

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Электроснабжение промышленных предприятий

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой ЭЭП

Бакенов К.А. к.т.н., доцент
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

« » 2014 г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: электроснабжение инструментального завода

Специальность 5В071800 - Электроэнергетика

Выполнил (а) Раухарин У.М. Эск 10-2.
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Казакшина У.В. к.т.н. доцент.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:
Валиева А.Ш. к.э.н., доцент, доц.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Исмет «05» июня 2014 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
Сакалова Т.С. к.т.н., доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Тали «3» авг 2014 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники: к.т.н. доцент Казакшина У.В.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Исмет « » 20 г.
(подпись)

(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« » 20 г.
(подпись)

Нормоконтролер: ст. преподаватель Шивалева О.П.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« » 20 г.
(подпись)

Рецензент:
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« » 20 г.
(подпись)

Алматы 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Электроэнергетический
Специальность 5B071800 - Электроэнергетика
Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Даухарин Мовес Муратович
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Электроснабжение инструментального завода

утверждена приказом ректора № 115 от «24» сентября 2013 г.

Срок сдачи законченной работы « » 20 г.

Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

Житание может быть осуществлено от подстанции энергосистемы неограниченной мощностью, на которой установленны два трехобмоточных трансформатора мощностью по 40 МВт напряжением 115/37/10,5 кВ. Работа трансформаторов раздельная. Мощность к.д. на стороне 115 кВ транс-в 1200 МВт. Расстояние от подстанции энергосистемы до завода 6,3 км. Стоимость эл.-ш 14 тг. за 1 кВт.ч. Прозиметие работает в две смены.

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

Расчет электрических нагрузок инструментального завода, расчет осветительной нагрузки, определение суммарной нагрузки, выбор числа и мощности изоляторов трансформаторов и коэффициентов реактивной мощности, расчет технических данных электроприемников и выбор оборудования, расчет токов короткого замыкания, проверка оборудования по отключающей способности; безопасность жизнедеятельности; анализ условий труда на заводе, разработка зануренных электрооборудований; экологическая часть: цели и задачи проектирования, характеристика предприятия и его производств, экологические условия и финансовый анализ, эффективность капитальных вложений и срок окупаемости.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертёжей)

1. Генеральный план инструментального завода
2. Схема электроснабжения инструментального завода
3. План подстанции 110/10 кВ инструментального завода.
4. Таблица заполнения емкостей КРУ 10 кВ.

Рекомендуемая основная литература

1. Сибинин Ю.Ф. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учебник для проф. учебных заведений - М.: Высшая школа, 2001.
2. Кудрин Б.И. Электроснабжение пром. предприятий: учебник для вузов по курсу "Электроснабжение пром. предприятий" / Б.И. Кудрин. - М., 2007. - 670.
3. Мейснер Б.М. Экономическая часть электростанций и подстанций. Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
4. Правильная установка электроустановок. - М.: Энергоатомиздат, 2005.
5. Демин П.А. Справочник по технике безопасности. - М.: Энергоатомиздат 1985.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БМД	Саматова Т.С.	1.04 - 3.06	<i>Т.С. Саматова</i>
Экономическая часть.	Вашева Л.И.	02.04 - 05.06.14	<i>Л.И. Вашева</i>

Андатпа

Дипломдық жұмыс аспапты зауытқа жабдықтауларға тақырыпқа істелінген.

Оған келесі бөлімдер кіріп жатыр: жүктемелердің есеп айырысуы; жабдықтар таңдау; тіршілік әрекетілер қауіпсіздік; экономикалық жағдаят бөлік.

Негізгі бөлікте келесі сұрақтар қарастырылған: кернеумен электр жүктемелердің есеп айырысу 4/10 кВ; сыртқы жабдықтаулар варианттардың салыстырулары; жабдықтар қысқа тұйықталулар және таңдауы тоқтардың есеп айырысуы;

Тіршілік әрекетіде қауіпсіздікте бөлімде келесі сұрақтар қаралып жатыр: еңбектің шарттардың талдауы заводуя бойынша; зануления шумобезопасности есеп айырысу.

Экономикалық жағдаят бөлікте өнеркәсіптік кәсіпорындар сыртқы жабдықтаулар схемалар тиімділіктері бағасы шығарылған еді.

Аннотация

Дипломная работа выполнена на тему «Электроснабжения инструментального завода».

В нее входят следующие разделы: расчет нагрузок; выбор оборудования; безопасность жизнедеятельности; экономическая часть.

В основной части рассмотрены следующие вопросы: расчет электрических нагрузок напряжением 0,4/10 кВ; сравнения вариантов внешнего электроснабжения; расчет токов короткого замыкания и выбор оборудования;

В разделе безопасности жизнедеятельности рассматриваются следующие вопросы: анализ условий труда по заводу; расчет зануления шумобезопасности.

В экономической части была произведена оценка эффективности схемы внешнего электроснабжения промышленного предприятия.

Abstract

Thesis work is done on "supply tool factory."

It includes the following sections: load calculation; selection of equipment; life safety; economic part.

The main part of the following topics: the calculation of electrical loads with voltage 0,4 / 10 kV; compare options of external power supply; Calculation of short-circuit and selection of equipment;

Life Safety Section addresses the following issues: analysis of working conditions on the plant; payment shumobezopasnosti vanishing.

In the economic assessment was made of the efficiency of external power supply circuit of the industrial enterprise.

Содержание

Введение.	7
1. Технологический процесс производства.	8
1.1 Исходные данные к проекту	10
2. Расчет электрических нагрузок	11
2.1 Расчет осветительной нагрузки	11
2.2 Расчет электрических нагрузок по заводу	12
2.3 Расчет картограммы электрических нагрузок завода	13
2.4 Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов и компенсация Q при $U < 1$ кВ	20
2.5 Определение потерь мощности в ЦТП	24
2.6. Расчет электрических нагрузок по заводу напряжением 10 кВ	25
2.7 Расчет компенсации на шинах 10 кВ ГПП	25
2.8 Расчет суммарной мощности завода	26
3 Техничко-экономическое сравнение вариантов внешнего электроснабжения завода	28
3.1 Определение затрат на возмещение потерь эл. энергии по первому варианту электроснабжения	30
3.1.1 Выбор оборудования	32
3.1.2 Расчет годовых затрат по первому варианту	34
3.2 Определение затрат на возмещение потерь эл. энергии по второму варианту электроснабжения	35
3.2.1 Выбор оборудования на $U=35$ кВ	37
3.2.2 Расчет годовых затрат по второму варианту	39
4. Составление схемы электроснабжения завода.	40
5. Расчет токов короткого замыкания $U > 1$ кВ и выбор оборудования.	41
5.1 Выбор сборных шин ЗРУ-10,5 кВ	41
5.1.1 Выбор выключателей ЗРУ-10кВ	42
5.1.2 Выбор трансформаторов тока	43
5.1.3 Выбор трансформаторов напряжения	44
5.1.4 Выбор силовых кабелей отходящих линий	45
6. Экономический раздел.	48
7. Безопасность жизнедеятельности	60
Заключение	80
8. Список использованной литературы.	81

Введение

Темой данной выпускной работы «Электроснабжение инструментального завода». Питание может быть осуществлено от подстанции энергосистемы неограниченной мощностью, на которой установлены два трехобмоточных трансформатора мощностью по 40 МВт напряжением 115/37/10,5 кВ.

Потребители электрической энергии имеют свои специфические особенности, чем и обусловлены определенные требования электроснабжению - надежность питания

В данной выпускной работе рассматриваются следующие вопросы проектирования подстанции:

- 1) расчет электрических нагрузок по заводу;
- 2) сравнение вариантов внешнего электроснабжения;
- 3) выбор главной схемы электрических соединений подстанции и выбор электрооборудования.

- 4) В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрены следующие вопросы:

- а) анализ условия труда на заводе;
- б) расчет защиты от шума;
- в) разработка вопросов зануления.

- 5) В разделе «Экономика» рассмотрена экономическая и финансовая эффективность инвестиций в строительство подстанции.

Для обеспечения подачи электроэнергии от энергосистем промышленным объектам, установкам, устройствам и механизмам служат системы электроснабжения промышленных предприятий, состоящие из сетей напряжением до и выше 1000В и трансформаторных, преобразовательных и распределительных подстанций, поэтому необходимо знать условия производства. Требования выбора главной схемы электрических соединений, вызывают необходимость охарактеризовать производство. Производство в машиностроении режущего инструмента является ведущей отраслью промышленности, определяющий во многих случаях общий уровень развития машиностроения. Предприятие работает в две смены

Для расчетов токов КЗ была применена программа Electronic Workbench

В работе рассматривается система цехового распределения электроэнергии, что позволяет широко использовать комплектные распределительные устройства, подстанции и силовые токопроводы. Это создает гибкую и надежную систему распределения, в результате чего экономится большее количество проводов и кабелей..

1 Технологический процесс производства

В настоящее время в инструментальной промышленности при изготовлении режущего инструмента применяют следующие виды обработки металлов давлением: секторную, поперечную и продольно-винтовую прокатки для изготовления заготовок сверл, ковку на молотах, прокатку на вальцах, холодную калибровку для изготовления заготовок напильников, безоблойную штамповку насадного режущего инструмента для изготовления других инструментов.

При изготовлении машин, механизмов, широко применяют холодную обработку металлов резаньем, которую производят с помощью режущих инструментов.

Завод состоит из отдельных производственных единиц, называемых цехами, службами и хозяйствами. Цехи завода разделяются на основные, вспомогательные и побочные. Основные цехи работают непосредственно над созданием продукции. При технологическом принципе организации производства основные цехи разделяются на заготовительные, обрабатывающие и выпускающие продукцию. Производство режущего инструмента в машиностроении является ведущей отраслью промышленности, определяющий во многих случаях общий уровень развития машиностроения.

Изготовление режущего инструмента производится путем постепенного изменения формы заготовок в процессе их обработки на различных металлообрабатывающих стенках.

Для изготовления режущего инструмента инструментальная сталь поставляется на склад 15 цех в виде:

1. Пруты круглого, прямоугольного или квадратного сечения (т.е. кованная, горячекатаная, холоднокатаная шлифованная сталь-серебрянка).
2. Листов горячекатаных, холоднокатаных.
3. Поковок, получаемых методом свободной ковки или ковкой в штампах.
4. Литья из быстрорежущей стали для цельных заготовок.
5. Литья из модифицированного, ковкого серого чугуна для корпусов инструментов.

После поступления металла его доставляют в заготовительный цех 3, где производится резка, распиловка, калибровка на отдельные заготовки. После этого заготовки доставляются в цеха 4,5, 7, 8,9, где производятся инструменты (фрезы простые и фасонные, сверла с коническим концом и без, метчики, плашки).

Для придания режущему инструменту режущих свойств его подвергают термической обработке в термическом цехе 1, 11. Термический цех, здесь всевозможными методами улучшается твердость режущего инструмента это закаливание в термически печах, или токами высокой частоты. Режущий инструмент, изготовленный из быстро режущей стали, после термической

обработки приобретает свойства, отличные от незакаленного металла, так называемую красностойкость.

Дальше поступают изделия в Упаковочное отделение для дальнейшей погрузки заказчику Имеется компрессорная, которая обслуживает станки по обработке изделия.

Так же на территории завода находится ремонтно-механический цех предназначенный для ремонта оборудования всех цехов завода, со станочным отделением, отделением для слесарных работ, разборки и сборки узлов станков.

Строительный цех – для ремонта зданий, сооружений и санитарно-технических устройств (отопление, вентиляция, водоснабжения, канализация).

Заводоуправление, где размещаются дирекция, техническая, административно-финансовая, снабженческая и хозяйственная часть.

Котельная обеспечивает отоплением и горячей водой завод

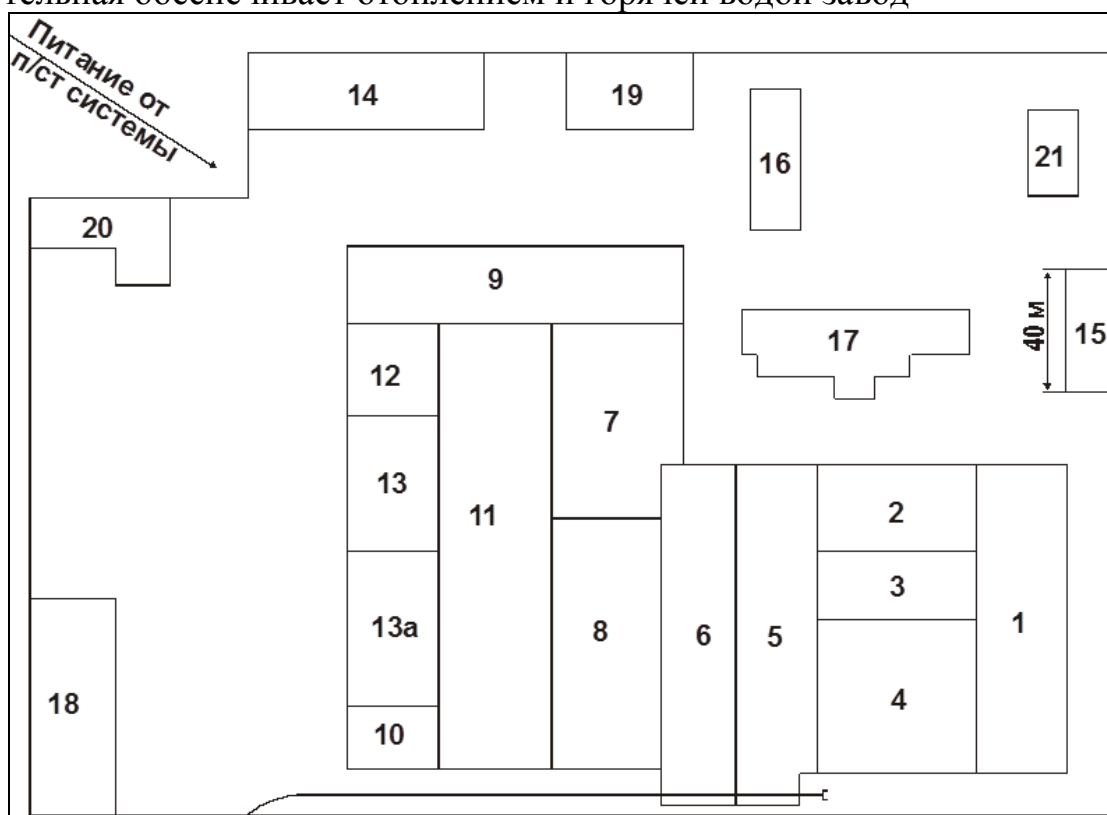


Рисунок 1 Генплан завода

1.1 Исходные данные к проекту

Питание может быть осуществлено от подстанции энергосистемы неограниченной мощностью, на которой установлены два трехобмоточных трансформатора мощностью по 40 МВт напряжением 115/37/10,5 кВ. Работа трансформаторов раздельная. Мощность к.з. на стороне 115 кВ трансформаторов 1200 МВА. Расстояние от подстанции энергосистемы до завода 6,3 км. Стоимость электроэнергии 14 тенге за 1кВт·ч. Предприятие работает в две смены.

Таблица 1.1. Сведения об электрических нагрузках по цехам

№ по плану	Наименование	Коли-ство эл. прим-ков, n	установленная мощность, кВт	
			Одного эл.приемника P _н , кВт	суммарная, ΣP _н , кВт
1	Термический цех	80	10-50	2300
2	Сварочный цех	60	30-120	2000
3	Заготовительный цех	70	5-70	900
4	Цех сверл с конич. хвост	150	2,8-40	2800
5	Цех проката сверл	70	7-80	2000
6	Сварочный цех	35	10-100	1600
7	Цех метчиков	100	1,5-50	1300
8	Цех плашек	80	3-40	900
9	Цех фрез	100	2-55	2000
10	Упаковочное отделение	10	1-14	90
11	Термическое отделение.	50	10-80	3200
12	Компрессорная: СД-10 кВ	4	630	2520
13	Кузнечный цех	40	10-30	900
13а	Отделение кузнечного цеха	35	4-200	700.
14	Заводоуправление	10	1-20	100
15	Склад металла	5	10-20	80
16	Ремонтно-механический цех	30	1-20	380
17	Корпус вспомогат. служб	50	1-40	800
18	Строительный цех	30	1-20	380
19	Столовая	30	1-30	350
20	Котельная	40	1-80	550
21	Насосная	10	50-100	800

2 Расчет электрических нагрузок

2.1 Расчет осветительной нагрузки

Расчет осветительной нагрузки при определении нагрузки предприятия производится упрощенным методом по удельной плотности осветительной нагрузки на квадратный метр производственных площадей и коэффициенту спроса.

По этому методу расчетная осветительная нагрузка определяется по формуле и принимается равной средней мощности освещения за наиболее загруженную смену :

$$P_{PO} = K_{CO} \times P_{YO}, \text{ кВт}, \quad (2.1)$$

$$Q_{PO} = \text{tg} \varphi_0 \times P_{PO}, \text{ квар}, \quad (2.2)$$

где K_{CO} – коэффициент спроса по мощности осветительной нагрузки.

$\text{tg} \varphi_0$ - коэффициент реактивной мощности.

P_{YO} – установленная мощность приемников освещения по цеху, определяемая на 1 м^2 поверхности пола по удельной осветительной нагрузке производственной площади:

$$P_{YO} = \rho_0 \times F, \quad (2.3)$$

где F – площадь производственного помещения определяемая по генеральному плану завода, в м^2 ;

$$F_{\text{ТЕР ЦЕХ}} = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{16}, \quad (2.4)$$

$$F_{\text{ТЕР ЗАВ}} = A \times B, \text{ м}^2, \quad (2.5)$$

$$F_{\text{ОСВЕЩ. ТЕР.}} = F_{\text{ТЕР. ЗАВ}} - F_{\text{ТЕР. ЦЕХ}}, \quad (2.6)$$

ρ_0 – удельная расчетная мощность в кВт на 1 м^2 .

Эта величина зависит от рода помещения. Все расчетные данные заносятся в таблицу 2.2. «Расчет осветительной нагрузки».

Освещение производственных цехов и территории производится газоразрядными лампами, с установкой светильников типа «ОСРАМ-12», административные помещения, склады - лампами накаливания.

2.2 Расчет электрических нагрузок по заводу

Расчет электрических нагрузок напряжением до 1 кВ по цехам завода производится методом упорядоченных диаграмм упрощенным способом. Результаты расчета силовых и осветительных нагрузок по цехам сведены в таблицу 2.3. «Расчет силовой нагрузки инструментального завода напряжением 0,4кВ».

2.3 Расчет картограммы электрических нагрузок завода

Для определения места расположения ГПП предприятия и цеховых ТП при проектировании строится картограмма электрических нагрузок. Картограмма - это предприятия на генеральном плане окружности, площадь которых соответствуют расчетным нагрузкам цехов в выбранном масштабе.

В зависимости от структуры энергопотребления предприятия картограмма наносится на генплан предприятия отдельно, для активной и реактивной нагрузки, а также для низковольтной и высоковольтной нагрузок предприятия.

Для низковольтной нагрузки картограмма показывает долю осветительной нагрузки цеха, которую изображает в виде сектора круга соответствующего цеха.

