

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

Институт энергетики и электротехники  
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»  
(наименование кафедры)

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления подготовки)

Режимы работы электрических источников питания,  
подстанций, сетей и систем  
(направленность (профиль))

## МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Проектирование системы электроснабжения ООО «Тольяттинская  
бумажная фабрика» с применением энергосберегающих технологий»

Студент

А.А. Шмыров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

В.А. Шаповалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы д.т.н., профессор В.В. Вахнина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**Допустить к защите**

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

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Тольятти 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	4
1 Анализ и проверка проектной документации объекта ООО «Тольяттинская Бумажная Фабрика».....	7
1.1 Состав производства .....	7
1.2 Технологические решения .....	7
1.3 Автоматизация .....	9
1.4 Системы связи и сигнализации .....	9
1.5 Основные строительные решения .....	10
1.6 Выводы по разделу 1.....	11
2 Разработка системы электроснабжения с учетом энергосберегающих технологий.....	12
2.1 Описание системы электроснабжения .....	12
2.2 Электротехнические показатели .....	15
2.3 Расчет нагрузок предприятия .....	16
2.4 Наружные сети электроснабжения 10/0,4 кВ .....	33
2.5 Расчет токов короткого замыкания .....	35
2.6 Силовое электрооборудование .....	38
2.7 Электроосвещение .....	39
2.8 Защитные меры электробезопасности .....	40
2.9 Молниезащита .....	41
2.10 Альтернативная энергия. Тепло и водоснабжение .....	41
2.11 Выводы по разделу 2.....	44
3 Мероприятия по обеспечению энергетической эффективности здания производства, использования вторичных ресурсов и природоохранные мероприятия .....	45
3.1 Комплексное использование сырья, вторичных энергоресурсов. Отходы производства .....	45
3.2 Технико-экономические показатели проектируемого объекта .....	45

3.3 Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности зданий .....	47
3.4 Выводы по разделу 3.....	64
4 Техничко-экономические обоснование проекта системы электроснабжения с учетом внедрения энергосберегающих мероприятий .....	66
Заключение .....	70
Список используемых источников .....	71
Приложение А. Однолинейная схема КТП 2х2500 кВА 10/0,4 кВ.. ...	74
Приложение Б. План внешних сетей 0,4 кВ .....	75
Приложение В. Однолинейная схема ГРЩ-1 и ГРЩ-2. План расположения ГРЩ.....	76
Приложение Г. План прокладки магистральных сетей. Шинопроводов ШМА-1 2500 А, ШМА-2,3,4 1600А.....	83
Приложение Д. План расположения ШМА в электрощитовой МПО, БДМ. ....	84
Приложение Е. План расположения оборудования. Принципиальная схема. План прокладки силовых сетей 0,4 кВ.....	87
Приложение Ж. План сетей освещения.....	95
Приложение И. Схема прокладки заземления и молниезащиты .....	106
Приложение К Генеральный план расположения производства ООО «ТБФ».....	109

## ВВЕДЕНИЕ

В последнее время уделяется особое внимание к экологии, ресурсосбережению и энергосбережению не только в нашей стране, но и в мире. Одним из направлений является бережное отношение к природе, в частности к лесным массивам. Вторичная переработка макулатуры – отходы всех видов бумаги, картона и т.п. Ведь 1 тонна макулатурного сырья позволяет сэкономить около 4 метров кубических древесины, при этом производство из вторсырья дешевле в 2-4 раза, чем при использовании первичной целлюлозы.

В данной магистерской диссертации рассмотрим основные этапы технологии переработки вторичного сырья, разработаем систему электроснабжения с применением энергосберегающих технологии и совместного использования нескольких видов энергии на базе вводимого в эксплуатацию завода по переработке макулатуры ООО «Тольяттинская Бумажная Фабрика».

Темой магистерской диссертации является «Проектирование системы электроснабжения ООО «Тольяттинская Бумажная Фабрика» с применением энергосберегающих технологий».

Целью магистерской диссертации является разработка проектной документации, существующей схемы электроснабжения. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ и проверка проектной документации объекта ООО «Тольяттинская Бумажная Фабрика».
2. Проектирование системы электроснабжения ООО «Тольяттинская Бумажная Фабрика» с использованием нескольких видов энергии.
3. Техничко-экономическое обоснование с учетом энергосберегающих технологий.

Для решения поставленных задач потребуется ознакомление как с проектной документацией, так и с научно-технической документацией,

основными поставщиками электрооборудования и порядком разработки проектной документации.

От режима работы, технического уровня применяемого оборудования, условий эксплуатации электротехнических установок, паровой системы приводной части бумагоделательной машины, автоматизированного электропривода участвующих в технологическом процессе зависит качество, производительность, себестоимость выпускаемой продукции. От правильно построенной системы электроснабжения, грамотной эксплуатации оборудования существенно зависит результативность работы всего предприятия. Правильные действия специалистов предприятия должны быть направлены на рациональное построение и эксплуатацию системы электроснабжения, расходование и экономию электроэнергии.

Настоящей работой предусматривается изучение капитального строения для размещения в нем технологического оборудования бумагоделательной машины, а также проектирование административно-бытовой встройки, складской зоны и вспомогательных технологических помещений (цех рекуперации, массоподготовки и котельная). В работе рассмотрим технические решения, обеспечивающие промышленную и пожарную безопасность, мероприятия по охране труда, мероприятия по ресурсосбережению и сокращения отрицательного воздействия производства на окружающую среду, применение энергосберегающих технологий применимо к существующей схеме электроснабжения.

«Функциональное назначение проектируемого объекта - это производство бумаги (картона) массой 80-300 г/м<sup>2</sup> из вторичного сырья» [3]. Бумага (картон) — волокнистый материал с минеральными добавками в виде листов для письма, рисования, упаковки и прочего, получаемый из целлюлозы: растений, а также вторсырья (тряпья и макулатуры).

Производственная мощность запроектированного завода позволит покрыть часть потребности в картоне Самарской области.

Проектная мощность завода с реализацией данной проектной документации составит:

- картон (разных видов) – 38 000 т/год.

Таблица 1 - Режим работы проектируемого производства

Количество рабочих дней производства	дней/год	345
Количество рабочих часов в сутки	час/сутки	24
Количество часов работы бумажной машины в сутки	час/сутки	23
Количество смен в сутки	смен/сутки	3

Таблица 2 - Мощность производства

Расчетная мощность производства	т/год	38000
Скорость бумагоделательной машины	м/мин	200
Масса вырабатываемой продукции	г/м <sup>2</sup>	80-300
Расчетная масса бумаги для гофрирования	г/м <sup>2</sup>	140
Расчетная масса картона тест-лайнера	г/м <sup>2</sup>	150
Расчетная масса бумаги для гофрирования	г/м <sup>2</sup>	112
Расчетная производительность машины	т/час	4,78
Расчетная суточная производительность машины	т/сутки	110

Таблица 3 - Принятый композиционный состав по волокну

Бумага для гофрирования – макулатурная масса	%	100
Картон тест-лайнер - макулатурная масса	%	100

# **1 Анализ и проверка проектной документации объекта ООО «Тольяттинская Бумажная Фабрика»**

## **1.1 Состав производства**

Производство состоит из цеха по изготовлению бумажно-целлюлозной массы, картона с установкой в нем бумагоделательной машины (БДМ), складской зоны, встройки административно-бытового назначения, цеха рекуперации, БКТП и котельной.

Проектной документацией предусмотрены технические решения, обеспечивающие промышленную и пожарную безопасность, мероприятия по охране труда, мероприятия по исключению (сокращению) отрицательного воздействия производства на окружающую среду.

## **1.2 Технологические решения**

Цех БДМ (№ по генплану 1)

Цех по производству картона предназначен для размещения технологического оборудования, складской зоны и административно-бытовой части. Основным сырьем и материалами для производства картона является макулатура. Здание, с размерами в осях 102,0м×12,0м, запроектировано одноэтажным, высота до низа фермы 11,2м, производственного назначения; в осях 3-18; А-Б и В-Г располагаются технологические площадки для обслуживания технологического оборудования и установки вспомогательных элементов оборудования (электродвигатели валов и т.д.). В осях 1-3; А-Г предусмотрена двухэтажная встройка с размещением под ней промежуточного склада готовой продукции (на отм. 0.000) и административно-бытовых помещений во встройке (на отм. +7.000).

Планировочное здание делится на три функциональные зоны. В основном объеме размещаются производственные, вспомогательные и технические помещения. Бытовая часть основного корпуса расположена в осях 1-3; А-Г во встройке производственного корпуса, предназначена для размещения в ней бытовых помещений для работающих и кабинетов администрации цеха. Бытовая часть здания - одноэтажная, с размерами в осях 12,0м×12,0м с высотой этажа 3,0м. Класс функциональной пожарной опасности – Ф4.3.

В производственном помещении установлено основное технологическое оборудование для изготовления картона. Класс функциональной пожарной опасности – Ф5.1.

Цех рекуперации (№ по генплану 2).

Цех рекуперации предназначен для размещения в нем вспомогательного оборудования для работы цеха БДМ, а именно:

- системы технологической рекуперации;
- компрессорной станции;
- приточной системы общеобменной вентиляции;
- помещения клапанов автоматической системы пожаротушения.

Здание двухэтажное, с высотой до низа балок 8,8-10 м (высота переменная).

Здание размерами в осях 11,5х24 м.

Технологическая котельная (№ по генплану 3).

Технологическая котельная – оборудование блочно-модульной поставки. Котельная предназначена для приготовления пара для технологических нужд, а также для приготовления теплоносителя для нужд систем отопления и вентиляции. Здание одноэтажное, в осях 12х24 м, высотой 4 м до низа конструкций. Здание состоит из нескольких модулей с установленным в модули технологическим оборудованием.

Цех массоподготовки (№ по генплану 6)

Цех массоподготовки предназначен для подготовки макулатурной массы с последующей подачи ее в цех БДМ.

Здание двухэтажное, с высотой до низа балок 9 м (высота переменная).



Здание размерами в осях 36,5x12 м.

### **1.3 Автоматизация**

Настоящим проектом предусматривается система автоматизации вентиляции и противопожарного водоснабжения. Уровень системы автоматизации обеспечивает безаварийную работу в условиях нормальной эксплуатации без постоянного присутствия обслуживающего персонала или с периодическим присутствием персонала в период обслуживания технологического оборудования, КИП и устройств системы автоматизации.

По месту осуществляются пусковые операции с наблюдением за параметрами по местным приборам, управление ручными задвижками и вентилями [24].

### **1.4 Системы связи и сигнализации**

Проектной документацией для проектируемых объектов производства предусматривается организация следующих систем связи и сигнализации: во исполнение Федерального Закона от 22 июля 2008 года N123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" объект предусмотрено оснастить системой автоматической пожарной сигнализации (АПС) и системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ). Соответствие минимальным требованиям к данной системе, устанавливаемым Техническим Регламентом (N 123-ФЗ), обеспечивается в соответствии с п.4 статьи 16.1 Федерального Закона "О техническом регулировании". Принятые проектом решения соответствуют требованиям и положениям, изложенным в документах, содержащихся в "Перечне национальных стандартов и сводов правил», в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований

Федерального Закона от 22 июля 2008 года N123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

### 1.5 Основные строительные решения

Объемно-планировочные решения проектируемых зданий и сооружений приняты в соответствии с действующими нормативными документами, с соблюдением мероприятий, обеспечивающих взрывобезопасность и пожаробезопасность при эксплуатации производства. Принципиальные строительные решения приняты в соответствии с технологическими требованиями. Размеры зданий и сооружений определены габаритами и расстановкой технологического оборудования, размещаемого в них.

Конструктивное решение: металлический каркас с покрытием и наружными стенами из панелей типа "сэндвич". Цоколь здания выполняется из монолитного бетона с утеплением и обшивкой профилированным листом. Покрытие – кровельные сэндвич-панели; кровля – двухскатная с уклоном 10%; оконные блоки – из алюминиевых профилей; ворота – подъемно-секционные; наружные двери - металлические утепленные; внутренние двери – из ПФХ профиля, в пожароопасных помещениях – металлические противопожарные.

Основные строительные показатели объектов, намечаемых к строительству, приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Основные строительные показатели проектируемых зданий и сооружений

Наименование, номер по генплану	Строительные показатели		
	площадь застройки м <sup>2</sup>	общая площадь, м <sup>2</sup>	строительный объем, м <sup>3</sup>
Цех БДМ	1548,9	2408,25	17196,1
Цех рекуперации	270,1	441,6	2561,3

Цех массоподготовки	555,1	943,6	5189,8
Котельная	338,0	288,0	2116,8

Проектная мощность завода составит: картон (разных видов) – 38 000 т/год.

### **1.6 Выводы по разделу 1**

Проектная мощность завода с реализацией данной проектной документации составит 38 000 т/год картона разных видов. Производственная мощность запроектированного завода позволит покрыть часть потребности в картоне Самарской области. Потери напряжения на участках электрических сетей здания от вводного распределительного устройства до энергоприемников не превышают 1,5-2%, что ниже нормативного показателя в 5% по ГОСТ 13109-97. На большие дистанции используются магистральные шинопроводы. Для компенсации реактивной мощности применяются установки. Для приводной электрической части особо мощных двигателей применяются частотные преобразователи. Следовательно, принятые в проекте решения можно считать энергоэффективными.

## **2 Разработка системы электроснабжения с учетом энергосберегающих технологий.**

### **2.1 Описание системы электроснабжения**

Настоящим разделом разрабатываемой документации по цеху производства картона ООО «Тольяттинская Бумажная Фабрика» предусматриваются следующие решения:

- БКТП;
- силовое электрооборудование;
- электроосвещение;
- молниезащита;
- мероприятия по электробезопасности.

Электроприемники цеха по производству картона в отношении обеспечения надежности электроснабжения относятся в основном к потребителям II (второй) категории. Имеются потребители I (первой) категории надежности электроснабжения – система пожаротушения и система автоматизации вентиляционного электрооборудования. Для обеспечения надежности электроснабжения электроприемников проектируемого производства принятой схемой электроснабжения предусматриваются следующие решения:

- питание электроприемников I (первой) категории предусматривается от двух источников электроснабжения;
- применение быстродействующих защит и быстродействующих устройств автоматического переключения на резервный источник;
- обеспечение соответствия величины установившихся отклонений напряжения в узлах электрических нагрузок и у электроприемников ГОСТ 32144-2013.

«Схемы электроснабжения подразделяются на:

- радиальная схема;

- магистральная схема;
- радиально-магистральная.

Радиальная схема электроснабжения представляет собой «лучеобразную» схему электропитания, при которой электроэнергия передается от центра питания (подстанции высокого уровня) по линии без ответвлений напрямую к конечному потребителю (подстанции нижнего уровня) без промежуточных отборов мощности. Подобная схема проста, надежна, но имеет главный недостаток – высокая стоимость, связанная с тем, что приходится для каждого потребителя создавать отдельные линии. Такая схема целесообразна для запитывания мощных потребителей электроэнергии.

Магистральная схема электроснабжения в отличие от радиальной в течение одной линии от центра питания питает несколько конечных потребителей (подстанций нижнего уровня). К плюсам данной схемы относится относительно дешевое исполнение в сравнении с радиальной, но недостатками являются усложнение схемы и низкая надежность электроснабжения.

Радиально-магистральная или смешанная схема, как видно из названия, включает в себя признаки вышеописанных видов. В существующей практике редко встречаются исключительно радиальные или магистральные схемы электроснабжения. Обычно крупные потребители или потребители, которым важна надежность, запитываются по радиальной схеме, а средние и мелкие потребители группируются для запитывания по магистральной схеме.

Основные решения по схемам подстанций принимаются с учётом обеспечения надёжности, перспектив развития, проведения ремонтных работ и безопасности эксплуатации. При разработке необходимо стремиться к максимальному упрощению схемы и применению минимума коммутационной аппаратуры» [6].

Для данного объекта проектирования выбирается магистрально-радиальная схема электроснабжения, которая позволяет в должной мере

совместить в себе плюсы радиальной и магистральной схемы для достижения поставленных задач и получить схему с наилучшими технико-экономическими показателями:

- источник питания предприятия - КТП 2х2500 кВА 10 кВ;
- наружные сети 0,4 кВ - выполнены кабелем из сшитого полиэтилена
- вводное устройство предприятия – ГРЩ-1,2;
- магистральные сети – выполнены шинпроводами ШМА-1 2500А, ШМА-2,3,4 1600 А;
- распределительные устройства ГРЩ - МПО – электрощитовая массоподготовительного отделения (МПО);
- распределительные устройства ГРЩ – БДМ – электрощитовая рекуперации Бумаго-Деятельной-Машины (БДМ);
- распределительные сети – силовые сети 0,4 кВ для питания оборудования;
- сети освещения.

Однолинейные схемы, планы расположения оборудования указаны в приложениях:

Приложение А - Однолинейная схема КТП 2х2500 кВА.

Приложение Б - План внешних сетей 0,4 кВ.

Приложение В - Однолинейная схема ГРЩ-1 и ГРЩ-2. План расположения ГРЩ.

Приложение Г - План прокладки магистральных сетей. Шинпроводов ШМА-1 2500 А, ШМА-2,3,4 1600А.

Приложение Д - План расположения ШМА в электрощитовой МПО, БДМ.

Приложение Е - План расположения оборудования. Принципиальная схема. План прокладки силовых сетей 0,4 кВ.

Приложение Ж - План сетей освещения.

Приложение И - Схема прокладки заземления и молниезащиты.

Приложение К - Генеральный план расположения производства ООО «ТБФ».

Электроснабжение проектируемых потребителей предусматривается кабельными линиями, прокладываемыми по кабельным конструкциям, лотковым системам.

В связи с мокрой средой лотковая система и система прокладки выполнены из горячеоцинкованной стали.

Магистральные сети выполнены шинопроводами:

- ШМА-2500 ШМА-1 – ГРЩ-1 – Электрощитовая БДМ для питания постоянной части электрооборудования БДМ.

- ШМА-1600 ШМА-2 – ГРЩ-2 – Электрощитовая БДМ для питания вторичных цепей БДМ, питания цепей управления.

- ШМА-1600 ШМА-3 – ГРЩ-2 – Электрощитовая МПО для питания оборудования расположенного в цехе МПО.

- ШМА-1600 ШМА-4 – ГРЩ-1 – Электрощитовая БДМ для питания вспомогательного оборудования и оборудования котельной.

## **2.2 Электротехнические показатели**

Электроприемники цеха по производству картона в отношении обеспечения надежности электроснабжения относятся в основном к потребителям II (второй) категории. Имеются потребители I (первой) категории надежности электроснабжения – система пожаротушения и система автоматизации вентиляционного электрооборудования.

Для обеспечения надежности электроснабжения электроприемников проектируемого производства принятой схемой электроснабжения предусматриваются следующие решения:

- питание электроприемников I (первой) категории предусматривается от двух источников электроснабжения;

- применение быстродействующих защит и быстродействующих устройств автоматического переключения на резервный источник;

- обеспечение соответствия величины установившихся отклонений напряжения в узлах электрических нагрузок и у электроприемников ГОСТ 32144-2013.

