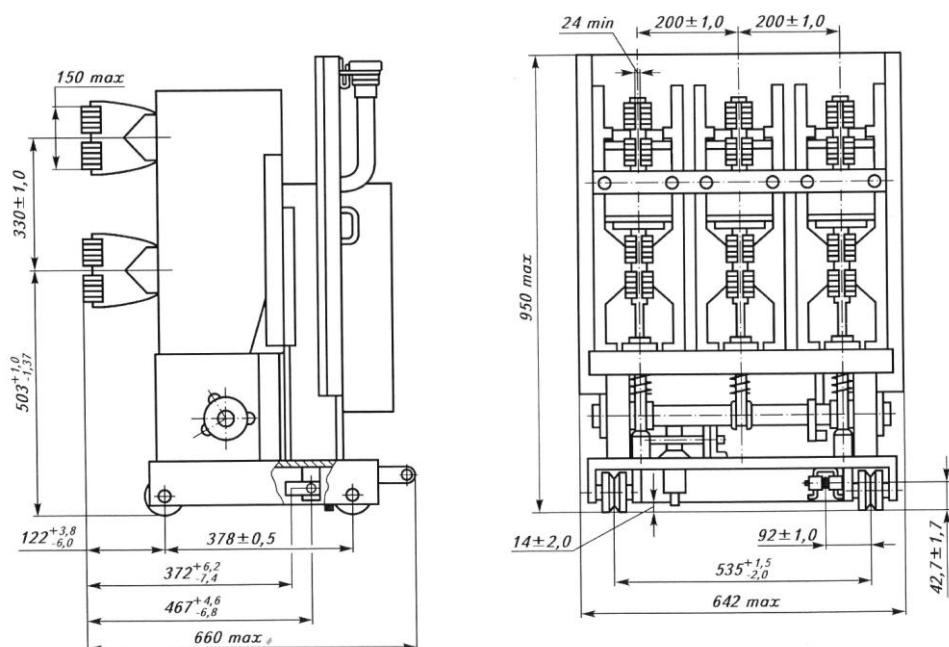


Рисунок 6 - Внешний вид и габаритные размеры выключателя ВБЭК-10-40/3150У1

Технические характеристики выключателя ВБЭК-10-40/3150У1 приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Технические характеристики вакуумного выключателя ВБЭК-10-40/3150У1

Наименование параметра	Каталожные данные
Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А, не менее	2500
Номинальный ток отключения, кА, не менее	40
Ток термической стойкости, кА, не менее	40
Время протекания тока термической стойкости, с	3
Начальное действующее значение периодической составляющей тока динамической стойкости, кА, не менее	40
Наибольший пик тока включения, кА, не менее	102
Собственное время отключения, с, не более	0,035
Вид привода	пружинный

4. Выключатель типа ВР2-10-31,5/2000 У2 производства ОАО «РЗВА» г. Екатеринбург серии ВР. Внешний вид и габаритные размеры представлены на рисунке 7.

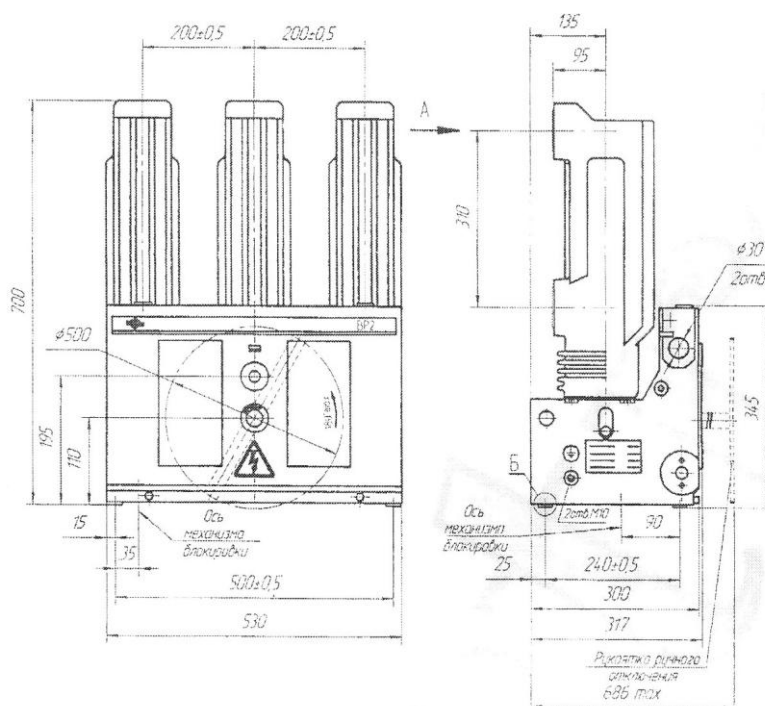


Рисунок 7 Внешний вид и габаритные размеры выключателя ВР2-10-31,5/2000 У2

Технические характеристики выключателя ВР2-10-31,5/2000 У2 приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Технические характеристики вакуумного выключателя ВР2-10-31,5/2000 У2

Наименование параметра	Каталожные данные
Номинальное напряжение, кВ	10
Номинальный ток, А, не менее	2500
Номинальный ток отключения, кА, не менее	40
Ток термической стойкости, кА, не менее	40
Время протекания тока термической стойкости, с	3
Начальное действующее значение периодической составляющей тока динамической стойкости, кА, не менее	40
Наибольший пик тока включения, кА, не менее	102
Собственное время отключения, с, не более	0,035
Вид привода	пружинный

Рассмотрев четыре типа выключателей для представленной системы электроснабжения, приходим к выводу, что все они удовлетворяют общим требованиям надежной работы, как в длительном режиме, так и в условиях кратковременного аварийного режима, но сравнив технические характеристики, стоимость, эксплуатационные расходы, пришли к выводу, что наиболее оптимальным является выключатель типа VM1-t 1212-25 производства ООО «АББ Мосэлектроцит» г. Москва, которые устанавливаются в ячейках КРУ «ELTEMA».

Проверим выбранный выключатель типа VM1-t 1212-25 по следующим номинальным параметрам:

1) номинальному напряжению: $U_{ном} \leq U_{сет.ном.};$

$U_{ном}=10 \text{ кВ} = U_{сет.ном} = 10 \text{ кВ}.$

2) номинальному току: $I_{ном.дл.} \leq I_{ном.};$

$1145 \text{ А} \leq 2500 \text{ А}$

3) отключающей способности: $I_{п,т} \leq I_{откл.ном.};$

$$11,32 \text{ кА} \leq 40 \text{ кА}.$$

4) предельному сквозному току К.З. – на электродинамическую стойкость: $I_{n,o} \leq I_{np.c}$;

$$11,32 \text{ кА} \leq 40 \text{ кА}.$$

5) тепловому импульсу – на термическую стойкость: $B_k \leq I_T^2 \cdot t_T$;

$$24,32 \text{ кА}^2\text{с} \leq 4800 \text{ кА}^2\text{с}.$$

Таким образом, выключатель удовлетворяет выше перечисленным условиям.

6.2.2 Выбор ограничителя перенапряжений на стороне 6кВ

В схеме электроснабжения используются разрядники серии РВП-6, заменим их на ОПН. Для ЗРУ 6 кВ рассмотрим два вида ограничителей напряжения [31]: ОПНп - 6/6,9/10/1-III УХЛ1 и ОПНф - 6/6,9/10/1-III УХЛ1 и выберем наиболее практичный в эксплуатации и дешевый в цене.

Основные технические данные ограничителей и стоимость сведена в таблицу 11.

Таблица 11 - Технические характеристики и стоимость ОПН

Наименование параметра	Значение параметра для типов	
	ОПНп - 6/6,9/10/1-III УХЛ1	ОПНф - 6/6,9/10/1-III УХЛ1
1	2	3
Класс напряжения сети, кВ	6	6
Номинальное напряжение, кВ	9.1	9.1
Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение, кВ	6.9	6.9
Номинальный разрядный ток 8/20 мкс, кА	5000	5000

Напряжения на ОПН, кВ, при импульсе тока 30/60 мкс, кВ, с амплитудой тока, А, не более:		
125	17.5	17.5
500	18.3	18.3
Напряжение на ОПН, кВ, при импульсе тока 8/20 мкс, кВ, с амплитудой тока, А, не более:		
500	18.5	18.5
2500	21	21
5000	22.5	22.5
10000	24.5	24.5
Стоимость, руб	12900	9800

В результате анализа конструктивного исполнения, технических параметров и стоимости ограничителей перенапряжения для ЗРУ 6 кВ ГПП-2 наиболее оптимальным является ОПНп -6/6,9/10/1-III УХЛ1.

6.2.3 Выбор трансформаторов напряжения

В ЗРУ 6 кВ ГПП_2 установлены трансформаторы напряжения НТМИ 1979 г. выпуска. Заменяем их на более новые типа НАМИТ-10-2 УХЛ2 [33]. Габаритные и установочные размеры трансформатора приведены на рисунке 8. Технические характеристики трансформатора напряжения НАМИТ-10-2 УХЛ2 приведены в таблице 12.

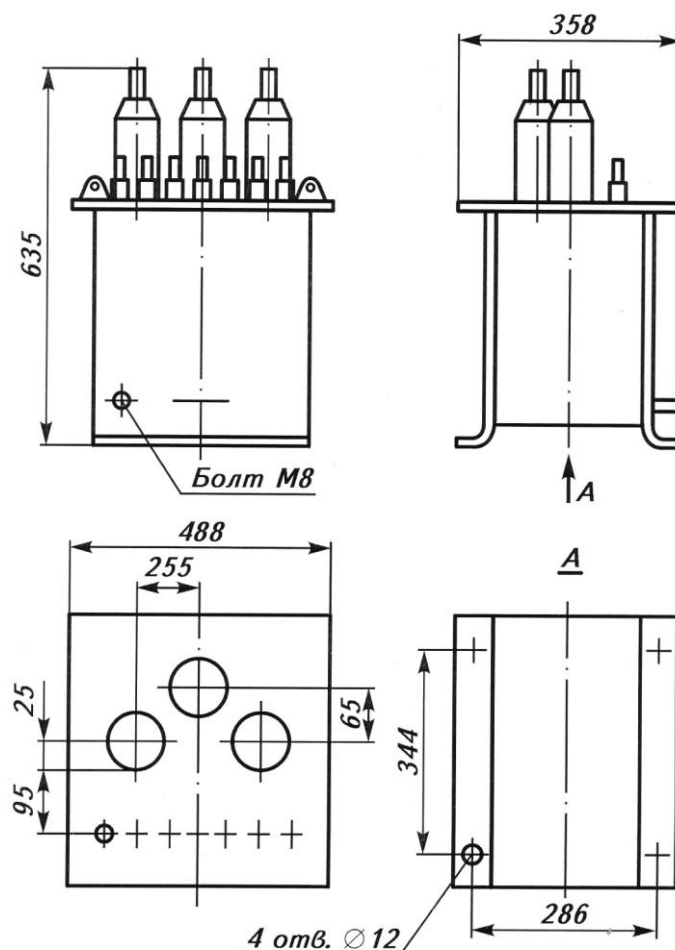


Рисунок 8 - Габаритные и установочные размеры трансформатора
напряжения НАМИТ-10-2 УХЛ2