Картограмма нагрузок будет состоять из окружностей, а площадь этих окружностей πr^2 будет равна, в выбранном масштабе m среднесменной нагрузке соответствующего цеха (таблица 2.3. «Расчет электрических нагрузок по заводу U=0,4 кВ»):

$$P_{cm} = \pi r^2 m. \quad (2.7)$$

Из этой формулы находим радиус окружности:

$$r_i = \sqrt{\frac{Pp}{\pi m}}. \quad (2.8)$$

Для цеха с наибольшей активной мощностью P_p строим окружность, определяем радиус, находим масштаб:

$$m = \frac{P_p}{\pi \times r^2}. \quad (2.9)$$

Угол сектора (доля осветительной нагрузки):

$$\alpha = \frac{P_{po}}{P_p} \times 360. \quad (2.10)$$

Таблица 2.2 Расчет осветительной нагрузки

№№ по плану	Наименование производственного помещения	Размеры помещения, дл.(м) ×шир.(м)	Площадь помещения, м ²	Удельная осветительная нагрузка, P _о , кВт/м ²	Коэффициент спроса, K _с	Установленная мощность освещения, P _{уо} , кВт	Расчетная мощность осветительной нагрузки		cosφ / tgφ
							P _{ро} , кВт	Q _{ро} , квар	
1	Термический цех.	155×45	2400	0,017	0,8	42	33,6	16,8	0,89/0,5
2	Сварочный цех.	75×35	1300	0,016	0,8	21,12	16,8	8,4	0,89/0,5
3	Заготовительный цех.	75×40	1300	0,016	0,8	21,12	16,9	8,5	0,89/0,5
4	Цех сверл.	75×80	2500	0,017	0,8	43,25	34,6	16,2	0,89/0,5
5	Цех проката сверл.	155×45+15×20	3080	0,013	0,8	40,5	32,4	16,2	0,89/0,5
6	Сварочный цех.	170×35	2750	0,015	0,8	41,25	33	16,5	0,89/0,5
7	Цех метчиков.	55×65+30×50	2664	0,015	0,8	41,62	33,3	16,7	0,89/0,5
8	Цех плашек.	50×125	2870	0,015	0,8	43,87	36,7	18,4	0,89/0,5
9	Цех фрез.	165×35	2140	0,015	0,8	34,25	27,4	13,7	0,89/0,5
10	Упаковочное отделение.	45×35	725	0,011	0,8	8,16	6,53	3,27	0,89/0,5

Продолжение таблицы 2.2

11	Термическое отделение.	210×55	5292	0,014	0,8	79,37	63,5	31,75	0,89/0,5
12	Компрессорная.	45×50	870	0,01	0,8	8,7	6,96	3,48	0,89/0,5
13	Кузнечный цех.	45×72	1276	0,015	0,8	19,14	15,31	7,66	0,89/0,5
13а	Отделение кузнечного цеха.	45×50	1421	0,015	0,8	21,32	17,06	8,53	0,89/0,5
14	Заводоуправление.	122×38	1950	0,022	0,9	43,87	35,1	17,55	0,89/0,5
15	Склад.	35×27	414	0,01	0,6	4,13	2,48	1,24	0,89/0,5
16	Ремонтно-механический цех.	65×25	720	0,015	0,85	10,8	8,64	4,23	0,89/0,5
17	Корпус вспомогательных служб.	105×20+70×8+8×20	1284	0,018	0,8	23,2	18,56	9,28	0,89/0,5
18	Строительный цех.	40×105	1917	0,015	0,8	28,76	23,01	11,51	0,89/0,5
19	Столовая.	65×38	1075	0,022	0,8	24,18	19,35	9,68	0,89/0,5
20	Котельная.	80×20+35×25	1206	0,017	0,8	21,1	16,88	8,44	0,89/0,5
21	Насосная.	45×25	510	0,1	0,8	5,1	4,08	2,04	0,89/0,5
22	Освещение территории.	189000-90086	98914	0,001	1	84,69	84,69	42,35	0,89/0,5

Таблица 2.3 Расчет силовой нагрузки инструментального завода U=0,4 кВ

№	Наименование цехов	n	Установленная мощность, кВт.		m	K _И	cosφ/tgφ	Средняя мощность		n _э	K _М	Расчетная мощность		Sp кВА	Ip А	r, мм	α
			P _{n min} /P _{n max}	ΣP _И				P _{СМ}	Q _{СМ}			P _{р,кВт}	Q _{р,квар}				
1	Термический цех.													1597	2308	40	15
	силовая	80	10-50	2300	>3	0,6	0,7/1	1380	1380	80	0,8	1104	1104				
	осветительная											33,6	16,8				
	итого											1137,6	1120,8				
2	Сварочный цех.													1161	1678	32	20
	силовая	60	30-120	2000	>3	0,45	0,6/1,3	900	1170	33	0,77 5	697,5	906,75				
	осветительная											16,85	8,43				
	итого											714,35	915,18				
3	Заготовительный цех.													555	802	23	35
	силовая	70	5-70	900	>3	0,45	0,6/1,3	405	521,5	25	0,85	344,25	447,53				
	осветительная											16,98	8,49				
	итого											316,23	456,02				
4	Цех сверл с конич. хвост.													868	1255	30	35
	силовая	150	2,8-40	2800	>3	0,3	0,7/1	840	840	140	0,7	588	588				
	осветительная											34,66	17,33				
	итого											622,66	605,33				
5	Цех проката сверл.													671	969	26	40
	силовая	70	7-80	2000	>3	0,3	0,7/1	600	600	50	0,75	450	450				
	осветительная											32,37	16,19				
	итого											482,37	466,19				

Продолжение таблицы 2.3

6	Сварочный цех.													949	1371	29	45
	силовая	35	10-100	1600	>3	0,45	0,6/1,3	720	936	32	0,775	558	725,4				
	осветительная											33	16,5				
	итого											591	741,9				
7	Цех метчиков.													422	609	21	30
	силовая	100	1,5-50	1300	>3	0,3	0,7/1	390	390	52	0,7	273	273				
	осветительная											33,33	16,6				
	итого											306,33	289,67				
8	Цех плашек.													326	471	18	18
	силовая	80	3-40	900	>3	0,3	0,7/1	270	270	45	0,75	202,5	202,5				
	осветительная											36,74	18,37				
	итого											239,24	220,87				
9	Цех фрез.													396	471	20	25
	силовая	100	2-56	2000	>3	0,3	0,7/1	500	500	72	0,6	280	280				
	осветительная											36,74	13,69				
	итого											329,24	220,87				
10	Упаковочное отделение.													41	60	9	3
	силовая	10	1-14	90	>3	0,3	0,7/1	27	27	10	0,9	24,3	24,3				
	осветительная											6,53	3,27				
	итого											30,83	27,57				
11	Термический отделение.													2375	3433	48	15
	силовая	50	10-80	3200	>3	0,6	0,7/1	1920	1920	50	0,85	1632	1632				
	осветительная											62,5	31,75				
	итого											1695,5	1663,75				
12	Компрессорная.															50	3
	осветительная											15,31	7,66				
	итого											15,31	7,66				

Продолжение таблицы 2.3

13	Кузнечный цех.													435	628	20	7
	силовая	40	10-30	900	>3	0,45	0,75/0,8	405	365,4	40	0,775	313,88	276,21				
	осветительная											15,31	7,66				
	итого											329,19	283,87				
13а	Отдел. кузнечного цеха.													749	1083	40	5,5
	силовая	39	1,4-200	1640	>3	0,36	0,88/0,8	594,6	495	16	0,85	505,4	491,5				
	осветительная											41,4	20,7				
	итого											546,81	512,2				
14	Заводоуправление.													67	97	8	220
	силовая	10	1-20	100	>3	0,25	0,8/0,75	25	18,75	10	0,905	22,63	16,97				
	осветительная											35,1	17,55				
	итого											57,73	34,52				
15	Склад металла.													33	47	8	28
	силовая	5	10-20	80	>3	0,3	0,8/0,75	24	18	5	1	24	18				
	осветительная											2,48	1,24				
	итого											26,48	19,24				
16	Ремонтно-механический.													97	140	11	43
	силовая	30	1-20	380	>3	0,2	0,6/1,17	76	88,92	30	0,75	57	66,7				
	осветительная											8,64	4,32				
	итого											65,64	71,02				
17	Корпус вспом. служб.													274	396	16	32
	силовая	50	1-40	800	>3	0,3	0,7/1	240	240	40	0,75	180	180				
	осветительная											18,56	9,28				
	итого											198,56	189,28				
18	Строительный цех.													158	228	15	50
	силовая	30	1-20	380	>3	0,35	0,75/0,8	133	117,1	30	0,75	99,75	87,78				
	осветительная											23,01	11,51				
	итого											122,76	99,29				

Продолжение таблицы 2.3

19	Столовая													154	222	14	35
	силовая	30	1-30	350	>3	0,4	0,9/0,48	140	67,2	23	0,85	119	57,12				
	осветительная											19,35	9,68				
	итого											138,35	66,8				
20	Котельная													580	838	25	11
	силовая	40	1-80	550	>3	0,5	0,8/0,75	275	206,3	13	0,85	233,75	175,31				
	осветительная											16,88	8,44				
	итого											250,63	183,75				
21	Насосная													580	838	25	11
	силовая	10	50-100	800	>3	0,6	0,75/0,8	480	422,4	10	0,9	432	380,16				
	осветительная											4,08	2,04				
	итого											436,08	382,2				
22	Освещение территории											84,69	42,35	95	137		
	итого на шинах 0,4 кВ											11157,6	11144,3	15770	22789		

2.4 Выбор числа цеховых трансформаторов и компенсация Q при U<1 кВ

Определение мощности и числа цеховых трансформаторов возможно только путем технико-экономических расчетов. Учитываются следующие факторы: категории надежности электроснабжения потребителей; компенсации реактивных нагрузок на напряжении до 1 кВ; перегрузочной способности трансформаторов в нормальном и аварийном режимах; шага стандартных мощностей; экономичных режимов работы трансформаторов в зависимости от графика нагрузки.

Расчет производится согласно «Указаниям по компенсации реактивной мощности в электрических сетях промышленных предприятий» (1984г.).

Данные для расчета:

$$P_{p0,4}=11157,6 \text{ кВт};$$

$$Q_{p0,4}=11144,3 \text{ квар};$$

$$S_{p0,4} = 15769,8 \text{ кВА}.$$

Инструментальный завод относится ко 2 категории потребителей, завод и работает в три смены, принимается коэффициент загрузки трансформаторов $K_{зтр}=0,8$.

Приблизительный выбор числа и мощности трансформаторов производится по удельной плотности нагрузки:

$$S_{уд} = \frac{S_{p0,4}}{F_{р\text{ ЦЕХ}}} = \frac{15769,8}{39664} = 0,3 \text{ кВА}$$

при плотности нагрузки напряжением 380В до 0,2-0,3 кВА/м² принимаем трансформатор мощностью $S_{нт}=1000$ кВА. Определим

$$\cos\varphi = \frac{P_{p0,4}}{S_{p0,4}} = \frac{11157,6}{15769,8} = 0,71$$

т.к $\cos \varphi$ низок, необходима компенсация реактивной мощности на U=0,4 кВ.

При выборе мощности цеховых трансформаторов одновременно должен решаться вопрос об экономически целесообразной величине реактивной мощности передаваемой через трансформаторы в сеть напряжением до 1 кВ.

Суммарную реактивную мощность конденсаторных батарей низкого напряжения (НБК), устанавливаемых в цеховой сети, определяют расчетным путем :

- выбирают экономически оптимальное число цеховых трансформаторов;
- определяют дополнительную мощность НБК в целях оптимального снижения потерь в трансформаторах и в сети напряжением 10 кВ.

Оптимальное число ЦТ:

$$N_{\min} = \frac{P_{P0,4}}{K_3 \times S_{HT}} + \Delta N = \frac{11157,6}{0,8 \times 1000} + 0,05 = 14$$

где $\Delta N = 0,05$ - добавка до ближайшего целого числа.

Экономически целесообразное число трансформаторов:

$$N_{T3} = N_{\min} + m = 14 + 1 = 15$$

m - дополнительное число трансформаторов, определяется по кривым

$$m = f(N_{T \min}, \Delta N),$$

Мощность, которую целесообразно передать через 15 трансформаторов в сеть 0,4 кВ:

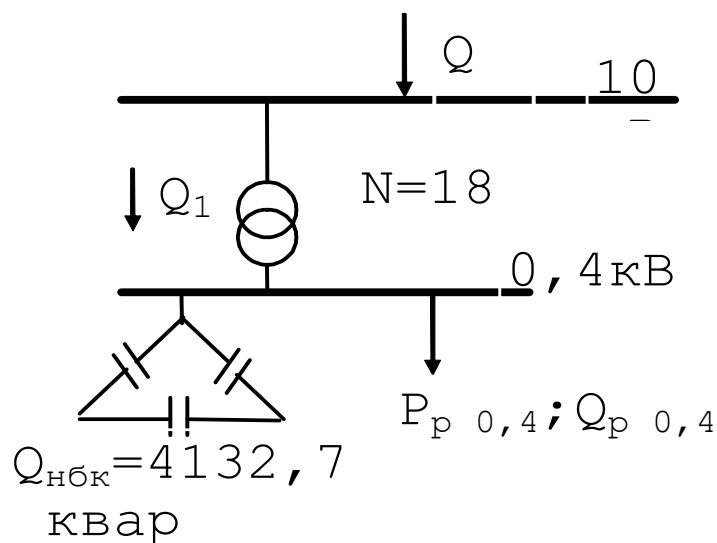


Рисунок 2.1 Схема компенсации

$$Q_{T1} = \sqrt{(N_{T3} \times K_3 \times S_{HT})^2 - P_{P0,4}^2} = \sqrt{(15 \times 0,8 \times 1000)^2 - 11157,6^2} = 4416,78 \text{ квар}$$

Из условия баланса реактивной мощности на шинах 0,4 кВ определим величину $Q_{\text{НБК1}}$:

$$Q_{\text{НБК1}} = Q_{P0,4} - Q_{T1} = 11144,3 - 4416,78 = 6727,52 \text{ квар}$$

2. Выбор мощности конденсаторных батарей для снижения потерь мощности в трансформаторах.

Дополнительная мощность $Q_{\text{НБК}2}$ НБК для данной группы трансформаторов определяется по формуле:

$$Q_{\text{НБК}2} = Q_{\text{P0.4}} - Q_{\text{НБК}1} - \gamma \times N_{\text{ТЭ}} \times S_{\text{HT}} = 11144,3 - 6727,52 - 0,7 \times 15 \times 1000 = -6083,2 \text{ квар,}$$

где $\gamma = 0,7$ – расчетный коэффициент; $\gamma = f(K_1, K_2, \text{сх. питания ТП})$.
 $K_1 = 16$, $K_2 = 2$, $L \leq 0,5$ км, при магистральном питании для трансформаторов мощностью $S_{\text{HT}} = 1000$ кВА.

Так как $Q_{\text{НБК}2} < 0$, то принимаю $Q_{\text{НБК}2} = 0$

$$Q_{\text{НБК}} = Q_{\text{НБК}1} + Q_{\text{НБК}2} = 6727,52 + 0 = 6727,52 \text{ квар;}$$

Определим мощность, приходящуюся на каждый трансформатор:

$$Q_{\text{НБК ТР}} = \frac{Q_{\text{НБК}}}{N_{\text{ТЭ}}} = \frac{7500}{15} = 500 \text{ квар}$$

НБК: УКТ-0,38-480У3

На основании расчетов, полученных в данном пункте 2.5. составляется таблица 2.4. «Распределение нагрузок цехов по ТП», в которой показано распределение низковольтной нагрузки по цеховым ТП.

Цеховые ТП принимаю одно- и двухтрансформаторными. Цеха группирую по территориальному признаку с учетом их нагрузок. На генеральном плане завода разместим ТП1-ТП9 (10/0,4 кВ). Основными потребителями на заводе являются высоковольтные асинхронные и синхронные двигатели.

Таблица 2.4 Распределение нагрузки цехов по ТП (предварительное)

№	№ТП, $Q_{\text{НБК ТП}}$	№ цеха	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА	K_3
1	ТП 1 (2×1000)	1-40%	455,04	448,92		
	ТП 2 (1×1000)	2	714,35	915,18		
	$Q_{\text{НБК}}=3 \times 450=1350$ квар	3	361,23	456,02		
	$\Sigma S_H=3000$ кВА	15	26,48	19,24		
		17	198,56	189,28		
		21	436,08	382,2		
	Итого		2191,74	1050,24	2473,24	0,8
2	ТП 3 (2×1000)	1-60%	682,6	627,48		
	ТП 4 (2×1000)	4	622,66	605,33		
	ТП 5 (1×1000)	5	482,37	466,19		
	$\Sigma S_H=5000$ кВА	6	591	741,9		
	$Q_{\text{НБК}}=5 \times 450=2250$ квар	8	239,24	220,87		
		11-60%	1017,3	998,25		
	Итого		3635,17	14505,08	3829,69	0,79
3	ТП 6 (2×1000)	7	306,33	289,67		
	ТП 7 (2×1000)	9	447,39	433,69		
	$\Sigma S_H=4000$ кВА	12	1758,96	1317,48		
	$Q_{\text{НБК}}=4 \times 450=1800$	14	57,73	34,52		
		16	65,84	71,02		
		19	138,35	66,80		
		20	250,63	183,75		
		освещение	84,69	42,35		
	Итого		3109,72	809,28	3154,59	0,8
4	ТП8 (2×1000)	10	30,83	27,57		
	ТП9 (1×1000)	11-40%	678,2	665,5		
	$\Sigma S_H=3000$ кВА	13	329,19	283,87		
		13а	1060,01	1513,53		
		18	122,76	99,29		
	$Q_{\text{НБК}}=3 \times 450=1350$					
	Итого		11157,63	3644,3	11737,7	0,79

2.5 Определение потерь мощности в ЦТП

Выбираем трансформаторы ТМ-1000-10/0,4: $I_x=1,4\%$; $U_K=5,5\%$;

$\Delta P_{xx}=2,45\text{кВт}$; $\Delta P_{K3}=11,6\text{кВт}$.

$$\Delta Q_{xx} = \frac{I_{xx}}{100} \times S_H = \frac{1,4}{100} \times 1000 = 14 \text{ кВА}$$

$$\Delta Q_{K3} = \frac{U_{K3}}{100} \times S_H = \frac{5,5}{100} \times 1000 = 55 \text{ квар}$$

ТП1-2: $K_3=0,79$, $N=3$

$$\Sigma \Delta P_T = (\Delta P_x + \Delta P_{K3} \times K_3^2) \times N = (2,45 + 11,6 \times 0,79^2) \times 3 = 23,99 \text{ кВт}$$

$$\Sigma \Delta Q_T = (\Delta Q_x + \Delta Q_{K3} \times K_3^2) \times N = (14 + 55 \times 0,79^2) \times 3 = 125,18 \text{ квар}$$

ТП3-5: $K_3=0,77$, $N=5$

$$\Sigma \Delta P_T = (\Delta P_x + \Delta P_{K3} \times K_3^2) \times N = (2,45 + 11,6 \times 0,77^2) \times 5 = 39,2 \text{ кВт}$$

$$\Sigma \Delta Q_T = (\Delta Q_x + \Delta Q_{K3} \times K_3^2) \times N = (14 + 55 \times 0,77^2) \times 5 = 204,75 \text{ квар}$$

ТП6,7: $K_3=0,78$, $N=4$

$$\Sigma \Delta P_T = (\Delta P_x + \Delta P_{K3} \times K_3^2) \times N = (2,45 + 11,6 \times 0,78^2) \times 4 = 31,36 \text{ кВт}$$

$$\Sigma \Delta Q_T = (\Delta Q_x + \Delta Q_{K3} \times K_3^2) \times N = (14 + 55 \times 0,78^2) \times 4 = 163,8 \text{ квар}$$

ТП8,9: $K_3=0,82$, $N=3$

$$\Sigma \Delta P_T = (\Delta P_x + \Delta P_{K3} \times K_3^2) \times N = (2,45 + 11,6 \times 0,82^2) \times 3 = 22,17 \text{ кВт}$$

$$\Sigma \Delta Q_T = (\Delta Q_x + \Delta Q_{K3} \times K_3^2) \times N = (14 + 55 \times 0,82^2) \times 3 = 116,07 \text{ квар}$$

$$\Sigma \Delta P_T = 116,72 \text{ кВт}; \Sigma \Delta Q_T = 609,8 \text{ квар.}$$

2.6 Расчет электрических нагрузок по заводу на напряжение 10 кВ

Синхронные двигатели:

$$N=4; P_{\text{сдн}}=630 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{сдн}}=305 \text{ квар}$$

$$\cos\varphi=0,9; n=750 \text{ об/мин}$$

$$K_3=\beta=0,65$$

$$Q_{\text{сд}}=N \times \beta \times Q_{\text{сдн}}=4 \times 0,65 \times 305=793 \text{ квар}$$

$$P_{\text{сд}}=N \times \beta \times P_{\text{сдн}}=4 \times 0,65 \times 630=2190 \text{ кВт}$$

2.7 Расчет компенсации на шинах 10 кВ ГПП

Ранее в пункте 2.5 (в таблице 2.4.) был произведен предварительный расчет компенсации реактивной мощности на напряжение до 1 кВ.