### 2.3 Расчет нагрузок предприятия

Установленная мощность электроприемников составляет:

всех..... 2445 кВт;  
 технологических..... 2400 кВт;  
 вентиляция..... 20 кВт;  
 электроосвещения..... 25 кВт;

Расчетная (максимальная) мощность составляет - 2078 кВт. Перечень электропотребителей и распределение по магистральным линиям (шинопроводам) сведены в таблицу.

Таблица 5 - Перечень энергопринимающих устройств предприятия

№ на схеме	№ оборудования	Наименование	Данные двигателя		Распределение устройств
			Мощность (кВт)	Мощность измененная (кВт)	Электрошкаф / Feld
<b>Подготовка массы</b>					
1.2	32M001	Транспортер	11	30	Field1
1.1	SCR101	Гидроразбиватель Voith AP20	160	160	Feld3
1.9	32M002	Детрэшер Lamort, тип Poire	45	45	Feld11
1.3	32P001	Насос гидроразбивателя (N1)	45	45	Feld11
1.M1	M001	Мешальное устройство бассейна №1	15	15	Feld1
1.12	P100	Насос бассейна №1	45	45	Feld10



Продолжение таблицы 5

1.11	SCR100	Турбосепаратор Voith ATS21	110	160	Feld 10
1.M2	M002	Мешальное устройство бассейна №2	15	11	Feld1
1.13	SCR105	Combisorter Voith, тип ТУР- CSM	70	75	Feld 10
1.6	32M003	Сортирующий барабан, СРМ	15	2,2	Feld1
1.19	P001	Насос бассейна №2	30	37	Feld5
1.15	SCR002	Сортировка Ahlstrom F3	90	90	Feld4
1.M3	M003	Мешальное устройство Tank 1	15	15	Feld1
1.15P	P002	Насос Tank №1	30	30	Feld5
1.16	SCR003	Сортировка Ahlstrom F2	90	55	Feld4
1.16P	P003	Насос Tank №2	30	18,5	Feld5
1.17	SCR005	Сортировка Ahlstrom F1	37	37	Feld4
1.M4	M006	Мешальное устройство бассейна №3	15	15	Feld1
1.20	P004	Насос бассейна №3	37	22	Feld4
1.M5	M007	Мешальное устройство бассейна №3	15	15	Feld1
2.2	33MM01	Насос Tank РМ	22	45	Feld 5
		Всего	942	967,7	
<b>Водоподготовка</b>					
13.1.1	P513	Насос оборотной воды 1	45	45	Feld 21
13.1.2	P514	Насос оборотной воды 2 (N2)	45	37	Feld 21
13.2.1	32M004	Двигатель ковша ловушки Крофта	15	1,5	Feld1



Продолжение таблицы 5

13.2.2	32M005	Двигатель штанги ловушки Крофта	15	0,37	Feld1
13.3	32P002	Насос барботации	30	30	Feld1
13.4.1	32M006	Дозирующий насос коагулянта	5	5	Feld1
13.4.2	32M007	Дозирующий насос флокулянта	5	5	Feld1
13.5	M008	Мешальное устройство бассейна флокулята	11	11	Feld1
13.7	32P007	Насос высокого давления для спрысков	15	15	Feld1
13.6	32M008	воздушный Компрессор ловушки Крофта	15	15	Feld1
		Всего	201	164,87	
<b>Постоянная часть</b>					
2.3	33MM03	Смесительный насос №1	132	132	Feld16
2.4.1	32P003	Насос отходов 7- ступ. сортирования	15	37	Feld17
2.5	33MM02	Смесительный насос №2	160	160	Feld6JK
2.6	32M009	Сортировка Lamort, тип SP800	22	22	Feld17
2.10	34DM01	Насос бассейна сеточного стола (гауч)	37	45	Feld18
2.11	34DM02	Насос бракомола прессовой части	37	37	Feld18
2.10.1	34DM03	Мешалка бассейна сеточного стола	15	18,5	Feld18



Продолжение таблицы 5

2.11.1	34DM04	Мешалка бассейна прессовой части	15	22	Feld18
2.12	34DM05	Насос бракомола наката	37	18,5	Feld17
2.12.1	34DM06	Мешалка бассейна наката	15	55	Feld17
2.7	33UM01	Насос обратной воды №1	37	30	Feld 14
2.8	32P004	Насос обратной воды №2	22	22	Feld19
2.9	32P005	Насос на залив вакуумных насосов	22	22	Feld19
2.7.1	32P006	Насос для разбавления в бракомолы	37	45	Feld19
<b>БДМ</b>					
3.01	34BM01	Регулировка губы н/ящика	0,37	0,37	Feld19
4.4	32M010	Вентилятор мокрых ящиков	15	18,5	Feld19
4.7	34MM1.K1-M1	Гауч-вал (SSW)	200	200	+H313
4.8	34MM2.K1-M1	Сеткоповоротный передающий вал (SAW)	315	315	+H314
5.1	34MM3.K1-M1	Пикап-вал (PickUp)	132	132	+H316
5.3	34MM4.K1-M1	1-ый пресс	132	90	+H317
5.4	34MM5.K1-M1	3-ий пресс	132	132	+H318
5.6	34MM6.K1-M1	Сетководущий вал	132	132	+H319
6.01	34MM7.K1-M1	Слалом-группа +1VTG	132	132	+H324
6.02	34MM8.K1-M1	2-ая сушильная группа +2VTG	132	132	+H325
6.03	34MM9.K1-M1	3-ая сушильная группа +3VTG	132	132	+H326

Продолжение таблицы 5

6.04	34MM10.K1-M1	4-ая сушильная группа +4VTG	132	132	+H327
7.1.1	34MM11.K1-M1	Клейльный пресс (leimpress)		90	+H328
7.1.2	34MM11.1.K1-M1	Вал клейльного прессы (applikatorwalze)		22	+H329
6.05	34MM12.K1-M1	5-ая сушильная группа +1NTG	132	132	+H330
6.06	34MM13.K1-M1	6-ая сушильная группа +2NTG	132	132	+H331
8.1	34MM14K1-M1	Привод наката	132	90	+H332
5.01	34FM18	Привод натяжения прессового сукна 1	1,1	1,1	Feld 15
5.02	34FM19	Привод натяжения прессового сукна 2	1,1	1,1	Feld 15
5.03	34FM20	Привод натяжения прессового сукна 3	1,1	1,1	Feld 15
6.05	34FM01	Привод шабера приемного цилиндра	0,37	0,37	Feld 15
6.06	34FM02	Привод шабера 2-ого сушильного цилиндра	0,37	0,37	Feld 15
6.07	34FM03	Привод шабера 4-ого сушильного цилиндра	0,37	0,37	Feld 15
6.08	34FM04	Привод шабера 6-ого сушильного цилиндра	0,37	0,37	Feld 15
6.09	34FM05	Привод шабера 8-ого сушильного цилиндра	0,37	0,37	Feld 15
6.010	34FM06	Привод шабера 9-ого сушильного цилиндра	0,37	0,37	Feld 15

Продолжение таблицы 5

6.011	34HM01	Привод шабера 29-го сушильного цилиндра	0,37	0,37	Feld 15
6.012	34FM11	Привод натяжения сушильной сетки слалом группы	1,1	0,75	+H351
6.013	34FM12	Привод натяжения сушильной сетки 2-ой группы вверх	1,1	0,75	+H351
6.014	34FM13	Привод натяжения сушильной сетки 2-ой группы низ	1,1	0,75	+H351
6.015	34FM14	Привод натяжения сушильной сетки 3-ой группы вверх	1,1	0,75	+H351
6.016	34FM15	Привод натяжения сушильной сетки 3-ой группы низ	1,1	0,75	+H351
6.017	34FM16	Привод натяжения сушильной сетки 4-ой группы вверх	1,1	0,75	+H351
6.018	34FM17	Привод натяжения сушильной сетки 4-ой группы низ	1,1	0,75	+H351
6.019	34HM11	Привод натяжения сушильной сетки 5-ой группы вверх	1,1	0,75	+H351

Продолжение таблицы 5

6.019	34NM12	Привод натяжения сушильной сетки 5-ой группы вверх	1,1	0,75	+H351
6.019	34NM13	Привод натяжения сушильной сетки 6-ой группы вверх	1,1	0,75	+H351
6.019	34NM14	Привод натяжения сушильной сетки 6-ой группы вверх	1,1	0,75	+H351
6.020	34NM01	Ворота сушильной части 1	1,1	1,1	PM 3 Feld 14
6.021	34NM02	Ворота сушильной части 2	1,1	1,1	PM 3 Feld 14
6.022	34NM03	Ворота сушильной части 3	1,1	1,1	PM 3 Feld 14
VT-Z1	34NM12	Приточный вентилятор с подогревом воздуха радиальный	55	55	+H351
VT-Z2	34NM13	Приточный вентилятор на слалом группу радиальный	30	30	+H351
VT-A1	34NM14	Вытяжной вентилятор из под суш.колпака осевой	45	45	+H351
	34M004_1	Двигатель маслостанции прессовой части		7,5	
	34M004_2	Двигатель маслостанции прессовой части		7,5	



Продолжение таблицы 5

VT-A2	34MN15	Вытяжной Двигатель привода вентилятора осевой		22	+H351
		Вакуумная система			
9.1	34VM01	Вакумный насос SAFEM тип AL 20-22	90	90	Field7
9.2.1	34VM02	Вакумный насос AZWEG тип РОМРА А65		200	Новый
9.2.2	34VM03	Вакумный насос AZWEG тип РОМРА А65	90	132	Новый
9.2.3	34VM04	Вакумный насос AZWEG тип РОМРА А65	132	90	Field14
9.3	34VM05	Вакумный насос AZWEG тип РОМРА А65	200	200	Новый1
9.4	34P007	Насос бака глушителя	37	37	Field 15
<b>ПРС</b>					
14.1	34NM11	Вентилятор обреза	11	18,5	PM 3 Feld 15
14.2	34M001	Привод раската	77	77	Шкаф ПРС
14.3	34M002	Привод ПРС	77	77	Шкаф ПРС
		Привод натяжения сетки	0,5	0,5	
		Привод регулировки сеткоповоротного вала	1,1	1,1	
		ПКС			

Продолжение таблицы 5

		Насос откачки конденсата	11	11	
		Насос откачки конденсата	11	11	
		Вакуумный насос системы ПКС	18,5	18,5	
		<b>Итоговая нагрузка:</b>	<b>4983,16</b>		

Таблица 6 - Распределение нагрузки на магистральный шинопровод №1 ШМА-1 2500А

Шинопровод № 1						
№ на схеме	№	Наименование	Данные двигателя			Распределительное устройство
			Мощность (кВт)	Косинус	Ток (А)	Электрошкаф / Feld
4.7	34ММ1.К1-М1	Гауч-вал (SSW)	230	0,88	340	+Н313
4.8	34ММ2.К1-М1	Сеткоповоротный передающий вал (SAW)	315	0,88	540	+Н314
5.1	34ММ3.К1-М1	Пикап-вал (PickUp)	132	0,87	230	+Н316
5.3	34ММ4.К1-М1	1-ый пресс	90	0,86	160	+Н317
5.4	34ММ5.К1-М1	3-ий пресс	132	0,87	230	+Н318
5.6	34ММ6.К1-М1	Сетководущий вал			13	+Н319
6.01	34ММ7.К1-М1	Слалом-группа +1VTG	132	0,83	245	+Н324
6.02	34ММ8.К1-М1	2-ая сушильная группа +2VTG	132	0,83	245	+Н325
6.03	34ММ9.К1-М1	3-ая сушильная группа +3VTG	132	0,83	245	+Н326

Продолжение таблицы 6

6.04	34ММ10.К1-М1	4-ая сушильная группа +4VTG	132	0,83	245	+Н327
7.1.1	34ММ11.К1-М1	Клейильный пресс (leimpress)	90	0,86	160	+Н328
7.1.2	34ММ11.1.К1-М1	Вал клейильного прессы (applikatorwalze)	22	0,86	41	+Н329
6.05	34ММ12.К1-М1	5-ая сушильная группа +1NTG	132	0,83	245	+Н330
6.06	34ММ13.К1-М1	6-ая сушильная группа +2NTG	132	0,83	245	+Н331
8.1	34ММ14К1-М1	Привод наката	90	0,86	160	+Н332
			<b>1893</b>		<b>3344</b>	

Таблица 7 - Распределение нагрузки на магистральный шинопровод №2 ШМА-2 1600А.

Шинопровод № 2						
№. на схеме	№	Наименование	Данные двигателя			Распре- устройство
			Мощность (kW)	Косинус	Ток (А)	Электрошкаф / Feld
2.4.1	32P003	Насос отходов 7-ступ. сортирования	37	0,87	29	Feld17
2.5	33ММ02	Смесительный насос №2	192	0,89	280	Feld6JK
2.6	32M009	Сортировка Lamort, тип SP800	22	0,86	38	Feld17
2.10	34DM01	Насос бассейна сеточного стола (гауч)	45	0,88	68	Feld18

Продолжение таблицы 7

2.11	34DM02	Насос бракомола прессовой части	37	0,89	68	Feld18
2.10.1	34DM03	Мешалка бассейна сеточного стола	18,5	0,89	29	Feld18
2.11.1	34DM04	Мешалка бассейна прессовой части	22	0,75	29	Feld18
2.12	34DM05	Насос бракомола наката	37	0,75	68	Feld17
2.12.1	34DM06	Мешалка бассейна наката	55	0,75	68	Feld17
2.8	32P004	Насос оборотной воды №2	22	0,86	38	Feld19
2.9	32P005	Насос на залив вакуумных насосов	22	0,9	38	Feld19
2.7.1	32P006	Насос для разбавления в бракомолы	45	0,88	68	Feld19
3.01	34BM01	Регулировка губы н/ящика	0,37	0,73	1,2	Feld19
9.1	34VM01	Вакумный насос SAFEM тип AL 20-22	90	0,88	160	Field7
9.2.3	34VM04	Вакумный насос AZWEG тип РОМПА А65	90	0,88	160,00	Field14
	НК1	Насос откачки конденсата	11			
	КН2	Насос откачки конденсата	11			

Продолжение таблицы 7

		Вакуумный насос системы ПКС	18,5			
Итого			775,37		114 2,2	

Таблица 8 - Распределение нагрузки на магистральный шинопровод №3 ШМА-3 1600А.

<b>Шинопровод № 3</b>						
№. на схеме	№	Наименование	Данные двигателя			Распределительное устройство
			Мощность (kW)	Косинус	Ток (А)	Электрощкаф / Feld
1.2	32M001	Транспортер	30	0,87	51	Feld1
1.1	SCR101	Гидроразбиватель Voith AP20	160	0,89	280	Feld3
1.9	32M002	Детрэшер Lamort, тип Poire	45	0,89	79	Feld11
1.3	32P001	Насос гидроразбивателя (N1)	45	0,89	79	Feld11
1.M1	M001	Мешальное устройство бассейна №1	15	0,89	26	Feld1
1.12	P100	Насос бассейна №1	45	0,89	79	Feld10
1.11	SCR100	Турбосепаратор Voith ATS21	160	0,89	281	Feld 10
1.M2	M002	Мешальное устройство бассейна №2	11	0,89	19	Feld1
1.13	SCR105	Combisorter Voith, тип TYP-CSM	75	0,89	132	Feld 10

Продолжение таблицы 8

1.6	32M003	Сортирующий барабан, СРМ	2,2	0,89	4	Feld1
1.19	P001	Насос бассейна №2	37	0,89	65	Feld5
1.15	SCR002	Сортировка Ahlstrom F3	90	0,89	159	Feld4
1.M3	M003	Мешальное устройство Tank 1	15	0,87	27	Feld1
1.15P	P002	Насос Tank №1	30	0,9	53	Feld5
1.16	SCR003	Сортировка Ahlstrom F2	55	0,9	97	Feld4
1.16P	P003	Насос Tank №2	18,5	0,9	33	Feld5
1.17	SCR005	Сортировка Ahlstrom F1	37	0,9	66	Feld4
1.M4	M006	Мешальное устройство бассейна №3	15	0,89	27	Feld1
1.20	P004	Насос бассейна №3	22	0,89	39	Feld4
1.M5	M007	Мешальное устройство бассейна №3	15	0,89	27	Feld1
2.2	33MM01	Насос Tank РМ	45	0,89	80	Feld 5
13.1.1	P513	Насос оборотной воды 1	45	0,89	80	Feld 21
13.1.2	P514	Насос оборотной воды 2 (N2)	37	0,89	66	Feld 21
13.2.1	32M004	Двигатель ковша ловушки Крофта	1,5	0,87	3	Feld1
13.2.2	32M005	Двигатель штанги ловушки Крофта	0,37	0,89	1	Feld1
13.3	32P002	Насос барботации	30	0,89	54	Feld1
13.4.1	32M006	Дозирующий насос коагулянта	5	0,89	9	Feld1

Продолжение таблицы 8

13.4.2	32M007	Дозирующий насос флоакулянта	5	0,89	9	Feld1
13.5	M008	Мешальное устройство бассейна флоакулянта	11	0,89	20	Feld1
13.7	32P007	Насос высокого давления для спрысков	15	0,89	27	Feld1
13.6	32M008	Воздушный Компрессор ловушки Крофта	15	0,89	27	Feld1
			1132,57			

Таблица 9 - Распределение нагрузки на магистральный шинопровод №4 ШМА-4 1600А.