Таблица 12 - Технические характеристики трансформатора напряжения
НАМИТ-10-2 УХЛ2

Типоисполнение трансформатора	Номинальное напряжение обмоток, кВ			Номинальная мощность, В·А, в классе точности			Предельная мощность обмоток, В·А		
	Первич.	Вторич.		0.5	1	3	Первич.	Вторич.	
		Осн.	Доп.					Осн.	Доп.
НАМИТ- 10-2 УХЛ2	6;10	0.1	0.1	200	300	600	1000	900	100

7 Расчет заземления и молниезащиты ГПП-2

Расчет заземления ГПП-2 выполнен в соответствии с рекомендациями [7,11,19-21]. Для ГПП-2 принимаются следующие данные:

- длина стержней: $l = 5\text{ м}$;
- диаметр стержней $d = 0.95 \cdot b = 0.0475\text{ мм}$;
- расстояние между стержнями: $a = 10\text{ м}$;
- сопротивление заземлителя: $R_3 = 0.5\text{ Ом}$;
- горизонтальный заземлитель - стальная полоса $40 \times 4\text{ мм}$;
- глубина заложения полосы: $t = 0.7\text{ м}$;
- периметр подстанции: $L = (A+B) \cdot 2 = (55+54) \cdot 2 = 218\text{ м}$;
- удельное сопротивление грунта $\rho = 100\text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Определяем сопротивление одного вертикального стержня:

$$R_C = \frac{0.366 \cdot \rho_{расч}}{l} \cdot \left(\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4t' + l}{4t' - l} \right) \quad (7.1)$$

$$R_C = \frac{0.366 \cdot 125}{5} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 5}{0.95 \cdot 0.05} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4 \cdot 3 + 5}{4 \cdot 3 - 5} \right) = 21.451\text{ Ом},$$

$$\text{где } t' = t + \frac{l}{2} = 0.5 + \frac{5}{2} = 3\text{ м};$$

$K_C = 1.25$ - коэффициент сезонности (для климатической зоны II);

$\rho_{расч} = \rho \cdot K_C = 100 \cdot 1.25 = 125\text{ Ом}\cdot\text{м}$ - расчетное сопротивление грунта.

Определяем необходимое количество вертикальных стержней:

$$N_C = \frac{R_C}{R_3 \cdot \eta_C} \quad (7.2)$$

$$N_C = \frac{21.451}{0.5 \cdot 0.78} = 55.002 \approx 55\text{ шт.}$$

где η_C - коэффициент использования вертикальных заземлителей, расположенных по контуру.

Определяем сопротивление заземляющей полосы:

$$R_{II} = \frac{0.366 \cdot \rho_{расч.г}}{L} \cdot \lg \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot t} \quad (7.3)$$

$$R_{II} = \frac{0.366 \cdot 450}{218} \cdot \lg \frac{2 \cdot 218^2}{0.04 \cdot 0.5} = 5.044 \text{ Ом},$$

где $\rho_{расч.г} = \kappa'_c \cdot \rho_{гп} = 4.5 \cdot 100 = 450 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, определяется с учетом сезонности для климатической зоны II.

Сопротивление заземляющей полосы в контуре:

$$R_{ПК} = \frac{R_{II}}{\eta_{II}} \quad (7.4)$$

$$R_{ПК} = \frac{5.044}{0.27} = 18.68 \text{ Ом}$$

где: η_{II} - коэффициент использования полосы.

Необходимое сопротивление вертикальных заземлителей:

$$R = \frac{R_{ПК} \cdot R_3}{R_{ПК} + R_3} \quad (7.5)$$

$$R = \frac{18.68 \cdot 0.5}{18.68 + 0.5} = 0.487 \text{ Ом}$$

Определяем уточненное количество стержней:

$$N'_C = \frac{R_C}{R \cdot \eta_C} \quad (7.6)$$

$$N'_C = \frac{21.451}{0.49 \cdot 0.78} = 56.125 \approx 56$$

Принимаем 56 стержней.

Расчет молниезащиты ГПП-2 выполнен в соответствии с рекомендациями [8].

Стандартной зоной защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h является круговой конус высотой $h_0 < h$, вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода. Габариты зоны определяются двумя параметрами: высотой конуса h_0 и радиусом конуса на уровне земли r_0 .

Высота молниеотвода $h=40$ м; высота защищаемого оборудования $h_x=6$ м; высота конуса $h_0=0.85 \cdot h=34$ м; радиус конуса $r_0=1.2 \cdot h=48$ м.

Для зоны защиты требуемой надежности радиус горизонтального сечения r_x на высоте h_x :

$$r_x = \frac{r_o \cdot (h_o - h_x)}{h_o} = \frac{48 \cdot (34 - 6)}{34} = 40 \text{ м.}$$

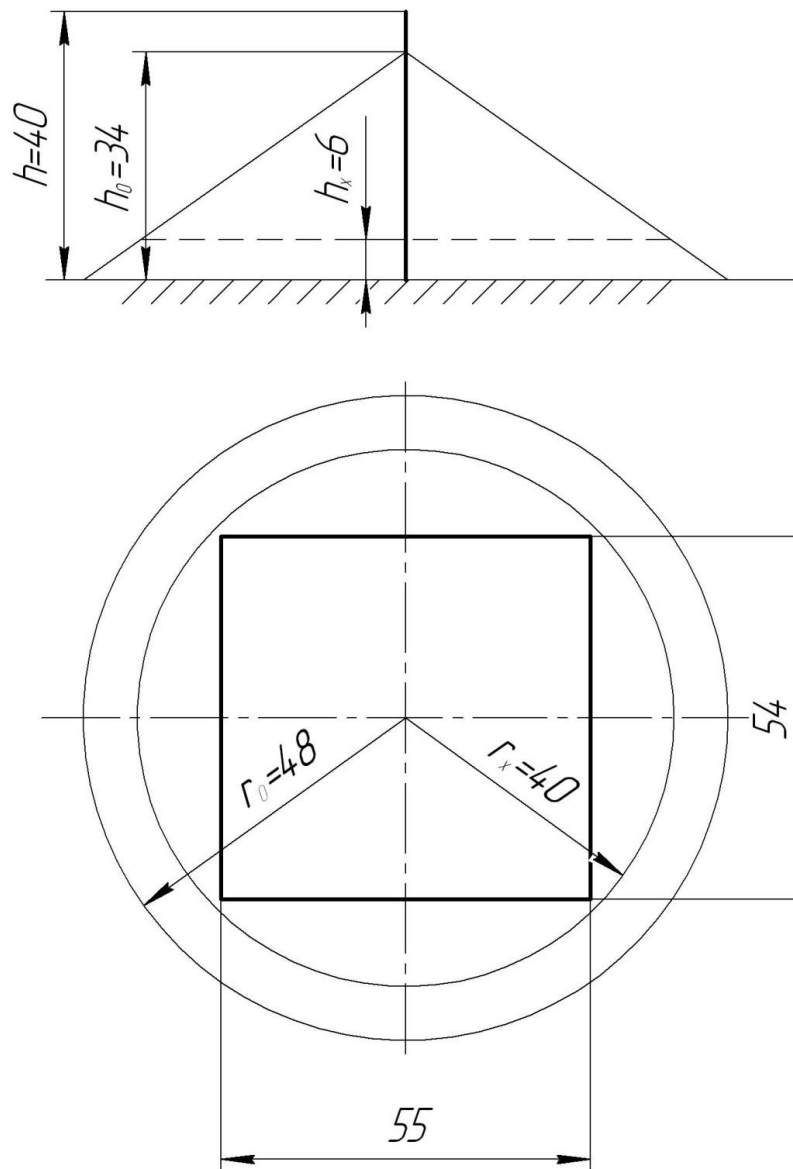


Рисунок 9 - Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

8 Техничко - экономическое обоснование инвестиций в реконструкцию схемы электроснабжения завода №4

8.1 Расчет капитальных вложений в схему электроснабжения промышленного предприятия

Капитальные вложения в схему электроснабжения завода №4 приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Капитальные вложения в схему электроснабжения завода №4

№	Наименование элементов схемы	Ед. изм.	Количество	Стоимость, тыс.руб.	
				Базового варианта	Альтернативного варианта
1	Трансформатор ТРДН-25000/110	шт.	2	12500	12000
2	Выключатель VM1-10	шт.	20	280	273
3	Выключатель 3AP1DT-245/ЕК	шт.	2	133.7	123.7
4	Разъединитель РНДЗ-2-110/1000	шт.	2	160	150
5	Ограничитель перенапряжения ОПН-110/100 -10	шт.	8	28	26
6	Трансформатор Напряжения НАМИТ-10	шт.	4	31	30
7	Трансформатор ТМЗ-630/6	шт.	6	531	431
8	Трансформатор ТМЗ-1000/6	шт.	2	685	585
9	Трансформатор ТМЗ-1600/6	шт.	4	1142	1042
10	Ограничитель перенапряжения ОПН-10 ХЛ1	шт.	4	3.5	3
11	Итого			43080	60498

8.2 Расчет показателей электрической энергии

Одной из значительных статей затрат энергоемкого предприятия в структуре себестоимости выпускаемой продукции, является оплата покупной тепло- и электроэнергии по тарифам территориальных генерирующих компаний (ТГК) [18]. Для расчетов с крупными промышленными предприятиями, у которых присоединенная электрическая мощность 750 кВА и выше используется двухставочный тариф:

$$C_{\text{э/с баз}} = \alpha \cdot P_{\text{max}} + \beta \cdot W_{\text{э/с}} \quad (8.1)$$

$$C_{\text{э/с баз}} = \alpha \cdot P_{\text{max}} + \beta \cdot W_{\text{э/с}} = 2997 \cdot 25749 + 0.846 \cdot 179705330.052 = 229200462.224 \text{ руб}$$

где α - основная ставка двухставочного тарифа за 1 кВт/год договорной (абонированной) потребителем мощности, участвующей в максимуме нагрузки энергосистемы;

β - дополнительная ставка двухставочного тарифа за каждый кВт·ч активной электроэнергии, учтенной расчетным счетчиком предприятия-потребителя электроэнергии.