После составления структурной схемы завода рассчитываем электрические нагрузки на шинах ГПП с учетом потерь в цеховых ТП, высоковольтных нагрузок (СД и АД) и уточненных мощностей низковольтных БК и высоковольтных БК.

1 Составляется баланс реактивной мощности в узле 10 кВ.

$$Q_{\text{ВБК}}=Q_{\text{P0,4}}+\Sigma\Delta Q_{\text{TP}}+Q_{\text{РЕЗ}}-Q_{\text{Э}}-Q_{\text{НБК}}-\Sigma Q_{\text{СД}} \quad (2.11)$$

где $Q_{\text{Э}}$ -входная реактивная мощность задается энергосистемой как экономически оптимальная реактивная мощность, которая может быть передана предприятию в период наибольшей нагрузки энергосистемы. определяется по формуле:

$$Q_{\text{Э}}=0,23 \times \Sigma P_{\text{P}}=0,23 \times (P_{\text{P0,4}}+\Delta P_{\text{T}}+P_{\text{Pсд}}); \quad (2.12)$$

$$Q_{\text{РЕЗ}}=0,1 \Sigma Q_{\text{P}}=0,1(Q_{\text{P0,4}}+\Delta Q_{\text{T}}) \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{ВБК}} &= Q_{\text{P0,4}} + \Sigma \Delta Q_{\text{TP}} + Q_{\text{РЕЗ}} - Q_{\text{Э}} - Q_{\text{НБК}} - \Sigma Q_{\text{СД}} = \\ &= 11144,3 + 609,8 + 1175,41 - 3366,08 - 793 - 7500 = 1831,43 \text{ квар.} \end{aligned}$$

Принимаем 2 ВБК типа УКЛ-10,5-900У3

2.8 Расчет суммарной мощности завода

Результаты заносятся в таблицу 2.5 «Распределение нагрузок на шинах ГПП». В данной таблице определены суммарные нагрузки напряжением 0,4 кВ (силовая плюс осветительная), с учетом установки низковольтных батарей. Найдена нагрузка напряжением 10 кВ на каждой секции шин и в целом по заводу, с учетом установки ВБК, подключенных к шинам СД.

Таблица 2.5 Распределение нагрузок на шинах ГПП.

№№ТП	Кол-во эл. Прием.	ΣP_H	P_{CM}	Q_{CM}	P_P	Q_P	S_P
1	2	3	4	5	6	7	8
ТП1,ТП2	2	5500	2601	2928,9			
Q _{НБК}			-	-1440			
освещение			72,39	36,195			
$\Delta P_{TP}, \Delta Q_{TP}$			23,99	125,18			
ИТОГО			2697,38	1650,275			
ТП3,ТП4,ТП5	2	10600	4410	4626			
Q _{НБК}			-	2235			
освещение			195,03	97,52			
$\Delta P_{TP}, \Delta Q_{TP}$			32,2	204,75			
ИТОГО			4644,23	2693,27			
ТП6,ТП7	2	7600	3258	2685,12			
Q _{НБК}			-	-1460			
освещение			147,65	73,83			
освещ. терит.			84,692	42,35			
$\Delta P_{TP}, \Delta Q_{TP}$			31,36	163,8			
ИТОГО			3521,7	1505,1			
ТП8,ТП9	2	4255	2147,58	1919,75			
Q _{НБК}			-	-1560			
освещение			87,31	43,66			
$\Delta P_{TP}, \Delta Q_{TP}$			22,17	116,07			
ИТОГО			2257,06	519,48			
СД	4	2520	2190	-793			
ИТОГО	12	30875	15310,4	5331,13	13013,84	4531,46	13780
Q _{ВБК}	2			-1800			
ИТОГО ПО ЗАВОДУ	14	30875	15310,4	3531,13	13013,84	3001,46	13355,48

3 Технико-экономическое сравнение вариантов внешнего электроснабжения завода

Питание завода осуществлено от п/ст. на которой установлены два трех обмоточных трансформатора мощностью 40 МВА каждый напряжением $U=115/37/10,5$ $S_{кз}=1200$ кВА. Расстояние от завода до п/ст 6,3 км.

Вариант 1

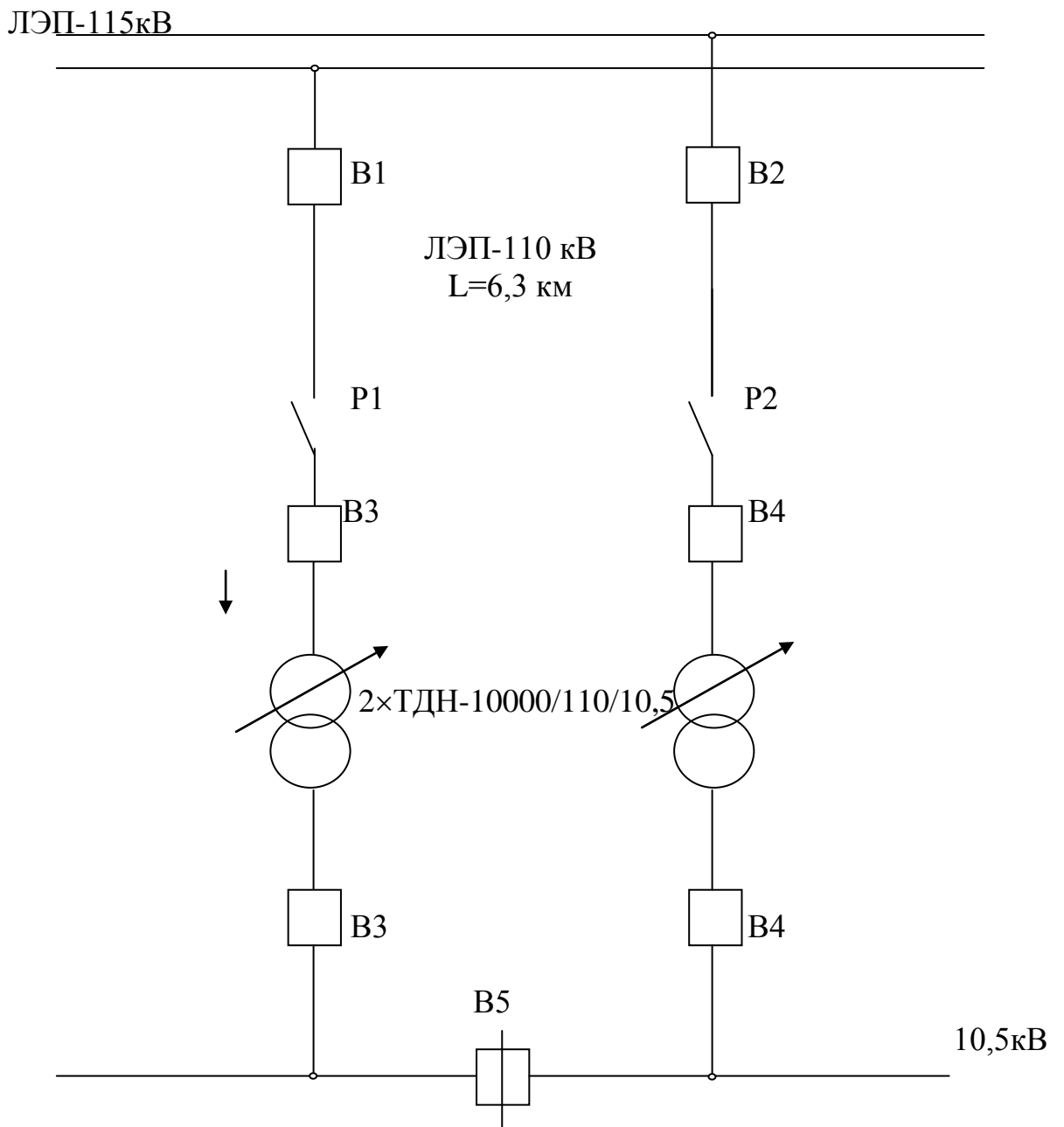


Рисунок 3.1 Вариант 1 электроснабжения

Вариант 2

ЛЭП-115кВ

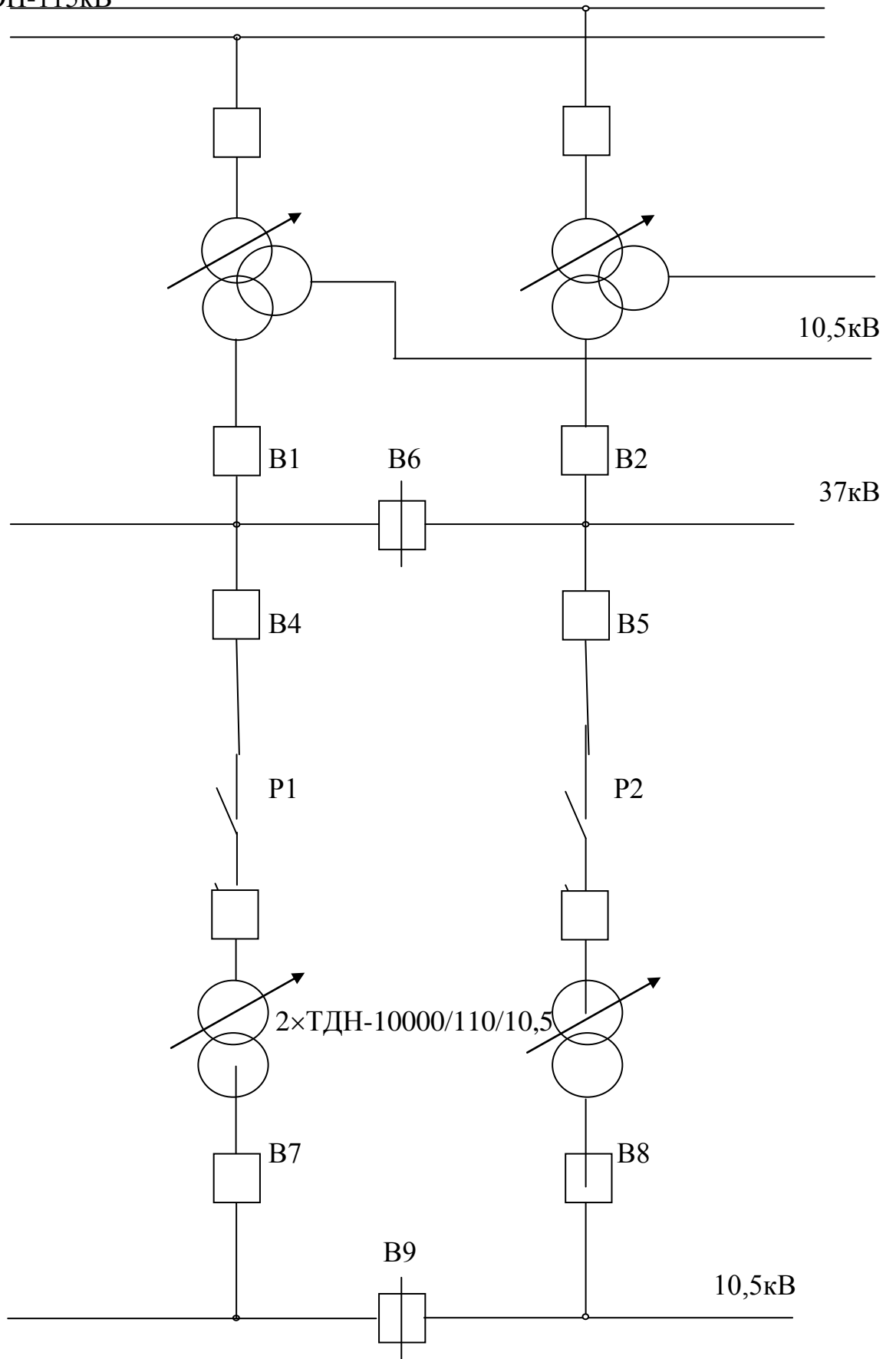


Рисунок 3.2 Вариант 2

электроснабжения

3.1 Определяем затраты на возмещение потерь эл. энергии по первому варианту электроснабжения

Определим мощность трансформаторов ГПП:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_3^2} = \sqrt{13013,84^2 + 3366,08^2} = 13442 \text{ кВА}$$

1) рассмотрим 2 трансформатора мощностью 10000кВА,

$$K_3 = \frac{S_p}{2S_{\text{НТР}}} = \frac{13442}{2 \times 10000} = 0,67$$

Принимаем 2 трансформатора 2×10000 кВА, $K_3 = 0,67$.

Выбираем трехфазный масляный трансформатор типа ТДН-10000/110/10,5

$U_{\text{ВН}} = 115$ кВ; $U_{\text{НН}} = 11$ кВ; $\Delta P_x = 14$ кВт; $\Delta P_{\text{кз}} = 58$ кВт; $U_{\text{кз}} = 10,5\%$, $I_x = 0,9\%$.

Определим потери мощности в трансформаторах ГПП:

$$\Delta P_{\text{тр ГПП}} = 2 \times (\Delta P_x + \Delta P_{\text{кз}} \times K_3^2) = 2 \times (14 + 58 \times 0,67^2) = 80,07 \text{ кВт};$$

$$\begin{aligned} \Delta Q_{\text{ГПП}} &= 2 \times \left[\frac{I_x \times S_{\text{Н}}}{100} + \frac{U_{\text{к}} \times S_{\text{Н}} \times K_3^2}{100} \right] = \\ &= 2 \times \left[\frac{0,9 \times 10000}{100} + \frac{10,5 \times 10000 \times 0,67^2}{100} \right] = 1122,69 \text{ квар} \end{aligned}$$

Определим потери электрической энергии в трансформаторах ГПП:

$$\Delta W_{\text{т ГПП}} = 2 \times (\Delta P_x \times T_{\text{вкл}} + \tau \times \Delta P_{\text{кз}} \times K_3^2) \quad (3.1)$$

Зная, что завод работает в две смены принимаю

$$T_{\text{вкл}} = 8760 \text{ ч}, T_{\text{м}} = 5000 \text{ ч}$$

$$\begin{aligned} \tau &= 0,124 + \left[\frac{T_{\text{м}}}{100} \right]^2 \times 8760 = \\ &= 0,124 + \left[\frac{5000}{100} \right]^2 \times 8760 = 3411 \text{ ч.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta W_{\text{т гпп}} &= 2 \times (\Delta P_{\text{х}} \times T_{\text{вкл}} + \tau \times \Delta P_{\text{кз}} \times K_3^2) = \\ &= 2 \times (14 \times 8760 + 58 \times 3411 \times 0,67^2) = 422898,94 \text{ кВт} \times \text{ч}.\end{aligned}$$

Выбираем сечение проводов ЛЭП 110 кВ:
Определим мощность, проходящую по ЛЭП:

$$S_{\text{лэп}} = \sqrt{(P_{\text{р}} + \Delta P_{\text{тгпп}})^2 + Q_{\text{э}}^2} = \sqrt{(13013,84 + 80,07)^2 + 3366,08^2} = 13519,65 \text{ кВА}$$

$$I_{\text{р}} = \frac{S_{\text{рлэп}}}{\sqrt{3} \times U_{\text{н}} \times 2} = \frac{13519,65}{\sqrt{3} \times 115 \times 2} = 33,94 \text{ А}$$

а) определим сечение по экономической плотности тока.

$$F_{\text{э}} = \frac{I_{\text{р}}}{J_{\text{эк}}} = \frac{33,94}{1,1} = 30,85 \text{ мм}^2$$

принимаю ближайшее стандартное сечение $F_{\text{э}} = 70 \text{ мм}^2$, $I_{\text{доп}} = 265 \text{ А}$

б) по условию потерь на корону $F_{\text{мин}} = 70 \text{ мм}^2$ при $U = 110 \text{ кВ}$, $I_{\text{доп}} = 265 \text{ А}$.
окончательно принимаю провод марки АС-70, $I_{\text{доп}} = 265 \text{ А}$

$$I_{\text{пров}} \geq I_{\text{раб}}; 265 \text{ А} \geq 34 \text{ А}$$

$$1,3 \times I_{\text{пров}} \geq I_{\text{ав}}; 1,3 \times 265 \text{ А} \geq 344,5 \text{ А}.$$

Определим потери электрической энергии в ЛЭП 110 кВ:

$$R = r_0 \times L = 0,43 \times 6,3 = 2,703 \text{ Ом};$$

$$\begin{aligned}\Delta W_{\text{лэп 110}} &= 2 \times 3 \times I_{\text{р}}^2 \times R \times 10^{-3} \times \tau = 2 \times 3 \times 30,85^2 \times 2,703 \times 10^{-3} \times 3411 \\ &= 52765,77 \text{ кВт} \times \text{ч},\end{aligned}$$

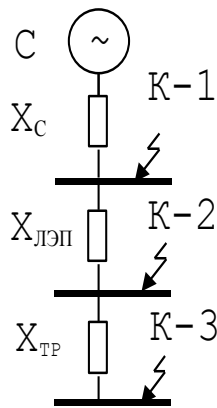
где $r_0 = 0,43 \text{ Ом/км}$ - удельное активное сопротивление АС-70

3.1.1 Выбор оборудования

Выбор выключателей, разъединителей, ОПН на $U=110$ кВ

Для выбора аппаратов необходимо рассчитать ток короткого замыкания
Составляем схему замещения.