Шинопровод № 4						
№. на схеме	№	Наименование	Данные двигателя			Распред-устройство
			Мощность (kW)	Косинус	Ток (А)	Электрошкаф / Feld
2.3	33MM03	Смесительный насос №1	160	0,88	290	Feld16
2.7	33UM01	Насос обратной воды №1	30	0,86	54,7	Feld 14
4.4	32M010	Вентилятор мокрых ящиков	18,5	0,89	29	Feld19
5.01	34FM18	Привод натяжения прессового сукна 1	1,1	0,89	2,5	Feld 15

Продолжение таблицы 9

5.02	34FM19	Привод натяжения прессового сукна 2	1,1	0,89	2,5	Feld 15
5.03	34FM20	Привод натяжения прессового сукна 3	1,1	0,89	2,5	Feld 15
6.05	34FM01	Привод шабера приемного цилиндра	0,37	0,73	1,75	Feld 15
6.06	34FM02	Привод шабера 2-ого сушильного цилиндра	0,37	0,73	1,75	Feld 15
6.07	34FM03	Привод шабера 4-ого сушильного цилиндра	0,37	0,73	1,75	Feld 15
6.08	34FM04	Привод шабера 6-ого сушильного цилиндра	0,37	0,73	1,75	Feld 15
6.09	34FM05	Привод шабера 8-ого сушильного цилиндра	0,37	0,73	1,75	Feld 15
6.010	34FM06	Привод шабера 9-ого сушильного цилиндра	0,37	0,73	1,75	Feld 15
6.011	34HM01	Привод шабера 29-го сушильного цилиндра	0,37	0,73	1,75	Feld 15
6.012	34FM11	Привод натяжения сушильной сетки слалом группы	0,75	0,89	3,1	+H351
6.013	34FM12	Привод натяжения сушильной сетки 2-ой группы вверх	0,75	0,89	3,1	+H351
6.014	34FM13	Привод натяжения сушильной сетки 2-ой группы низ	0,75	0,89	3,1	+H351



Продолжение таблицы 9

6.015	34FM14	Привод натяжения сушильной сетки 3-ой группы вверх	0,75	0,89	3,1	+H351
6.016	34FM15	Привод натяжения сушильной сетки 3-ой группы низ	0,75	0,89	3,1	+H351
6.017	34FM16	Привод натяжения сушильной сетки 4-ой группы вверх	0,75	0,89	3,1	+H351
6.018	34FM17	Привод натяжения сушильной сетки 4-ой группы низ	0,75	0,89	3,1	+H351
6.019	34NM11	Привод натяжения сушильной сетки 5-ой группы вверх	0,75	0,89	3,1	+H351
6.019	34NM12	Привод натяжения сушильной сетки 5-ой группы вверх	0,75	0,89	3,1	+H351
6.019	34NM13	Привод натяжения сушильной сетки 6-ой группы вверх	0,75	0,89	3,1	+H351
6.019	34NM14	Привод натяжения сушильной сетки 6-ой группы вверх	0,75	0,89	3,1	+H351
6.020	34NM01	Ворота сушильной части 1	1,1	0,89	2,5	PM 3 Feld 14

Продолжение таблицы 9

6.021	34NM02	Ворота сушильной части 2	1,1	0,89	2,5	PM 3 Feld 14
6.022	34NM03	Ворота сушильной части 3	1,1	0,89	2,5	PM 3 Feld 14
VT-Z1	34NM12	Приточный вентилятор с подогревом воздуха радиальный	55	0,86	98	+H351
VT-Z2	34NM13	Приточный вентилятор на слалом группу радиальный	30	0,89	56	+H351
VT-A1	34NM14	Вытяжной вентилятор из под суш.колпака осевой	45	0,89	68	+H351
	34M004_1	Двигатель маслостанции прессовой части	7,5	0,89	28,3	Feld 14
	34M004_2	Двигатель маслостанции прессовой части	7,5	0,89	28,3	Feld 14
VT-A2	34MN15	Вытяжной Двигатель привода вентилятора осевой	22	0,89	75	+H351
9.2.1	34VM02	Вакуумный насос AZWEG тип РОМРА А65	90	0,86	168	Feld7
9.2.2	34VM03	Вакуумный насос AZWEG тип РОМРА А65	90	0,87	248,00	Feld 23
9.3	34VM05	Вакуумный насос AZWEG тип РОМРА А65	200	0,88	343	Feld 20
9.4	34P007	Насос бака глушителя	37	0,87	68	Field 15
14.1	34NM11	Вентилятор обреза	11		21,4	PM 3 Feld 15

Продолжение таблицы 9

		Привод натяжения сетки	1,1	0,89	2,5	
		Привод регулировки сеткоповоротного вала	1,1	0,89	2,5	
<b>Итого:</b>			<b>823,14</b>		<b>1642</b>	

Средневзвешенный коэффициент мощности естественный составляет - 0,85.

Годовой расход электроэнергии составит 7,002 млн.кВт\*час.

Принята система TN-C-S с разделением нулевого рабочего и нулевого защитного проводника. Питающая сеть принята трехфазной пяти проводной, система с глухо-заземленной нейтралью трансформаторов, напряжение 380/220 В, 50 Гц. Тип систем заземления по классификации ГОСТ Р 50571.2-94 –TN–S. Электроснабжение осуществляется от распределительного щита ЩСУ установленного в электрощитовой.

#### 2.4 Наружные сети электроснабжения 10/0,4 кВ

По степени надежности электроснабжения потребители электроэнергии производственного цеха ООО "Тольяттинская бумажная фабрика" относятся ко II категории согласно ПУЭ.

Для электроснабжения производства ООО «ТБФ» предусматривается установка двух-трансформаторной КТП-10/0,4 кВ с мощностью 2х2500 кВА 10/0,4 кВ. Питание КТП предусматривается кабельной линии 2хКЛ-10 кВ кабелем АСБ-10 3х240 от ГПП ОЭЗ Тольятти. (Приложение 10. ТУ ОЭЗ Тольятти).

Электроснабжение производственного цеха предусматривается с разных секций РУ-0,4кВ существующей двух-трансформаторной подстанции КТП 2х2500/10/0,4 (поз. 5 по ГП. Приложение 2) кабельными линиями.

Прием, учет и распределение электроэнергии осуществляется на вводно-распределительных устройствах ВРУ-1, ВРУ-2, устанавливаемых в помещении ГРЩ производственного корпуса.

Проектируемые сети электроснабжения 0,4кВ приняты взаиморезервируемыми. К прокладке принят кабель с алюминиевыми жилами с изоляцией из силанольносшитого полиэтилена марки АПвБШв-1кВ. Сечения жил силовых кабелей выбраны по длительно допустимому току нагрузки в нормальном, аварийном и послеаварийном режимах с учетом поправочного коэффициента на число кабелей, работающих в одной траншее, и проверены на потерю напряжения в линии.

Кабели в траншее прокладываются на глубине 0,7 м от планировочной отметки земли. В местах пересечения с подземными инженерными коммуникациями кабели прокладываются в жестких двустенных гофрированных ПНД-трубах ф."ДКС". В местах пересечения с автомобильными дорогами кабели прокладываются в жестких двустенных гофрированных ПНД-трубах ф."ДКС" на глубине 1м от полотна дороги. «Защита кабелей от механических повреждений осуществляется строительным красным кирпичом. Кабели должны быть проложены в грунте, незагрязненном нефтяными маслами и не содержащем шлаков и строительного мусора. Подсыпка дна траншей и засыпка кабелей должны быть выполнены песчано-гравийной смесью (песок с размерами зерен не более 2 мм и гравий с размерами частиц от 5 до 15 мм в соотношении 1:1).

Кабели в траншее прокладываются треугольником с формированием специальной конфигурации, определяющей расположение в группе разных фаз (см. лист 3, разрез 1-1, 2-2. Приложение 2.). После прокладки кабели должны скрепляться вместе в треугольник через каждые 1-1,5 м с помощью липкой полиэфирной ленты типа Р-162, при этом скрепленные в треугольник кабели не должны менять своего положения при засыпке их грунтом» [8]. При прокладке кабелей в ПНД-трубах, трубы натягиваются последовательно отдельными отрезками на закрепленный лентой блок кабелей с заранее

сформированной конфигурацией. Кабели в кабельных приемках помещения ГРЩ до ввода во ВРУ-1 и ВРУ-2 покрываются сертифицированным огнезащитным составом ОГРАКС-В1.

Работы по прокладке кабелей проводит квалифицированный персонал с учетом рекомендаций завода-изготовителя кабельной продукции. При производстве всех видов работ по прокладке кабелей должны выполняться требования СНиП 3.05.06-85 "Электротехнические устройства" и ПУЭ.

## **2.5 Расчет токов короткого замыкания**

Расчет токов КЗ при проектировании необходим для выбора электрических аппаратов, токоведущих частей, заземляющих устройств, разрядников и т.д.

Данные показаны визуально на рисунках 1, 2, 3, из которых видно, что для электродинамической стойкости достаточно вводных устройств не менее 40 кВ, ближайшая градация, выпускаемая производителями заводов поставщиков электрощитового оборудования и автоматических выключателей, принимается 65 кВ.

В качестве производителя автоматических выключателей принимается группа компаний Legrand Ульяновский завод ПАО «Контактор». В качестве площадки производства щитового оборудования принимается Казанская организация «TESLA» [22].

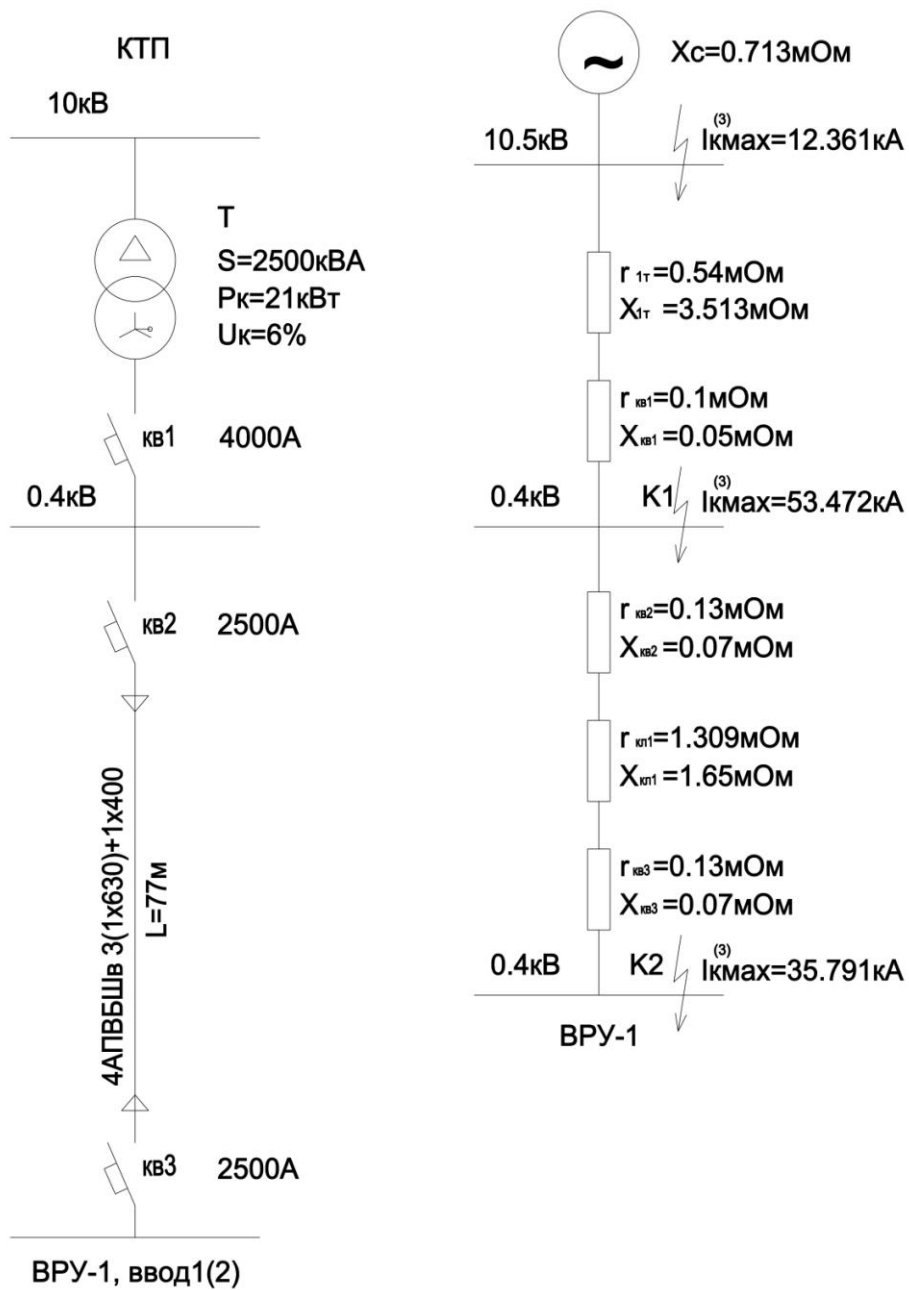


Рисунок 1 - Расчет токов КЗ. Ввод 1

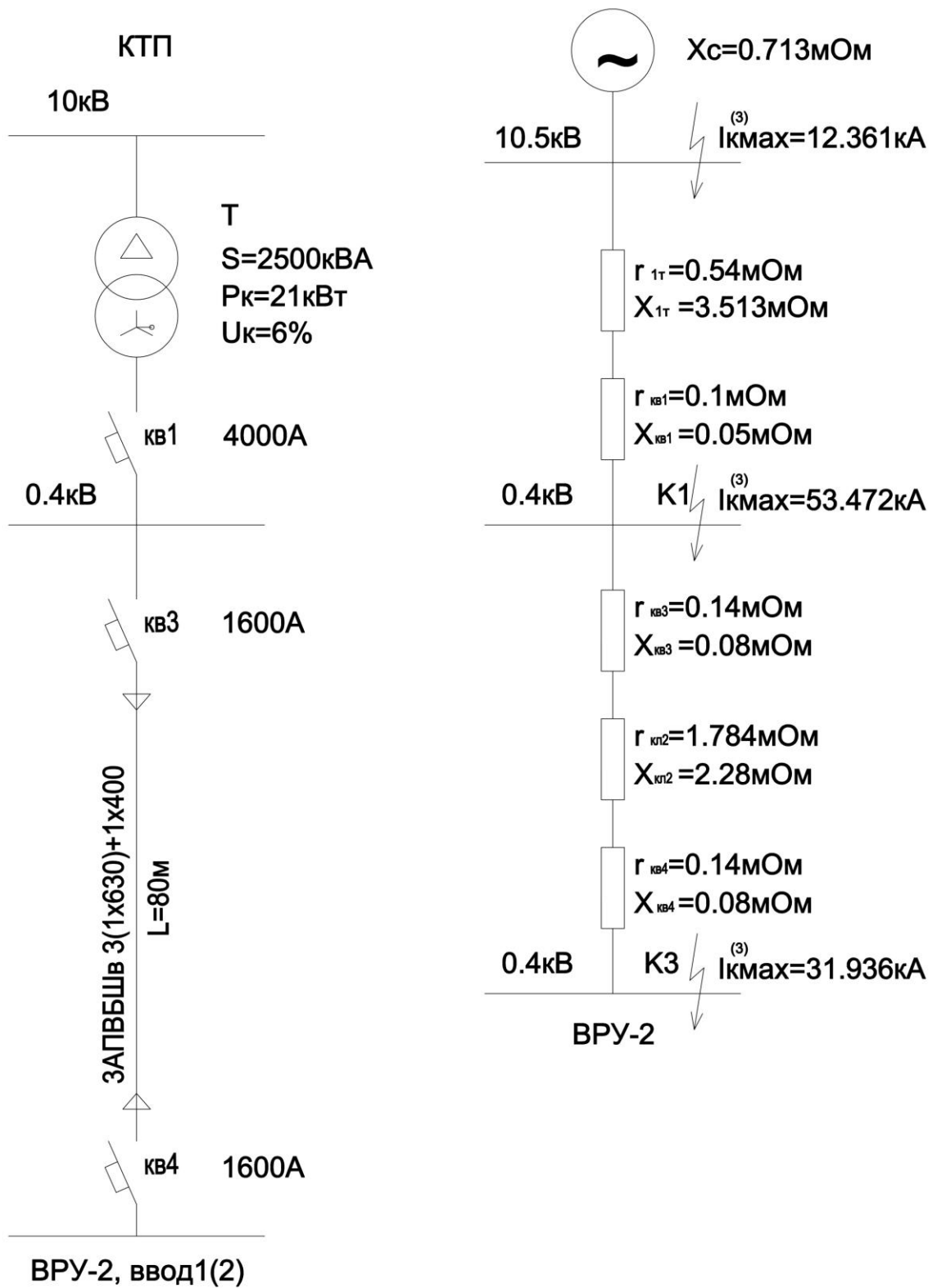


Рисунок 2 - Расчет токов К3. Ввод 2

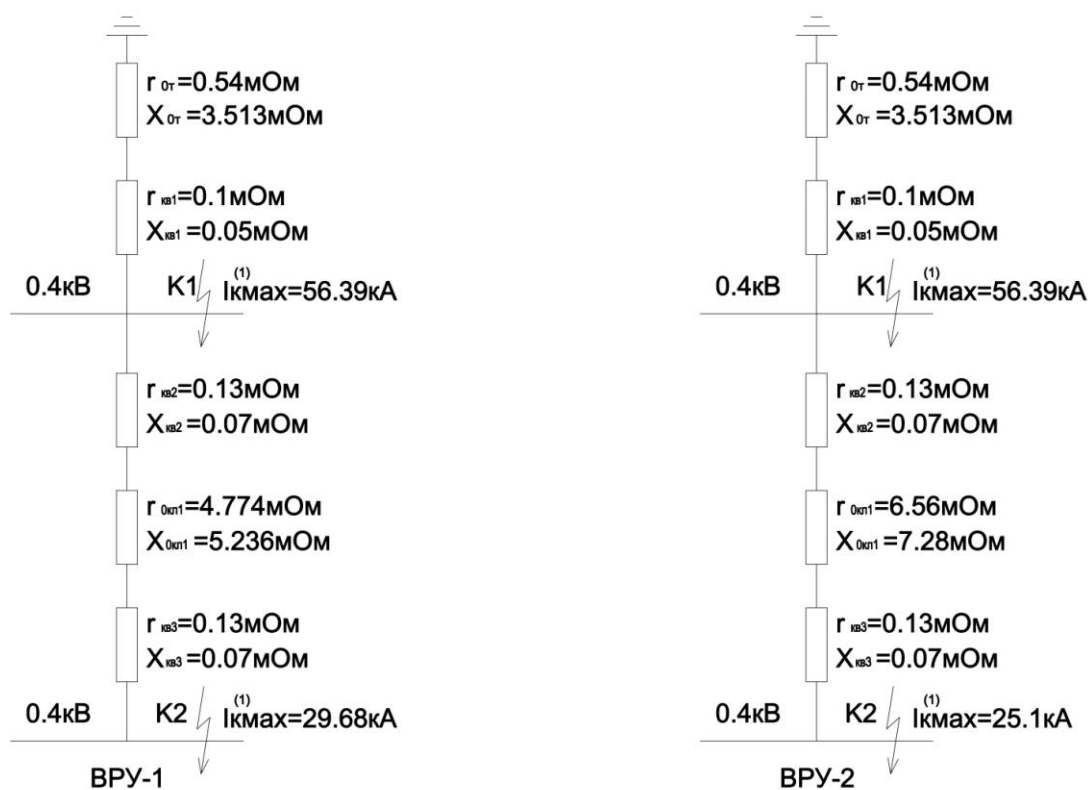


Рисунок 3 - Расчет токов КЗ. ГРЩ-1,2

## 2.6 Силовое электрооборудование

Напряжение электродвигателей - 380/220 В.

Тип систем токоведущих проводников по классификации

ГОСТ Р 50571.2-94- трехфазные четырех- пятипроводные, тип систем заземления - TN-S.

Управление электродвигателями принято по месту с постов управления.

Управление вентиляторами принято по месту из помещений установки.

Аппаратура защиты и управления, устанавливаемая на щите ЩСУ устойчива к токам короткого замыкания.

Распределительные сети выполняются кабелем марки ВВГнг(А)-LS в помещениях с нормальной средой, в помещениях с пожароопасной средой



кабелем марки ВВГнг(А)-FRLS, которые прокладываются открыто по кабельным конструкциям.

В целях уменьшения потерь в магистральных линиях и уменьшения первоначальной стоимости затрат на магистральные кабельные линии применяются шинопроводы ШМА «Геркулес» производства ДКС. Имеющие степень защиты IP68 с классом пожаростойкости «F».

## **2.7 Электроосвещение**

Величины освещенности приняты на основании СНиП 23-05-95\* «Естественное и искусственное освещение» и указаны на планах.

Типы светильников выбраны энергосберегающие, LED освещением, с учетом высоты установки, степень защиты IP65/68 в зависимости от типа помещения.