Для финансового расчета предприятия с энергоснабжающей организацией необходимо знать показатели электрической нагрузки. Расчетная величина энергии, полученной из системы, определяется по формуле:

$$W_{\text{э/с}} = W_{\text{пол}} + W_{\text{пот}} \quad (8.2)$$

Таблица 14 - Показатели электрической нагрузки

Показатели	Услов. обозн.	Ед. изм.	Базовый вариант
Расчетная максимальная нагрузка	P_{max}	кВт	25749
Расчетная величина потерь в линиях и трансформаторах	$W_{\text{пот}}$	кВт·ч	2093877.852
Расчетная величина полезно потребленной энергии	$W_{\text{пол}}$	кВт·ч	177611452.2
Расчетная величина энергии, полученной из системы	$W_{\text{э/с}}$	кВт·ч	179705330.052

8.3 Укрупненный расчет годовых эксплуатационных расходов на схему электроснабжения

8.3.1 Расчет амортизационных отчислений

Амортизационные отчисления определяются по формуле [18]:

$$Иам = \frac{K_{обор} \cdot H_a}{100}, \quad (8.3)$$

где $K_{обор}$ - первоначальная стоимость основных фондов (элементов схемы), для базового и альтернативных вариантов;

H_a - норма амортизации, соответственно по видам оборудования, %.

$$Иам_{баз} = 1781,912 \text{ тыс. руб.}$$

$$Иам_{альт} = 1895,520 \text{ тыс. руб.}$$

8.3.2 Определение численности рабочих для ремонта и эксплуатации схемы электроснабжения

Основным критерием для определения численности персонала является количество и степень сложности производимых ремонтных работ электрооборудования. При определении численности ремонтного и эксплуатационного персонала необходимо учитывать выполнение следующих видов работ по техническому обслуживанию оборудования: межремонтное обслуживание (эксплуатационное) элементов схемы, текущий ремонт, средний ремонт; капитальный ремонт. Кроме того, необходимы сведения о продолжительности ремонтного цикла для каждого типа оборудования схемы электроснабжения, категория сложности ремонта энергооборудования.

Время, необходимое в течении года на ремонт однотипного электрооборудования энергетической установки, т.е. трудоемкость ремонта (н/час), можно определить по формуле, нормо/час [18]:

$$V = \frac{12 \cdot (1.2 \cdot P_m + 7 \cdot P_c + 15 \cdot P_k)}{\alpha \cdot P_k} \cdot \sum R \quad (8.4)$$

$$\begin{aligned}
V_1 &= \frac{12 \cdot (1.2 \cdot P_m + 7 \cdot P_c + 15 \cdot P_k)}{\alpha \cdot \Pi_k} \cdot \sum R = \frac{12 \cdot (1.2 \cdot 14 + 7 \cdot 0 + 15 \cdot 1)}{1 \cdot 180} \cdot 152 = 322.24 \text{ нормо / час} \\
V_2 &= \frac{12 \cdot (1.2 \cdot P_m + 7 \cdot P_c + 15 \cdot P_k)}{\alpha \cdot \Pi_k} \cdot \sum R = \frac{12 \cdot (1.2 \cdot 14 + 7 \cdot 0 + 15 \cdot 1)}{1 \cdot 180} \cdot 112 = 237.44 \text{ нормо / час} \\
V_3 &= \frac{12 \cdot (1.2 \cdot P_m + 7 \cdot P_c + 15 \cdot P_k)}{\alpha \cdot \Pi_k} \cdot \sum R = \frac{12 \cdot (1.2 \cdot 14 + 7 \cdot 0 + 15 \cdot 1)}{1 \cdot 180} \cdot 44 = 93.28 \text{ нормо / час} \\
V_4 &= \frac{12 \cdot (1.2 \cdot P_m + 7 \cdot P_c + 15 \cdot P_k)}{\alpha \cdot \Pi_k} \cdot \sum R = \frac{12 \cdot (1.2 \cdot 14 + 7 \cdot 0 + 15 \cdot 1)}{1 \cdot 180} \cdot 114 = 241.68 \text{ нормо / час} \\
V_5 &= \frac{12 \cdot (1.2 \cdot P_m + 7 \cdot P_c + 15 \cdot P_k)}{\alpha \cdot \Pi_k} \cdot \sum R = \frac{12 \cdot (1.2 \cdot 14 + 7 \cdot 0 + 15 \cdot 1)}{1 \cdot 36} \cdot 56 = 593.6 \text{ нормо / час} \\
V_6 &= \frac{12 \cdot (1.2 \cdot P_m + 7 \cdot P_c + 15 \cdot P_k)}{\alpha \cdot \Pi_k} \cdot \sum R = \frac{12 \cdot (1.2 \cdot 14 + 7 \cdot 0 + 15 \cdot 1)}{1 \cdot 36} \cdot 14 = 2148.4 \text{ нормо / час} \\
V_7 &= \frac{12 \cdot (1.2 \cdot P_m + 7 \cdot P_c + 15 \cdot P_k)}{\alpha \cdot \Pi_k} \cdot \sum R = \frac{12 \cdot (1.2 \cdot 14 + 7 \cdot 0 + 15 \cdot 1)}{1 \cdot 36} \cdot 4.4 = 46.64 \text{ нормо / час} \\
V_8 &= \frac{12 \cdot (1.2 \cdot P_m + 7 \cdot P_c + 15 \cdot P_k)}{\alpha \cdot \Pi_k} \cdot \sum R = \frac{12 \cdot (1.2 \cdot 14 + 7 \cdot 0 + 15 \cdot 1)}{1 \cdot 36} \cdot 14.8 = 156.88 \text{ нормо / час} \\
V_9 &= \frac{12 \cdot (1.2 \cdot P_m + 7 \cdot P_c + 15 \cdot P_k)}{\alpha \cdot \Pi_k} \cdot \sum R = \frac{12 \cdot (1.2 \cdot 14 + 7 \cdot 0 + 15 \cdot 1)}{1 \cdot 36} \cdot 29.6 = 313.76 \text{ нормо / час} \\
V_{10} &= \frac{12 \cdot (1.2 \cdot P_m + 7 \cdot P_c + 15 \cdot P_k)}{\alpha \cdot \Pi_k} \cdot \sum R = \frac{12 \cdot (1.2 \cdot 14 + 7 \cdot 0 + 15 \cdot 1)}{1 \cdot 36} \cdot 8.8 = 93.28 \text{ нормо / час}
\end{aligned}$$

где 1.2; 7; 15; - примерная норма времени на ремонт одной условной ремонтной единицы, час;

P_m , P_c , P_k - соответственно количество текущих, средних и капитальных

ремонтов;

Π_k - продолжительность ремонтного цикла между капитальными ремонтами, месяцев;

α – коэффициент, зависящий от числа смен работы оборудования: при односменной работе - 1.4; при двухсменной -1; при трехсменной - 0.6;

$\sum R$ - сумма условных ремонтных единиц по данному виду оборудования, у.р.ед.

Таблица 15 - Трудоемкость ремонта

№ п/п	Наименование оборудования	Единицы измерения	Количество оборудования	Категория ремонтной сложности, R	Суммарная ремонтная сложность, $\sum R$	Продолжительность ремонтного цикла (мес), $P_{\text{мес}}$	Количество ремонтов в цикле при 2-х сменной работе			Коэффициент зависимости от числа смен работы оборудования, α	Трудоемкость, н/час, V
							T	C	K		
1	Трансформатор ТРДН-25000/110	шт.	2	76	152	180	14	-	1	0.6	322.24
2	Выключатель VM1-10	шт.	20	2.8	56	36	2	-	1	0.6	593.6
3	Выключатель ЗАР1DT-245/ЕК	шт.	2	7	168	36	2		1	0.6	148.4
4	Разъединитель РНДЗ-2-110/1000	шт.	2	2.2	28.8	36	2		1	0.6	46.64
5	Ограничитель перенапряжения ОПН- 110/100 -10	шт.	8	3.7	29.6	36	2		1	0.6	313.76
6	Трансформатор ТМЗ-630/6	шт.	6	19	114	36	2		1	0.6	241.68
7	Трансформатор ТМЗ-1000/6	шт.	2	22	44	36	2		1	0.6	93.28
8	Трансформатор ТМЗ-1600/6	шт.	4	48	112	36	2		1	0.6	237.44
9	Ограничитель перенапряжения ОПН-10 ХЛ1	шт.	4	3.7	14.8	36	2		1	0.6	156.88
10	Трансформатор Напряжения НАМИТ-10	шт.	4	2.2	8.8	36	2		1	0.6	93.28
11	Всего	шт.			549.6						2247.2

Численность ремонтных рабочих для базового и альтернативного вариантов [18]:

$$Ч_{рем} = \frac{V}{F_{эф} \cdot K_{вн}} = \frac{2247.2}{2160 \cdot 1.1} = 0.95 = 1 \text{ чел.}, \quad (8.5)$$

где $F_{эф}$ – годовой эффективный (полезный) фонд времени одного рабочего, час.

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения годового фонда времени по цеху, участку (1.08...1.1).

Численность рабочих для эксплуатационного (межремонтного) обслуживания элементов данной схемы электроснабжения:

$$Ч_{эспл} = \frac{\sum R \cdot n}{H} = \frac{549.6 \cdot 2}{900} = 1.22 = 2 \text{ чел.}, \quad (8.6)$$

где $\sum R$ – сумма условных ремонтных единиц по всей группе данного оборудования схемы;

H – норма обслуживания на одного рабочего в год, т.е. количество условных ремонтных единиц, приходящееся на одного рабочего с учетом условий, где находится электрооборудование;

n – число смен работы персонала рабочих, $n=2$.

Общая численность персонала рабочих схемы электроснабжения составит:

$$Ч_{общ} = Ч_{рем} + Ч_{эспл} = 1+2+3. \quad (8.7)$$

В соответствии с системой планово – предупредительного ремонта электрооборудование с категорией сложности до 36 обслуживается рабочими со средним разрядом 4,5; свыше 36 – средний разряд рабочих 5,5.

Разбиение рабочих по бригадам представлено в таблице 16.

Таблица 16 - Примерный состав бригады ремонтно-эксплуатационного персонала

Профессия	Тарифный разряд	Тарифная ставка, руб/мес	Число ремонтных рабочих в бригаде, чел	Число эксплуатационных рабочих, чел
Базовый и альтернативный варианты				
Электромонтер	VI	7900	1	-
-//-	V	6700	1	2

8.3.3 Расчет фонда оплаты труда рабочих

Основная заработная плата включает: тарифную зарплату, премию за выполнение производственных заданий, различные виды доплат за отклонение от нормальных условий труда (совмещение профессий, за бригадирство, за работу в ночное время, в праздничные дни и др.), предусмотренных трудовым законодательством:

$$Z_{осн} = F_{эф} \cdot \sum N_i \cdot t_{ст.i} \cdot \left(1 + \frac{B_{пр}}{100}\right) = 364500 \text{ руб.}, \quad (8.8)$$

где N_i – количество рабочих i -го разряда;

$t_{ст,i}$ – часовая тарифная ставка i -го разряда, руб.;

$B_{пр}$ – премии и доплаты в процентах (по данным практики производства,

примерно 30-50% от тарифного фонда).