Расчет $I_{кз}$



$S_B=1000$ МВА; $S_{кз}=1200$ МВА;
Базовый ток 110 кВ.

$$I_{Б1} = \frac{S_B}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 115} = 5,02 \text{ кА}$$

Базовый ток 10,5 кВ.

$$I_{Б1} = \frac{S_B}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 10,5} = 55,04 \text{ кА}$$

Сопротивление системы

$$X_C = \frac{S_B}{S_{кз}} = \frac{1000}{1200} = 0,83$$

Сопротивление линии

$$X_{лЭП} = \frac{X_0 \times L \times S_B}{U_{CP}^2} = \frac{0,43 \times 6,3 \times 1000}{115^2} = 0,21$$

Сопротивление трансформатора

$$\begin{aligned} X_{ТР} &= \frac{U_K}{100} \times \frac{S_B}{S_{НТР}} = \\ &= \frac{10,5}{100} \times \frac{1000}{10} = 10,5 \end{aligned}$$

Ток к.з. в точке К-1

$$I_{кз1} = \frac{I_{Б1}}{X_C} = \frac{5,02}{0,83} = 6,02 \text{ кА}$$

Ток КЗ в точке К-2

$$I_{КЗ2} = \frac{I_{БИ}}{X_C + X_{ЛЭП}} = \frac{5,02}{0,83 + 0,21} = 4,83 \text{ кА}$$

Ток КЗ в точке К-3

$$I_{КЗ3} = \frac{I_{БИ}}{X_{ТР} + X_C + X_{ЛЭП}} = \frac{55,04}{10,5 + 0,83 + 0,21} = 4,76 \text{ кА}$$

$$i_{уд1} = K_{уд} \times \sqrt{2} \times I_{КЗ1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times 6,02 = 11,03 \text{ кА}$$

$$i_{уд2} = K_{уд} \times \sqrt{2} \times I_{КЗ2} = 1,3 \times \sqrt{2} \times 4,83 = 8,85 \text{ кА}$$

$$i_{уд3} = K_{уд} \times \sqrt{2} \times I_{КЗ3} = 1,3 \times \sqrt{2} \times 4,76 = 8,74 \text{ кА}$$

Выбираем выключатели

Таблица 3.1

ВГТ-110-20У1	
Паспортные данные	Расчетные данные
$U_H = 110 \text{ кВ}$	$U_H = 110 \text{ кВ}$
$I_H = 630 \text{ А}$	$I_p = 62 \text{ А}$
$I_{отк} = 20 \text{ кА}$	$I_{КЗ} = 6,02 \text{ кА}$
$i_{доп пр} = 52 \text{ кА}$	$i_{уд1} = 11,03 \text{ кА}$

Выбор блока разъединитель-отделитель-короткозамыкатель производится по току КЗ в точке К2

Таблица 3.2

ВГТ-110-20У1	
Паспортные данные	Расчетные данные
$U_H = 110 \text{ кВ}$	$U_H = 110 \text{ кВ}$
$I_H = 630 \text{ А}$	$I_p = 62 \text{ А}$
$I_{отк} = 20 \text{ кА}$	$I_{КЗ} = 6,02 \text{ кА}$
$i_{доп пр} = 52 \text{ кА}$	$i_{уд1} = 11,03 \text{ кА}$

3.1.2 Расчет инвестиций по первому варианту

1. Затраты на тр-ры ГПП.

$$Z_{\text{тр.ГПП}} = N \times K_{\text{тр}} = 2 \times 45 \times 10^6 = 90 \times 10^3 \text{ тыс. тенге.}$$

где: N – количество трансформаторов

$K_{\text{тр}}$ – цена трансформатора.

2. Затраты на ЛЭП-110 кВ.

$$Z_{\text{ЛЭП}} = L \times K_{\text{ЛЭП}} = 6.3 \times 3.15 \times 10^6 = 19.8 \times 10^3 \text{ тыс. тенге}$$

где: L – длина ВЛ

3. Затраты на выключатели В1, В2.

$$Z_{\text{вык}} = 2 \times K_{\text{вык}} = 2 \times 45 \times 10^6 / 150 = 600 \text{ тыс. тенге.}$$

4. Затраты на разъединители.

$$Z_{\text{РАЗ}} = 2 \times K_{\text{РАЗ ЗАВ}} = 2 \times 740 = 1480 \text{ тыс. тенге.}$$

5. Затраты отделитель.

$$Z_{\text{од}} = 2 \times K_{\text{од ЗАВ}} = 2 \times 680 = 1360 \text{ тыс. тенге.}$$

6. Затраты короткозамыкатели.

$$Z_{\text{КЗ}} = 2 \times K_{\text{КЗ}} = 2 \times 800 = 1600 \text{ тыс. тенге.}$$

Определим коэффициенты долевого участия завода в мощности трансформатора системы

$$\gamma(V1, V2) = I_{\text{АВАР. ЗАВОДА}} / I_{\text{Н.В-ЛЯ}} = 67,8 / 630 = 0,11$$

где: $I_{\text{АВАР. ЗАВОДА}}$ – аварийный ток проходящий через выключатели.

$I_{\text{Н.В-ЛЯ}}$ – ток проходящий через выключатели

Определим сумму капитальных вложений по первому варианту.

$$I_{\text{ОБОР 1}} = Z_{\text{тр.ГПП}} + Z_{\text{ЛЭП}} + \gamma \times Z_{\text{вык}} + Z_{\text{РАЗ}} + Z_{\text{од}} + Z_{\text{КЗ}} =$$

$$= 90\,000 + 19\,800 + 0,11 \times 4000 + 1480 + 1360 + 1600 = 114680 \text{ тыс. тенге.}$$

3.2 Определяем затраты на возмещение потерь эл. энергии по второму варианту электроснабжения

Определим мощность трансформаторов ГПП:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_3^2} = \sqrt{13013,84^2 + 3366,08^2} = 13442 \text{ кВА}$$

- 1) рассмотрим 2 трансформатора мощностью 10000 кВА,
- 2)

$$K_3 = \frac{S_p}{2S_{\text{нтр}}} = \frac{13442}{2 \times 10000} = 0,67$$

Принимаем 2 трансформатора 2×10000 кВА, $K_3 = 0,67$.

Выбираем трехфазный масляный трансформатор типа ТД-10000/35/10,5

$U_{\text{вн}} = 35$ кВ; $U_{\text{нн}} = 11$ кВ; $\Delta P_x = 11$ кВт; $\Delta P_{\text{кз}} = 50$ кВт; $U_{\text{кз}} = 7,5\%$, $I_x = 0,7\%$.

Определим потери мощности в трансформаторах ГПП:

$$\Delta P_{\text{тр ГПП}} = 2 \times (\Delta P_x + \Delta P_{\text{кз}} \times K_3^2) = 2 \times (11 + 50 \times 0,67^2) = 66,89 \text{ кВт};$$

$$\begin{aligned} \Delta Q_{\text{ГПП}} &= 2 \times \left[\frac{I_x \times S_{\text{н}}}{100} + \frac{U_{\text{к}} \times S_{\text{н}} \times K_3^2}{100} \right] = \\ &= 2 \times \left[\frac{0,7 \times 10000}{100} + \frac{7,5 \times 10000 \times 0,67^2}{100} \right] = 813,35 \text{ квар} \end{aligned}$$

Определим потери электрической энергии в трансформаторах ГПП:

$$\Delta W_{\text{Т ГПП}} = 2 \times (\Delta P_x \times T_{\text{вкл}} + \tau \times \Delta P_{\text{кз}} \times K_3^2)$$

Зная, что завод работает в две смены принимаю

$$T_{\text{вкл}} = 8760 \text{ ч}, T_{\text{м}} = 5000 \text{ ч}$$

$$\begin{aligned} \tau &= 0,124 + \left[\frac{T_{\text{м}}}{100} \right]^2 \times 8760 = \\ &= 0,124 + \left[\frac{5000}{100} \right]^2 \times 8760 = 3411 \text{ ч} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{Т ГПП}} &= 2 \times (\Delta P_x \times T_{\text{вкл}} + \tau \times \Delta P_{\text{кз}} \times K_3^2) = \\ &= 2 \times (11 \times 8760 + 50 \times 3411 \times 0,67^2) = 345839,76 \text{ кВт} \times \text{ч}. \end{aligned}$$

Выбираем сечение проводов ЛЭП 35 кВ:
 Определим мощность проходящую по ЛЭП:

$$S_{\text{ЛЭП}} = \sqrt{(P_p + \Delta P_{\text{ТПП}})^2 + Q_3^2} = \sqrt{(13013,84 + 66,89)^2 + 3366,08^2} = 13507 \text{ кВА}$$

$$I_p = \frac{S_{\text{ЛЭП}}}{\sqrt{3} \times U_n \times 2} = \frac{13507}{\sqrt{3} \times 37 \times 2} = 105,5 \text{ А}$$

Определим сечение по экономической плотности тока.

$$F_3 = \frac{I_{\text{АВ}}}{J_{\text{ЭК}}} = \frac{105,5}{1,3} = 124,8 \text{ мм}^2$$

принимаю ближайшее стандартное сечение $F_3 = 150 \text{ мм}^2$, $I_{\text{доп}} = 365 \text{ А}$
 окончательно принимаю провод марки АС-150, $I_{\text{доп}} = 365 \text{ А}$

$$I_{\text{ПРОВ}} \geq I_{\text{РАБ}}; 365 \text{ А} \geq 105,5 \text{ А}$$

$$1,3 \times I_{\text{ПРОВ}} \geq I_{\text{АВ}}; 1,3 \times 365 \text{ А} \geq 211 \text{ А}$$

Определим потери электрической энергии в ЛЭП 35 кВ:

$$R = r_0 \times L = 0,2 \times 6,3 = 1,26 \text{ Ом};$$

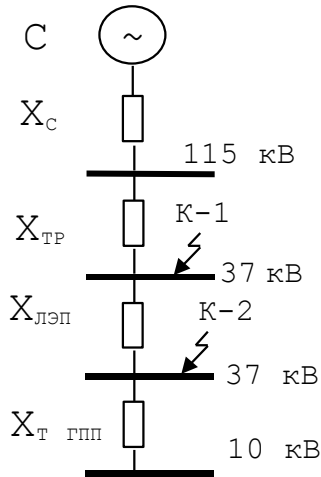
$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{ЛЭП } 35} &= 2 \times 3 \times I_p^2 \times R \times 10^{-3} \times \tau = 2 \times 3 \times 105,5^2 \times 1,26 \times 10^{-3} \times 3411 \\ &= 287017 \text{ кВт} \times \text{ч}, \end{aligned}$$

где $r_0 = 0,2 \text{ Ом/км}$ - удельное активное сопротивление АС-150

3.2.1 Выбор оборудования на U=35 кВ

Для выбора аппаратов необходимо рассчитать ток короткого замыкания
Составляем схему замещения.

Расчет $I_{кз}$



$$S_B=1000\text{MVA}; S_{кз}=1200\text{MVA};$$

Базовый ток.

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 37} = 15,6 \text{ кА}$$

Сопротивление системы

$$X_C = \frac{S_B}{S_{кз}} = \frac{1000}{1200} = 0,83$$

Сопротивление трансформатора системы.

$$X_{ТРС} = \frac{U_K}{100} \times \frac{S_B}{S_{НТР}} = \frac{10,5}{100} \times \frac{1000}{40} = 2,63$$

Сопротивление линии

$$X_{ЛЭП} = \frac{X_0 \times L \times S_B}{U_{CP}^2} = \frac{0,2 \times 1000 \times 6,3}{37^2} = 1,98$$

Ток кз в точке К-1

$$I_{кз1} = \frac{I_B}{X_{ТРС} + X_C} = \frac{15,6}{2,63 + 0,83} = 4,51 \text{ кА}$$

$$I_{кз2} = \frac{I_B}{X_{ТРС} + X_C + X_{ЛЭП}} = \frac{15,6}{2,63 + 0,83 + 1,98} = 2,87 \text{ кА}$$

$$i_{уд1} = K_{уд} \times \sqrt{2} \times I_{кз1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times 4,51 = 8,27 \text{ кА}$$

$$i_{уд2} = K_{уд} \times \sqrt{2} \times I_{кз2} = 1,3 \times \sqrt{2} \times 2,87 = 5,26 \text{ кА}$$

Выбираем выключатели

Таблица 3.3

ВГТ-35-1000-20У1	
Паспортные данные	Расчетные данные
$U_H=35$ кВ	$U_H=35$ кВ
$I_H=1000$ А	$I_p=624$ А
$I_{отк}=10$ к А	$I_{кз}=4,51$ кА
$i_{доп пр}=26$ кА	$i_{уд1}=8,27$ кА

Выбираем секционный выключатель

Таблица 3.4

ВГТ-35-630-20У1	
Паспортные данные	Расчетные данные
$U_H=35$ кВ	$U_H=35$ кВ
$I_H=630$ А	$I_p=312$ А
$I_{отк}=10$ кА	$I_{кз}=4,51$ кА
$i_{доп пр}=26$ кА	$i_{уд1}=8,27$ кА

Выбор блока разъединитель-отделитель-короткозамыкатель производится по току КЗ в точке К2

Таблица 3.5

ВГТ-35-630-20У1	
Паспортные данные	Расчетные данные
$U_H=35$ кВ	$U_H=35$ кВ
$I_H=630$ А	$I_p=312$ А
$I_{отк}=10$ кА	$I_{кз}=4,51$ кА
$i_{доп пр}=26$ кА	$i_{уд1}=8,27$ кА

3.2.2 Расчет инвестиций по второму варианту

1. Затраты на тр-ры ГПП.

$$Z_{\text{тр.ГПП}} = N \times K_{\text{тр}} = 2 \times 52.5 \times 10^6 = 105 * 10^3 \text{ тыс. тенге.}$$

где: N – количество трансформаторов

$K_{\text{тр}}$ – цена трансформатора.

2. Затраты на ЛЭП-110 кВ.

$$Z_{\text{ЛЭП}} = L \times K_{\text{ЛЭП}} = 6.3 \times 5.1 \times 10^6 = 32.13 * 10^3 \text{ тыс. тенге.}$$

где: L – длина ВЛ

3. Затраты на выключатели В1, В2, В3, В4, В5.

$$Z_{\text{вык}} = 2 \times K_{\text{вык}} = 5 \times 1000 = 5000 \text{ тыс. тенге.}$$

4. Затраты на разъединители.

$$Z_{\text{РАЗ}} = 2 \times K_{\text{РАЗ ЗАВ}} = 2 \times 640 = 1280 \text{ тыс. тенге.}$$

5. Затраты отделитель.

$$Z_{\text{ОД}} = 2 \times K_{\text{ОД ЗАВ}} = 2 \times 600 = 1200 \text{ тыс. тенге.}$$

6. Затраты короткозамыкатели.

$$Z_{\text{КЗ}} = 2 \times K_{\text{КЗ}} = 2 \times 700 = 1400 \text{ тыс. тенге.}$$

Определим коэффициенты долевого участия завода в мощности трансформатора системы

$$\gamma(V1, V2) = I_{\text{АВАР. ЗАВОДА}} / I_{\text{Н.В.ЛЯ}} = 211 / 1000 = 0,21$$

где: $I_{\text{АВАР. ЗАВОДА}}$ – аварийный ток проходящий через выключатели.

$I_{\text{Н.В.ЛЯ}}$ – ток проходящий через выключатели

Определим сумму капитальных вложений по второму варианту.

$$I_{\text{ОБОР 2}} = Z_{\text{тр.ГПП}} + Z_{\text{ЛЭП}} + \gamma \times Z_{\text{вык}} + Z_{\text{РАЗ}} + Z_{\text{ОД}} + Z_{\text{КЗ}} =$$

$$= 105000 + 32130 + 0,21 \times 5000 + 1280 + 1200 + 1400 = 142060 \text{ тыс. тенге.}$$

Сравнения по вариантам сводим в таблицу.

Таблица 3.6

Вариант	$U_{\text{н}}$	$I_{\text{ОБОР}}$
I	110	114680
II	35	142060

Окончательно принимаем первый вариант для схемы внешнего эл. снабжения завода, т.к. он имеет наименьшие капитальные вложения.

4 Составление схемы электроснабжения завода

Выбор схемы электроснабжения завода состоит из определения схемы внешнего и внутризаводского распределения электроэнергии.

Внешнее электроснабжение завода выполняется двух цепной ВЛ-100 кВ длиной 6,3 км от п/ст энергосистемы. На заводе сооружается ГПП 110/10кВ. На ГПП устанавливают два силовых трансформатора номинальной мощностью $S=10$ МВА. Схема ГПП на стороне 110 кВ выполнена «упрощено» с применением отделителей и короткозамыкателей. Оборудование 110кВ и силовые трансформаторы установлены на ОРУ.

На стороне 10 кВ ГПП сооружается ЗРУ-10 кВ, укомплектованное ячейками КРУ типа КМ-1. Тип выключателей выбираем ВМПЭ.

Внутризаводское распределение электроэнергии осуществляется на $U=10$ кВ. Напряжение 10кВ всегда экономически выгоднее чем на 6кВ с точки зрения потерь электроэнергии.

Распределение электроэнергии от ЗРУ-10 кВ ГПП до цеховых трансформаторных п/ст и высоковольтных электроприемников осуществляется кабельными линиями ААШ_вУ в траншеях.

5 Выбор оборудования и расчет токов короткого замыкания $U > 1 \text{ кВ}$

5.1 Выбор сборных шин ЗРУ-10,5 кВ

Сечение шин выбирают по длительно допустимому току и экономической целесообразности. Проверку шин производят на электродинамическую и термическую стойкость к токам КЗ.

Расчетный ток для шин ЗРУ-10кВ.

$$I_{\text{рш}} = \frac{S_{\text{р}}}{\sqrt{3} \times U_{\text{н}}} = \frac{13355,48}{\sqrt{3} \times 10,5} = 771 \text{ А}$$

Шины установлены на изоляторах плашмя с расстояниями между фазами $a = 150 \text{ мм}$ и расстоянии между изоляторами в пролете $v = 1000 \text{ мм}$. Выбираем опорные изоляторы для внутренней установки типа И16-20УХЛ3.

Выбираем алюминиевые шины, прямоугольные, однополосные $60 \times 6 \text{ мм}$ с длительно допустимой нагрузкой $I_{\text{доп}} = 870 \text{ А}$

Проверка шин на динамическую стойкость току КЗ.

$$\begin{aligned} F_{\text{доп}} &= \frac{10 \sigma_{\text{доп}} \times W}{L} = \frac{10 \sigma_{\text{доп}} \times (0,176 \times h \times b^2)}{100} = \\ &= \frac{10 \times 650 \times (0,176 \times 6 \times 0,6^2)}{100} = 23,86 \text{ кг} \times \text{с} \end{aligned}$$

L-расстояние между изоляторами ($L = 100 \text{ см}$)

a-расстояние между фазами ($a = 15 \text{ см}$)

$$F_{\text{расч}} = 1,76 \times i_{\text{уд}}^2 \times \frac{L}{a} \times 10^{-2} = 1,76 \times 8,74^2 \times \frac{100}{15} \times 10^{-2} = 8,95 \text{ кг} \times \text{с}$$

Условие $F_{\text{расч}} \leq F_{\text{доп}}$; $8,95 \text{ кг} \times \text{с} \leq 23,86 \text{ кг} \times \text{с}$

Шины проходят по электродинамической стойкости.

Проверка на термическую стойкость.

$$B_{\text{к}} = I_{\text{по}}^2 \times (t_{\text{отк}} + T_{\text{а}}) = 4,76^2 \times (0,075 + 0,01) = 3,96 \text{ кА}^2 \times \text{с}$$

Минимальное сечение.

$$f_{\text{мин}} = \frac{\sqrt{B_{\text{к}}}}{c} = \frac{\sqrt{3,96 \times 10^6}}{91} = 21,88 \text{ мм}^2$$

Шины проходят и на термическую стойкость. Поэтому оставляем выбранные шины (60×6)мм.