Проектом предусматриваются следующие виды освещения:

- рабочее;
- дежурное/аварийное (эвакуационное);
- наружное освещение.

Питание рабочего, аварийного и наружного освещения осуществляется от щитков освещения ЩРО, ЩАО и ЩНО соответственно, установленных в электрощитовой.

Напряжение питающей сети общего освещения 380/220 В.

Источники света приняты на напряжение 220 В.

Снижение напряжения у наиболее отдаленных светильников не более 5% от номинального напряжения ламп.

Тип систем токоведущих проводников по классификации ГОСТ Р 50571.2-94- трехфазные пяти проводные и однофазные трехпроводные, тип систем заземления – TN -S.

Групповые сети выполняются кабелем марки ВВГнг(А)-LS прокладываемым на кабельных лотках и под подвесным потолком. Прочие требования к устройству электрического освещения включены в примечания к чертежам.

## **2.8 Защитные меры электробезопасности**

Для обеспечения электробезопасности необходима система зануления электрооборудования путем создания металлической связи его с заземленной нейтралью трансформатора питающей подстанции.

Проектом предусматривается система заземления - TN-S. Для связи с заземленной нейтралью трансформатора используются специальные жилы питающих кабелей - РЕ-проводники. Для защиты от поражения электрическим током предусматривается защита от прямого и косвенного прикосновения.

Защита от прямого прикосновения к токоведущим частям электроустановок обеспечивается применением мер в соответствии п.п.1.7.50 ПУЭ (изд.7).

Защита от косвенного прикосновения к открытым проводящим частям, оказавшимся под напряжением при повреждении изоляции, обеспечивается применением мер в соответствии с п.п. 1.7.51 ПУЭ (изд.7). Для защиты от поражения электрическим током предусматривается:

- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов.

Предусматривается система уравнивания потенциалов, объединяющая все металлические коммуникации, корпуса электрических электроприемников, аппаратов, металлические части сооружений с РЕ-шинами распределительного щита ЩСУ согласно п.п. 1.7.82, 1.1.7.83 ПУЭ (изд. 7).

В качестве проводников уравнивания потенциалов используется стальная полоса 5x40 мм и гибкие заземляющие проводники. План

расположение защитного заземляющего контура показано в Приложении 11. Схема прокладки заземления и молниезащиты [5].

## **2.9 Молниезащита**

Согласно требованиям РД 34.21.122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений" и СО153-34.24.122-2003 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций" бумажная фабрика по молниезащите относится к сооружениям II категории и подлежит защите от прямых ударов молнии. Для защиты от статического электричества настоящим комплектом чертежей предусматриваются решения по заземлению и уравниванию потенциалов.

Конструкция заземлителя следующая: по периметру здания в земле в траншее предусматривается контур из полосовой стали сечением 5x40 мм, укладываемый на глубине не менее 0,7 м. В местах присоединения токоотводов к заземлителю - вертикальные электроды из круглой стали диаметром 20 мм длиной 5 м [25].

## **2.10 Альтернативная энергия. Тепло и водоснабжение**

В качестве второго источника нагрева и сушки бумажной массы предусматривается сухой пар высокой температуры, это необходимо для быстрой сушки массы на барабанах БДМ.

Использование данной технологии позволяет отказаться от энергоемких затрат на электроэнергию, т.к. в данном случае применяется вода в качестве теплоносителя, используемая по замкнутому циклу, и газ для нагрева (предусматривается собственная котельная – как для обогрева

здания, так и для технологии производства), что существенно ниже затрат на электроэнергию.

В качестве источника внутреннего хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения проектируемого цеха производства картона в г. Тольятти являются существующие сети хозяйственно-питьевого (В1) и противопожарно-технологического (В2) водопровода ОЭЗ.

Проектируемое здание оборудуется следующими внутренними системами водоснабжения:

- хозяйственно-питьевой водопровод (В1);
- технологический трубопровод (В3);
- трубопровод горячего водоснабжения (Т3).

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения предусмотрена для обеспечения хозяйственно-бытовых нужд. В здании предусмотрен один ввод хозяйственно-питьевого водопровода (В1) диаметром 65 мм, один ввод технологического водопровода (В3) диаметром 400 мм. Ввод хозяйственно-питьевого водопровода (В1) диаметром 65 мм предусмотрен на хозяйственно-питьевые нужды в помещение пожаротушения цеха рекуперации с установкой счетчика согласно ТУ. Ввод технологического трубопровода (В3) диаметром 400 мм предусмотрен для запитки технологического оборудования.

Учет расхода воды потребителями обеспечен устройством двух водомерных узлов на вводах водопровода. Обратное водоснабжение на проектируемом предприятии реализуется системой обратного водоснабжения, которая идет с комплектом поставки технологического оборудования. Система горячего водопровода (Т3) предусмотрена для обеспечения потребителей горячей водой административно-бытовой зоны. Приготовление горячей воды происходит в административно-бытовой части в емкостных водонагревателях.

При проектировании объекта предусматриваются следующие системы водоотведения:

- хозяйственно-бытовая канализация (К1);
- промышленная канализация (К3);
- ливневая канализация (К2).

Сброс хозяйственно-бытовых (К1) стоков проектируемого цеха производства картона производится в проектируемые внутриплощадочные сети бытовой канализации(К1).

Система хозяйственно-бытовой канализации «К1» предназначена для отвода стоков от санитарно-технических приборов бытовых помещений цеха. Хозяйственно-бытовые стоки в самотечном режиме отводятся отдельным выпуском диаметром 100мм закрытой системой трубопроводов в проектируемые наружные сети промплощадки и далее в существующие сети хозяйственно-бытовой канализации. Концентрация загрязнений хозяйственно-бытовых сточных вод соответствует нормам ПДК. Предварительная очистка стоков не требуется.

Промышленная канализация (К3) предназначена для отвода промстоков из водосборных лотков цеха, канализация имеет три выпуска диаметром 100 мм каждый, которые подключаются в проектируемые сети производственной канализации. Т.к. согласно Техническим условиям, сброс производственного стока возможен только после отчистки до требуемых ПДК предусматривается устройство локальных очистных сооружений.

Система ливневой канализации (К2) предусмотрена для отвода ливневых стоков с территории промплощадки.

Источником теплоснабжения производственных мощностей является устанавливаемая блочно-модульная котельная комплексной поставки.

Для присоединения систем отопления, вентиляции здания корпуса предусмотрен индивидуальный тепловой пункт, размещенный здании.

Параметры теплоносителя для систем отопления  $t=95-70$  °С, для бытового горячего водоснабжения  $t=65$  °С. В тепловых пунктах устанавливается технологическое оборудование, арматура, приборы контроля, посредством которых осуществляется контроль параметров теплоносителя и учет расхода

тепла. Технические решения по проектированию тепловых пунктов приняты в соответствии с требованиями СП 41-101-95, «Проектирование тепловых пунктов» и СНиП 41-02-2003, «Тепловые сети».

## **2.11 Выводы по разделу 2**

Комплексное использование сырья обеспечивается принятой технологией и схемой организации проектируемых объектов, позволяющими создать в составе предприятия технологический цикл, который позволяет получать продукцию требуемого качества.

Принятая схема организации производства позволила минимизировать количество отходов производства, подлежащих захоронению или утилизации.

Предусмотрено вторичное использование тепловыделений от технологического оборудования, электрооборудования, трубопроводов и т. п. в системе обогрева производственного здания. Минимизированы дополнительные затраты необходимые на нагрев теплоносителя в котельные предприятия. Мероприятия по рациональному использованию энергоносителей приводят к уменьшению затрат на энергоносители (газ, электричество). В ходе предусмотренных заложенных технологических решений, образуются твердые отходы, обрезки бумаги и картона, которые в свою очередь повторно идут в переработку.

В целом на предприятии принятая технология позволяет минимизировать затраты на энергоресурсы, что позволяет принять цикл производства энергоэффективным, а учитывая, что идет переработка макулатуры, то и ресурс сберегательным.

### **3 Мероприятия по обеспечению энергетической эффективности здания производства, использования вторичных ресурсов и природоохранные мероприятия**

#### **3.1 Комплексное использование сырья, вторичных энергоресурсов. Отходы производства**

Комплексное использование сырья обеспечивается принятой технологией и схемой организации проектируемых объектов, позволяющими создать в составе предприятия технологический цикл, позволяющий получать продукцию требуемого качества. Принятая схема организации производства позволит минимизировать количество отходов производства, подлежащих захоронению или утилизации.

Проектной документацией предусматривается вторичное использование тепловыделений от технологического оборудования, электрооборудования, трубопроводов и т. п. в системе обогрева производственного здания, а также мероприятия по рациональному использованию энергоносителей.

Описание проектных решений по рациональному расходованию энергоресурсов и обеспечению энергоэффективности подробно изложены в разделе «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов» указанной в данной работе.

#### **3.2 Технико-экономические показатели проектируемого объекта**

Проектируемое производство характеризуется основными показателями, приведенными в таблице 10.



Таблица 10 - Основные технико-экономические показатели

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1	2	3
<b>1 Мощность</b>		
Картон	т/год	38 000
<b>2 Показатели генерального плана</b>		
Общая площадь отведенной территории	га	1,9963
Площадь застройки зданиями и сооружениями	га	0,2712
Коэффициент застройки	коэфф.	0,116
Площадь твердых покрытий	га	0,1972
Площадь озеленения	га	1,5676
Площадь используемой территории	га	0,4287
Коэффициент использования территории	коэфф.	0,21
<b>3 Численность работающих</b>		
Списочная численность работающих	чел.	66
<b>4 Электроснабжение</b>		
Установленная мощность электроприемников	кВт	2400
<b>5 Водоснабжение и водоотведение</b>		
<b>Водоснабжение</b>		
Расход свежей воды		
- на хозяйственно-бытовые нужды	м <sup>3</sup> /сут	7,29
- на производственные нужды	м <sup>3</sup> /сут	1000
- на наружное пожаротушение	м <sup>3</sup> /сут	216
Количество отводимых стоков		
- хозяйственно-бытовые стоки	м <sup>3</sup> /сут	7,29

### 3.3 Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности зданий

В соответствии с Федеральным законом 261 ФЗ, здания, строения, сооружения должны соответствовать требованиям энергетической эффективности, установленным уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в соответствии с правилами, утвержденными Правительством Российской Федерации.

Документация по объекту «Цех для ООО «Тольяттинская бумажная фабрика» в г. Тольятти» разработана в соответствии со следующими документами:

- задание на проектирование;
- разделами проектной документации АР, ОВ, ВВ, ЭО

Используемая нормативная литература:

- СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника»;
- СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»;
- СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, строении и сооружении

Проектируемое здание состоит из одного блока с размерами в осях 102,00х12,00м.

Уровень ответственности здания	– II
Степень огнестойкости здания	– II
Класс конструктивной пожарной опасности	– С0
Класс функциональной пожарной опасности	– Ф5.1
Этажность здания	– 1
Высота до низа фермы	– 11,2м

Естественное освещение помещений предусмотрено через оконные проемы из ПВХ, имеющий двухкамерный стеклопакет с энергосберегающим

эмиссионным покрытием. Конструктивные решения приняты из условия надежности, прочности и долговечности эксплуатации здания. Конструктивная схема проектируемого здания каркасное с несущими колоннами и фермами.

В целях сокращения расхода теплоты на отопление здания в холодный и переходный периоды года предусмотрено:

а) объемно-планировочные решения, обеспечивающие наименьшую площадь наружных конструкций за счет блокирования зданий и размещения более теплых и влажных помещений у внутренних стен здания;

б) устройство тамбурных помещений за входными дверями;

в) выбор эффективных теплоизоляционных материалов с предпочтением материалов меньшей теплопроводности и пожарной опасности;

г) конструктивные решения равно эффективных в теплотехническом отношении ограждающих конструкций, обеспечивающие их высокую теплотехническую однородность;

д) эксплуатационно-надежную герметизацию стыковых соединений и швов наружных ограждающих конструкций и элементов;

е) теплоизоляцию стен технических подполий, где имеется разводка трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения;

ж) размещение отопительных приборов под светопроемами.

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Не менее важным является показатели ограждающих конструкций (стен), т.к. одним из факторов производственного процесса является вода в качестве теплоносителя, что приводит к жестким требованиям к тепловым потерям цеха в целом при отрицательных температурах и соответственно дополнительным затратам на обогрев носителя.

1. Исходные данные:

Район строительства: Самара

Относительная влажность воздуха:  $\varphi_{\text{int}}=55\%$

Тип здания или помещения: Производственные

Вид ограждающей конструкции: Наружные стены

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания:

$$t_{\text{int}}=18^{\circ}\text{C ГСОП } D_b=4709,6^{\circ} \cdot \text{сут} \quad (1)$$

## 2. Расчет:

Согласно таблицы 1 СНиП 23-02-2003 при температуре внутреннего воздуха здания  $t_{\text{int}}=18^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $\varphi_{\text{int}}=55\%$  влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

Определим требуемое сопротивление теплопередаче  $R_{\text{req}}$  исходя из санитарно-гигиенических условий (п. 5.1 б) СНиП 23-02-2003 согласно формуле:

$$R_{\text{req}}=n(t_{\text{int}}-t_{\text{ext}})/(\Delta t_n \cdot \alpha_{\text{int}}) \quad (2)$$

где  $t_{\text{int}}$ -расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания,  $^{\circ}\text{C}$

$$t_{\text{int}}=18^{\circ}\text{C}$$

$t_{\text{ext}}$ -расчетная средняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$  принимаемая согласно таблицы 1 СНиП 23-01-99

$t_{\text{ext}}= -30^{\circ}\text{C}$  для населенного пункта - Самара

$n$ - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и приведенный в таблице 6 СНиП 23-02-2003

$n=1$  - согласно п.1 таблицы 6 СНиП 23-02-2003 для наружных стен

$\alpha_{\text{int}}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ , принимаемый по таблице 7 СНиП 23-02-2003

$\alpha_{\text{int}}=8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$  согласно п.1 таблицы 7 СНиП 23-02-2003

$\Delta t_n$ - нормативный температурный перепад, °С принимаемый согласно таблицы 5 СНиП 23-02-2003

$\Delta t_n=7$  °С согласно п.3 таблицы 5 СНиП 23-02-2003 при температуре точки росы согласно приложению Р  $t_d=8.8$ °С

Тогда

$$R_{req}=1(18-(-30))/(7\cdot 8.7)=0.79\text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Определим требуемое приведённое сопротивление теплопередаче  $R_{req}$  исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.1 а) СНиП 23-02-2003) согласно формуле:

$$R_{req}=aD_d+b \quad (3)$$

где, а и b- коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 4 СНиП 23-02-2003 для соответствующих групп зданий.

Так для ограждающей конструкции вида- наружные стены и типа здания -производственные,  $a=0.0002$ ;  $b=1$ .

Определим градусо-сутки отопительного периода  $D_b$ , °С·сут по формуле (2) СНиП 23-02-2003

$$D_b=(t_{int}-t_{ht})z_{ht} \quad (4)$$

где  $t_{int}$ -расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С

$$t_{int}=18\text{°С}$$

$t_{ht}$ -средняя температура наружного воздуха, °С принимаемые по таблице 1 СНиП 23-01-99 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С для типа здания - производственные

$$t_{ht}=-5.2\text{°С}$$

$z_{ht}$ -продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 1 СНиП 23-01-99 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С для типа здания – производственные

$z_{ht}=203$  сут.

Тогда

$$D_b=(18-(-5.2))203=4709.6 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$$

По формуле (1) СНиП 23-02-2003 определяем требуемое сопротивление теплопередачи  $R_{req}$  ( $\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ).

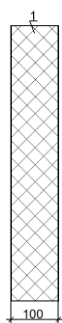
Тогда

$$R_{req}=0.0002\cdot 4709.6+1=1.94\text{м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

К расчету принято большее из требуемых сопротивлений теплопередаче, равное  $1.94 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Поскольку населенный пункт Самара относится к зоне влажности - сухой, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СНиП 23-02-2003 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации А.

Схема конструкции ограждающей конструкции показана на рисунке:



1. Теплانت, толщина  $\delta_1=0.1\text{м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{A1}=0.046\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$ , паропроницаемость  $\mu_1=0.41\text{мг}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па})$

Условное сопротивление теплопередаче  $R_0$ , ( $\text{м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ) определим по формуле 8 СП 23-101-2004:

$$R_0=1/\alpha_{\text{int}}+\delta_n/\lambda_n+1/\alpha_{\text{ext}} \quad (5)$$

где  $\alpha_{\text{int}}$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м<sup>2</sup>°C), принимаемый по таблице 7 СНиП 23-02-2003

$$\alpha_{\text{int}}=8.7 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$$

$\alpha_{\text{ext}}$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по таблице 8 СП 23-101-2004

$\alpha_{\text{ext}}=23 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$  -согласно п.1 таблицы 8 СП 23-101-2004 для наружных стен.

$$R_0=1/8.7+0.1/0.046+1/23$$

$$R_0=2.33\text{м}^2\text{°C/Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^r$ , (м<sup>2</sup>°C/Вт) определим по формуле 11 СП 23-101-2004:

$$R_0^r=R_0 \cdot r \quad (6)$$

$r$ -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, согласно таблицы №1 ГОСТ Р 54851-2011 «Конструкции строительные ограждающие неоднородные», учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений  $r=0.85$

Тогда

$$R_0^r=2.33 \cdot 0.85=1.98\text{м}^2\text{°C/Вт}$$

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче  $R_0^r$  больше требуемого  $R_{req}$  ( $1.98 > 1.94$ ) следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

Расчет распределения парциального давления водяного пара по толще стены и определение возможности образования конденсата в толще стены.

Для проверки конструкции на наличие зоны конденсации внутри стены определяем сопротивление пар проницанию стены  $R_{vp}$  по формуле (79) СП 23-101-2004 (здесь и далее сопротивлением влагообмену у внутренних и наружных поверхностей пренебрегаем).

$$R_{vp} = 0.1 / 0.41 = 0.24 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

Определяем парциальное давление водяного пара внутри и снаружи стены по формуле (Э.3) и приложению С СП 23-101-2004

$$\begin{aligned} t_{int} &= 18^\circ\text{C}; \varphi_{int} = 55\%; \\ e_{int} &= (55/100) \times 2064 = 1135 \text{ Па}; \\ t_{ext} &= -13.5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

где  $t_{ext}$  - средняя месячная температура наиболее холодного месяца в году принимаемая по таблице 3 СНиП 23-01-99\*.

$$\varphi_{ext} = 84\%;$$

где  $\varphi_{ext}$  - средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, принимаемая по таблице 1 СНиП 23-01-99\*.

$$e_{ext} = (84/100) \times 189.5 = 190 \text{ Па}$$



Определяем температуры  $t_i$  на границах слоев по формуле (Э.5) СП 23-101-2004, нумеруя от внутренней поверхности к наружной, и по этим температурам - максимальное парциальное давление водяного пара  $E_i$  по приложению С СП 23-101-2004:

$$t_1 = 18 - (18 - (-13.5)) \cdot (0.115) \cdot 0.85 / 1.98 = 16.4^\circ\text{C};$$

$$e_{\text{int}1} = 1865 \text{ Па}$$

$$t_2 = 18 - (18 - (-13.5)) \cdot (0.115 + 1.77) \cdot 0.85 / 1.98 = -11.99^\circ\text{C};$$

$$e_{\text{int}2} = 217.2 \text{ Па}$$

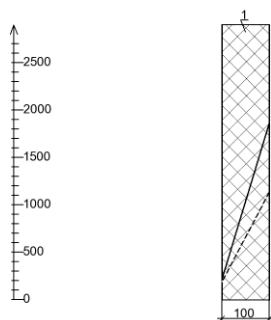
Рассчитаем действительные парциальные давления  $e_i$  водяного пара на границах слоев по формуле

$$e_i = e_{\text{int}} - (e_{\text{int}} - e_{\text{ext}}) \sum R / R_{\text{vp}} \quad (7)$$

где  $\sum R$  - сумма сопротивлений паропроницанию слоев, считая от внутренней поверхности. В результате расчета получим следующие значения:

$$e_1 = 1135 \text{ Па}$$

$$e_2 = 190 \text{ Па}$$



--- распределение действительного парциального давления водяного пара  $e$   
 ——— распределение максимального парциального давления водяного пара  $E$

Вывод: Кривые распределения действительного и максимального парциального давления не пересекаются. Выпадение конденсата в конструкции стены невозможно.