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{дон} = Z_{осн} \cdot \frac{K_{дон}}{100} = 36450 \text{ руб.}, \quad (8.9)$$

где $K_{дон}$ — дополнительная заработная плата, исчисляется в % к основной (определяется по данным производства 10-15%).

Дополнительная зарплата согласно трудовому законодательству выплачивается за время, не проработанное на производстве.

Годовой фонд заработной платы ($Z_{\text{фот}}$) складывается из основной ($Z_{\text{осн}}$) и дополнительной зарплаты ($Z_{\text{доп}}$):

$$Z_{\text{фот}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = 400950 \text{ руб.} \quad (8.10)$$

8.3.4 Расчет отчислений на социальные нужды

Денежные средства на социальные нужды ежемесячно перечисляются во внебюджетные фонды, в том числе: в пенсионный фонд; в фонд обязательного медицинского страхования; в фонд социального страхования.

Определить величину отчислений на социальные нужды от суммы основной и дополнительной зарплаты ($Z_{\text{фот}}$), по действующему проценту:

$$Z_{\text{соц}} = \frac{Z_{\text{фот}} \cdot O_{\text{соц}}}{100\%} = 105048,9 \text{ руб.}, \quad (8.11)$$

где $O_{\text{соц}}=30,2$ - процент отчислений на социальные нужды, %.

8.4 Расчет стоимости потерь электроэнергии в линиях и трансформаторах

Стоимость потерь электроэнергии в линиях и трансформаторах:

$$Z_{\text{ном}} = \beta \cdot W_{\text{ном}} \quad (8.12)$$

$$Z_{\text{ном}} = \beta \cdot W_{\text{ном}} = 0.846 \cdot 2093877.852 = 1771420.663 \text{ руб.}$$

8.5 Расчет отчислений в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд ($Z_{\text{рем}}$) включают расход запасных частей, кабельной продукции, вспомогательных материалов и т.д., и практически определяются косвенно, например сложившимся на предприятии процентом от основной заработной платы рабочих в электрохозяйстве или процентом от суммы капитальных затрат (К). В данном курсовом проекте используется формула:

$$З_{рем.} = \frac{K_{обор.} \cdot B_{рем}}{100}; \quad (8.13)$$

$$З_{рем_{баз}} = 43080000 \cdot 0,025 = 1077,0 \text{ тыс.руб.}$$

$$З_{рем_{альт}} = 40498000 \cdot 0,025 = 1012,45 \text{ тыс.руб.}$$

где $B_{рем} = 2,5$ - процент на ремонт электрооборудования на данном предприятии, %.

8.6 Расчет отчислений на охрану труда и технику безопасности

Отчисления на охрану труда и технику безопасности ($З_{тб}$) можно определить по формуле:

$$З_{тб} = Ч_{общ} \cdot H_{тб} = 8100 \text{ руб.}, \quad (8.14)$$

где $H_{тб}$ – норма расхода средств техники безопасности и охраны труда на одного рабочего в год, руб.

8.7 Составление годовой сметы затрат на ремонт и эксплуатацию схемы электроснабжения

Годовая смета затрат на ремонт и эксплуатацию схемы электроснабжения полученные результаты расчета всех затрат по двум вариантам - базовому и альтернативному приведена в таблице 17.

Таблица 17 - Годовая смета затрат на ремонт и эксплуатацию схемы электроснабжения

№ п/п	Издержки	Индекс затрат	Затраты по варианту, руб.	
			базовый	альтернативный
1	Амортизационные отчисления	$Z_{ам.}$	1895520	1781912
2	Затраты на оплату труда в т.ч.			
	- основная зарплата производственных рабочих	$Z_{осн}$	364500	364500
	- дополнительная зарплата производств. рабочих	$Z_{доп}$	36450	36450
	-отчисления на социальные нужды	$Z_{соц}$	105048.9	105048.9
	итого годовой фонд оплаты труда	$Z_{фот}$	400950	400950
3	Ремонтный фонд	$Z_{рем.ф.}$	1077000	1077000
4	Стоимость потерь электроэнергии в линиях и трансформаторах	$Z_{пот}$	1771420.663	1771420.663
5	Затраты на охрану труда и технику безопасности	$Z_{т.б.}$	8100	8100
6	ИТОГО:	$Z_{экспл}$	5152990.663	5039382.663

8.8 Расчет показателей экономической эффективности реконструкции схемы электроснабжения

Годовой экономический эффект от внедрения новой техники и совершенствования технологического процесса [18]:

$$\mathcal{E} = (Z_{прбаз} - Z_{пральт}) \cdot W_{пол} = 1030,146 \text{ тыс.руб.} \quad (8.15)$$

Ожидаемая прибыль от снижения себестоимости 1кВт·ч потребления энергии:

$$Pr_{ож} = (S_{баз} - S_{альт}) \cdot W_{пол} = 177611,452 \text{ тыс.руб.} \quad (8.16)$$

Налог на прибыль [18]:

$$H_{приб} = Pr_{ож} \cdot K_{нал} = 44402,863 \text{ тыс.руб.} \quad (8.17)$$

где $K_{нал}$ - коэффициент налогообложения прибыли, действующий на данный год.

Чистая ожидаемая прибыль:

$$Pr_{\text{чист}} = Pr_{\text{ож}} - H_{\text{приб}} = 177611,452 - 44402,863 = 133208,589 \text{ тыс.руб.} \quad (8.18)$$

Срок окупаемости инвестиций в реконструкцию схемы электроснабжения:

$$T_{\text{ср}} = \frac{K_{\text{баз}} - K_{\text{альт}}}{Pr_{\text{чист}}} = \frac{43080000 - 40498000}{133208.589} = 19.4 = 20 \text{ лет}, \quad (8.19)$$

где $K_{\text{баз}}$, $K_{\text{альт}}$ - капитальные вложения по вариантам, тыс. руб.

Заключение

Выполнена реконструкция схемы электроснабжения завода №4 ООО «Тольяттикаучук». К установке рекомендовано следующее электрооборудование:

- на ГПП-2 – силовые трансформаторы ТРДН 25000/110/6/6 производства ООО «Тольяттинский трансформатор»;
- на ТП – силовые трансформаторы ТМЗ 6/0,4 кВ производства ООО «Тольяттинский трансформатор»;
- на ОРУ 110 кВ ГПП-2 элегазовые выключатели типа 3AP1DT-245/EK производства российской компании ЗАО «АК Евроконтракт» по лицензии Siemens, разъединители типа РНДЗ-2-110/1000, ограничители перенапряжения типа ОПН-110/100-10;
- на ЗРУ 6 кВ ячейки КРУ типа «ELTEMA» производства ООО «АББ Мосэлектроцит» г. Москва с вакуумными выключателями типа VM1-t 1212-25 и трансформаторами напряжения типа НАМИТ-10-2 УХЛ2.

Выполнен расчет заземляющего устройства и молниезащиты ГПП-2.

Произведено технико - экономическое обоснование инвестиций в реконструкцию схемы электроснабжения завода №4 ООО «Тольяттикаучук».

Список использованных источников

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: НЦ ЭНАС, 2014.
2. Правила устройств электроустановок (ПУЭ). 7-ое издание. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2009.
3. РД.34.20.501-95. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. - М.: СПО ОРГРЭС, 2009.
4. РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. – М.: НЦ ЭНАС, 2004.
5. ГОСТ Р 52735-2007. Расчет токов КЗ в сетях выше 1 кВ. – М.: Издательство стандартов, 2007.
6. Методические указания по применению ограничителей в электрических сетях 110–750 кВ. - М.: Изд-во НТК «Электропроект», 2010.
7. СТО 56947007-29.130.15.114-2012. Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6–750 кВ.
8. СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. – М.: Издательство стандартов, 2003.
9. Вахнина, В.В. Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий: учебное пособие для курсового проектирования / В.В. Вахнина, А.Н Черненко. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2015.
10. Вахнина, В.В. Проектирование осветительных установок: учебное пособие./ В.В. Вахнина, О.В. Самолина, А.Н. Черненко. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2015.
- 11.Заземляющие устройства электроустановок (требования нормативных

- документов, расчет, проектирование, конструкции, сооружение): справочник / Р.К. Борисов и др. – М.: Издательский дом МЭИ, 2013.
12. Кудрин, Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для вузов / Б.И. Кудрин. – М.: Интернет Инжиниринг, 2009.
13. Кудрин, Б.И. Электроснабжение потребителей и режимы: учебник для вузов / Б.И. Кудрин, Б.В. Жилин, Ю.В. Матюнина. – М.: Изд. дом МЭИ, 2013.
14. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учеб. пособ. для вузов / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. – Энергоатомиздат, 2014.
15. Опалева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения / Г.Н. Опалева. – М.: ИД «ФОРУМ», 2008.
16. Шеховцов, В.П. Расчет и проектирование схем электроснабжения: методическое пособие для курсового проектирования / В.П. Шеховцов. – М.: Форум, 2014.
17. Электротехнический справочник: В 4 т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / под общей ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов). – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2002.
18. Самсонов, В.С. Экономика предприятий энергетического комплекса: учеб. для вузов / В.С. Самсонов, М.А. Вяткин. – М.: Высш. школа, 2013.
19. Celli, G. Behaviour of groundings systems: a quasistatic EMTP model and validation// 30th International Conference on Lightning Protection. – ICLP 2012.
20. CIE Pub. No. 142. Road Lighting Calculatons, 2010.
21. Miranovich, V. High-power LED: features use the example of the company's LED components/ V. Miranovich // Electronic components. – 2012. – No 6. – P.45-49.