5.1.1 Выбор выключателей ЗРУ-10 кВ.

Выключатели в цепи трансформатора выбираются по общей нагрузке.

$$I_{НОМ} = \frac{S_{НОМТ}}{\sqrt{3} \times U_K} = \frac{10000}{\sqrt{3} \times 10} = 578 \text{ А}$$

$$I_{МАХ} = 1,5 \times I_{НОМ} = 1,5 \times 578 = 867 \text{ А}$$

Таблица 5.1

ВВ TEL-10-1000-20УЗ	
Расчетные данные	Паспортные данные.
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_{МАХ} = 867 \text{ А}$	$I_{НОМ} = 1000 \text{ А}$
$I_{КЗ} = 4,76 \text{ кА}$	$I_H = 20 \text{ кА}$
$I_{уд} = 8,74 \text{ кА}$	$I_{ДОП} = 52 \text{ кА}$
$I_{н\tau} = 4,76 \text{ кА}$	$I_{ОТК} = 25 \text{ кА}$
$\sqrt{2} \times I_{н\tau} + ia\tau \leq \sqrt{2} \times I_{ОТК} \times (1 + \beta)$	$\sqrt{2} \times 20 \times (1 + 0,1) = 31,02 \text{ кА}$
$\sqrt{2} \times 4,76 + 1,29 = 8,66 \text{ кА}$	$8,66 \leq 31,02$
$B_K \leq I_{ПР}^2 \times t = 40,25 \text{ кА}^2 \times \text{с}$	$I_{ПР}^2 \times t = 20^2 \times 4 = 1600 \text{ кА}^2 \times \text{с}$

$$\tau = 0,1 + 0,01 = 0,11 = t_{3\text{МИН}} + t_{СВ}$$

$$ia\tau = \sqrt{2} \times I_{н\tau} \times e^{-\tau/T_a} = \sqrt{2} \times 15 \times e^{-0,011/0,06} = 1,29 \text{ кА}$$

$$B_K = I_{КЗ}^2 \times (t_{ОТК} + T_a) = 15^2 \times (0,12 + 0,06) = 40,25 \text{ кА}^2 \times \text{с}$$

Секционный выключатель выбираем по $I = 578 \text{ А}$

Таблица 5.2

ВВ TEL-10-630-20УЗ	
Расчетные данные	Паспортные данные.
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_{МАХ} = 578 \text{ А}$	$I_{НОМ} = 630 \text{ А}$
$I_{КЗ} = 4,76 \text{ кА}$	$I_H = 20 \text{ кА}$
$I_{уд} = 8,74 \text{ кА}$	$I_{ДОП} = 52 \text{ кА}$
$I_{н\tau} = 4,76 \text{ кА}$	$I_{ОТК} = 25 \text{ кА}$
$\sqrt{2} \times I_{н\tau} + ia\tau \leq \sqrt{2} \times I_{ОТК} \times (1 + \beta)$	$\sqrt{2} \times 20 \times (1 + 0,1) = 31,02 \text{ кА}$
$\sqrt{2} \times 4,76 + 1,29 = 8,66 \text{ кА}$	$8,66 \leq 31,02$
$B_K \leq I_{ПР}^2 \times t = 40,25 \text{ кА}^2 \times \text{с}$	$I_{ПР}^2 \times t = 20^2 \times 4 = 1600 \text{ кА}^2 \times \text{с}$

Выключатели отходящих линий.

$$I_{\text{MAX}} = \frac{S_{\text{MAX}}}{\sqrt{3} \times U_{\text{H}}} = \frac{3519,38}{\sqrt{3} \times 10,5} = 203,2 \text{ А}$$

Где S_{MAX} -мощность трансформаторных п/ст.

Таблица 5.3

ВВ TEL-10-630-20УЗ	
Расчетные данные	Паспортные данные.
$U_{\text{H}}=10 \text{ кВ}$	$U_{\text{H}}=10 \text{ кВ}$
$I_{\text{MAX}}=203,38 \text{ А}$	$I_{\text{НОМ}}=630 \text{ А}$
$I_{\text{КЗ}}=4,76 \text{ кА}$	$I_{\text{H}}=20 \text{ кА}$
$I_{\text{уд}}=8,74 \text{ кА}$	$I_{\text{ДОП}}=52 \text{ кА}$
$I_{\text{нт}}=4,76 \text{ кА}$	$I_{\text{ОТК}}=25 \text{ кА}$
$\sqrt{2} \times I_{\text{нт}} + i_{\text{ат}} \leq \sqrt{2} \times I_{\text{ОТК}} \times (1 + \beta)$	$\sqrt{2} \times 20 \times (1 + 0,1) = 31,02 \text{ кА}$
$\sqrt{2} \times 4,76 + 1,29 = 8,66 \text{ кА}$	$8,66 \leq 31,02$
$B_{\text{к}} \leq I_{\text{пр}}^2 \times t = 40,25 \text{ кА}^2 \times \text{с}$	$I_{\text{пр}}^2 \times t = 20^2 \times 4 = 1600 \text{ кА}^2 \times \text{с}$

5.1.2 Выбор трансформаторов тока

Для установки на отходящих линиях выбираем трансформаторы тока ТПОЛ-10 расчетные и паспортные характеристики приведены ниже.

Вторичная нагрузка трансформатора тока.

Таблица 5.4

Наименование нагрузки	Тип	Нагрузка одной фазы		
		А	В	С
1 Амперметр	Э-378	0,5	-	0,5
2 Ваттметр	Д-335	0,5	-	0,5
3 Счетчик акт. энерг.	И-680	2,5	-	2,5
4 Счетчик реак. энерг	И-680	2,5	-	2,5
ИТОГО		6	0	6

Для проверки ТТ по классу точности определяем нагрузку по фазам для наиболее загруженных трансформаторов тока фаз А и С

Общее сопротивление приборов.

$$R_{\text{ПРИБ}} = \frac{S_{\text{ПРИБ}}}{I_2^2} = \frac{6}{25} = 0,24 \text{ Ом}$$

Вторичная нагрузка трансформаторов тока в классе точности 0,5 составляет 0,8 Ом, сопротивление контактов 0,1 Ом. Тогда сопротивление проводов.

$$R_{\text{ПРОВ}} = R_{\text{2Н}} - R_{\text{ПРИБ}} - R_{\text{к}} = 1,2 - 0,24 - 0,1 = 0,86 \text{ Ом}$$

Принимаем длину соединительных проводов с медными жилами ($\rho=0,0142$) 8 м. Определяем сечение провода.

$$q = \frac{\rho \times l}{R_{\text{пров}}} = \frac{0,0142 \times 8}{0,86} = 0,13 \text{ мм}^2$$

Принимаем сечение 2,5 мм² из условия минимального сечения.
Нагрузка ТТ типа ТОЛ-10/800 соответствует условию:

$$S_{2\text{ТР}} \geq S_{\text{НР}}$$

$$10 \text{ ВА} \geq 6 \text{ ВА}$$

5.1.3 Выбор трансформаторов напряжения

Таблица 5.5 - нагрузка ТН

Прибор	Тип	Нагрузка одной катушки.	Число катушек.	cosφ	sinφ	Кол-во приб.	Общая мощность.	
							P, Вт	Q, вар
1 Вольтметр	Э-335	2	1	1	0	3	2	-
2 Ваттметр	Д-335	1,5	2	1	0	1	3	-
3 Счетчик акт. энерг.	И-680	2	2	0,38	0,93	1	4,5	9,7
4 Счетчик реак. энерг	И-680	2	2	0,38	0,93	1	4	9,7
ИТОГО							13,56	19,4

Вторичная нагрузка ТН

$$S_{2\Sigma} = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2} = 23,4 \text{ ВА}$$

Выбираем ТН типа НТМК-10-71У3 с номинальной мощностью $S_{\text{Н}}=120$ ВА в классе точности 0,5.

5.1.4 Выбор силовых кабелей отходящих линий

Учитывая прокладку КЛ, согласно ПУЭ, принимаем марку кабеля ААШвУ.

Выбор сечения производится по экономической плотности тока: $F_{ЭК} = I_p / J_{ЭК}$
Выбираем и проверим на термическую устойчивость и потери напряжения самую длинную линию от ГПП до ТП-3.

Расчетный ток линии определяем следующим образом:

$$I_{РАБ} = \frac{S_{ТПЭ}}{2 \times \sqrt{3} \times U_H} = \frac{3829,6}{2 \times \sqrt{3} \times 10,5} = 105,4 \text{ А}$$

$$I_{АВ} = 2 \times I_{РАБ} = 210,8 \text{ А}$$

$$F_{ЭК} = \frac{I_{РАБ}}{J_{ЭК}} = \frac{105,4}{1,3} = 81,1 \text{ мм}^2$$

По экономической плотности тока принимаем сечение КЛ (3×120)мм²

$$I_{ДОП \text{ КАБ}} \geq I_p$$

$$240 \text{ А} \geq 105,4 \text{ А}$$

По условию термической устойчивости

$$F_{ТЕР} \leq F_{ВЫБ}$$

$$16,35 \text{ мм}^2 \leq 95 \text{ мм}^2$$

$$F_{ТЕР} = \frac{I_{\infty} \times \sqrt{t_{СР}}}{C} = \frac{4760 \times \sqrt{0,65}}{98} = 16,35 \text{ мм}^2$$

Где: I_{∞} -установившейся ток трехфазного КЗ.

C-постоянная для алюминиевых кабелей

$t_{СР} = t_{СРА} + t_{СР}$ -фиксированное действие КЗ

Сечение по термической устойчивости $F = \text{мм}^2$

Окончательно принимаем КЛ марки ААШвУ-10-(3×120)

Проверяем выбранный кабель в аварийном режиме.

$$I_{ДОП \text{ АВ}} \geq I_{АВ}: I_{ДОП \text{ АВ}} = K_{ПР} \times K_0 \times I_{ДОП} = 0,92 \times 1 \times I_{ДОП} = 0,92 \times 1 \times 240 = 220,8 \text{ А}$$

$$220,8 \text{ А} \geq 210,8 \text{ А}$$

Где: $K_{пр}$ -коэффициент прокладки для трехжильного кабеля.

K_o -температурный коэффициент при $t=15^{\circ}\text{C}$ $K_o=1$

Потери напряжения в КЛ ГПП-ТП5 находим как сумму, т.к. от ГПП последовательно запитаны.

ТП3 с КЛ 2×ААШВУ-10-(3×120)

ТП4 с КЛ 2×ААШВУ-10-(3×70)

ТП5 с КЛ ААШВУ-10-(3×50)

Следовательно необходимо сложить потери напряжения в каждой кабельной линии.

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times I_p (R_o \times \cos \varphi + X_o \times \sin \varphi) \times L}{U_H} \times 100\%$$

ГПП-ТП3

$$\Delta U_1 = \frac{\sqrt{3} \times 105,4 \times (0,24 \times 0,9 + 0,083 \times 0,44) \times 0,310}{10} \times 100\% = 0,127\%$$

ТП3-ТП4

$$\Delta U_2 = \frac{\sqrt{3} \times 65 \times (0,443 \times 0,9 + 0,086 \times 0,44) \times 0,2}{10} \times 100\% = 0,053\%$$

ТП4-ТП5

$$\Delta U_3 = \frac{\sqrt{3} \times 47,3 \times (0,62 \times 0,9 + 0,09 \times 0,44) \times 0,06}{10} \times 100\% = 0,067\%$$

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_3 = 0,127 + 0,053 + 0,067 = 0,247\%$$

$\Delta U \leq 5\%$ -значит потери напряжения не выходят за пределы допустимых по ГОСТ-13109-87.

При пересечений дорог КЛ защищаются асбоцементной трубой марки АСБ диаметром 100мм.

Таблица 5.7 Кабельный журнал

Наименование участка	S _p , кВА	Кол-во кабелей в траншее	Нагрузка		По экономической плотности тока, мм ²		По допустимой нагрузке, мм ²		По току короткого замыкания, мм ²		Выбранный кабель	I _{доп} , А
			I _p , А	I _{ав} , А	j _э	F _э	K _п	F _{доп}	I _к , А	S		
ГПП-СД	700	4	40	-	1,2	35	0,84	16	4760	50	4×ААШВ-10(3×50)	140
ГПП-ТП1	1415,6	2	81,7	122,6	1,2	70	0,92	25	4760	50	2×ААШВ-10(3×70)	165
ТП1-ТП2	707,8	1	40,8	-	1,2	35	1	16	4760	50	1×ААШВ-10(3×50)	140
ГПП-ТП3	2111,6	2	121,9	203,2	1,2	95	0,92	50	4760	50	2×ААШВ-10(3×120)	240
ТП3-ТП4	1407,7	2	81,3	121,9	1,2	70	0,92	25	4760	50	2×ААШВ-10(3×70)	165
ТП4-ТП5	703,8	1	40,6	-	1,2	35	1	16	4760	50	1×ААШВ-10(3×50)	140
ГПП-ТП6	1406,6	2	81,2	162,4	1,2	70	0,92	25	4760	50	1×ААШВ-10(3×70)	165
ТП6-ТП7	703,3	2	40,6	81,2	1,2	35	0,92	16	4760	50	1×ААШВ-10(3×50)	140
ГПП-ТП8	1277,2	2	73,7	110,6	1,2	70	0,92	25	4760	50	2×ААШВ-10(3×70)	165
ТП8-ТП9	638,6	1	36,8	-	1,2	35	1	16	4760	50	1×ААШВ-10(3×50)	140
ГПП-ВБК	900	1	51,9	-	1,2	50	1	16	4760	50	1×ААШВ-10(3×50)	140

6 Экономическая часть. Оценка эффективности схемы внешнего электроснабжения инструментального завода

Выбор эффективного варианта электроснабжения инструментального завода на базе составления бизнес- плана.

1. Генеральная цель проекта
 - Рынки сбыта и прогноз сбыта
 - Конкуренты и преимущества перед ними
 - Прогнозируемые финансовые результаты
 - Требуемая сумма инвестиций
2. Цели и задачи предпринимательской деятельности
 - Цели и задачи, стоящие перед компанией
3. Характеристика компании и ее продукции
 - Описание отрасли
 - Намечаемая к производству продукция
 - Стратегия выхода на рынок и рост производства и объемов продаж
4. Описание продукции компании
5. Потребители и оценка рынков сбыта
 - Потребители продукции
 - Размер рынка и возможные тенденции его развития
 - Дальнейшее развитие рынка
6. План маркетинга
 - Ценообразование
 - Тактика по реализации продукции
 - Реклама и продвижение продуктов на рынок
 - Реализация продукции
7. Определение инвестиций в схеме электроснабжения завода
 - Производственный цикл
 - Производственные мощности и развитие
 - Стратегия и производственный план
8. Финансовый план
 - Прогноз объемов реализации продукции
 - Баланс денежных расходов и поступлений
 - Таблицы расходов и затрат
 - Анализ безубыточности

1. - Генеральная цель проекта

Данный бизнес - план составлен для электроснабжения инструментального завода, строительство которого планируется вблизи Алматинской ТЭЦ-2. Завод планирует производить металлорежущие инструменты для станков различного типа. Годовой объем выпуска 100000 комплектов. Цена одного с комплекта 100 у.е. Основным потребителем продукции инструментального завода являются Алматинский Завод Тяжелого Машиностроения (АЗТМ), завод «Поршень», Алматинский Хлопчатобумажный Комбинат (АХБК). Также потребителями данной продукции являются предприятия соседних республик, таких как Узбекистан, Туркменистан, Кыргызстан и Россия. В будущем планируется поставки продукции на мировой рынок.

Привлечение покупателей планируется производить с помощью рекламы. Планируется участие данного вида товара в ярмарках и выставках, которые ежегодно проводятся в Республике, а также будет создана страница в INTERNET, с помощью которой о продукции завода узнают не только отечественные предприятия но и зарубежные. Также предусмотрена реклама продукции в газетах, журналах и на телевидении с предоставлением фотографий и технических характеристик.

Реализация продукции будет производиться непосредственно на заводе, а также будет организована транспортировка товара покупателям. В этом случае в стоимость комплекта будут включены стоимость таможенных платежей и расходы на транспортировку. Оптовым покупателям доставка льготная.

Для оптовых покупателей также предусмотрена скидка в размере 10% от стоимости комплекта.

2. Цели и задачи предпринимательской деятельности

Инструментальный завод сможет наладить выпуск металлорежущих инструментов. Существует еще несколько целей, которые будут достигнуты посредством строительства завода.

- Преодоление дефицита данного вида товаров в Казахстане.
- Увеличением рабочих мест при строительстве завода.
- Увеличение занятости населения при работе завода .
- Укрепление технического и производственного потенциала отечественного производителя.
- Увеличение налоговых поступлений как в местный так и в республиканский бюджет.

Задачами данного вида предпринимательства являются выпуск

продукции и предоставления населению возможности устройства на работу, с целью уменьшения безработицы и улучшения социально-экономического положения населения в Республике Казахстан, а также благотворительная помощь организациям и фондам для организации бесплатного образования и отдыха малоимущим семьям и детям-сиротам

3. Характеристика компании и ее продукция.

Продукцией завода являются комплекты металлорежущих инструментов ко всем видам станков. Преимуществами этих комплектов являются: высокое качество, длительная износоустойчивость.

Конкуренцию может составить Российская компания выпускающая подобные комплекты. Стоимость которых равна 150 у.е., что на 50 у.е. выше, чем цена нашего комплекта. Несмотря на это, данная продукция Российского производства пользуется спросом, т.к. в данное время на рынке Казахстана не представлена продукция отечественных производителей, а у зарубежных аналогов неприемлемые для отечественных предприятий цены. Мы считаем, что продукция инструментального завода будет пользоваться большим спросом, т.к. данные комплекты намного дешевле, чем зарубежные аналоги и имеют такие же технико-экономические характеристики, как комплекты Российского и Белорусского производства. Планируемая цена одного комплекта инструментов 100 у.е., годовой объем 100000 шт.

4. Описание продукции компании.

Энергопотребление завода в год равно.

$$13013,84 \times 5000 = 65069200 \text{ кВт} \times \text{ч}$$

Данная продукция инструментального завода удовлетворяет потребности отечественных предприятий. Как было сказано выше, преимуществами отечественных комплектов являются: высокая износоустойчивость по сравнению с российскими и белорусскими аналогами, надежность и длительность в эксплуатации. Прогнозируемая цена комплекта составляет 100 у.е., в том числе:

себестоимость продукции - 80 у.е. включает:

- сырье и материалы -40 у.е
- электроэнергия-18 у.е.
- заработная плата рабочему персоналу – 4 у.е
- расходы на амортизацию оборудования - 10 у.е
- маркетинг и реклама-2 у.е.
- прочие расходы - 6 у.е.

Прибыль составляет 20% от стоимости комплекта 20 у.е.

В данное время разработан и создан образец нового комплекта

который защищен патентом на изобретение. В нем применены качественно новые материалы, что обеспечивает высокую износостойчивость и долговечность работы. Зарубежный аналог этого типа комплекта отлично зарекомендовал себя в промышленности во всем мире.

5. Потребители и оценка рынков сбыта

Казахстан - это индустриально развитое государство с развивающейся системой торговли. Потребителем продукции завода являются отечественные предприятия. Также потребителями данных комплектов являются предприятия соседних республик, таких как Узбекистан, Туркменистан, Кыргызстан и Россия. В будущем планируется поставки продукции на мировой рынок.