Вид ограждающей конструкции: Покрытие

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания:  $t_{int}=18^{\circ}\text{C}$

## 2. Расчет:

Согласно таблицы 1 СНиП 23-02-2003 при температуре внутреннего воздуха здания  $t_{int}=18^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $\phi_{int}=55\%$  влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

Определим требуемое сопротивление теплопередаче  $R_{req}$  исходя из санитарно-гигиенических условий (п. 5.1 б) СНиП 23-02-2003 согласно формуле:

$$R_{req}=n(t_{int}-t_{ext})/(\Delta t_n \cdot \alpha_{int}) \quad (8)$$

где  $t_{int}$ -расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания,  $^{\circ}\text{C}$

$$t_{int}=18^{\circ}\text{C}$$

$t_{ext}$ -расчетная средняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$  принимаемая согласно таблицы 1 СНиП 23-01-99

$$t_{ext}= -30^{\circ}\text{C} \text{ для населенного пункта – Самара}$$

$n$ - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и приведенный в таблице 6 СНиП 23-02-2003

$n=1$  - согласно п.1 таблицы 6 СНиП 23-02-2003 для покрытий

$\alpha_{int}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м·°C), принимаемый по таблице 7 СНиП 23-02-2003

$\alpha_{int}=8.7$  Вт/(м·°C) согласно п.1 таблицы 7 СНиП 23-02-2003

$\Delta t_n$ - нормативный температурный перепад, °C принимаемый согласно таблицы 5 СНиП 23-02-2003

$\Delta t_n=6$  °C согласно п.3 таблицы 5 СНиП 23-02-2003 при температуре точки росы согласно приложению Р  $t_d=8.8$ °C

Тогда

$$R_{req}=1(18-(-30))/(6\cdot 8.7)=0.92\text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Определим требуемое приведённое сопротивление теплопередаче  $R_{req}$  исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.1 а) СНиП 23-02-2003) согласно формуле:

$$R_{req}=aD_d+b \quad (9)$$

где а и b- коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 4 СНиП 23-02-2003 для соответствующих групп зданий.

Так для ограждающей конструкции вида- покрытия и типа здания - производственные,  $a=0.00025$ ;  $b=1.5$

Определим градусо-сутки отопительного периода  $D_b$ , °C·сут по формуле (10) СНиП 23-02-2003

$$D_b=(t_{int}-t_{ht})z_{ht} \quad (10)$$

где  $t_{int}$ -расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °C

$$t_{int}=18\text{°C}$$

$t_{ht}$ -средняя температура наружного воздуха, °С принимаемые по таблице 1 СНиП 23-01-99 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С для типа здания - производственные

$$t_{ht} = -5.2 \text{ °С}$$

$z_{ht}$ -продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 1 СНиП 23-01-99 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С для типа здания - производственные

$$z_{ht} = 203 \text{ сут.}$$

Тогда,

$$D_b = (18 - (-5.2)) \cdot 203 = 4709.6 \text{ °С} \cdot \text{сут}$$

По формуле (1) СНиП 23-02-2003 определяем требуемое сопротивление теплопередачи  $R_{req}$  ( $\text{м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$ ).

Тогда

$$R_{req} = 0.00025 \cdot 4709.6 + 1.5 = 2.68 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

К расчету принято большее из требуемых сопротивлений теплопередаче, равное  $2.68 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$

Поскольку населенный пункт Самара относится к зоне влажности - сухой, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СНиП 23-02-2003 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации А.

1. Теплانت, толщина  $\delta_1 = 0.15 \text{ м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{A1} = 0.043 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{°С})$

Условное сопротивление теплопередаче  $R_0$ , ( $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$ ) определим по формуле 8 СП 23-101-2004:

$$R_0 = 1/\alpha_{\text{int}} + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_{\text{ext}} \quad (11)$$

где  $\alpha_{\text{int}}$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ , принимаемый по таблице 7 СНиП 23-02-2003

$$\alpha_{\text{int}} = 8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

$\alpha_{\text{ext}}$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по таблице 8 СП 23-101-2004

$\alpha_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$  - согласно п.1 таблицы 8 СП 23-101-2004 для покрытий.

$$R_0 = 1/8.7 + 0.15/0.043 + 1/23$$

$$R_0 = 3.65 \text{ м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^r$ , ( $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$ ) определим по формуле 11 СП 23-101-2004:

$$R_0^r = R_0 \cdot r$$

$r$ -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений  $r=0.92$ .

Тогда

$$R_0^r = 3.65 \cdot 0.92 = 3.36 \text{ м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче  $R_0^r$  больше требуемого  $R_{req}(3.36 > 2.68)$  следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

Расчет распределения парциального давления водяного пара по толще стены и определение возможности образования конденсата в толще стены (расчет точки росы).

Для проверки конструкции на наличие зоны конденсации внутри стены определяем сопротивление паропрооницанию стены  $R_{vp}$  по формуле (79) СП 23-101-2004(здесь и далее сопротивлением влагообмену у внутренних и наружных поверхностей пренебрегаем).

$$R_{vp} = 0.15 / 0.41 = 0.37 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

Определяем парциальное давление водяного пара внутри и снаружи стены по формуле (Э.3) и приложению С СП 23-101-2004

$$\begin{aligned} t_{int} &= 18^\circ\text{C}; \varphi_{int} = 55\%; \\ e_{int} &= (55/100) \times 2064 = 1135 \text{ Па}; \\ t_{ext} &= -13.5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

где  $t_{ext}$  - средняя месячная температура наиболее холодного месяца в году принимаемая по таблице 3 СНиП 23-01-99\*.

$$\varphi_{ext} = 84\%;$$

где  $\varphi_{ext}$  - средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, принимаемая по таблице 1 СНиП 23-01-99\*.

$$e_{ext} = (84/100) \times 189.5 = 190 \text{ Па}$$

Определяем температуры  $t_i$  на границах слоев по формуле (Э.5) СП 23-101-2004, нумеруя от внутренней поверхности к наружной, и по этим температурам - максимальное парциальное давление водяного пара  $E_i$  по приложению С СП 23-101-2004:

$$t_1 = 18 - (18 - (-13.5)) \cdot (0.115) \cdot 0.92 / 3.36 = 17^\circ\text{C};$$

$$e_{\text{int}1} = 1937 \text{ Па}$$

$$t_2 = 18 - (18 - (-13.5)) \cdot (0.115 + 3) \cdot 0.92 / 3.36 = -11.2^\circ\text{C};$$

$$e_{\text{int}2} = 233 \text{ Па}$$

Рассчитаем действительные парциальные давления  $e_i$  водяного пара на границах слоев по формуле

$$e_i = e_{\text{int}} - (e_{\text{int}} - e_{\text{ext}}) \sum R / R_{\text{vp}} \quad (12)$$

где  $\sum R$  - сумма сопротивлений паропроницанию слоев, считая от внутренней поверхности. В результате расчета получим следующие значения:

$$e_1 = 1135 \text{ Па}$$

$$e_2 = 190 \text{ Па}$$

Вывод: Кривые распределения действительного и максимального парциального давления не пересекаются. Выпадение конденсата в конструкции стены невозможно.

Окна ( $A_f = 180 \text{ м}^2$ ) выполнены из двухкамерного стеклопакета. Приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_{0,r} = 0,58 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

В качестве материалов, позволяющих исключить нерациональный расход энергетических ресурсов и обеспечивающих соблюдение требований энергетической эффективности, применены следующие материалы:

В качестве теплоизоляционного материала покрытия в проекте приняты сэндвич-панели плиты на синтетическом связующем, изготовленные из минеральной ваты на основе горных пород базальтовой группы, предназначенные соответственно для верхнего и нижнего теплозвукоизоляционных слоев кровли. Минералватные плиты обеспечат надежную теплоизоляцию здания на долгие годы. Наряду с высокими теплоизоляционными показателями, изделиям из данного материала присущ еще ряд важнейших свойств:

- минераловатные плиты гидрофобны (при попадании воды сохраняют свои теплотехнические свойства);

- обладают высокой жесткостью, что обеспечивает их устойчивость к деформациям (это не только облегчает их установку, но и также защищает материал от потери своих изоляционных свойств);

- материал изделий негорючий (волокна выдерживают температуру свыше 1000 °С, не плавясь).

В качестве заполнения световых проемов приняты пластиковые оконные блоки из поливинилхлоридных профилей с двухкамерным стеклопакетом.

«Энергосбережение достигается за счет сокращения воздухопроницаемости окон и, как следствие, уменьшения потребности в теплоте на нагревание инфильтрационного воздуха, а также за счет увеличения температуры за наружной стеной и окном помещения, что приводит к снижению трансмиссионных теплопотерь» [13,18, 23].

Обоснование выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений и их надлежащей реализации при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта с целью обеспечения соответствия зданий, строений и



сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов.

Расчетные показатели и характеристики здания:

«Источником теплоснабжения производственных мощностей является проектируемая блочно-модульная котельная комплексной поставки» [23]. Для присоединения систем отопления, вентиляции здания корпуса предусмотрен индивидуальный тепловой пункт, размещенный здании. Параметры теплоносителя для систем отопления  $t=95-70$  °С, для бытового горячего водоснабжения  $t=65$  °С. В тепловых пунктах устанавливается технологическое оборудование, арматура, приборы контроля, посредством которых, осуществляется:

- контроль параметров теплоносителя;
- учет расхода тепла.

В производственном помещении (пом. 101) здания Производственного корпуса принята воздушная система отопления, совмещенная с приточной вентиляцией. В административно-бытовой части здания Производственного корпуса и в помещениях 401, 402, 501, 502 принята водяная система отопления с применением регистров из гладких труб и биметаллических радиаторов РБС-500.

Схема системы отопления – двухтрубная с попутным движением теплоносителя. Теплоноситель в системе отопления – вода параметрами 90-70°С. Прокладка магистральных трубопроводов выполнена над полом на отм. 0.000. Все магистральные трубопроводы проложены с уклоном не менее 0,002 с установкой спускной арматуры в нижних точках и воздухоотводчиков в верхних точках трассы.

Для поддержания заданной температуры внутреннего воздуха на подводках к отопительным приборам предусмотрена установка ручных регулировочных вентилей и терморегуляторов.

Трубы для системы отопления приняты стальные водогазопроводные по ГОСТ 3262-75, ГОСТ 10704-91.

«Размещение отопительных приборов предусмотрено у наружных ограждающих конструкций зданий, преимущественно под световыми проемами в местах доступных для осмотра, ремонта и очистки, с учетом обеспечения равномерного нагревания помещений и нормируемой температуры воздуха в них» [23].

Номинальный тепловой поток отопительного прибора принят на 5% больше требуемого по расчету. При расчете отопительных приборов учтены 90% теплового потока, поступающего от трубопроводов отопления.

Магистральные трубы системы отопления и коллектор изолируются цилиндрами и полуцилиндрами из минеральной ваты на основе расплавов базальтовых пород толщиной 30 мм облицованными алюминиевой фольгой. Источником внутреннего хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения проектируемого цеха производства картона в г. Тольятти являются существующие сети хозяйственно-питьевого (В1) и противопожарно-технологического (В2) водопровода ОЭЗ.

Учет расхода воды потребителями обеспечен устройством двух водомерных узлов на вводах водопровода.

Оборотное водоснабжение на проектируемом предприятии реализуется системой оборотного водоснабжения, которая идет с комплектом поставки технологического оборудования.

«Предусмотрена система приточно-вытяжной вентиляции с механическим и естественным побуждением. В производственном помещении предусмотрена система механической и естественной приточно-вытяжной вентиляции. В холодный период года предусмотрена работа системы механической приточной вентиляции П2-2а для компенсации объема воздуха, удаляемого системой технологической вытяжной вентиляции. В теплый период года и при превышении температуры в рабочей зоне для удаления теплоизбытков и влаги предусмотрено включение вытяжных вентиляторов В5-В8. Дополнительный естественный приток осуществляется через открывающиеся оконные фрамуги.

В административно-бытовых помещениях предусмотрены системы механической приточно-вытяжной вентиляции» [18].

Схема системы вентиляции принята прямоточная на 100% наружном воздухе. Подогрев наружного воздуха в приточных установках в холодный период года с  $T_n = -30^\circ\text{C}$  предусмотрен в водяном калорифере.

Для помещения 101, приточная установка системы вентиляции П2-2а предусмотрена с резервным вентилятором в соответствии с п.7.2.1 СНиП 41-01-2003.

Воздухообмены в помещениях приняты согласно требованиям ГОСТ 30494 и СНиП 41-01-2003.

Общий расход тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение составляет – 1019668.

### **3.4 Выводы по разделу 3**

Показателями энергоэффективности электрических сетей зданий является абсолютная и относительная величина потерь электроэнергии и напряжения в электрических сетях. Потери электроэнергии характеризуются понятием отчетных потерь электроэнергии, представляющих собой разность между электроэнергией, поступившей в сеть и потребляемой электроэнергией за отчетный период в соответствии с принятыми формами отчетности. Потери напряжения представляют собой разность между напряжением на шинах низшего напряжения трансформаторной подстанции и напряжением у приемника. О соответствии величины отчетных потерь электроэнергии сложившимся условиям эксплуатации электрических сетей здания судят по величине норматива потерь [12].

Норматив потерь электроэнергии в электрических сетях здания – это экономически обоснованный и документально подтвержденный технологический расход электроэнергии при ее транспортировке от трансформаторных подстанций до электроприемников. Норматив потерь

напряжения в электрических сетях здания – это предельно допустимая величина снижения напряжения при ее транспортировке от трансформаторных подстанций до наиболее удаленных электроприемников.

Нормативы технологических потерь электроэнергии в электрических сетях зданий определяются в зависимости от фактического значения НТПЭ за базовый период и суммарных показателей баланса электроэнергии за базовый и на регулируемый периоды в соответствии с Приложением 1 к Инструкции, утвержденной Приказом №326 Минпромэнерго РФ 30.12.08г.

Величина допустимых потерь напряжения в электрических сетях зданий определяется в соответствии с ГОСТ 13109-97.

При проектировании новых и реконструкции существующих электрических сетей зданий следует применять проводники с наиболее высоким классом энергетической эффективности.

В соответствии с принятыми техническими решениями в данном проекте, потери напряжения на участках электрических сетей здания от вводного распределительного устройства до энергоприемников не превышают 1,5-2%, что ниже нормативного показателя в 5% по ГОСТ 32144-2013. Следовательно, принятые в проекте решения можно считать энергоэффективными.

В целях экономии энергоресурсов в проекте предусмотрены следующие энергосберегающие мероприятия:

- учет электроэнергии общий на вводе двухтарифными счетчиками.
- управление освещением лестничных клеток с естественным освещением, освещение входов осуществляется автоматически от фотореле [7].

В процессе эксплуатации здания следует периодически осматривать целостность утеплителя наружных ограждающих конструкций, своевременно осматривать узлы учета энергетических ресурсов при необходимости принимать меры по замене или ремонту, исключить нерациональный расход энергетических ресурсов [20].

#### 4 Технико-экономические обоснование проекта системы электроснабжения с учетом внедрения энергосберегающих мероприятий

Производство характеризуется основными показателями, приведенными в таблице 11.

Таблица 11 - Основные технико-экономические показатели

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1	2	3
1 Мощность		
Картон	т/год	38 000
2 Показатели генерального плана		
Общая площадь отведенной территории	га	1,9963
Площадь застройки зданиями и сооружениями	га	0,2712
Коэффициент застройки	коэфф.	0,116
Площадь твердых покрытий	га	0,1972
Площадь озеленения	га	1,5676
Площадь используемой территории	га	0,4287
Коэффициент использования территории	коэфф.	0,21
3 Численность работающих		
Списочная численность работающих	чел.	66
Списочная численность работающих по обеспечению непрерывного электроснабжению	чел.	5
4 Электроснабжение		
Установленная мощность электроприемников	кВт	4983,16
5 Водоснабжение и водоотведение		
Водоснабжение		
Расход свежей воды		
- на хозяйственно-бытовые нужды	м <sup>3</sup> /сут	7,29
- на производственные нужды	м <sup>3</sup> /сут	1000

Продолжение таблицы 11

- на наружное пожаротушение	м <sup>3</sup> /сут	216
Количество отводимых стоков		
- хозяйственно-бытовые стоки	м <sup>3</sup> /сут	7,29

В качестве энергоэффективности наружных и внутренних сетей 0,4 кВ здания является абсолютная и относительная величина потерь электроэнергии и напряжения в электрических сетях. Потери напряжения представляют собой разность между напряжением на шинах 0,4 кВ напряжения в РУ-0,4 кВ трансформаторной подстанции и напряжением у приемника. О соответствии величины отчетных потерь электроэнергии сложившимся условиям эксплуатации электрических сетей здания судят по величине норматива потерь [11].

Норматив потерь электроэнергии в электрических сетях здания – это экономически обоснованный и документально подтвержденный технологический расход электроэнергии при ее транспортировке от трансформаторных подстанций до электроприемников и в данном случае (фактически) составляет не более 2%.

При проектировании сетей были приняты следующие решения:

1. Приняты проводники с наиболее высоким классом энергетической эффективности:

- наружные сети спроектированы кабелем из силанольсшитого полиэтилена марки АПвБШВ-1 кВ сечением 630 мм<sup>2</sup> – что обеспечило уровень потерь в пределах 1,8% при низкой стоимости кабельной линии;

- внутренние магистральные сети выполнены из шинпроводов ШМА – что обеспечило высокое качество выполняемых работ и низкую составляющую потерь в пределах 1% при высокой токовой пропускной способности. Стоимость затрат существенно ниже, чем при использовании кабельной линии, выполняемой из медного проводника;

2. Использование компенсации реактивной мощности на вводе в цех производства. Установлены КРУ-0,4 кВ на шинах ГРЩ-1,2 и ГРЩ-3,4

3. Применены светодиодное освещение в производственных корпусах, АБК и для наружного освещения. Что позволило уменьшить потребление электроэнергии практически в два раза, при сохранении светового потока для освещения рабочих мест.