22. Sulphur hexafluoride// Solvay fluor and derivate gmbh. SF₆ and environment// ABB Hochspanungtecnic AG, 2012.
23. Requirements for Electrical Installations - Section 1 (Chapters 1.1, 1.2, 1.7, and 1.9); Section 6; Section 7 (Chapters 7.1, 7.2, 7.5, 7.6, and 7.10).
24. www.ielectro.ru
25. velto.ru
26. www.abb.ru
27. www.pulscen.ru
28. www.b2b-sng.ru
29. <http://enp-e.ru/catalog>.
30. http://www.electroshield.ru/komplektnye_raspredustroystva_kru_70
31. www.uetm.ru
32. www.energo-k.ru
33. orca.ru/vyklyuchateli/elegazovye/3ap1dt-245-ek.html

Таблица А1 - Расчет электрических нагрузок по цеху БК-2

№ п/п	Наименование узла питания или группы электроприемников	Кол-во ЭП, n	Установленная мощность, приведенная к ПВ=100%		K _и	cosφ	Средняя нагрузка		n _э	K _м	Расчетная нагрузка			I _p
			Одного ЭП	Всех ЭП			P _с	Q _с			P _p	Q _p	S _p	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Цех БК-2													
1	ЩСУ-1													
2	вентилятор	1	4	4	0.7	0.8	2.8	2.1						
3	сирена	1	3	3	0.6	0.75	1.8	1.587						
4	Итого по ЩСУ-1	2		7	0.657		4.6	3.687	2	1.05	4.83	4.259	6.44	9.295
5	ЩСУ-2													
6	насос	2	22	44	0.75	0.85	33	20.45						
7	насос	2	5.5	11	0.75	0.85	8.25	5.113						
8	насос	1	13	13	0.75	0.85	9.75	6.043						
9	вентилятор	2	0.75	1.5	0.7	0.8	1.05	0.788						
10	вентилятор	1	15	15	0.7	0.8	10.5	7.875						
11	вентилятор	2	22	44	0.7	0.8	30.8	23.1						
12	вентилятор	2	5.5	11	0.7	0.8	7.7	5.775						
13	вентилятор	1	0.55	0.55	0.7	0.8	0.385	0.289						
14	вентилятор	2	4	8	0.7	0.8	5.6	4.2						
15	вентилятор	2	2.2	4.4	0.7	0.8	3.08	2.31						
16	вентилятор	1	17	17	0.7	0.8	11.9	8.925						

Приложение А

Таблица А1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	вентилятор	1	2.2	2.2	0.7	0.8	1.54	1.155						
18	вентилятор	1	0.75	0.75	0.7	0.8	0.525	0.394						
19	тельфер	1	0.2	0.2	0.15	0.5	0.03	0.052						
20	наждак	1	7.5	7.5	0.12	0.5	0.9	1.559						
21	сверл.ст.	1	2.2	2.2	0.12	0.5	0.264	0.457						
22	токарн.гидрав.	1	1	1	0.12	0.5	0.12	0.208						
23	токар.быс.хода	1	1	1	0.12	0.5	0.12	0.208						
24	св.аппарат	1	20.2	35	0.2	0.4	7	16.04						
25	Итого	26		219.3	0.604		132.5	104.9	20	0.9	119.3	94.45	152.1	219.6
26	ЩСУ-3													
27	электрозадвижка	8	1.5	12	0.1	0.4	1.2	2.75						
28	электрозадвижка	1	1.7	1.7	0.1	0.4	0.17	0.39						
29	электрозадвижка	2	0.25	0.5	0.1	0.4	0.05	0.115						
30	электрозадвижка	2	4	8	0.1	0.4	0.8	1.833						
31	электрозадвижка	2	0.37	0.74	0.1	0.4	0.074	0.17						
32	электрозадвижка	2	0.6	1.2	0.1	0.4	0.12	0.275						
33	электрозадвижка	1	2.3	2.3	0.1	0.4	0.23	0.527						
34	Итого по ЩСУ-3	18		26.44	0.1		2.644	6.058	14	0.8	2.115	4.847	5.29	7.635
35	Итого по ЩСУ-2										121.4	99.29	157.4	227.2
36	ЩСУ-4													
37	вентилятор	1	7.5	7.5	0.7	0.8	5.25	3.938						
38	электрозадвижка	1	0.55	0.55	0.1	0.4	0.055	0.126						
39	Итого по ЩСУ-4	2		8.05	0.659		5.305	4.064	2	1.05	5.57	4.693	7.28	10.51
40	ЩСУ-6													

Приложение А

Таблица А1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
41	насос	2	132	264	0.75	0.85	198	122.7						
42	вентилятор	1	90	90	0.7	0.8	63	47.25						
43	Итого по ЩСУ-6	3		354	0.737		261	170	3	1	261	187	321.1	463. .4
44	ЩСУ-7													
45	насос	1	132	132	0.75	0.85	99	61.35						
46	насос	1	30	30	0.75	0.85	22.5	13.94						
47	насос	1	22	22	0.75	0.85	16.5	10.23						
48	насос	1	17	17	0.75	0.85	12.75	7.902						
49	Итого по ЩСУ-7	4		201	0.75		150.8	93.43	4	0.97	146.2	99.69	177	255.4
50	секции п/ст №33													
51	насос	1	2.2	2.2	0.75	0.85	1.65	1.023						
52	насос	1	100	100	0.75	0.85	75	46.48						
53	насос	2	110	220	0.75	0.85	165	102.3						
54	итого	4		322.2	0.75		241.7	149.8	4	0.97	234.4	159.8	283.7	409.5
55	освещение										87.07	25.7	90.78	131
56	итого по цеху	59		1138	0.702	0.83	798.5	531.9	18	0.9	805.7	504.4	950.6	1372

Таблица А2 - Расчет электрических нагрузок по цеху БК-3

№ п/п	Наименование узла питания или группы электроприемников	Кол-во ЭП, n	Установленная мощность, приведенная к ПВ=100%		K _и	cosφ	Средняя нагрузка		n _э	K _м	Расчетная нагрузка			I _p
			Одного ЭП	Всех ЭП			P _с	Q _с			P _p	Q _p	S _p	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Цех БК-3													
1	ЩСУ-1													
2	маслонасос	1	8.5	8.5	0.7	0.8	5.95	4.463						
3	гл.вент	1	22	22	0.7	0.8	15.4	11.55						
4	электрозадвижка	1	0.8	0.8	0.12	0.5	0.096	0.166						
5	Итого по ЩСУ-1	3		31.3	0.685		21.45	16.18	2	1.02	21.87	18.15	28.43	41.04
6	ЩСУ-2													
7	насос	2	4.5	9	0.75	0.85	6.75	4.183						
8	насос	1	17	17	0.75	0.85	12.75	7.902						
9	насос	1	5.5	5.5	0.75	0.85	4.125	2.556						
10	электрозадвижка	2	0.37	0.74	0.12	0.5	0.089	0.154						
11	электрозадвижка	1	0.6	0.6	0.12	0.5	0.072	0.125						
12	сверлильный станок	1	17	17	0.12	0.5	2.04	3.533						
13	св.ап. ТД-500 У2	1	20.2	35	0.2	0.4	7	16.04						
14	Итого по ЩСУ-2	9		84.84	0.387		32.83	34.49	7	1.1	36.11	41.74	55.19	79.66
15	ЩСУ-3													
16	вентиляторы	3	22	66	0.7	0.8	46.2	34.65						

Приложение А

Таблица А2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	вентиляторы	4	5.5	22	0.7	0.8	15.4	11.55						
18	вентиляторы	3	2.2	6.6	0.7	0.8	4.62	3.465						
19	вентиляторы	1	0.8	0.8	0.7	0.8	0.56	0.42						
20	вентиляторы	1	0.25	0.25	0.7	0.8	0.175	0.131						
21	вентиляторы	1	0.75	0.75	0.7	0.8	0.525	0.394						
22	вентиляторы	1	17	17	0.7	0.8	11.9	8.925						
23	тельфер	2	1.5	3	0.15	0.5	0.45	0.779						
24	Итого по ЩСУ-3	16		116.4	0.686		79.83	60.31	8	0.91	72.65	60.37	94.46	136.3
25	ЩСУ-4													
26	насос	1	4	4	0.75	0.85	3	1.859						
27	насос	3	75	225	0.75	0.85	168.8	104.6						
28	насос	2	55	110	0.75	0.85	82.5	51.13						
29	электрозадвижка	3	4	12	0.12	0.5	1.44	2.494						
30	электрозадвижка	1	5.5	5.5	0.12	0.5	0.66	1.143						
31	электрозадвижка	1	0.6	0.6	0.12	0.5	0.072	0.125						
34	эл.кран	1	16	16	0.15	0.5	2.4	4.157						
35	Итого по ЩСУ-4	12		373.1	0.694		258.8	165.5	6	0.91	235.5	165.7	288	415.6
36	ЩСУ-5													
37	вентиляторы	1	22	22	0.7	0.8	15.4	11.55						
38	вентиляторы	3	5.5	16.5	0.7	0.8	11.55	8.663						
39	вентиляторы	2	10	20	0.7	0.8	14	10.5						
40	вентиляторы	1	1.7	1.7	0.7	0.8	1.19	0.893						
41	вентиляторы	2	7.5	15	0.7	0.8	10.5	7.875						
42	вентиляторы	2	1.5	3	0.7	0.8	2.1	1.575						

Приложение А

Таблица А2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
43	вентиляторы	1	2.2	2.2	0.7	0.8	1.54	1.155						
44	вентиляторы	1	5.5	5.5	0.7	0.8	3.85	2.888						
45	Итого по ЦСУ-5	13		85.9	0.7		60.13	45.1	8	0.91	54.72	45.14	70.94	102.4
46	маслонасос	1	22	22	0.7	0.8	15.4	11.55						
47	маслонасос	1	18.5	18.5	0.7	0.8	12.95	9.713						
48	маслонасос	4	1.5	6	0.7	0.8	4.2	3.15						
49	электрозадвижка	2	0.6	1.2	0.12	0.5	0.144	0.249						
50	насос	2	55	110	0.75	0.85	82.5	51.13						
51	насос	1	100	100	0.75	0.85	75	46.48						
52	вентилятор	1	10	10	0.7	0.8	7	5.25						
53		12		257.7	0.765		197.2	127.5	4	0.97	191.3	136.1	234.7	338.8
54	освещение										104.6	38.84	111.6	161
55	Итого п о цеху	65		949.24	0.685	0.82	650.2	449.1	17	0.9	689.8	443	819.8	1183

Таблица А3 - Расчет электрических нагрузок по цеху БК-4

№ п/п	Наименование узла питания или группы электроприемников	Кол-во ЭП, n	Установленная мощность, приведенная к ПВ=100%		K _и	cosφ	Средняя нагрузка		n _э	K _м	Расчетная нагрузка			I _p
			Одного ЭП	Всех ЭП			P _с	Q _с			P _p	Q _p	S _p	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Цех БК-4													
1	ЩСУ-1													
2	насос	1	75	75	0.75	0.85	56.25	34.86						
3	насос	1	110	110	0.75	0.85	82.5	51.13						
4	Итого по ЩСУ-1	2		185	0.75		138.8	85.99	2	1.05	145.7	99.32	176.3	254.5
5	ЩСУ-2													
6	лубрикатор	1	0.25	0.25	0.6	0.7	0.15	0.153						
7	маслонасос	1	3	3	0.75	0.85	2.25	1.394						
8	электрозадвижка	3	1.5	4.5	0.1	0.4	0.45	1.031						
9	насос	3	5.5	16.5	0.75	0.85	12.38	7.669						
10	насос	1	250	250	0.75	0.85	187.5	116.2						
11	насос	1	55	55	0.75	0.85	41.25	25.56						
12	насос	6	13	78	0.75	0.85	58.5	36.26						
13	насос	2	17	34	0.75	0.85	25.5	15.8						
14	насос	1	30	30	0.75	0.85	22.5	13.94						
15	насос	2	4	8	0.75	0.85	6	3.718						
16	насос	1	1.1	1.1	0.75	0.85	0.825	0.511						