6. План маркетинга

Как было описано выше цена одного комплекта будет равна 100 у.е. при себестоимости 80 у.е. Данная цена ниже, чем у потенциального конкурента Российского завода на 50 у.е. Это поможет проникнуть на рынок товаров такого типа, увеличить долю рынка в условиях конкуренции и позволить получать достаточную долю прибыли равную 20% от цены комплекта. Так как цена комплекта ниже, чем у конкурентов, то прибыльность от производства можно сохранить с помощью большого объема продаж равного 100000 комплектов в год, а также благодаря высокой эффективности производства, низкой себестоимости материалов, невысокими накладными расходами, и уменьшением затрат на электроэнергию в схеме электроснабжения в связи с расположением предприятия вблизи АТЭЦ-2.

- Предусмотрены программы по выходу товара на мировой рынок, по рекламе, по уменьшению конкуренции.

- Планируется увеличение объема выпуска и продаж в среднем на 1 000 комплектов в год, т.е. на 1 %.

год	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Кол-во тыс. комплектов	100	101	102	103	104	105

7. Определение инвестиций в схеме электроснабжения завода

Основной целью составления данного бизнес-плана является выбор оптимальной схемы электроснабжения инструментального завода. Электроснабжение завода может быть осуществлено по одной из двух возможных в данном случае схем электроснабжения. Для сравнения вариантов схемы электроснабжения необходимо рассчитать инвестиции и срок их окупаемости на строительство каждой из схем. Питание завода может осуществляться от подстанции АТЭЦ-2 на которой установлены 2

трех обмоточных тр-ра мощностью по 40 МВА Напряжением 110/35/10 кВ. Трансформаторы работают отдельно. Расстояние от ПС АТЭЦ-2 до завода 6,3 км. Так же на ПС АТЭЦ-2 имеется свободная ячейки 110 кВ Стоимость электроэнергии в Алматы области 14,0 тенге за 1 кВт×ч, но учитывая что завод подключен без посредников, через региональную сетевую компанию, в результате стоимость электроэнергии составит 3,8 тг за 1 кВт×ч.

6.1 Цели разработки проекта

6.1.1 Цель разработки проекта: строительство подстанции 110/10,5 кВ и прилегающих к ней сетей 110 и 10,5 кВ.

Строящаяся подстанция предназначена для реализации электроэнергии заводу по переработки нефти данного района со стороны 10,5 кВ.

Сооружение ЛЭП 110 и 10,5 кВ предполагается с использованием железобетонных опор.

Для строительства заводской подстанции, передачи электроэнергии от п/ст до моего завода по тарифу, создается АО «Инструмент», чтобы создать конкуренцию на розничном рынке по передаче электроэнергии.

Целью создания АО «ИНСТРУМЕНТ» – получение прибыли от передачи электроэнергии с шин подстанции до потребителя, и участия в торговой системе.

6.1.2 Анализ рынка сбыта

В связи с выявленным дефицитом в энергоснабжении потребителей, предполагается, что сооружение ЛЭП-10кВ позволит АО «ИНСТРУМЕНТ» реализовать электроэнергию заводу.

Энергетический эффект от развития сети 110 кВ будет характеризоваться дополнительной подачей электроэнергии заводу по переработки нефти, при выходе завода на полную мощность.

Расчетный период принят 30 лет.

6.1.3 Тарифы на электроэнергию

Так как АО «ИНСТРУМЕНТ» занимается энергообеспечением. Поэтому оценка результатов производственной деятельности образуется от продажи выработанной электроэнергии на объект.

Для стоимостной оценки результата используются действующие цены и тарифы $T=10,8$ тенге за 1 кВт ч.

6.3 Расчет технико-экономических показателей подстанции

6.3.1 Определение капитальных вложений в строительство подстанции.

Капиталовложения в подстанцию определяются по приведенным в справочнике укрупненным показателям стоимости суммированием следующих составляющих

- РУ 110 и 6,3 кВ;
- трансформаторы ТДН-10000-110/6,3;
- постоянная часть затрат.

Капитальные затраты на сооружение подстанции определяются составом оборудования и включают в себя капиталовложения в РУ 110 кВ; капиталовложения в РУ 10 кВ; капиталовложения в трансформаторы; капиталовложения на постоянные затраты.

Расчетная стоимость ячеек РУ учитывает стоимость выключателей, разъединителей, трансформаторов тока и напряжения, ОПН, аппаратуры управления, сигнализации, РЗ и А, контрольных кабелей, ошиновки, строительных конструкций и фундаментов, а также соответствующих строительно-монтажных работ.

Расчетная стоимость трансформаторов включает затраты на ошиновку, шинопроводы, грозозащиту, заземление, контрольные кабели, РЗ и А, строительные конструкции и строительно-монтажные работы.

Показатели постоянной части затрат по подстанции учитывают полную расчетную стоимость подготовки и благоустройства территории, общеподстанционного пункта управления, устройств расхода на собственные нужды, аккумуляторной батареи, компрессорной, подъездных и внутриплощадочных дорог, средств связи и телемеханики, маслохозяйства, водопровода, канализации, наружного освещения и прочих общеподстанционных элементов.

Таблица 6.1 Капиталовложения в подстанцию

Оборудование	Число элементов оборудования	Цена единицы оборудования, тенге.	Общая стоимость, тенге.
Трансформаторы ГПП	2	95 830 000	191 660 000
Высоковольтные выключатели	3	15 713 000	47 140 000
Ячейки КРУ	14	800 000	11 200 000
Итого: 250 000 000 тенге			

6.3.2 Определение капитальных вложений в строительство прилегающих сетей.

Стоимость сооружения ЛЭП определяется основными ее параметрами: напряжением, типом опор, маркой проводов и конструкцией фазы, районом строительства, характеристикой трассы и климатическими условиями и рассчитывается по выражению:

$$K_{\text{ЛЭП}} = k_{\text{уд}} \cdot L \quad (6.2)$$

где $K_{\text{уд},i}$ - удельные показатели стоимости 1 км линии, соответствующие уровню напряжения и количеству цепей, а также учитывающий определенные условия прохождения трассы (по равнине, лес - не более 10% от длины трассы, доставка грузов до трассы - не более 20 км и развозка оборудования по трассе - не более 10 км);

$L = 5,5 \text{ км}$ - длина линии;

Все расчеты капиталовложения по линиям электропередач сводятся в таблицу 6.2.

Т а б л и ц а 6 . 2 – Капитальные вложения в ЛЭП

Линия	Общая длина линии, км	Стоимость одного км. длины линии, млн.тенге.	Общая стоимость линии, млн. тенге (с учетом строительных работ, оборудования)
ВЛ 110 кВ	5,5	10	55
Итого:			55

Общие капитальные вложения в строительство энергообъекта составят

$$K_{\text{ЭС}} = K_{\text{п/ст}} + K_{\text{ЛЭП}} = 250 + 55 = 305 \text{ млн. тенге}$$

6.3.3 Определение ежегодных издержек производства.

Издержки производства п/ст и прилегающих сетей связаны с затратами на содержание подстанции, распределительных устройств и линий электропередач.

Кроме того, передача и распределение электроэнергии связаны с частичной потерей ее при транспортировке по линиям электропередач и трансформации. Поскольку такие потери связаны с процессом передачи, то их стоимость включается в состав ежегодных издержек:

$$I_{\text{перед}} = I_{\text{экс}} + I_{\text{пот}}, \quad (6.3)$$

где $I_{\text{экс}}$ - суммарные затраты электросетевых хозяйств энергосистемы на ремонтно-эксплуатационное обслуживание сетей, тенге/год;

$I_{\text{пот}}$ - суммарная стоимость потерь в сетях системы, тенге./год.

6.3.1 Расчет затрат электросетевых хозяйств на ремонтно-эксплуатационное обслуживание сетей определяется по укрупненным показателям

:

Таблица 6.3 Эксплуатационные издержки по подстанции

Элемент оборудования	Кап.вложения, тенге.	$\alpha_{\text{ам}}, \%$	$\alpha_{\text{об}}, \%$	$I_{\text{ам}},$ тенге/год	$I_{\text{обсл}},$ тенге/год	$I_{\text{экспл}},$ тенге/год
Трансформаторы ГПП	191 660 000	6	3	11499600	5749800	17249400
Высоковольтные выключатели	47 140 000	6	3	2828400	1414200	4242600
Ячейки КРУ	11 200 000	6	3	672000	336000	1008000
Итого:				15000000	7500000	22500000

Таблица 6.4 Эксплуатационные издержки передачи эл.энергии.

Элемент	Кап.вложения, тенге.	$\alpha_{\text{ам}}, \%$	$\alpha_{\text{об}}, \%$	$I_{\text{ам}},$ тенге/год	$I_{\text{обсл}},$ млн. тенге/год	$I_{\text{экспл}},$ млн. тенге/год
ВЛ 110кВ	55 000 000	3	6	3300000	1650000	4950000
Итого:				3300000	1650000	4950000

Эксплуатационные издержки

$$\text{ЛЭП } I_{\text{экс}} = I_{\text{ам}} + I_{\text{обл/рем.}} = (15000000 + 7500000) = 22500000 \text{ тенге/год}$$

$$\text{ПС } I_{\text{экс}} = I_{\text{ам}} + I_{\text{обл/рем.}} = (3300000 + 1650000) = 4950000 \text{ тенге/год} \quad (6.4)$$

$$I_{\text{экс}} = I_{\text{ам}} + I_{\text{обл/рем.}} = (22500000 + 4950000) = 27,55 \text{ млн тенге/год}$$

$$I_{\text{ам}} = (15000000 + 3300000) = 18,3 \text{ млн тенге/год} \quad (6.5)$$

6.3.2 Определение издержек, связанных с потерями энергии

Издержки на потерю энергии рассчитываются по выражению:

$$I_{\text{пот}} = \Delta \mathcal{E} \cdot \mathcal{C}_{\text{пот}} \cdot K_{\text{цен.}} = 239 \cdot 4,5 = 1075,5 \quad \text{млн. тенге} \quad (6.6)$$

где $\Delta \mathcal{E}$ - величина потерь энергии;

$\mathcal{C}_{\text{пот}}$ - стоимость 1 кВт-ч потерянной энергии = 4,5 тенге.

Годовые потери энергии в ЛЭП:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta P_{\text{кор}} \cdot 8760 + \Delta P_{\text{max}} \cdot \tau = 0,44 \cdot 8760 + 32691 \cdot 7305,84 = 239 \text{ млн. кВтч}$$

(6.7)

где $\Delta P_{\text{кор}}$ - среднегодовые потери мощности на корону;

ΔP_{max} - потери мощности при максимальной нагрузке ;

τ - годовое время максимальных потерь = 7305,84ч.

Потери мощности на корону определяются по выражению:

$$\Delta P_{\text{кор}} = p_{\text{уд.кор.}} \cdot L = 0,08 \cdot 5,5 = 0,44 \text{ кВт.} \quad (6.8)$$

где $P_{\text{уд.кор.}}$ - потери мощности на корону на 1 км длины ЛЭП 110-500 кВ = 0,08.

L- длина ЛЭП = 5,5км.

Потери мощности при максимальной нагрузке определяются по выражению:

$$\Delta P_{\text{max}} = \frac{S_{\text{max}}^2}{U^2} \cdot \rho \cdot \alpha \cdot L = \frac{13552,22^2}{115^2} \cdot 0,428 \cdot 1 \cdot 5,5 = 32691 \text{ кВт} \quad (6.9)$$

где S_{max} - мощность, передаваемая по ЛЭП при максимальной нагрузке = 13552,22 кВА;

U - напряжение линии = 110 кВ;

ρ - удельное активное сопротивление линии 10-500 кВ = 0,428 Ом/км;

α - коэффициент, учитывающий изменение сопротивления линии при температуре, отличной от 20 С°;

L - длина линии = 5,5км.

Годовое время максимальных потерь, потери энергии в автотрансформаторах и удельные затраты на возмещение потерь электроэнергии рассчитываются для выбранного оборудования.

$$I_{\text{перед}} = 27,55 + 1075,5 = 1103,05 \text{ млн. тенге}$$

6.3.4 Расчет себестоимости и прибыли

Тариф на электроэнергию:

T = 10,8 тенге/кВтч – тариф за электроэнергию

АО «ИНСТРУМЕНТ» заключает договоры по поставке электроэнергии со следующими поставщиками:

$T_{\text{гор.сети (РЭК)}} = 4 \text{ тенге/кВтч}$ – тариф за передачу электроэнергии городским сетям или РЭК

$T_{\text{эпо}} = 4,2 \text{ тенге/кВтч}$ – тариф за электроэнергию, установленный энергопроизводящей организацией;

$T_{\text{НЭС}} = 1 \text{ тенге/кВтч}$ – тариф на услуги по передаче электроэнергии по национальным электрическим сетям .

АО «ИНСТРУМЕНТ» может получить прибыль по двум составляющим:

а) услуга за передачу электроэнергии
б) по виду деятельности (т.е. АО «ИНСТРУМЕНТ» выступает в виде гарантированного поставщика электроэнергии предприятию)

а) Услуга за передачу электроэнергии

Себестоимость передачи электроэнергии:

$$S = \frac{И_{\text{экс}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} = \frac{27,55}{78,329} = 0,4 \text{ тенге/кВт*ч}$$

где $\mathcal{E}_{\text{год}} = 13054,86 \times 6000 = 78,329$ млн. кВт* ч – годовое энергопотребление предприятия

- Прибыль по первому виду деятельности АО «ИНСТРУМЕНТ» составят:

$$0,4 \times 78,329 = 34,5 \text{ млн. тенге}$$

б) Вид деятельности

Выручка от прогнозируемого объема передачи электроэнергии заводу по переработки нефти АО «ИНСТРУМЕНТ» составит

$$V_{\text{АО «Инструмент»}} = T \times \mathcal{E}_{\text{год}} = 10,8 \times 78,329 = 845,95 \text{ млн. тенге}$$

Из прогнозируемой выручки АО «ИНСТРУМЕНТ» произведет следующие выплаты:

- Выплаты городским сетям за передачу электроэнергии составят:

$$4 \times 78,329 = 313,3 \text{ млн. тенге}$$

- Выплаты национальным электрическим сетям составят:

$$1 \times 78,329 = 78,329 \text{ млн. тенге}$$

- Выплаты энергопроизводящим предприятиям составят:

$$4,2 \times 78,329 = 328,98 \text{ млн. тенге}$$

Остаток из прогнозируемой выручки за передачу электроэнергии составит:

$$V_p = 845,95 - 313,3 - 78,329 - 328,98 = 125,34 \text{ млн. тенге}$$

Прибыль при этом будет равна:

$$П = V_p - \text{И}_{\text{экс}} = 125,34 - 27,5 = 97,84 \text{ млн. тенге}$$

Чистая прибыль за вычетом налога 20% составит:

$$\text{ЧП}_p = П(1 - 0,2) = 97,84 \times 0,8 = 78,272 \text{ млн. тенге}$$

Расчеты эффективности обычно базируются на нулевом или первом году реализации инвестиционного проекта. Величины инвестиций и денежных потоков рассматриваются как годовые величины.

Система оценок делится на две группы:

1. Дисконтированные оценки или временные оценки. Они включают в себя:

a) ЧПС (NPV) - чистая приведенная стоимость (чистый приведенный эффект, чистый приведенный доход, чистая приведенная прибыль);

b) ИРИ (PI) - индекс рентабельности инвестиций;

c) ВНП (IRR) - внутренняя норма прибыли (внутренняя норма доходности. Норма окупаемости);

d) МВНП (MIRR) - модифицированная норма прибыли

e) ДСОИ (DPP) - дисконтированный срок окупаемости инвестиций;

2. Простые оценки:

f) СОИ (PP) - срок окупаемости инвестиций;

g) КЭИ (ARR) - коэффициент эффективности инвестиций.

Необходимость использования всех методов оценки вызвана тем, что оценки по различным методам могут иметь противоречивый характер. Сравнивая оценки инвестиций по различным методам мы можем сделать выводы о приемлемости того или иного проекта.

Срок окупаемости сооружаемой подстанции и ЛЭП для АО составит:

$$PP = \frac{\sum K_{n/cm, ЛЭП}}{V_p} = \frac{305}{39,86} = 4,6 \text{ года.} \quad (6.16)$$

Определение NPV (чистой текущей стоимости).

Для определения NPV, необходимо спрогнозировать величину финансовых потоков в каждый год проекта, а затем привести их к общему

знаменателю, для сравнения во времени. То есть NPV – это разница между суммой денежных поступлений порождаемых реализацией проекта и дисконтированных текущих стоимостей и всех затрат необходимых для реализации этого проекта.

6.4 Расчет чистой приведенной стоимости определяется:

Формула чистой приведенной стоимости:

$$NPV = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0, \quad (6.17)$$

$$CF = I_{ам+} ЧПр = 18,3 + 78,3 = 96,6$$

где CF=96,6 – ежегодные денежные поступления;

n - годы реализации проекта;

I₀=305 - полные суммарные инвестиции;

r=10% – процентная ставка

Т а б л и ц а 6 . 3 – Результаты расчета чистой текущей стоимости

Годы	CF, млн. тенге	$\frac{1}{(1+r)^n}$	Текущая стоимость
0	-305		
1	96,6	0,909	-208
2	96,6	0,826	-111,4
3	96,6	0,751	-14,8
4	96,6	0,683	81,8
			NPV=81,8

Проектируемый энергообъект можем охарактеризовать следующими технико-экономическими показателями:

Т а б л и ц а 6 . 4 – Техничко-экономические показатели энергообъекта

Техничко-экономические показатели	Кол-во, ед. изм.
• установленная мощность	20 МВА
• число часов использования максимальной нагрузки	6000 ч
• годовой объем переданной электроэнергии	78,329 млн. кВт* ч
• суммарные капиталовложения	305 млн. тенге
• полная себестоимость передачи электроэнергии	0,45 тенге/кВт*ч.
• срок окупаемости	3,6 года.

Из экономического расчета следует ,что срок окупаемости моего объекта составит около четырех лет, а с учетом дисконтирования 4 года.

7 Безопасность жизнедеятельности

Анализ условий труда в ремонтно-механическом цехе.

Улучшение условия труда на производстве связано с решением таких социально-экономических задач, как повышение производительности труда, повышение его качества, снижение потерь от заболеваемости и травматизма.

В настоящее время основными направлениями решения проблем охраны труда является переход от техники безопасности, обеспечивающий безопасность, безопасной техники.

Научно-технический прогресс приводит к появлению новых материалов и реактивов, новых источников шумов, вибраций, производственных излучений, что приводит к необходимости разработки принципиально новых средств защиты. На смену проблем физических перегрузок приходят проблемы нервно-психологических перегрузок человека-оператора, воспринимающего большей объем информации, который может превышать величину, возможную для восприятия и анализа, что может привести к принятию неверных управленческих решений.

Вредные производственные факторы в кузнечно-прессовом цехе характеризуются:

1. наличием в воздухе производственного помещения вредных токсичных веществ: масляного аэрозоля, сернистого газа, окиси углерода, сероводорода и т.д.
2. значительными выделениями теплоты, передаваемой излучением и конвекцией.
3. повышенным шумом и вибрациями.

Опасность поражения электрическим током возникает при использовании печей. При индукционном нагреве средняя мощность, передаваемая от генератора к индуктору в кузнечно-прессовом цехе, составляет 75 кВт на напряжение до 1000 В, частота 2500 Гц.

Питание силовых и осветительных электроприемников осуществляется при напряжении 380/220 В от общих трансформаторов с глухо-заземленной нейтралью отдельными силовыми и осветительными линиями.