В соответствии с принятыми техническими решениями в данном проекте, потери напряжения на участках электрических сетей здания от вводного распределительного устройства до энергоприемников не превышают 1,5-2%, что ниже нормативного показателя в 5% по ГОСТ 13109-97. Следовательно, принятые в проекте решения можно считать энергоэффективными.

В целях экономии энергоресурсов в проекте предусмотрены следующие энергосберегающие мероприятия:

- учет электроэнергии общий на вводе двухтарифными счетчиками;
- управление освещением лестничных клеток с естественным освещением, освещение входов осуществляется автоматически от фотореле.

В процессе эксплуатации здания необходимо периодически осматривать целостность утеплителя наружных ограждающих конструкций, своевременно осматривать узлы учета энергетических ресурсов, при необходимости принимать меры по замене или ремонту, исключить нерациональный расход энергетических ресурсов

Показатели затрат на приобретение оборудования для монтажа сетей электроснабжения сведен в таблицу 12. В таблице показаны затраты на оборудование, предусмотренные первоначально, и затраты с принятыми техническими решениями по энергосбережению.

Таблица 12 - Показатели затрат

№ п/п	Наименование	Стоимость оборудования до внедрения мероприятий по энергосбережению, тыс. руб.	Стоимость оборудования после внедрения мероприятий по энергосбережению, тыс. руб.
1	Блочная КТП 2х2500 кВА 10/0,4 кВ	6 500,00	6 500,00
2	Наружные кабельные сети 0,4 кВ	4 800,00	6 700,00
3	ГРЩ-1,2,3,4	4 500,00	4 500,00
4	Магистральные сети	18 050,00	7 918,00
5	Сети освещения	2 728,00	3 132,00
6	Лотковая система для прокладки кабельных сетей	2 241,00	2 241,00
7	Молниезащита и система заземления	789,00	450,00
8	внутренние кабельные сети	18 914,00	11 800,00
Итого первоначальные затраты		58 522,00	43 241,00

Как мы видим, уже на первоначальном этапе, при глубоком изучении схемы электроснабжения, можно добиться существенных экономических показателей [16].



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящей работой изучено капитальное строение для размещения в нем технологического оборудования бумагоделательной машины, а также проектирование административно-бытовой встройки, складской зоны и вспомогательных технологических помещений (цех рекуперации, массоподготовки и котельная). В магистерской диссертации рассмотрены технические решения, обеспечивающие промышленную и пожарную безопасность, мероприятия по охране труда, мероприятия по ресурсосбережению и сокращению отрицательного воздействия производства на окружающую среду, применение энергосберегающих технологий применимо к существующей схеме электроснабжения.

Проектная мощность завода с реализацией данной проектной документации составит: картон (разных видов) – 38 000 т/год.

Производственная мощность запроектированного завода позволит покрыть часть потребности в картоне Самарской области.

В соответствии с принятыми техническими решениями, потери напряжения на участках электрических сетей здания от вводного распределительного устройства до энергоприемников не превышают 1,5-2%, что ниже нормативного показателя в 5% по ГОСТ 32144-2013. На большие дистанции используются магистральные шинопроводы. Для компенсации реактивной мощности применяются статические компенсирующие устройства. Для приводной электрической части особо мощных двигателей применяются частотные преобразователи. Освещение принято с учетом применения LED светильников, что обеспечивает высокую освещенность при низком потреблении. Следовательно, принятые в проекте решения можно считать энергоэффективными.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ (последняя редакция).
3. ГОСТ 14209-97. Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов.
4. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
5. ГОСТ Р 50571.5.54-2013 Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов.
6. РД 34.20.185-94 Инструкция по проектированию городских электрических сетей.
7. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.
8. СНиП 21-01-97\* Пожарная безопасность зданий и сооружений
9. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий.
10. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
11. Афонин В. В., Набатов К. А. Электрические станции и подстанции [Электронный ресурс] : учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 1; Тамбовский гос. техн. ун-т. - Тамбов : ТГТУ : ЭБС АСВ, 2015. 90 с.
12. Железко Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии [Электронный ресурс] : руководство для практ. расчетов. Москва : ЭНАС, 2016. 456 с.

13. Лыкин А. В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Новосибирск : НГТУ, 2013. 115 с.
14. Макаров Е. Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ : учеб.-произв. изд. В 6 т. Т. 6; под ред. гл. специалистов ОАО "Мосэнерго". Москва : ИД "ЭНЕРГИЯ", 2006. 614 с.
15. Овсянников А. Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебник. Новосибирск : НГТУ, 2013. 196 с.
16. Ополева Г. Н. Схемы и подстанции электроснабжения : справочник. Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2008. 479 с. : ил. (Высшее образование). Библиогр.: с. 473-475. - Прил.: с. 411-472.
17. Ополева Г. Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Москва : Форум : ИНФРА-М, 2018. 416 с.
18. Пилипенко Н. В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Санкт-Петербург : Ун-т ИТМО, 2013. 273 с.
19. Плащанский Л. А. Электрооборудование подстанций и осветительные сети предприятий, организаций и учреждений [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Москва : МИСиС, 2019. 180 с.
20. Полуянович Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Изд. 5-е, стер. Санкт-Петербург : Лань, 2019. 396 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
21. Правила устройства электроустановок: все действующие разделы 6-го и 7-го изд. с изм. и доп. по сост. на 1 марта 2007 г. Москва : КНОРУС, 2007. 488 с.
22. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования : РД 153-34.0-20.527-98 / [науч. ред. Б. Н. Неклепаев]. Москва : Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. 143 с. : ил. Прил.: с. 136-143.

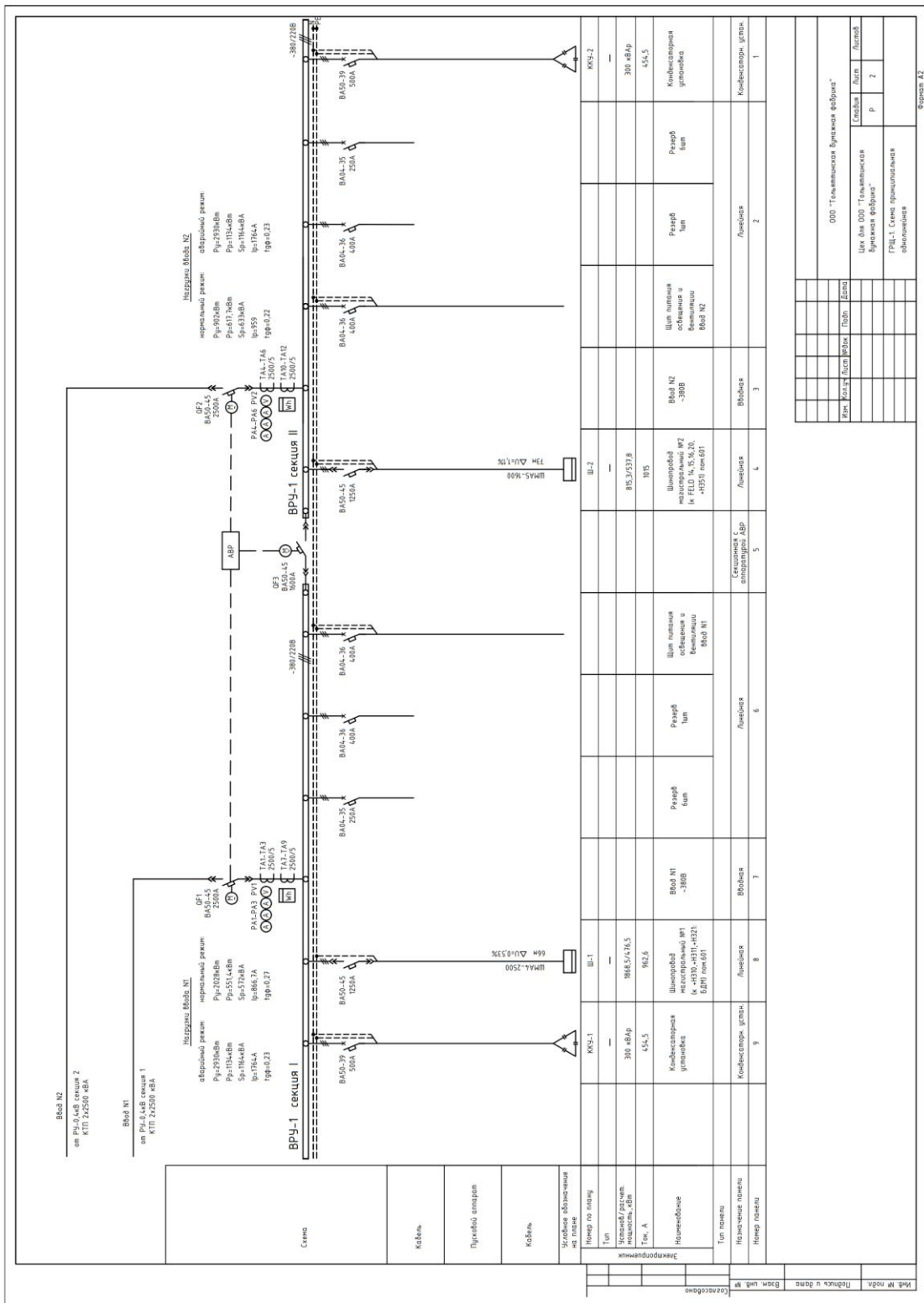
23. Соколов В. Ю. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения [Электронный ресурс] : учеб. пособие; Оренбургский гос. ун-т. Оренбург : ОГУ : ЭБС АСВ, 2016. 201 с.
24. Шойко В. П. Автоматическое регулирование в электрических системах [Электронный ресурс] : учебное пособие. Новосибирск : НГТУ, 2012. 194 с.
25. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебник для вузов; под ред. А. Ф. Дьякова. Москва : Изд-во МЭИ, 2016. 543 с. ISBN 978-5-383-00973-4.
26. Active power filter with relay current regulator and common DC link for compensation of harmonic distortion in power grids; V.N. Meshcheryakov, M.M. Khabibullin, S.Valtchev I.S. Pavlov; IFIP Advances in Information and Communication Technology 423. Technological Innovation for Collective Awareness Systems. 5th IFIP WG 5.5; SOCOLNET Doctoral Conference on Computing, Electrical and Industrial Systems DoCEIS 2014. Lisbon. 2014.c. 427-434.
27. Active Power Filter with Common DC Link for Compensation of Harmonic Distortion in Power Grids / V.N. Meshcheryakov, M.M. Khabibullin, V.V. Pikalov, S.Valtchev // 16th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition (PEMC 2014). Antalya. 2014.
28. Bhalja B., Maheshwari R. P., Chothani N. Protection and Switchgear (Oxford Higher Education). 1 изд. - Oxford: Oxford University Press, 2016. 576 с.
29. Gönen T. Electric Power Distribution Engineering. 3 изд. - Boca Raton: CRC Press, 2014. 1061 с.
30. McPartland J.F., McPartland B.J., McPartland S.P. McGraw-Hill's Handbook of Electric Construction Calculations. New York City: McGraw-Hill Professional Publishing, 2013. 320 с.