Приложение А

Таблица А3 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	кондиционер	1	2.2	2.2	0.6	0.7	1.32	1.347						
18	сверл.ст.	1	5.5	5.5	0.12	0.5	0.66	1.143						
19	токарн.ст.	1	10	10	0.15	0.5	1.5	2.598						
20	токарн.ст.	1	0.5	0.5	0.12	0.5	0.06	0.104						
21	токарн.ст.	1	0.12	0.12	0.12	0.5	0.014	0.025						
22	наждачный ст.	1	3	3	0.12	0.5	0.36	0.624						
23	наждачный ст.	1	4	4	0.12	0.5	0.48	0.831						
24	наждак	1	0.6	0.6	0.12	0.5	0.072	0.125						
25	отрезной ст.	1	3	3	0.12	0.5	0.36	0.624						
26	циклон	1	1.5	1.5	0.12	0.5	0.18	0.312						
27	Итого по ЩСУ-2	32		510.77	0.709		362.3	230	5	0.93	336.9	235.3	411	593.2
28	ЩСУ-3													
29	вентилятор	10	7.5	75	0.7	0.8	52.5	39.38						
30	вентилятор	1	3	3	0.7	0.8	2.1	1.575						
31	вентилятор	1	1.5	1.5	0.7	0.8	1.05	0.788						
32	вентилятор	1	0.75	0.75	0.7	0.8	0.525	0.394						
33	вентилятор	1	0.25	0.25	0.7	0.8	0.175	0.131						
34	вентилятор	2	0.55	1.1	0.7	0.8	0.77	0.578						
35	вентилятор	1	22	22	0.7	0.8	15.4	11.55						
36	вентилятор	1	4	4	0.7	0.8	2.8	2.1						
37	вентилятор	2	2.2	4.4	0.7	0.8	3.08	2.31						
38	Итого по ЩСУ-3	20		112	0.7		78.4	58.8	11	0.9	70.56	52.92	88.2	127.3
39	ЩСУ-4													
40	насос	1	10	10	0.75	0.85	7.5	4.648						

Приложение А

Таблица А3 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
41	насос	1	45	45	0.75	0.85	33.75	20.92						
42	насос	1	40	40	0.75	0.85	30	18.59						
43	насос	4	13	52	0.75	0.85	39	24.17						
44	насос	4	30	120	0.75	0.85	90	55.78						
45	насос	1	17	17	0.75	0.85	12.75	7.902						
46	насос	1	0.27	0.27	0.75	0.85	0.203	0.125						
47	вентилятор	1	5.5	5.5	0.7	0.8	3.85	2.888						
48	вентилятор	1	1.5	1.5	0.7	0.8	1.05	0.788						
49	вентилятор	1	7.5	7.5	0.7	0.8	5.25	3.938						
50	вентилятор	1	4	4	0.7	0.8	2.8	2.1						
51	Итого по ЩСУ-4	17		302.77	0.747		226.2	141.8	14	0.9	203.5	127.7	240.3	346.8
52	ЩСУ-5													
53	вакуумный насос	1	110	110	0.7	0.8	77	57.75						
54	насос	1	110	110	0.75	0.85	82.5	51.13						
55	Итого по ЩСУ-5	2		220	0.725		159.5	108.9	2	1	159.5	119.8	199.5	287.9
56	РП-3(п/ст №118)													
57	насос	1	100	100	0.75	0.85	75	46.48						
58	насос	1	110	110	0.75	0.85	82.5	51.13						
59	Итого	2		210	0.75		157.5	97.61	2	1	157.5	107.4	190.6	275.1
60	катализаторное													
61	привод	1	45	45	0.7	0.8	31.5	23.63						
62	бункер дозатор	1	3	3	0.6	0.7	1.8	1.836						
63	барабан смес.	1	45	45	0.6	0.7	27	27.55						
64	нож	1	1.6	1.6	0.75	0.85	1.2	0.744						

Приложение А

Таблица А3 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
65	вибратор	1	1.83	1.83	0.75	0.85	1.373	0.851						
66	подъемник	1	3.2	3.2	0.75	0.85	2.4	1.487						
67	тельфер	1	1.5	1.5	0.15	0.5	0.225	0.39						
68	перед.тельфер	1	0.12	0.12	0.15	0.5	0.018	0.031						
69	насос	1	132	132	0.75	0.85	99	61.35						
70	электрозадвижка	1	0.37	0.37	0.1	0.4	0.037	0.085						
71	электрозадвижка	1	0.77	0.77	0.1	0.4	0.077	0.176						
72	электрозадвижка	1	0.6	0.6	0.1	0.4	0.06	0.137						
73	пож.зав.	2	1.5	3	0.05	0.4	0.15	0.344						
74	пож.зав.	5	0.37	1.85	0.05	0.4	0.093	0.212						
75	пож.зав.	1	0.55	0.55	0.05	0.4	0.028	0.063						
76	насос	1	75	75	0.75	0.85	56.25	34.86						
77	насос	1	18.5	18.5	0.75	0.85	13.88	8.599						
78	Итого	22		333.89	0.704		235.1	162.3	6	0.93	218.6	166.1	274.6	396.3
79	Корпус И-20а													
80	привод	1	22	22	0.6	0.7	13.2	13.47						
81	вентилятор	2	0.37	0.74	0.6	0.7	0.444	0.453						
82	вентилятор	2	0.25	0.5	0.6	0.7	0.3	0.306						
83	вентилятор	2	1.7	3.4	0.6	0.7	2.04	2.081						
84	вентилятор	2	2.2	4.4	0.6	0.7	2.64	2.693						
85	вентилятор	1	13	13	0.6	0.7	7.8	7.958						
86	вентилятор	1	3	3	0.6	0.7	1.8	1.836						
87	вентилятор	3	1.5	4.5	0.6	0.7	2.7	2.755						
88	вентилятор	2	0.75	1.5	0.6	0.7	0.9	0.918						
89	вентилятор	1	1.1	1.1	0.6	0.7	0.66	0.673						
90	Итого	17		54.14	0.6		32.48	33.14	5	0.92	29.89	33.54	44.92	64.84
91	освещение										107.6	34.84	113.1	163.2
92	итого по цеху	114		1928.6	0.721	0.83	1390	918.6	16	0.9	1359	861.6	1609	2322

Таблица А4 - Расчет электрических нагрузок по цеху БК-5

№ п/п	Наименование узла питания или группы электроприемников	Кол-во ЭП. п	Установленная мощность. приведенная к ПВ=100%		K _и	cosφ	Средняя нагрузка		n _э	K _м	Расчетная нагрузка			I _р
			Одного ЭП	Всех ЭП			P _с	Q _с			P _р	Q _р	S _р	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Цех БК-5													
1	ЩСУ-1													
2	насос	1	132	132	0.75	0.85	99	61.35						
3	насос	2	30	60	0.75	0.85	45	27.89						
4	насос	2	17	34	0.75	0.85	25.5	15.8						
5	насос	2	15	30	0.75	0.85	22.5	13.94						
6	насос	2	13	26	0.75	0.85	19.5	12.09						
7	насос	1	22	22	0.75	0.85	16.5	10.23						
8	насос	4	90	360	0.75	0.85	270	167.3						
9	Итого по ЩСУ-1	14		664	0.75		498	308.6	11	0.9	448.2	277.8	527.3	761.1
10	ЩСУ-2													
11	насос	2	30	60	0.75	0.85	45	27.89						
12	насос	5	2.2	11	0.75	0.85	8.25	5.113						
13	насос	1	1.5	1.5	0.75	0.85	1.125	0.697						
14	насос	4	90	360	0.75	0.85	270	167.3						
15	Итого по ЩСУ-2	12		432.5	0.75		324.4	201	10	0.9	291.9	199	353.3	510
16	ЩСУ-3													

Приложение А

Таблица А4 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	насос	2	55	110	0.75	0.85	82.5	51.13						
18	насос	9	13	117	0.75	0.85	87.75	54.38						
19	насос	1	4	4	0.75	0.85	3	1.859						
20	насос	1	17	17	0.75	0.85	12.75	7.902						
21	насос	2	30	60	0.75	0.85	45	27.89						
22	насос	1	18.5	18.5	0.75	0.85	13.88	8.599						
23	насос	1	5.5	5.5	0.75	0.85	4.125	2.556						
24	вентилятор	1	2.2	2.2	0.7	0.8	1.54	1.155						
25	электрозадвижка	1	0.6	0.6	0.1	0.4	0.06	0.137						
26	Итого по ЩСУ-3	19		334.8	0.749		250.6	155.6	13	0.9	225.5	140	265.5	383.2
27	ЩСУ-11													
28	насос	2	75	150	0.75	0.85	112.5	69.72						
29	насос	1	90	90	0.75	0.85	67.5	41.83						
30	насос	1	20	20	0.75	0.85	15	9.296						
31	насос	3	17	51	0.75	0.85	38.25	23.71						
32	насос	2	13	26	0.75	0.85	19.5	12.09						
33	насос	2	5.5	11	0.75	0.85	8.25	5.113						
34	насос	1	0.27	0.27	0.75	0.85	0.203	0.125						
35	вентилятор	2	11	22	0.7	0.8	15.4	11.55						
36	Итого по ЩСУ-11	14		370.27	0.747		276.6	173.4	9	0.9	248.9	171.7	302.4	436.5
37	ЩСУ-12													
38	насос	4	40	160	0.75	0.85	120	74.37						
39	насос	2	100	200	0.75	0.85	150	92.96						
40	насос	2	55	110	0.75	0.85	82.5	51.13						

Таблица А4 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
41	насос	1	18.5	18.5	0.75	0.85	13.88	8.599						
42	насос	1	5.5	5.5	0.75	0.85	4.125	2.556						
43	насос	1	4	4	0.75	0.85	3	1.859						
44	вентилятор	2	11	22	0.7	0.8	15.4	11.55						
45	тельфер	1	0.12	0.12	0.15	0.5	0.018	0.031						
46	электрозадвижка	2	1.5	3	0.1	0.4	0.3	0.687						
47	электрозадвижка	2	1.1	2.2	0.1	0.4	0.22	0.504						
48	электрозадвижка	4	0.55	2.2	0.1	0.4	0.22	0.504						
49	электрозадвижка	3	0.37	1.11	0.1	0.4	0.111	0.254						
50	электрозадвижка	1	0.18	0.18	0.1	0.4	0.018	0.041						
51	Итого по ЩСУ-12	26		528.81	0.737		389.8	245	11	0.9	350.8	220.5	414.4	598.1
52	ЩСУ-15													
53	насос	1	22	22	0.75	0.85	16.5	10.23						
54	насос	1	18.5	18.5	0.75	0.85	13.88	8.599						
55	Итого по ЩСУ-15	2		40.5	0.75		30.38	18.82	2	1	30.38	20.71	36.76	53.06
56	электрозадвижка (РП5)	6	0.55	3.3	0.75	0.85	2.475	1.534			2.475	1.534	2.91	4.2
57	св.ап.	1	20.2	35	0.2	0.4	7	16.04			7	16.04	17.5	25.26
58	144 корпус													
59	ТОК.ВИНТ.СТ. №1	1	1.5	1.5	0.12	0.5	0.18	0.312						
60	ТОК.ВИНТ.СТ. №1	1	1.1	1.1	0.12	0.5	0.132	0.229						
61	ТОК.ВИНТ.СТ. №1	1	0.125	0.125	0.12	0.5	0.015	0.026						
62	ТОК.СТ. №2	1	7	7	0.12	0.5	0.84	1.455						
63	ТОК.СТ. №2	1	0.55	0.55	0.12	0.5	0.066	0.114						