В соответствии со СНиП II-90-81, СНиП II-2-80 СН 463-74, кузнечно-прессовые цеха по пожарной опасности относятся в основном к категории Г и имеют II степень огнестойкости здания.

На всех предприятиях создаются здоровые и безопасные условия труда, устанавливаются правовые основы регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками, а также

создаются условия труда, соответствующие требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

На обслуживающий персонал ремонтно-механического цеха оказывают воздействие следующие факторы, такие как: температура, влажность, тепловое излучение, шум, запыленность, вибрация.

Все эти факторы в свою очередь являются источниками опасности и вредных факторов. Нередко на рабочих местах не соблюдаются ПДК и ПДН, что в свою очередь ведет к травматизму.

Рассмотрим факторы, оказывающие определенное влияние на рабочий персонал.

Освещение

В ремонтно-механическом цехе имеет место, локализованное освещение которое предусмотрено при выполнении на участках цеха различных по характеру работ или при наличии затеняющего оборудования. Во время работы в цехе применяются светильники общего освещения с лампами накаливания на напряжение до 36В. На ремонтных площадках располагают светильники на высоте не менее 2,5 м над рабочими местами.

Микроклимат

На рабочих ремонтно-механического цеха оказывают влияние следующие параметры: температура воздуха в помещении, °С; относительная влажность воздуха, %; подвижность воздуха, м/с; тепловое излучение, Вт/м². Эти параметры отдельно и в комплексе влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Меры защиты от теплового излучения, которые имеют особое значение в цехе, можно разделить на следующий четыре группы: устраняющие источник тепловыделений; защищающие от теплового излучения; облегчающие теплоотдачу тела человека и меры индивидуальной защиты.

Борьба с неблагоприятным влиянием производственного микроклимата осуществляется с использованием технологических (замена старых и внедрение новых технологических процессов и оборудования, автоматизация и механизация процессов, дистанционное управление), санитарно-технических (средства локализации тепловыделений и теплоизоляции) и медико-профилактических мероприятий.

Эффективными средствами снижения тепловыделений являются: покрытие нагреваемых поверхностей теплоизоляционными материалами; герметизация оборудования; применение отражательных, теплопоглощающих и теплоотводящих экранов; устройство вентиляционных систем; использование индивидуальных средств защиты.

Вредные вещества в воздухе рабочей зоны

Защита от вредных веществ осуществляется мероприятиями, которые в ряде случаев следует применять комплексно. Основные из них:

автоматизация и механизация процессов, сопровождающихся выделением вредных веществ; совершенствование технологических процессов и их

рационализация (замена вредных веществ безвредными, отказ от применения пылящих материалов, переход с твердого топлива на газообразное и пр.); совершенствование конструкций оборудования, при которых исключаются или резко уменьшаются вредные выделения в окружающую среду, что возможно, например, при герметизации; применение газопылеулавливающего оборудования.

Защита от вредных газо-, паро- и пылевыведений предусматривает устройство местной вытяжной вентиляции для отсоса ядовитых веществ непосредственно от мест их образования.

В дополнения к общим защитным средствам применяются индивидуальные средства защиты. При работе с ядовитыми и загрязненными веществами пользуются спецодеждой – комбинезонами, халатами, фартуками и пр; для защиты от щелочей и кислот – резиновой обувью и перчатками. Для защиты кожи рук, лица, шеи применяют защитные пасты: антитоксические, маслоустойчивые, водоустойчивые. Глаза от возможных ожогов и раздражений защищают очками с герметичной оправой, масками и шлемами.

Дыхательные органы защищают фильтрующими и изолирующими приборами (респираторы, противогазы).

Производственный шум

Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное воздействие на организм человека. При длительном воздействии шума на организм человека происходят нежелательные явления: снижается острота зрения, слуха, повышается кровяное давление, понижается внимание. Сильный продолжительный шум может быть причиной функциональных изменений сердечно-сосудистой и нервной систем.

Основные мероприятия по борьбе с шумом – это технические мероприятия, которые проводятся по трем главным направлениям: устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике; ослабление шума на путях передачи; непосредственная защита работающих в цехе.

Наиболее эффективным средством снижения шума является замена шумных технологических операций на малошумные или полностью бесшумные. Однако этот метод борьбы с шумом в котельном цехе не всегда возможен, поэтому большое значение имеет снижение его в источнике. Снижение шума в источнике достигается путем совершенствования конструкции или схемы той части оборудования, которая производит шум, использования в конструкции материалов с пониженными акустическими свойствами, оборудования на источнике шума дополнительного звукоизолирующего устройства или ограждения, расположенного по возможности ближе к источнику.

Создаваемые технологическим оборудованием шумы могут возникают при различных процессах: механических (соударения, вибрации, трение),

аэродинамических (нестационарные процессы в газах, при истечении сжатого воздуха или газа, при горении жидкого или распыленного топлива в форсунках и др.), гидродинамических (истечение жидкости) и электромагнитных (переменные магнитные поля в электрооборудовании).

Значительный эффект снижения шума от оборудования дает применение акустических экранов, отгораживающих шумный механизм от рабочего места или зоны обслуживания машины.

Применение звукопоглощающих облицовок для отделки потолка и стен шумных помещений приводит к изменению спектра шума в сторону более низких частот, что даже при относительно небольшом снижении уровня значительно улучшает условия труда.

Учитывая, что с помощью технических средств не всегда возможно решить проблему снижения уровня шума в цехе, большое внимание уделяется применению средств индивидуальной защиты (наушники, вкладыши).

7.1 Разработка мероприятий по снижению шума в кузнечно-прессовом цехе.

Кузнечно-прессовое оборудование относится к машинам ударного действия, при работе которых возникает импульсный шум, причем его уровень на рабочих местах превышает допустимый.

В кузнечно-прессовом цехе размером 50×45×9 м 10 прессов кривошипных, 2 обдирочно-шлифовальных станка, 2 сверлильных станка, 3 токарно-винторезных станка, 5 прессов фрикционных, 8 прессов холодного выдавливания. Данные по уровням шума показаны в таблице. Спектр шума станков имеет максимум в диапазоне частот 500-2000 Гц.

Таблица 7.1

№	Оборудование	Кол-во	Уровень шума дБ L _p		
			500	1000	2000
1	Сверлильный станок	2	102	110	
2	Обдирочно-шлифовальных станок	2	100	106	
3	Токарно-винторезных станок	3	98	102	
4	Пресс кривошипный	10	95	96	
5	Пресс фрикционный	5	95	100	
6	Пресс холодного выдавливания	8	99	97	

Произведем расчет уровней звукового давления в расчетной точке РТ, которая расположена между станками, на высоте 1,5 м. Максимальный размер любого из рассматриваемых источников шума: L_{макс}=1,4 м.

Октавные уровни звукового давления в РТ определяем по формуле

$$L=10*\lg\Sigma\left[\frac{\Delta_i \times \alpha_i \times \Phi_i}{S_i} + \frac{4 \times \Psi}{V} \times \Sigma \Delta_i \right]$$

Где: $\Delta_i=10^{0,1Lp_i}$;

Lp_i - октавный уровень звуковой мощности i -го источника шума;
 α_i - коэффициент, учитывающий влияние акустического поля и принимаем в зависимости от отношения расстояния между акустическим центром источника и расчетной точки к максимальным габаритным размерам $L_{\text{МАКС}}$ источникам шума, определяется по графику;

Φ_i - фактор направленности i -го источника шума;

S_i - площадь воображаемой поверхности;

V - постоянная помещения;

$V=V_{1000} \times \mu$,

V_{1000} - постоянная помещения на среднегеометрической частоте 1000 Гц, определяемая в зависимости от типа и объема помещения;

μ - частотный множитель;

Ψ - коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении;

m - количество источников шума ближайших к расчетной точке (для которых $r \leq 4 \times r_{\text{МИН}}$);

$r_{\text{МИН}}$ - расстояние от расчетной точки до акустического центра ближайшего к ней источника шума;

n - общее количество источников шума в помещении.

Источники установлены на полу, поэтому принимаем для них $\Phi_i=\Phi=2$.

Расстояние от РТ до акустического центра ближайшего источника $r_1=r_2=r_3=r_4=r_{\text{МИН}}=5,7$ м. Следовательно, для всех источников выполняется условие $2 \times L_{\text{МАКС}} < r_i$ и поэтому можно принять: $S_i=2 \times \pi \times r_i^2$

Все расчетные данные сводим в таблицу.

$r_5=r_6=r_7=r_8=11,4$ м; $r_9=r_{10}=r_{11}=r_{12}=18$ м; $r_{17}=r_{18}=22$ м; $r_{13}=r_{14}=14$ м; $r_{15}=r_{16}=17$ м; $r_{19}=r_{20}=22,7$ м.

№	Величина	Единицы измерения.	Среднегармоническая частота, Гц
1.	Δ_1		10^{11}
2.	Δ_2		$3,98 \times 10^{10}$
3.	Δ_3		$1,58 \times 10^{10}$
4.	Δ_4		$3,98 \times 10^9$
5.	Δ_5		10^{10}
6.	Δ_6		5×10^{10}
7.	$S_1=S_2=S_3=S_4$	м^2	204

8.	$S_5=S_6=S_7=S_8$	M^2	816
9.	$S_9=S_{10}=S_{11}=S_{12}$	M^2	2035
10.	$S_{13}=S_{14}$	M^2	1231
11.	$S_{15}=S_{16}$	M^2	1815
12.	$S_{17}=S_{18}$	M^2	3039
13.	$S_{19}=S_{20}$	M^2	3236
14.	$\Delta_1/S_{1,3}$		$1,9 \times 10^7$
15.	Δ_3/S_4		$7,7 \times 10^7$
16.	Δ_3/S_7		$1,9 \times 10^7$
17.	Δ_3/S_{11}		$7,7 \times 10^7$
18.	$\Delta_4/S_{6,8}$		$2,5 \times 10^8$
19.	$\Delta_4/S_{10,11}$		$1,9 \times 10^6$
20.	Δ_2/S_5		$4,8 \times 10^7$
21.	Δ_2/S_9		$1,9 \times 10^7$
22.	$\Delta_5/S_{13,14}$		$4,3 \times 10^7$
23.	$\Delta_5/S_{15,16}$		$5,5 \times 10^6$
24.	Δ_5/S_{17}		$3,3 \times 10^6$
25.	Δ_6/S_{18}		$1,64 \times 10^6$
26.	$\Delta_6/S_{19,20}$		$1,5 \times 10^6$
27.	$B_{1000}=V/20$	M^2	1012,5
28.	$V=50 \times 45 \times 9$	M^3	20250
29.	μ		1
30.	B	M^2	1012,5
31.	Ψ		0,87
32.	$\Phi_i=\Phi$		2
33.	$\alpha_i=\alpha=1$		1
34.	$m=20$		
35.	$n=30$		
36.	$L_{p1}+10\lg 2$	дБ	113
37.	$L_{p2}+10\lg 2$	дБ	106
38.	$L_{p3}+10\lg 2$	дБ	107
39.	$L_{p4}+10\lg 2$	дБ	106
40.	$L_{p5}+10\lg 2$	дБ	107
41.	$L_{p6}+10\lg 2$	дБ	106
42.	$\Sigma \times (\Delta_i \times \alpha_i \times \Phi_i) / S_i$		$1,67 \times 10^9$
43.	$\Sigma \Delta_i$		$4,2 \times 10^{11}$
44.	$(4 \times \Psi / B) \times \Sigma \Delta_i$		$1,44 \times 10^9$
45.	L	дБ	95
46.	$L_{доп}$	дБ	80

Из расчетов видно, что уровень звукового давления в РТ превышает допустимый уровень ($L > L_{\text{доп}}$).

Рассчитаем требуемое снижение шума:

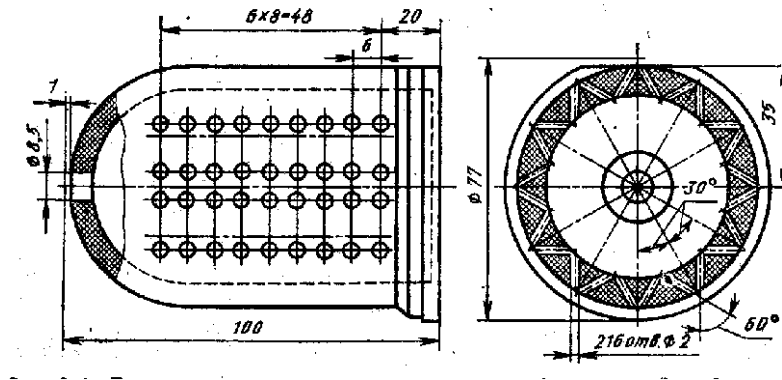
$$\Delta L_{\text{тр}} = L - L_{\text{доп}} = 95 - 80 = 15 \text{ дБ}$$

Разработка мер защиты от шума.

Для этого используют организационные, технические и медико-профилактические мероприятия. К организационным мероприятиям относятся рациональное размещение производственных участков, оборудования и рабочих мест, постоянный контроль режима труда и отдыха работников, ограничение применения оборудования и использования рабочих мест, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям.

Технические мероприятия позволяют значительно снизить воздействию этих факторов на работающих. При конструировании оборудования следует стремиться к снижению уровня шума и вибрации в самом источнике их образования. Это осуществляется заменой ударных воздействия без ударными, использованием гибких связей, малошумящих материалов, установкой оборудования на виброгасящих основаниях. Немаловажное значение имеет техническое обслуживание оборудования, замена изношенных деталей, устранение перекосов и биений.

- Устанавливаем автоматический режим включения прессы, при котором шум его работы снижается.
- Обеспечение плавности процессов включения. Его можно реализовать, заменив механические (кулачковые) муфты прессов фрикционными, пневматическими.
- Прессы необходимо поддерживать в хорошем техническом состоянии. Чем больше пресс изношен, тем больше люфты во всех звеньях его кинематической цепи и тем больше шум выборки этих муфт как при включении прессы, так и при штамповке.
- Применение специальных глушителей (рисунок приведен ниже).
- Акустическая обработка ограждающих поверхностей помещения, т.е. звукопоглощающая облицовка потолка и стен.



Глушитель шума пневмопереключателя фрикционной муфты сцепления и тормоза прессов.

Расчет площади облицовки:

Требуемое снижение шума $\Delta L=15$ дБ. В качестве материала для облицовки возьмем плиту «Аклипран» толщиной 20 мм. Коэффициент звукопоглощения $\alpha_{\text{обл}}=0,91$.

Найдем средний коэффициент звукопоглощения:

$$\alpha = \frac{V/S_{\text{огр}}}{V/S_{\text{огр}}+1} = \frac{1012,5/6010}{1012,5/6010+1} = 0,14$$

Где: $S_{\text{огр}}$ - площадь ограждающих конструкций = 6010 м²

По справочнику определим требуемое добавочное звукопоглощение $\Delta A_{\text{тр}}=4000$ м³

Тогда площадь обработки:

$$S_{\text{обл}} = \frac{\Delta A_{\text{тр}}}{\alpha_{\text{обл}}} = \frac{4000}{0,9} = 4444 \text{ м}^2$$

Площадь облицовки оказывается меньше площади стен и потолка, поэтому мы справились с поставленной задачей.

7.2. Электробезопасность.

Зануление служит для защиты от повреждения электрическим током при повреждении изоляции проводов электроустановок.

Зануление следует выполнять в сетях до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью или глухозаземленным источником однофазного тока, а также с глухозаземленной средней точкой в трех проводных сетях постоянного тока при напряжениях 380 В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока – во всех электроустановках, а при напряжении 42 В переменного тока и 100 В постоянного тока – помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках. При напряжении 42 В переменного и 110 В постоянного тока подлежат занулению металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей и проводов, проложенных на общих металлических конструкциях, в том числе в общих трубах, коробах, лотках и т.д., в месте с кабелями и проводами, металлические оболочки и броня которых занулены.

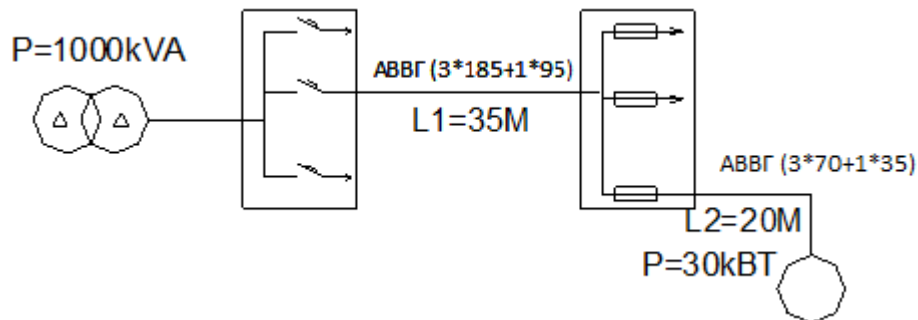
Во взрывоопасных зонах любого класса подлежат занулению электроустановки при всех напряжениях переменного и постоянного тока.

К частям, подлежащим занулению, относятся корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов выключателей светильников и т.п.

Расчет зануления.

а) Исходные данные:

1. напряжение сети - 0,4 кВ.
 2. мощность трансформатора - 1000 кВА.
 3. мощность электроприемника – 30 кВт.
 4. ток нагрузки силового пункта $I_H=66,6$ А.
 5. длина кабеля от ТП до ШРА $L_1=35$ м.
 6. длина кабеля от ШРА до электроприемника $L_2=20$ м
- б) Схема замещения.



в) Определение токов нагрузки и выбор аппаратов защиты:

$$I_{дв} = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_H \times \cos\phi} = \frac{30000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,8} = 54,2 \text{ A}$$

$$I_{рпв} = \frac{K_{п} \times I_{дв}}{K_{т}} = \frac{6 \times 54,2}{2,5} = 130 \text{ A}$$

Где $K_{п}$ – кратность пускового тока;

$K_{т}$ – коэффициент, учитывающий условия пуска электродвигателя.

$I_{нпв}=150$ А

$I_{нсп}=260$ А. Установка автомата на ТП.

$I_{на}=260$ А

г) Определение активных и индуктивных элементов цепи.

$Z_{тр}=0,082$ Ом – справочное данное для трансформатора.

Сопротивление фазных (R_{ϕ_1}, R_{ϕ_2}) и нулевого защитного проводника ($R_{нл}$) определяется по известной формуле

$$R = \frac{\rho * l}{S}$$

Где S -сечение проводника в mm^2

ρ - удельное сопротивление алюминиевого проводника 0,28 Ом
 mm^2 / M

l - длина проводника, м.

$$R_{\phi 1} = 0,028 \times \frac{35}{185} = 5,3 \times 10^{-3} \text{ Ом}$$

$$R_{\phi 2} = 0,028 \times \frac{20}{70} = 8,0 \times 10^{-3} \text{ Ом}$$

$$R_{n1} = 0,028 * \frac{35}{95} = 1,03 * 10^{-2} \text{ Ом}$$

Внутреннее индуктивное и активное сопротивление стальной трубы диаметром 50 мм , длиной 20 м определяем по таблице;

$$S_{TP} = 1242 mm^2 ; I'_k = 3 * 150 = 450 \text{ А}$$

$$\text{Плотность тока } i = \frac{I'_k}{S_{TP}} = \frac{450}{1242} = 0,36 \frac{A}{mm^2}$$

$$r_w = 1,07 \text{ Ом/км} ; X = 0,64 \text{ Ом/км};$$

$$R_{n2} = r_w * l_2 = 1,07 * 0,02 = 0,021 \text{ Ом};$$

$$X_{n2} = X * l_2 = 0,64 * 0,02 = 0,013 \text{ Ом};$$

Величины внутренних индуктивных сопротивлений X_{ϕ} и X_n алюминиевых проводников сравнительно малы , поэтому ими можно пренебречь.