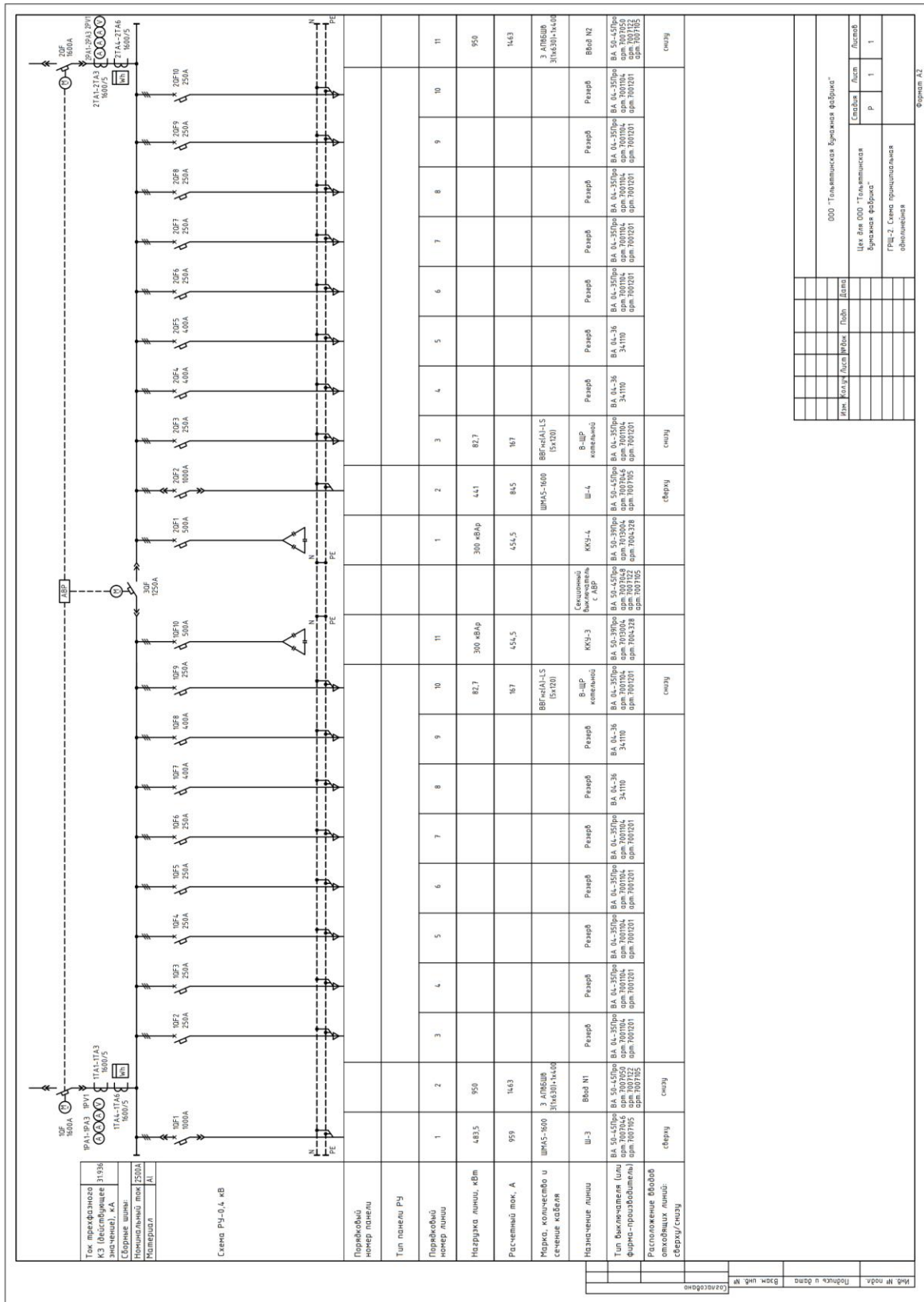
# Продолжение приложения В



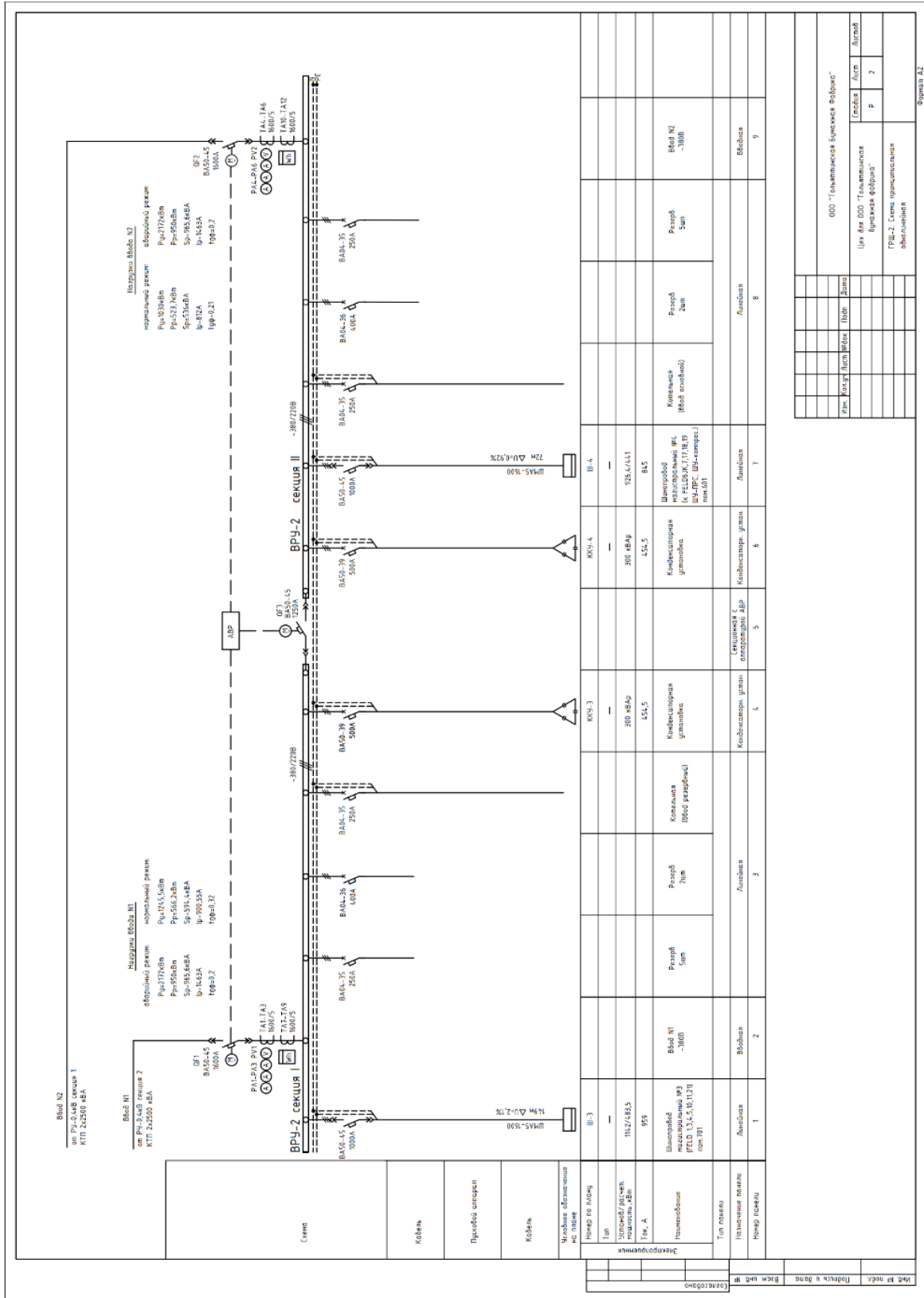




# Продолжение приложения В

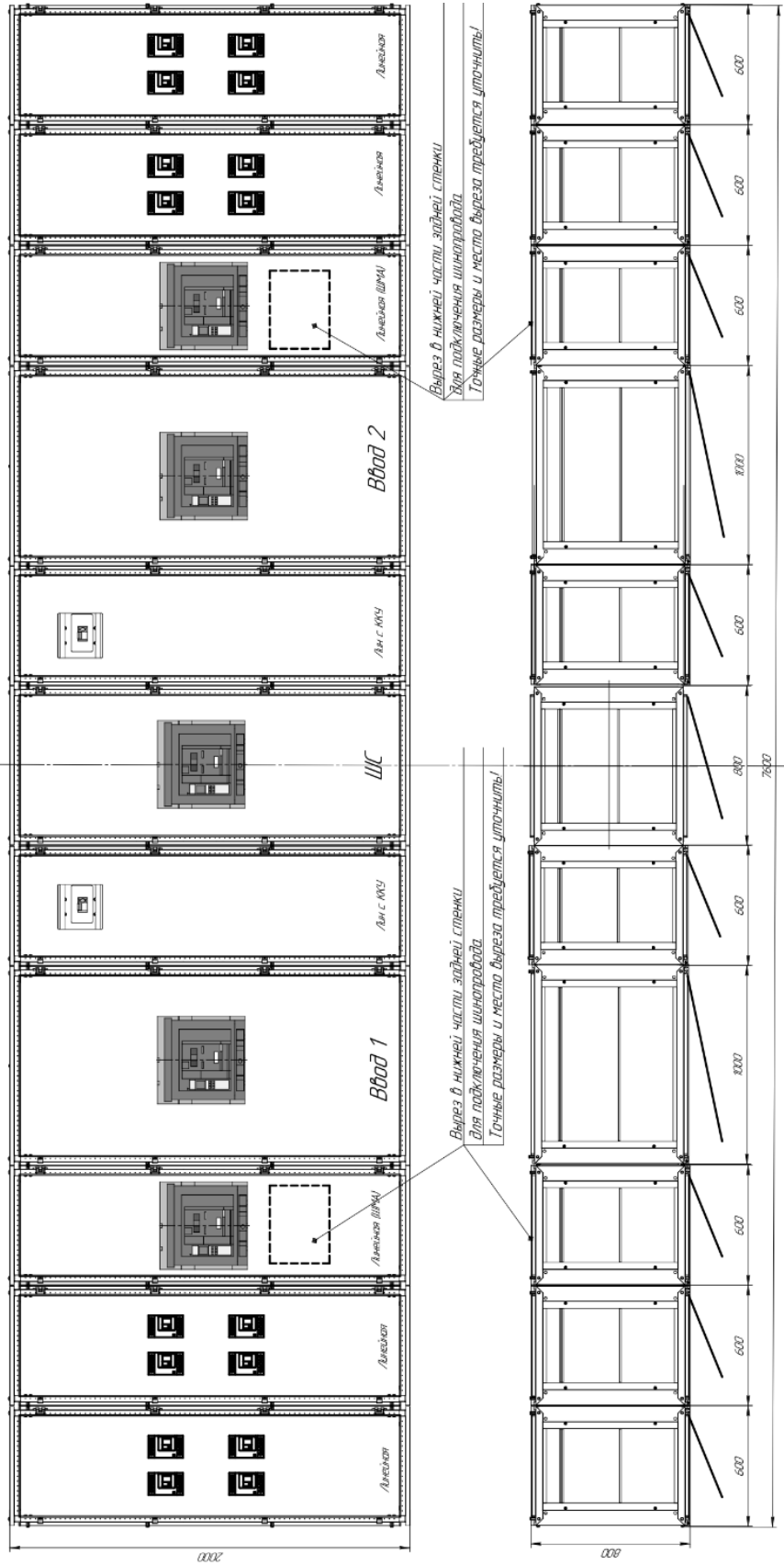


# Продолжение приложения В



Продолжение приложения В

ГРЩ-2500А-31УХ/14 (ВРУ-1) (16-2108.22)

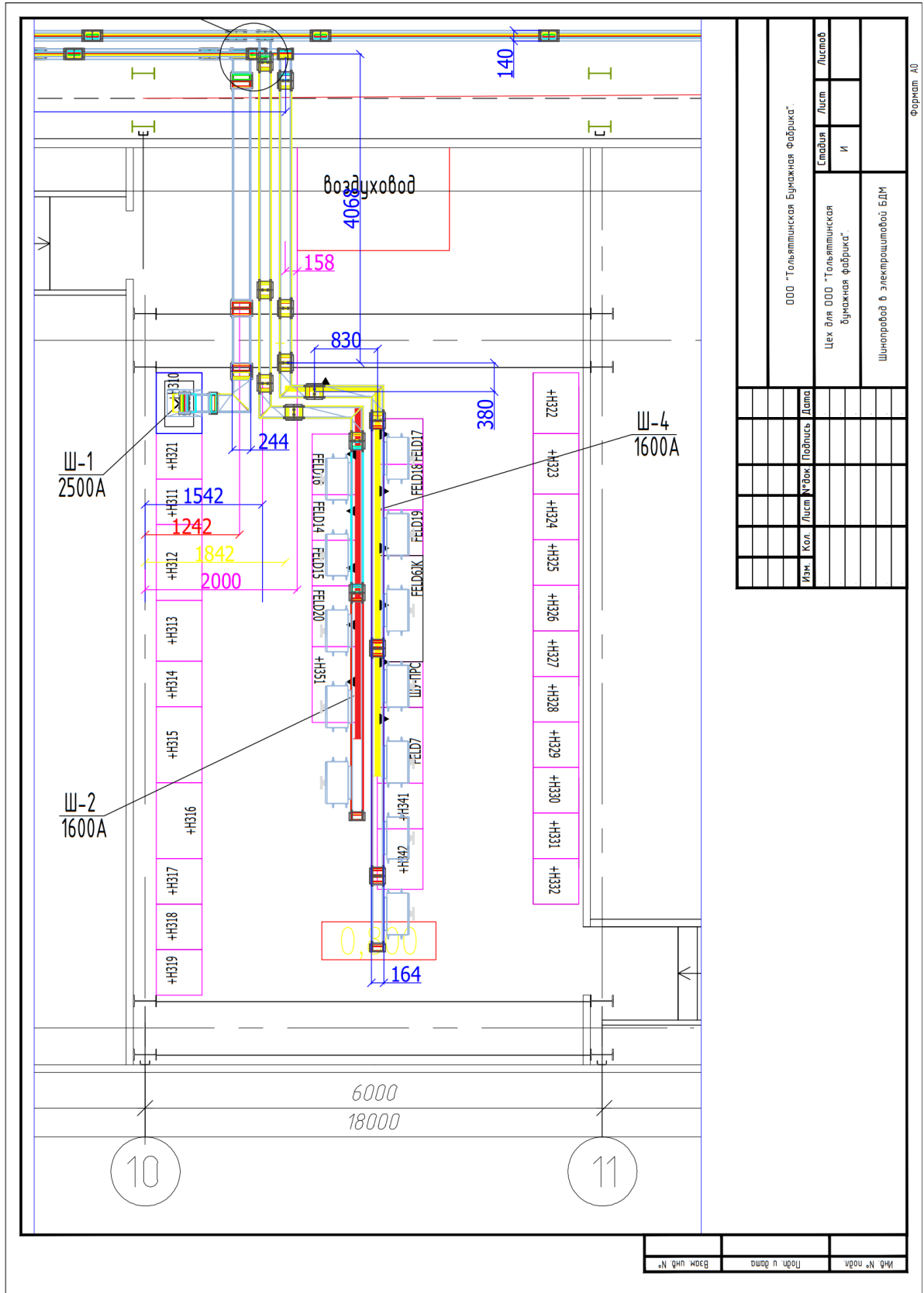








Продолжение приложения Г



000 "Тольяттинская Бумажная фабрика"		Лист	Листов
Цех для 000 "Тольяттинская бумажная фабрика"		И	
Шинорядов в электрощитовой БДМ			
Изм.	Кол.	Лист	№рек
		Поиск	Поиск
		Дата	

№д № подл	Издн и дата	Взам инд №

Формат А0

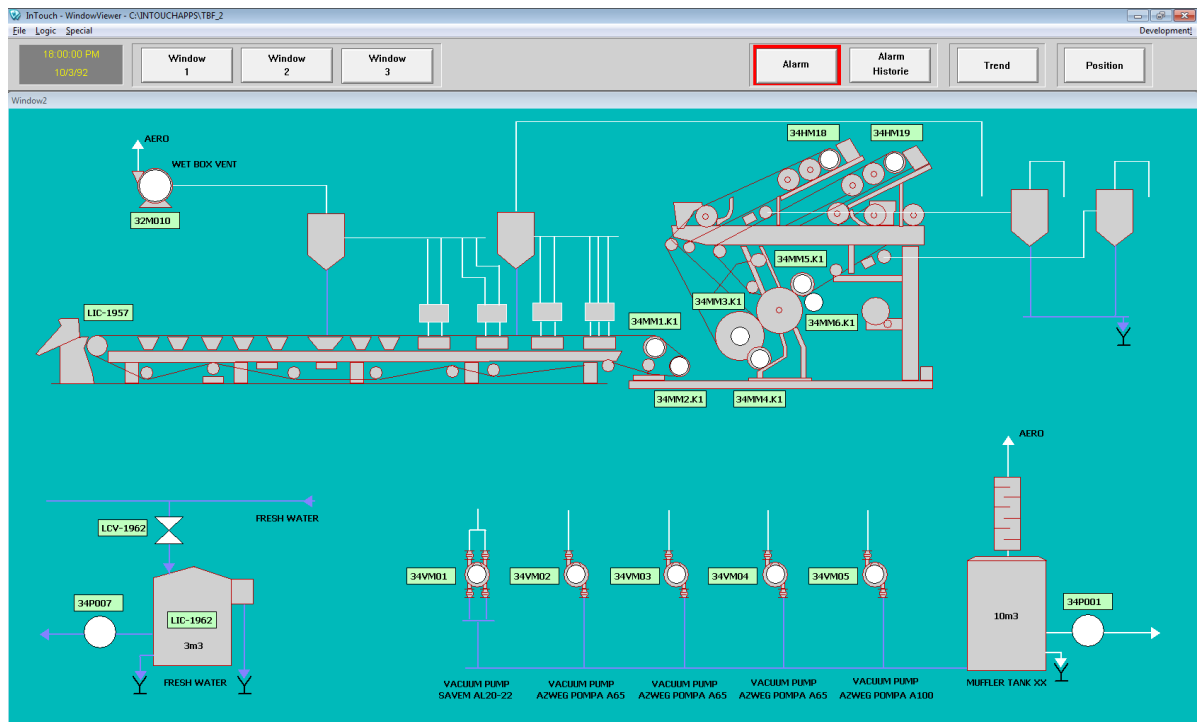
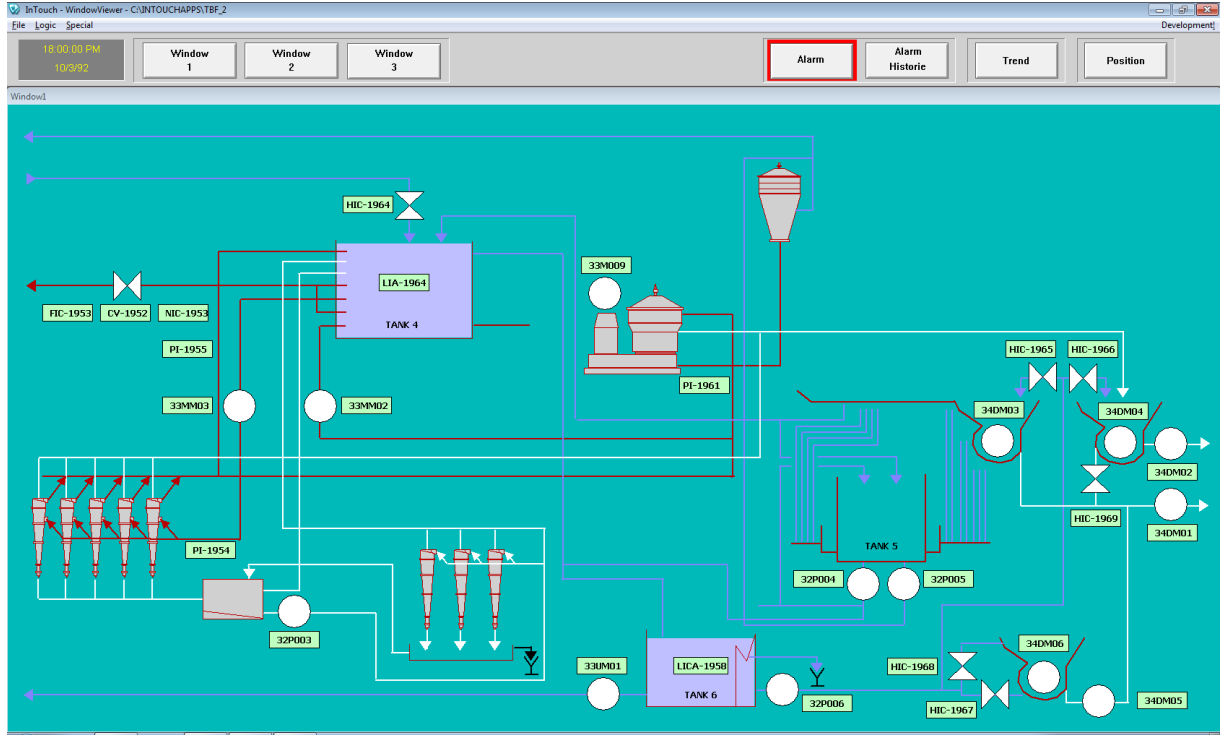




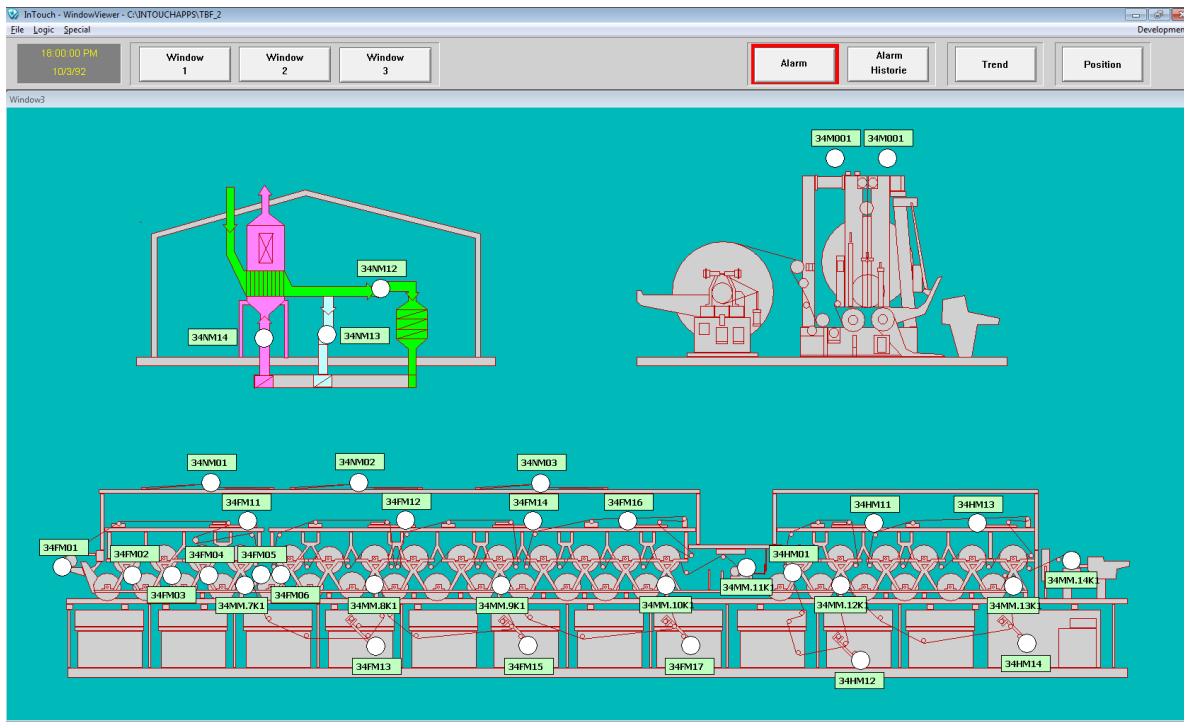
# Приложение Е

План расположения оборудования. Принципиальная схема.