Приложение А

Таблица А4 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
64	ток.ст. №2	1	0.12	0.12	0.12	0.5	0.014	0.025						
65	ток.ст. №3	1	14	14	0.12	0.5	1.68	2.91						
66	ток.ст. №3	1	1	1	0.12	0.5	0.12	0.208						
67	фр.ст. №1	1	4.5	4.5	0.12	0.5	0.54	0.935						
68	фр.ст. №1	1	0.05	0.05	0.12	0.5	0.006	0.01						
69	фр.ст. №1	1	1.1	1.1	0.12	0.5	0.132	0.229						
70	Сверлильный станок эл.мост	1	2	2	0.12	0.5	0.24	0.416						
71	Сверлильный станок №4	1	7.5	7.5	0.12	0.5	0.9	1.559						
72	Наждачный станок №2	1	2.5	2.5	0.12	0.5	0.3	0.52						
73	Циклон №2	1	3	3	0.12	0.5	0.36	0.624						
74	Пресс №1	1	3	3	0.12	0.5	0.36	0.624						
75	Пресс №2	1	2.2	2.2	0.12	0.5	0.264	0.457						
76	Пресс №3	1	0.6	0.6	0.12	0.5	0.072	0.125						
77	Стенд пр №1	1	1.1	1.1	0.12	0.5	0.132	0.229						
78	Стенд пр №1	1	0.75	0.75	0.12	0.5	0.09	0.156						
79	Стенд пр №2	2	0.55	1.1	0.12	0.5	0.132	0.229						
80	Стенд пр №2	1	2.3	2.3	0.12	0.5	0.276	0.478						
81	Исп.стенд полм	1	22	22	0.12	0.5	2.64	4.573						
82	Трубогиб	1	10	10	0.12	0.5	1.2	2.078						
83	Насос	1	4	4	0.75	0.85	3	1.859						
84	Пила циркулярная	1	15	15	0.12	0.5	1.8	3.118						

Приложение А

Таблица А4 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
85	Трубогиб	1	4	4	0.12	0.5	0.48	0.831						
86	Станок опрес.	1	7.5	7.5	0.12	0.5	0.9	1.559						
87	Станок опрес.	1	0.55	0.55	0.12	0.5	0.066	0.114						
88	Эл.тельфер 0.5 т	1	0.08	0.08	0.15	0.5	0.012	0.021						
89	Эл.тельфер 2 т	3	0.27	0.81	0.15	0.5	0.122	0.21						
90	Эл.тельфер 2 т	1	2.8	2.8	0.15	0.5	0.42	0.727						
91	Эл.тельфер 0.5 т	1	0.08	0.08	0.15	0.5	0.012	0.021						
92	П-1	1	7.5	7.5	0.7	0.8	5.25	3.938						
93	П-2	1	5.5	5.5	0.7	0.8	3.85	2.888						
94	П-3	1	2.2	2.2	0.7	0.8	1.54	1.155						
95	П-3 калор	1	1	1	0.7	0.8	0.7	0.525						
96	П-5 гараж	1	0.55	0.55	0.7	0.8	0.385	0.289						
97	В-1 крыша	1	3	3	0.6	0.75	1.8	1.587						
98	В-2 гараж	1	3	3	0.6	0.75	1.8	1.587						
99	Сврочный трансформатор	2	19	57	0.2	0.4	11.4	26.12						
100	Итого	45		203.67	0.217		44.23	65.07	19	0.81	35.82	52.71	63.73	91.99
101	освещение										137.6	44.84	144.7	208.9
102	итого по цеху	139		2612.8	0.698	0.84	1823	1185	40	0.85	1688	1052	1989	2870

Приложение А

Таблица А5 - Расчет электрических нагрузок по цеху БК-6

№ п/п	Наименование узла питания или группы электроприемников	Кол-во ЭП, n	Установленная мощность, приведенная к ПВ=100%		K _и	cosφ	Средняя нагрузка		n _э	K _м	Расчетная нагрузка			I _р
			Одного ЭП	Всех ЭП			P _с	Q _с			P _р	Q _р	S _р	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Цех БК-6													
1	ЩСУ-1													
2	насос	3	11	33	0.75	0.85	24.75	15.34						
3	насос	1	7.5	7.5	0.75	0.85	5.625	3.486						
4	насос	2	22	44	0.75	0.85	33	20.45						
5	насос	5	5.5	27.5	0.75	0.85	20.63	12.78						
6	насос	7	55	385	0.75	0.85	288.8	179						
7	насос	1	4	4	0.75	0.85	3	1.859						
8	насос	3	7.5	22.5	0.75	0.85	16.88	10.46						
9	насос	1	3	3	0.75	0.85	2.25	1.394						
10	насос	1	0.8	0.8	0.7	0.8	0.56	0.42						
11	насос	2	1.5	3	0.7	0.8	2.1	1.575						
12	электрозадвижка	2	1.5	3	0.1	0.4	0.3	0.687						
13	электрозадвижка	2	0.55	1.1	0.1	0.4	0.11	0.252						
14	Итого по ЩСУ-1	30		534.4	0.745		397.9	247.7	20	0.9	358.2	222.9	421.8	608.9
15	ЩСУ-2													
16	насос	1	22	22	0.75	0.85	16.5	10.23						

Приложение А

Таблица А5 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	насос	2	55	110	0.75	0.85	82.5	51.13						
18	Итого по ЦСУ-2	3		132	0.75		99	61.35	3	1	99	61.35	116.5	168.1
19	ЦСУ-3													
20	насос	1	37	37	0.75	0.85	27.75	17.2						
21	насос	1	22	22	0.75	0.85	16.5	10.23						
22	вентилятор	1	2.2	2.2	0.7	0.8	1.54	1.155						
23	Итого по ЦСУ-3	3		61.2	0.748		45.79	28.58	3	1	45.79	28.58	53.98	77.91
24	ЦСУ-5													
25	вентилятор	1	18.5	18.5	0.7	0.8	12.95	9.713						
26	вентилятор	1	7.5	7.5	0.7	0.8	5.25	3.938						
27	вентилятор	2	11	22	0.7	0.8	15.4	11.55						
28	вентилятор	1	2.2	2.2	0.7	0.8	1.54	1.155						
29	вентилятор	1	5.5	5.5	0.7	0.8	3.85	2.888						
30	насос	2	3	6	0.75	0.85	4.5	2.789						
31	кран мостовой	2	18	36	0.75	0.85	27	16.73						
32	конвейер	3	5.5	16.5	0.55	0.75	9.075	8.003						
33	конвейер	1	10	10	0.55	0.75	5.5	4.851						
34	конвейер	3	3	9	0.55	0.75	4.95	4.365						
35	токарь.ст.	1	0.4	0.4	0.12	0.5	0.048	0.083						
36	Итого по ЦСУ-5	18		133.6	0.674		90.06	66.07	15	0.9	81.06	59.46	100.5	145.1
37	ЦСУ-6													
38	вентилятор	1	22	22	0.7	0.8	15.4	11.55						
39	вентилятор	3	7.5	22.5	0.7	0.8	15.75	11.81						
40	вентилятор	3	5.5	16.5	0.7	0.8	11.55	8.663						

Таблица А5 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
41	вентилятор	2	1.5	3	0.7	0.8	2.1	1.575						
42	вентилятор	2	10	20	0.7	0.8	14	10.5						
43	электрозадвижка	2	1.5	3	0.1	0.4	0.3	0.687						
44	Итого по ЩСУ-6	13		87	0.679		59.1	44.79	8	0.91	53.78	44.83	70.02	101.1
45	ЩСУ-9													
46	насос	2	75	150	0.75	0.85	112.5	69.72						
47	Итого по ЩСУ-9	2		150	0.75		112.5	69.72			112.5	69.72	132.4	191
48	ЩСУ-13													
49	вентилятор	1	2.2	2.2	0.7	0.8	1.54	1.155						
50	насос пожарный	1	125	125	0.65	0.8	81.25	60.94						
51	насос	1	4	4	0.75	0.85	3	1.859						
52	насос	1	40	40	0.75	0.85	30	18.59						
53	насос	1	55	55	0.75	0.85	41.25	25.56						
54	насос	1	11	11	0.75	0.85	8.25	5.113						
55	скребок концентратора	1	13	13	0.6	0.8	7.8	5.85						
56	шнек концентратора	1	8.5	8.5	0.6	0.8	5.1	3.825						
57	боковая мешалка	1	10	10	0.6	0.8	6	4.5						
58	отжимная машина	2	160	320	0.75	0.85	240	148.7						
59	маслонасос	3	2.2	6.6	0.6	0.8	3.96	2.97						
60	маслонасос	1	40.7	40.7	0.6	0.8	24.42	18.32						
61	распред. шнек	1	7.5	7.5	0.6	0.8	4.5	3.375						
62	виброподъемник	1	10	10	0.55	0.75								
63	виброконвейер	1	10	10	0.55	0.75								

Таблица А5 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
64	режущее устр-во	1	8.5	8.5	0.55	0.75								
65	вентилятор	2	10	20	0.75	0.8	15	11.25						
66	вентилятор	1	11	11	0.75	0.8	8.25	6.188						
67	вибропитатели пресса	2	1.5	3	0.5	0.7	1.5	1.53						
68	вибропитатели пресса	1	0.75	0.75	0.5	0.7	0.375	0.383						
69	маслонасос	3	37	111	0.6	0.8	66.6	49.95						
70	маслонасос	2	15	30	0.6	0.8	18	13.5						
71	конвейер	1	2.2	2.2	0.55	0.75	1.21	1.067						
72	конвейер	1	1.1	1.1	0.55	0.75	0.605	0.534						
73	транспортер	1	5.5	5.5	0.55	0.75	3.025	2.668						
74	конвейер	1	2.8	2.8	0.55	0.75	1.54	1.358						
75	конвейер	2	0.9	1.8	0.55	0.75	0.99	0.873						
76	Итого по ЩСУ-13	36		861.15	0.667		574.2	390.1	11	0.9	516.7	351.1	624.7	901.7
77	ЩСУ-14													
78	скребок концентратора	1	11	11	0.6	0.8	6.6	4.95						
79	шнек концентратора	1	7.5	7.5	0.6	0.8	4.5	3.375						
80	боковая мешалка	1	7.5	7.5	0.6	0.8	4.5	3.375						
81	отжимная машина	2	160	320	0.75	0.85	240	148.7						
82	маслонасос	3	2.2	6.6	0.6	0.8	3.96	2.97						
83	маслонасос	1	19	19	0.6	0.8	11.4	8.55						
84	распред. шнек	1	7.5	7.5	0.6	0.8	4.5	3.375						