Величина внешнего индуктивного сопротивления X_n -на единицу петли фаза-ноль определяется из формулы для двухпроводной линии с проводами круглого сечения.

$$X_n = \omega * L = \omega * \frac{\mu_0 l}{\pi} \ln \frac{d}{r} \text{ Ом/м}$$

где ω – угловая частота;

L -индуктивность линии;

l – длина линии в м;

d – расстояние между проводниками, м;

r – радиус проводника, м;

Но так как существуют специальные таблицы, воспользуемся табличным значением $X_n = 0,335 * 10^{-3} \text{ Ом/м}$

$$X_n = 0.335 * 10^{-3} * l ; \text{ Ом}$$

$$X_{n1} = 0.335 * 10^{-3} * 35 = 0.011 ; \text{ Ом}$$

$$X_{n2} = 0.335 * 10^{-3} * 20 = 0.006 ; \text{ Ом}$$

д) Полное сопротивление петли фаза-нуль в действительной форме можно определить по формуле:

$$Z_n = \sqrt{(R_F + R_H)^2 + (X_F + X_H + X_n)^2} = \sqrt{((5.3 + 10.3) * 10^{-3})^2 + (0.011)^2} = 0.019 \text{ Ом}$$

$$Z_{n2} = \sqrt{(R_{F1} + R_{H1} + R_{F2} + R_{H2})^2 + (X_F + X_H + X_n + X_{H2} + X_{n2})^2} = \\ = \sqrt{((5.3 + 8 + 10.3 + 21.0) * 10^{-3})^2 + (0.006 + 0.013 + 0.011)^2} = 0.054 ; \text{ Ом}$$

е) Определение $I_{кз}$.

$$I_{кз1} = \frac{U_\phi}{Z_T/3 + Z_{П1}} = \frac{220}{0,082/3 + 0,019} = 4748 ; \text{ А}$$

$$I_{кз2} = \frac{U_\phi}{Z_T/3 + Z_{П2}} = \frac{220}{0,082/3 + 0,054} = 2705 ; \text{ А}$$

ж) Определение кратности тока.

$$\frac{I_{кз1}}{I_{НА}} = \frac{4748}{66,6} = 71,29$$

$$\frac{I_{кз2}}{I_{НПВ}} = \frac{2705}{150} = 18,03$$

Условие

$$I_{кз} \geq I_{НОМ} * K_a,$$

$$2705 \geq 66.6 * 1.25 = 83.25 ;$$

Где: $K_a = 1,25$

Выполняется.

$$2705 \geq 66.6 * 3 = 199.8$$

Где: $K_{п} = 3$

Выполняется

ж) Определение времени срабатывания аппарата защиты: плавкой вставки – определяется по защитной характеристике плавкой вставки, для автомата берется из справочника.

Для предохранителей типа ПН-2

$\frac{I_{K3}}{I_{НОМ}}$	9	3	2	1,8	1,5	1,4	1,3
t_{CP}	0,1	0,2	0,5	0,7	1	5	10

При $I_{K3}=2705A$, а $I_{нпв}=150 A$ время отключения $<0,1$ с.

Время отключения автоматического выключателя $0,2$ с.

Потенциал корпуса поврежденного оборудования.

$$U_{K1}=I_{K3\ 1}\times Z_{H1}=4748\times 0,0053=25,16\text{ В}$$

$$U_{K2}=I_{K3\ 2}\times Z_{H2}=2705\times 0,008=21,64\text{ В}$$

Ток проходящий через тело человека.

$$I_{h1}=\frac{U_{K1}}{R_h}=\frac{25,16}{1000}=0,025\text{ мА}$$

$$I_{h2}=\frac{U_{K2}}{R_h}=\frac{21,64}{1000}=0,021\text{ мА}$$

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.» такие величины токов являются допустимыми при времени воздействия соответственно $0,1$ и $0,2$ т.е. время срабатывания автоматического выключателя и предохранителя не превышает допустимых величин.

7.3 Расчет санитарно-защитной зоны предприятия и разработка экологического паспорта

Климатические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, приводятся в таблице.

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу.

Расчет категории опасности предприятия производим по формуле:

№	Наименование вещества.	Код вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности.	Выброс веществ.	
					г/сек	т/год
1.	Марганец и его соединения.	0143	0,01	2	0,00013	0,004
2.	Натрия гидроокись.	0150	0,01	1	0,00019	0,006
3.	Азота диоксид.	0301	0,085	2	0,023	0,71
4.	Аммиак.	0303	0,02	4	0,0095	0,3
5.	Азота оксид	0304	0,4	3	0,365	11,52
6.	Водород хлористый.	0316	0,2	2	0,00031	0,01
7.	Кислота серная.	0322	0,3	2	0,0076	0,24
8.	Сажа.	0328	0,15	3	0,022	0,69
9.	Ангидрид сернистый.	0330	0,5	3	0,0062	0,195

$$\text{КОП} = \sum_1^n \left(\frac{M_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{K_i}$$

где M_i - масса выброса i - вещества, т/год;

ПДК_i - среднесуточная ПДК i -вещества, мг/м. куб.

n - количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием;

K_i - коэффициент, зависящий от класса опасности вещества, определяется по таблице

K_i	Класс опасности			
	1	2	3	4
	1,7	1,3	1,0	0,9

$$\begin{aligned} \text{КОП} &= \sum \left\{ \frac{M_i}{\text{ПДК}_i} \right\}_{K_i} = \left\{ \frac{0,004}{0,01} \right\}_{1,3} = \left\{ \frac{0,006}{0,01} \right\}_{1,6} = \\ &= \left\{ \frac{0,712}{0,085} \right\}_{1,3} = \left\{ \frac{0,3}{0,02} \right\}_{0,9} = \left\{ \frac{11,52}{0,4} \right\}_1 = \\ &= \left\{ \frac{0,01}{0,2} \right\}_{1,3} = \left\{ \frac{0,24}{0,3} \right\}_{1,3} = \left\{ \frac{0,69}{0,15} \right\}_1 = \\ &= \left\{ \frac{0,195}{0,5} \right\}_1 = 1,278 \times 10^3 \end{aligned}$$

Рассчитаем санитарно-защитную зону инструментального завода:

$$l = l_0 \cdot \frac{P}{P_0},$$

где l_0 – расстояние, при котором концентрация вредных веществ достигает ПДК; $l_0=300\text{м}$ (КОП=1000-10000, относится к третьей категории); P – среднегодовая повторяемость направлений ветров, %; P_0 – среднегодовая повторяемость направлений ветров одного румба, при восьми румбовой розе ветров $P_0=12,5\%$.

Для Алматинской области

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
$P, \%$	5	6	6	12	15	17	20	19
$l, \text{м}$	120	144	144	288	360	408	480	456

На рисунке 7.1 приведена роза ветров города.

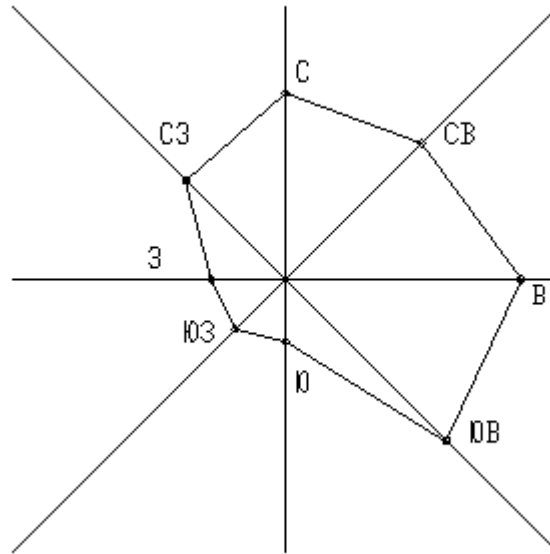


Рисунок Роза ветров города

На рисунке 7.2 приведена схема размещения санитарно-защитной зоны.

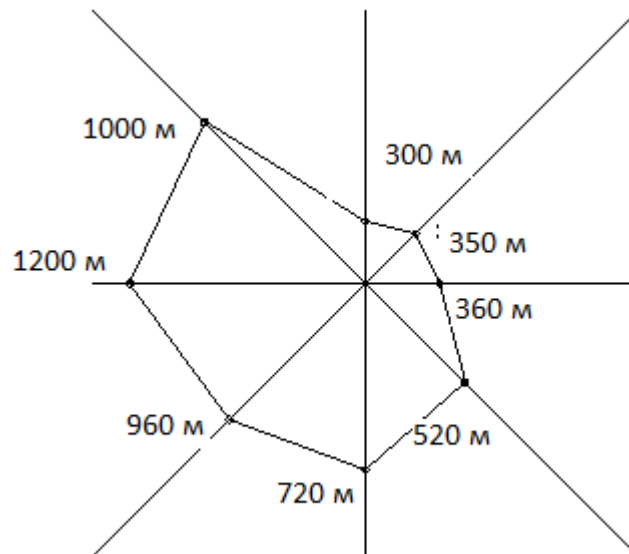


Рисунок схема размещения санитарно-защитной зоны

7.3.4 Выброс автотранспорта предприятия.

№		Количество	Годовые выбросы, т/год						Итого	
			СО	СН	Альди – гиды.	Сажа.	Бенз(а) - пирен	NO _x		SO ₂
1	Автотранспорт предприятия, ед.	20	-	-	-	-	-	-	-	20
2	Расход бензина в год, л/т	$\frac{121875}{87,5}$	36,85	4,03	0,105	0,096	$8,8 \times 10^{-6}$	2,369	0,176	43,64
3	Расход дизтоплива в год, л/т	$\frac{418674,5}{347,5}$	16,33	6,6	1,18	3,197	$48,65 \times 10^{-6}$	11,47	3,47	42,25
4	итого	$\frac{540549,5}{435}$	53,18	10,63	1,285	3,293	$57,45 \times 10^{-6}$	13,839	3,646	105,89

7.4 Расчет высоты трубы кузнечно-прессового цеха .

Расчет производится из условия, чтобы концентрация вредных веществ не превышала предельно допустимых концентраций (ПДК) в приземном слое.

Значения высоты трубы рассчитываются

$$H = \sqrt{\frac{A \times M \times F \times \eta \times m \times h}{(ПДК - Cф) \times \sqrt[3]{V_2 \times \Delta T}}}$$

Где А- коэффициент стратификации атмосферы

А= 200- для Казахстана.

М- выбросы вредных веществ ($M_{NaOH}=0,00019\text{г/с}$; $M_{NO_2}=0.023\text{г/с}$; $M_{NH_3}=0,0095\text{г/с}$; $M_{NO}=0,365\text{г/с}$; $M_{H_2SO_4}$)

η – коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, $\eta=1$.

m и n определяется в зависимости от параметров f, Vm:

$$f = 1000 \times \frac{\omega_0^2 \times D}{H^2 \times \Delta T}; \quad Vm = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_2 \times \Delta T}{H}}$$

Где ω_0 - скорость выхода газо-воздушной смеси; (задается ориентировочно); $\omega_0 \approx 5$ м/с

D- диаметр устья трубы;

V_2 - объем газо-воздушной смеси на трубу.

ΔT - разность между температурой выбрасываемых газов и средней максимальной температурой наружного воздуха: $\Delta T = T_г - T_в = 100 - 28 = 72^\circ\text{C}$

H- высота трубы, принимается ориентировочно: H=10м; D=0,5м;

Cф- фоновая концентрация вредных веществ, характеризующая загрязнение атмосферы, создаваемое другими источниками; Cф=0

$$f = \frac{1000 \times 5^2 \times 0,5}{5^2 \times 72} = 6,94$$

$$f \leq 100$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} = 0,63$$

$$V_2 = \frac{\pi \times \omega_0 \times D^2}{4} = 0,98 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$Vm = 0,65 \sqrt[3]{\frac{0,98 \times 72}{5}} = 1,57$$

$$0,5 \leq Vm \leq 2; \quad n = 0,532 Vm^2 - 2,13 Vm + 3,13 = 1,1$$

F-коэффициент учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе; F=1

Рассчитаем максимальную концентрацию вредных веществ;

$$C_m = \frac{A \times M \times F \times m \times h \times \eta}{H^2 \times \sqrt[3]{V_2 \times \Delta T}}$$

Для натрия гидроокиси ;

$$C_{\text{M}} = \frac{200 \times 0,00019 \times 1 \times 0,63 \times 1,1 \times 1}{10^2 \times \sqrt[3]{0,98 \times 72}} = 6,37 * 10^{-5} \text{ мг / м}^3 \langle \text{ПДК}_{\text{NaOH}} = 0,01 \text{ мг / м}^3$$

Для Азота диоксида;

$$C_{\text{M}} = \frac{200 \times 0,023 \times 1 \times 0,63 \times 1,1 \times 1}{10^2 \times \sqrt[3]{0,98 \times 72}} = 7,714 * 10^{-3} \text{ мг / м}^3 \langle \text{ПДК}_{\text{NO}_2} = 0,085 \text{ мг / м}^3$$

Для аммиака:

$$C_{\text{M}} = \frac{200 \times 0,0095 \times 1 \times 0,63 \times 1,1 \times 1}{10^2 \times \sqrt[3]{0,98 \times 72}} = 3,18 * 10^{-3} \text{ мг / м}^3 \langle \text{ПДК}_{\text{NH}_3} = 0,02 \text{ мг / м}^3$$

Для Азота оксида:

$$C_{\text{M}} = \frac{200 \times 0,365 \times 1 \times 0,63 \times 1,1 \times 1}{10^2 \times \sqrt[3]{0,98 \times 72}} = 0,122 \text{ мг / м}^3 \langle \text{ПДК}_{\text{NO}} = 0,4 \text{ мг / м}^3$$

Для Кислоты серной:

$$C_{\text{M}} = \frac{200 \times 0,0076 \times 1 \times 0,63 \times 1,1 \times 1}{10^2 \times \sqrt[3]{0,98 \times 72}} = 2,55 * 10^{-3} \text{ мг / м}^3 \langle \text{ПДК}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,3 \text{ мг / м}^3$$

Максимальные концентрации не превышают ПДК, значит высота трубы выбрана правильно.

Видное место в системе мероприятий по охране атмосферного воздуха занимают планировочные мероприятия, позволяющие при постоянстве валовых выбросов существенно снизить воздействия окружающей среды на человека. Особое внимание следует уделять выбору площадки для промышленного предприятия и взаимному расположению производственных зданий и жилых массивов. Площадки для строительства промышленных предприятий и жилых массивов выбираются с учетом аэроклиматической характеристики и рельефа местности. Промышленное предприятие должно быть расположено на ровном возвышенном месте, хорошо продуваемом ветрами. Площадка жилой застройки не должна быть выше площадки предприятия, в противном случае преимущество высоких труб для рассеяния промышленных выбросов практически сводится на нет. Взаимное расположение предприятий и населенных пунктов определяется по средней розе ветров теплого периода года. Для данной местности промышленные предприятия, являющиеся источниками выделения вредных веществ в окружающую среду, располагаются за чертой населенных пунктов и с подветренной стороны от жилых массивов, чтобы выбросы уносились в сторону от жилых кварталов. Для максимального ослабления влияния на окружающее население, при производственном загрязнении атмосферного воздуха, территория санитарно-защитной зоны благоустроена и озеленена. Озеленение производится газоустойчивыми породами деревьев и кустарников

Заключение

В ходе выполнения дипломного проекта нами была спроектирована подстанция 110/10 “С”. Был проведен расчет нагрузки по заводу методом упорядочных диаграмм. По заданной нагрузке была выбрана схема питания подстанции посредством двух трансформаторов, мощностью 10 МВ·А.

В процессе разработки проекта выбрано современное оборудование от производителей СНГ и Европы.

Составлена схема замещения для данного региона. Произведен расчёт токов короткого замыкания. По токам короткого замыкания выбрано силовое оборудование подстанции.

В работе рассмотрены вопросы компенсации реактивной мощности и выбор количества и мощности компенсирующих устройств, к которым относятся батареи конденсаторов на низкой стороне и синхронные двигатели, подключенные к шинам 10 кВ. После расчета компенсации реактивной мощности был проведен уточненный расчет нагрузок по заводу.

В экономической части дипломного проекта был разработан бизнес-план и произведен анализ эффективности инвестиций в строительство подстанции. Экономический расчет определил целесообразность данного проекта.

В разделе “Безопасность жизнедеятельности человека” был произведен расчёт освещения и вентиляции релейного зала, а также молниезащиты и заземления подстанции. В результате были выбраны заземлители, рассчитано их количество и расположение их по территории подстанции.

Для расчета данной работы применены ЭВМ и Интернет. Расчет проводился на ПК с применением программ: Microsoft Word, Excel, AutoCAD

Список литературы

- 1) Справочная книга по светотехнике /Под ред. С74 Ю. Б. Айзенберг- М.: Энергоатомиздат, 1995.-473с.,ил.
- 2) Справочная книга для проектирования электрического освещения Под. Ред. Г. М. Кнорринга Л., «Энергия» 1976
- 3) Охрана окружающей среды: Учебн. для техн. опец. вузов/ 0-92. С. В. Белов; Ф. А. Барбинов; А. Ф.Козьяков и др. Под ред. С. В. Белова 2-е изд., испр. и доп. М.; Высш. шк; 1991
- 4) Челноков А. А., Ющенко Л. В. Основы промышленной экологии.-М, 2001
- 5) Экономика и управление в энергетике. Учебное пособие для студ. сред. проф. учеб. заведений/ Под ред. Н. Н. Кожевникова.-М.; Издательский центр «Академия», 2003г.
- 6) Ю.Г.Барыбин « Справочник по проектированию электроснабжения». М.: «Энергоатомиздат», 1990
- 7) Ополева Г.Н. Схемы подстанций электроснабжения: Справочник: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ ИНФА, 2006
- 8) Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для студентов высших учебных заведений/ Б.И.Кудрин. – М. Интеред Инжиниринг, 2005
- 9) Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учебник для проф. учебных заведений. – М.: Высшая школа, 2001
- 10) Правила устройства электроустановок. – Спб.: Издательство ДЕАН, 2001
- 11) Каталог осветительных приборов компании «Световые технологии», 2010
- 12) Безопасность жизнедеятельности. Защита от производственного шума. Методические указания к выполнению дипломного проекта, Алматинский институт энергетике и связи, Алматы, 2009
- 13) Безопасность жизнедеятельности. «Расчет зануления». Методические указания к выпускной работе для студентов – бакалавров всех специальностей и всех форм обучения. Алматы 2011
- 14) Защита от шума. МСН 2.04-03-2005. Алматы 2007
- 15) Экология и безопасность жизнедеятельности. Под редакцией доктора физ.-мат.наук, чл.-корр. РЭА, профессора Л.А.Муравья. Издательство ЮнитиДан, 2000
- 16) Индексы цен в строительстве. Выпуск 55. – М.: КО-ИНВЕСТ, 2006
- 17) СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
- 18) ПУЭ РК 2007
- 19) Сайт: <http://www.kz.abb.com/product/ru/9AAC710000.aspx>
- 20) СНиП Освещение