Приложение А

Таблица А5 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
85	виброподъемник	1	10	10	0.55	0.75								
86	виброконвейер	1	10	10	0.55	0.75								
87	режущее устр-во	1	8.5	8.5	0.55	0.75								
88	вентилятор	2	10	20	0.75	0.8	15	11.25						
89	вентилятор	1	11	11	0.75	0.8	8.25	6.188						
90	вибропитатели пресса	2	1.5	3	0.5	0.7	1.5	1.53						
91	вибропитатели пресса	1	0.75	0.75	0.5	0.7	0.375	0.383						
92	маслонасос	3	37	111	0.6	0.8	66.6	49.95						
93	маслонасос	3	15	45	0.6	0.8	27	20.25						
94	конвейер	1	2.2	2.2	0.55	0.75	1.21	1.067						
95	конвейер	1	1.1	1.1	0.55	0.75	0.605	0.534						
96	транспортер	1	5.5	5.5	0.55	0.75	3.025	2.668						
97	конвейер	1	2.8	2.8	0.55	0.75	1.54	1.358						
98	конвейер	2	0.9	1.8	0.55	0.75	0.99	0.873						
99	Итого по ЦСУ-14	31		611.75	0.656		401.6	271.4	8	0.92	369.4	274.6	460.3	664.4
100	вентилятор	6	5.5	33	0.6	0.8	19.8	14.85						
101	вентилятор	2	15	30	0.6	0.8	18	13.5						
102	вентилятор	2	3	6	0.6	0.8	3.6	2.7						
103	вентилятор	1	10	10	0.6	0.8	6	4.5						
104	вентилятор	2	1.5	3	0.6	0.8	1.8	1.35						
105	св.аппарат	1	20.2	35	0.2	0.4	7	16.04						
106	Итого	14		117	0.48		56.2	52.94	12	0.85	47.77	45	65.63	94.73
107	освещение										128.6	35.24	133.3	192.4
108	итого по цеху	150		2688.1	0.683	0.83	1836	1233	34	0.85	1689	1083	2007	2896

Приложение А

Таблица А6 - Расчет электрических нагрузок по цеху БК-8

№ п/п	Наименование узла питания или группы электроприемников	Кол-во ЭП, n	Установленная мощность, приведенная к ПВ=100%		K _и	cosφ	Средняя нагрузка		n _э	K _м	Расчетная нагрузка			I _р
			Одного ЭП	Всех ЭП			P _с	Q _с			P _р	Q _р	S _р	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Цех БК-8													
1	ЩСУ-7													
2	маслонасос	1	2.2	2.2	0.7	0.8	1.54	1.155						
3	маслонасос	1	10	10	0.7	0.8	7	5.25						
4	насос	1	13	13	0.75	0.85	9.75	6.043						
5	насос	1	2.2	2.2	0.75	0.85	1.65	1.023						
6	вентилятор	4	3	12	0.6	0.75	7.2	6.35						
7	вентилятор	1	2.2	2.2	0.6	0.75	1.32	1.164						
8	вентилятор	2	7.5	15	0.6	0.75	9	7.937						
9	вентилятор	1	1.5	1.5	0.6	0.75	0.9	0.794						
10	насос	1	75	75	0.6	0.8	45	33.75						
11	насос	1	18.5	18.5	0.6	0.8	11.1	8.325						
12	электрозадвижка	2	1.5	3	0.1	0.4	0.3	0.687						
13	Итого по ЩСУ-7	16		154.6	0.613		94.76	72.48	5	0.94	89.07	74.94	116.4	168
14	ЩСУ-8													
15	электрозадвижка	2	2.2	4.4	0.1	0.4	0.44	1.008						
16	электрозадвижка	4	0.8	3.2	0.1	0.4	0.32	0.733						

Приложение А

Таблица А6 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	электрозадвижка	2	0.18	0.36	0.1	0.4	0.036	0.082						
18	электрозадвижка	1	1.4	1.4	0.1	0.4	0.14	0.321						
19	электрозадвижка	2	2.3	4.6	0.1	0.4	0.46	1.054						
20	электрозадвижка	5	1	5	0.1	0.4	0.5	1.146						
21	электрозадвижка	3	2.3	6.9	0.1	0.4	0.69	1.581						
22	электрозадвижка	1	4	4	0.1	0.4	0.4	0.917						
23	электрозадвижка	1	5.5	5.5	0.1	0.4	0.55	1.26						
24	маслонасос	1	18.5	18.5	0.7	0.8	12.95	9.713						
25	маслонасос	2	1.5	3	0.7	0.8	2.1	1.575						
26	маслонасос	3	10	30	0.7	0.8	21	15.75						
27	маслонасос	6	1.6	9.6	0.7	0.8	6.72	5.04						
28	маслонасос	1	13	13	0.7	0.8	9.1	6.825						
29	маслонасос	2	3.6	7.2	0.7	0.8	5.04	3.78						
30	маслонасос	2	11	22	0.7	0.8	15.4	11.55						
31	насос	2	11	22	0.75	0.85	16.5	10.23						
32	насос	1	30	30	0.75	0.85	22.5	13.94						
33	электрозадвижка	2	0.6	1.2	0.75	0.85	0.9	0.558						
34	электрозадвижка	1	2.3	2.3	0.75	0.85	1.725	1.069						
35	маслонасос	1	0.25	0.25	0.7	0.8	0.175	0.131						
36	вентилятор	1	0.25	0.25	0.7	0.8	0.175	0.131						
37	кран мостовой	2	21	42	0.75	0.85	31.5	19.52						
38	вентилятор	2	22	44	0.7	0.8	30.8	23.1						
39	вентилятор	1	17	17	0.7	0.8	11.9	8.925						
40	вентилятор	4	18.5	74	0.7	0.8	51.8	38.85						

Приложение А

Таблица А6 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
41	вентилятор	1	30	30	0.7	0.8	21	15.75						
42	вентилятор	2	4	8	0.7	0.8	5.6	4.2						
43	вентилятор	7	5.5	38.5	0.7	0.8	26.95	20.21						
44	вентилятор	5	7.5	37.5	0.7	0.8	26.25	19.69						
45	вентилятор	1	1.1	1.1	0.7	0.8	0.77	0.578						
46	вентилятор	1	2.2	2.2	0.7	0.8	1.54	1.155						
47	вентилятор	1	3	3	0.7	0.8	2.1	1.575						
48	вентилятор	1	2.2	2.2	0.7	0.8	1.54	1.155						
49	вентилятор	2	0.55	1.1	0.7	0.8	0.77	0.578						
50	вентилятор	1	0.27	0.27	0.7	0.8	0.189	0.142						
51	вентилятор	14	3	42	0.7	0.8	29.4	22.05						
52	ав.вентилятор	11	3	33	0.6	0.75	19.8	17.46						
53	ав.вентилятор	3	0.8	2.4	0.6	0.75	1.44	1.27						
54	Итого по ЩСУ-8	105		572.93	0.665		381.2	284.6	39	0.85	324	241.9	404.3	583.6
55	освещение										82.37	25.24	86.15	124.3
56	итого по цеху	121		727.53	0.654	0.8	475.9	357.1	49	0.85	486.9	328.8	587.5	848

Таблица А7 - Расчет электрических нагрузок завода №4

№ п/п	Наименование цехов и узлов СЭСПП	P_n	n_3	$K_{и}$	$\cos\varphi$	P_c	Q_c	K_m	P_p	$P_{p.o}$	$P_p+P_{p.o}$	Q_p	$Q_{p.o}$	$Q_p+Q_{p.o}$	S_p
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17
	0.4кВ														
1	БК-2	1137.99	18	0.702	0.83	798.5	531.9	0.9	718.62	87.07	805.687	478.71	25.7	504.4	937.17
2	БК-3	949.24	17	0.685	0.82	650.2	449.1	0.9	585.22	104.6	689.813	404.18	38.84	443	799.5
3	БК-4	1928.57	16	0.721	0.83	1390	918.6	0.9	1251.2	107.6	1358.75	826.72	34.84	861.6	1590.5
4	БК-5	2612.85	40	0.698	0.84	1823	1185	0.85	1549.9	137.6	1687.52	1007.4	44.84	1052	1965.4
5	БК-6	2688.1	34	0.683	0.83	1836	1233	0.85	1560.9	128.6	1689.44	1047.7	35.24	1083	1987.9
6	БК-8	727.53	49	0.654	0.8	475.9	357.1	0.85	404.54	82.37	486.911	303.52	25.24	328.8	573.76
7	Итого по нагрузке 0.4кВ	10044.3	174	0.694	0.83	6975	4674	0.85	5928.4	647.8	6576.17	3973.3	204.7	4178	7791.1
8	6кВ														
9	компрессор (СД-КП2-16)	316	1	0.8	1	252.8	0	1	252.8	---	252.8	0			252.8
10	воздуходувки (СТД-800-23)	800	1	0.8	1	640	0	1	640	---	640	0			640
11	ТК (ЕВОЕ136-55-4) (СД)	1600	1	0.8	1	1280	0	1	1280	---	1280	0			1280

Таблица 7 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17
12	ТК (32V225-04Н) (АД)	5600	2	0.8	0.92	4480	1908	1	4480	---	4480	1908.5			4869.6
13	Сушильная машина (ДА30-13-53-6Н-1)	1000	2	0.8	0.87	800	453.4	1	800	---	800	453.38			919.54
14	ТК (4V-226-04-НW1)	3300	1	0.8	0.9	2640	1279	1	2640	---	2640	1278.6			2933.3
15	ТК (1E-BOE-155-75-4)	4300	1	0.8	1	3440	0	1	3440	---	3440	0			3440
16	ТК (1E-BOE-136-74-4)	5800	2	0.8	1	4640	0	1	4640	---	4640	0			4640
17	ТК (BAO2-630S-4)	1250	1	0.8	0.9	1000	484.3	1	1000	---	1000	484.32			1111.1
18	Итого по нагрузке 6кВ	23966	12	0.8	0.98	19173	4125	1	19173	---	19172.8	4124.8			19611
19	Итого по предприятию	34010.3	186	0.769	0.95	26147	8799	---	25101	647.8	25749	8098.1			26992

Приложение