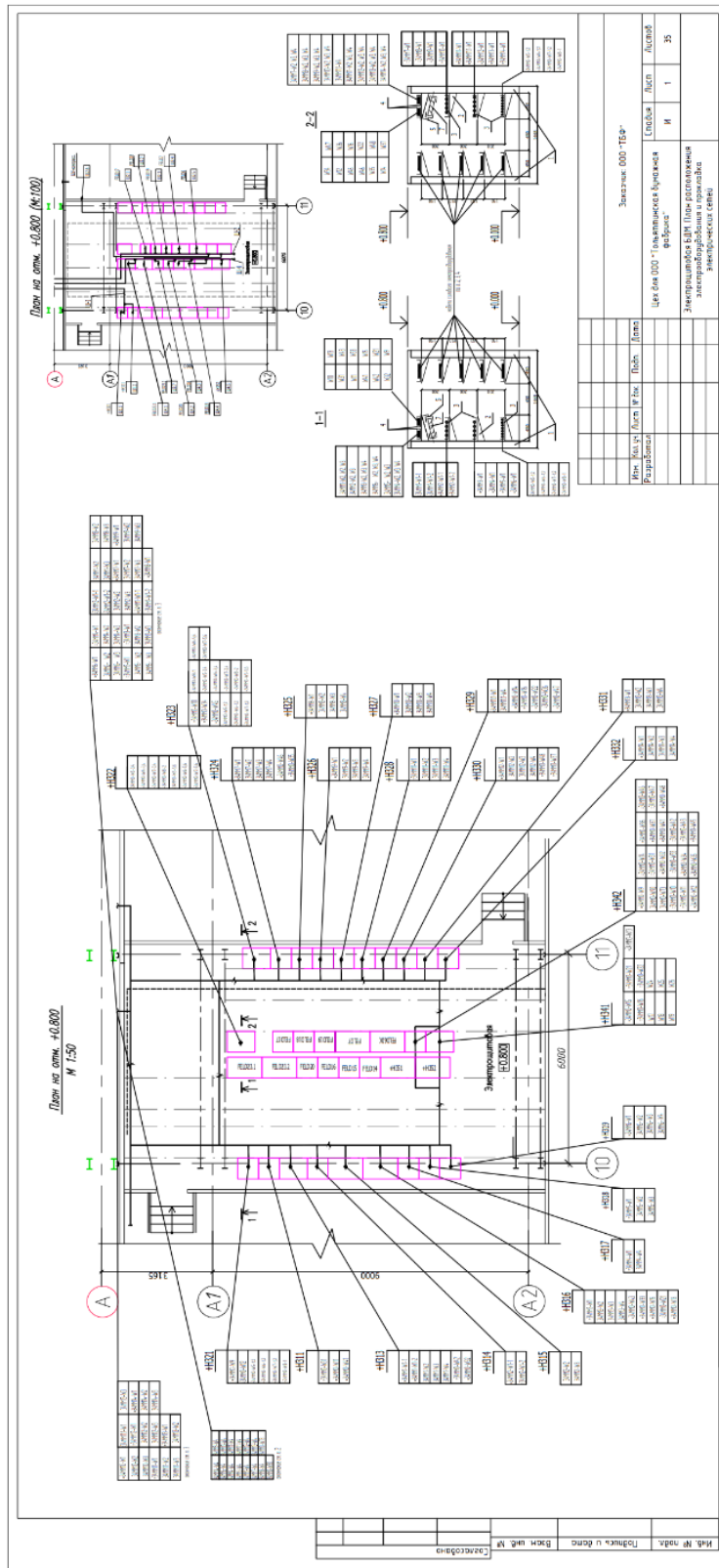
План прокладки силовых сетей 0,4 кВ



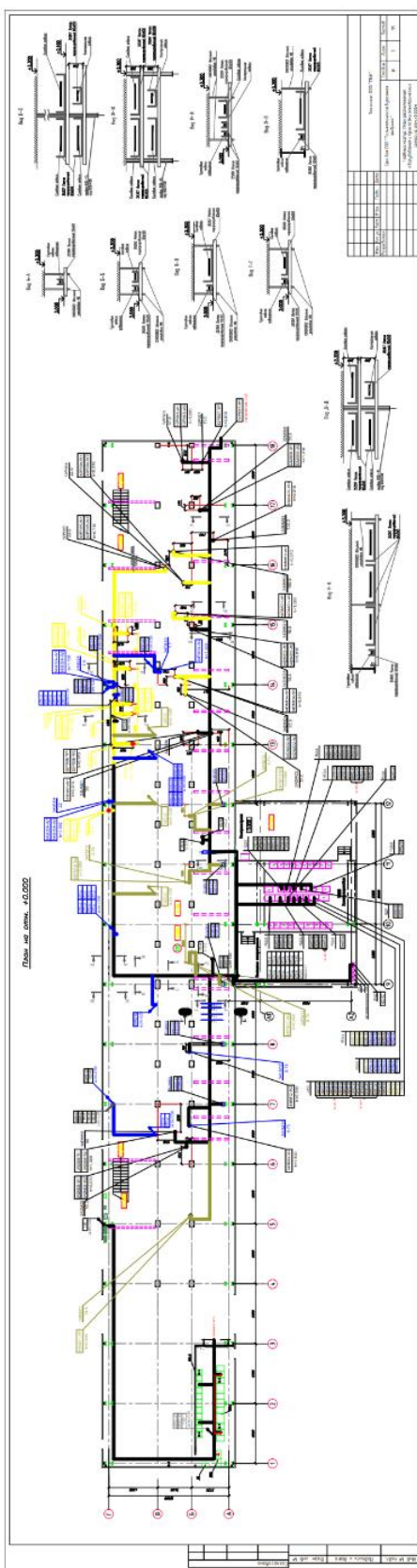
# Продолжение приложения E



# Продолжение приложения Е



Продолжение приложения Е









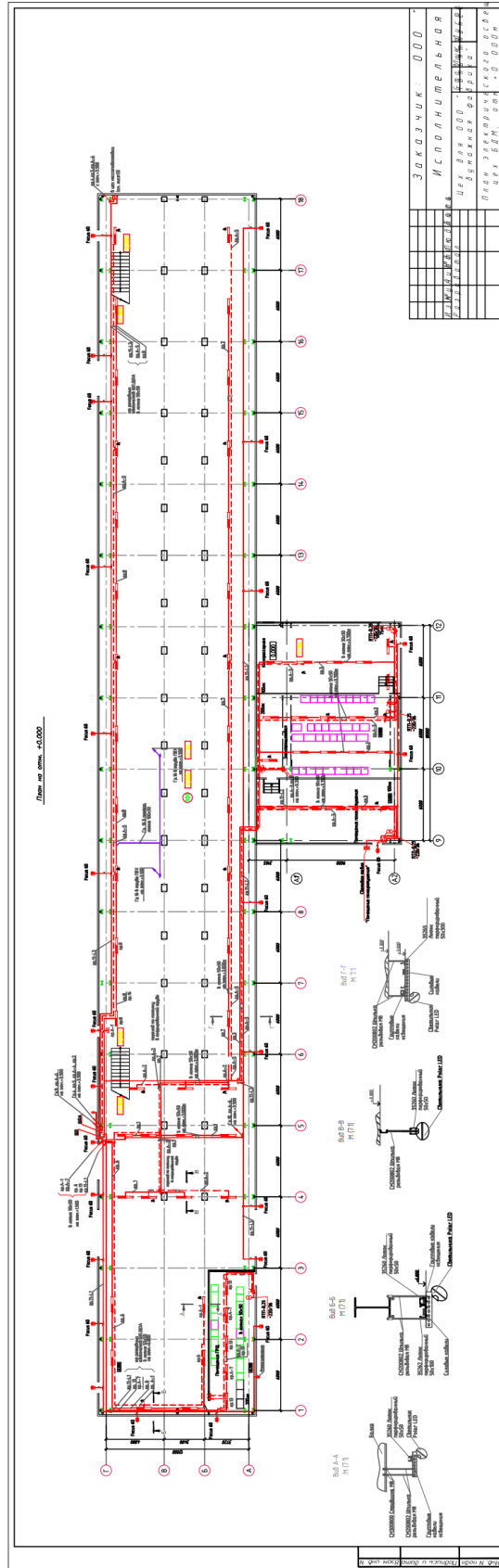




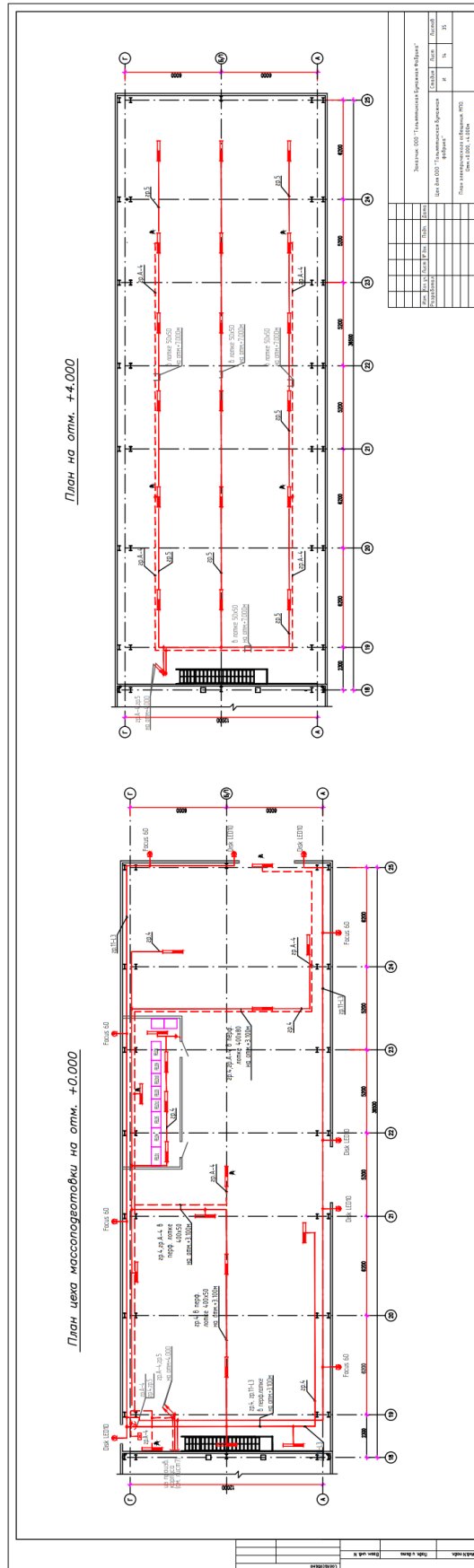


# Приложение Ж

## План сетей освещения

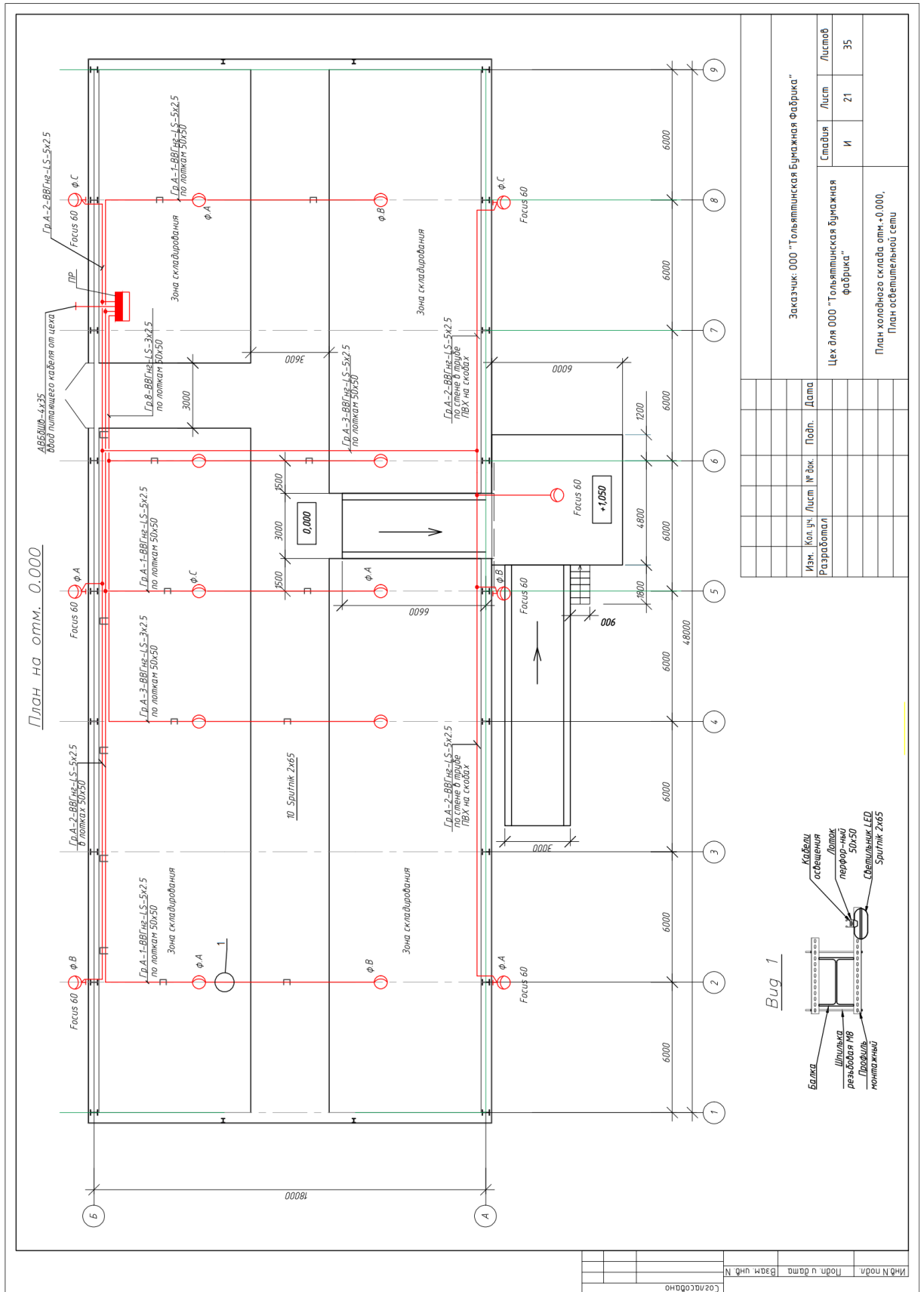








# Продолжение приложения Ж





ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ОСОБЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЗОНЫ»  
(ОАО «ОЭЗ»)

д. 6, Тверской бульвар, Москва, 125009;  
тел/ факс: (495) 645-27-60/ 645-27-00;

<http://www.russez.ru>, e-mail: [sez@russez.ru](mailto:sez@russez.ru)

ОКПО 01860549, ОГРН 1067746539519,  
ИНН 7703591134, КПП 770301001

02.06.2014 № 9-Т-230

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Приложение 1  
к договору об осуществлении  
технологического присоединения  
№ \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_ 2014г.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

на технологическое присоединение объектов ООО «ТБФ» расположенных на территории Особой экономической зоны промышленно-производственного типа на территории муниципального района Ставропольский Самарской области.

1. Наименование энергопринимающих устройств заявителя: ТП-10 кВ
2. Наименование и место нахождения объектов, в целях электроснабжения которых осуществляется технологическое присоединение энергопринимающих устройств заявителя: энергетические установки ООО «ТБФ», расположенные по адресу: Самарская область, Ставропольский район, сельское поселение Подстепки, земельный участок с кадастровым № 63:32: 0000000:10909.
3. Максимальная мощность присоединяемых энергопринимающих устройств заявителя составляет 2400 (кВт).
4. Категория надежности: схема присоединения к электрическим сетям ОАО «ОЭЗ» обеспечивает электроснабжение энергопринимающих устройств Заявителя в точках присоединения в объеме 2400 кВт по второй категории надежности электроснабжения.
5. Класс напряжения электрических сетей, к которым осуществляется технологическое присоединение 10 (кВ).
6. Год ввода в эксплуатацию энергопринимающих устройств заявителя 2014.
7. Точка присоединения энергопринимающих устройств: Панели разных секций шин РУ-10 кВ БКРТП-2 ОАО «ОЭЗ».
8. Распределение максимальной мощности по точкам присоединения:  
Первая точка: 2400 кВт.  
Вторая точка: 2400 кВт (резерв).  
Фактическое распределение максимальной мощности может отличаться от указанного в зависимости от режима работы энергосистемы.
9. Сетевая организация осуществляет:  
9.1. Строительство и ввод в эксплуатацию БКРТП-2 ОАО «ОЭЗ».



## Продолжение приложения Ж

9.2. Коммерческий учет электрической энергии выполнить в точках присоединения на границе балансовой принадлежности с включением в систему АИИС КиТУЭ в соответствии с проектом объектов инженерной инфраструктуры и транспортной сети особой экономической зоны в г. Тольятти Самарской области с учетом требований раздела X «Правила организации учета электрической энергии на розничных рынках» Основных положений функционирования розничных рынков электрической энергии, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 04.05.2012 № 442 (далее – Правила).

9.3. Проверку выполнения выданных технических условий Заявителем.

9.4. С момента получения документов подтверждающих готовность оборудования Заявителя к приему электрической энергии (Акт осмотра электроустановки, подписанный уполномоченным представителем органа федерального государственного энергетического надзора) осуществить фактическое присоединение объектов Заявителя.

### 10. Заявитель осуществляет:

10.1. Предусмотреть проектирование и строительство ТП 10/0,4 кВ с трансформатором требуемой мощности, исполнение ТП 10/0,4 кВ, конструкцию, электротехническое оборудование, исполнение коммутационных аппаратов согласовать с филиалом ОАО «ОЭЗ» в Самарской области на стадии разработки ПСД.

10.2. Для электроснабжения ТП 10/0,4 кВ Заявителя предусмотреть проектом прокладку двух ЛЭП 10 кВ расчетного сечения от ячеек разных СШ РУ 10 кВ БКРТП-2 ОАО «ОЭЗ» до ТП Заявителя. Номера фидеров БКРТП-2 для присоединения дополнительно запросить в филиале ОАО «ОЭЗ» в Самарской области на стадии разработки ПСД.

10.3. Марку, трассы и способ прокладки ЛЭП 10 кВ от БКРТП-2 ОАО «ОЭЗ» к вновь построенной ТП 10/0,4 кВ Заявителя, согласовать с филиалом ОАО «ОЭЗ» в Самарской области на стадии проектирования.

10.4. Токи короткого замыкания в электроустановках Заявителя для выбора электрооборудования и расчета уставок РЗА определить проектом и согласовать с филиалом ОАО «ОЭЗ» в Самарской области. Уставки устройств РЗА, устанавливаемых в электроустановках Заявителя уточнить на момент ввода в эксплуатацию электроустановок и согласовать с филиалом ОАО «ОЭЗ» в Самарской области.

10.5. В случае необходимости обеспечения I-й категории надежности электроснабжения в распределительных устройствах энергоустановок Заявителя предусмотреть схему резервирования с АВР.

10.6. Проектом электроснабжения определить необходимость установки средств компенсации реактивной мощности из расчета предельного значения коэффициента реактивной мощности не выше 0,4 ( $\text{tg}\phi \leq 0,4$ ) в точках присоединения электроустановок Заявителя к электрической сети ОАО «ОЭЗ», при необходимости установить эти средства.

10.7. В случае наличия на предприятии особой группы электроприемников I-й категории надежности предусмотреть проектом и установить независимый источник питания (ДГУ, ИБП т.п.) рассчитанный на обеспечение аварийной брони

## Продолжение приложения Ж

и обеспечения электрической энергией особой группы электроприемников I-й категории надежности с исключением возможности параллельной работы с системой.

10.8. В случае необходимости проектом предусмотреть выделение электроснабжения электроприемников аварийной брони на отдельные питающие линии, по которым подача электрической энергии и мощности не подлежит ограничению при угрозе аварийных энергетических режимов.

10.9. Проектом определить допустимый и фактический вклад потребителя по показателям качества электроэнергии (ГОСТ 13.109-97) (ГОСТ 32144-2013) в точках присоединения. В случае необходимости предусмотреть установку устройств, снижающих влияние потребителя на качество электроэнергии. Потребитель самостоятельно обеспечивает показатели качества электроэнергии в границах своей балансовой принадлежности.

10.10. Проект электроснабжения Заявителя выполнить с привлечением организаций имеющей право на осуществление данного вида деятельности и согласовать с ОАО «ОЭЗ», филиалом ОАО «ОЭЗ» в Самарской области и со всеми организациями, осуществляемыми эксплуатацию инженерных сетей в данном районе.

10.11. Получить разрешение управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на допуск к эксплуатации энергопринимающих устройств Заявителя.

10.12. В случае если в ходе проектирования возникнет необходимость частичного отступления от технических условий, такие отступления подлежат согласованию с ОАО «ОЭЗ» и филиалом ОАО «ОЭЗ» в Самарской области с корректировкой утвержденных технических условий.

### 11. Прочие условия:

11.1. Предварительно определить границу балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности между электрическими сетями ОАО «ОЭЗ» и Заявителем на кабельных наконечниках КЛ 10 кВ в РУ-10 кВ БКРТП-2 ОАО «ОЭЗ».

11.2. Допуск в эксплуатацию расчетных приборов учета, а также опломбирование, установку знаков визуального контроля выполнить в соответствии с Правилами

11.3. При наличии непрерывных технологических процессов, нарушение которых связано с высокими материальными затратами, оснастить электрические сети Заявителя средствами, обеспечивающими нечувствительность систем управления непрерывным технологическим процессом к провалам напряжения в соответствии с ГОСТ 13109-97 (ГОСТ 32144-2013).

11.4. Подача напряжения на электроприёмники потребителя будет произведена только после заключения договора технологического присоединения, выполнения заявителем ТУ, оформления акта осмотра электроустановок и разрешения на ввод их в эксплуатацию инспектором Ростехнадзора, оформления и согласования акта допуска в эксплуатацию расчетных приборов учета, заключения договора с энергоснабжающей организацией на поставку электроэнергии (мощности) для ООО «ТБФ»

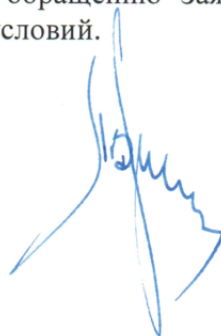
## Продолжение приложения Ж

12. Срок действия настоящих технических условий составляет два года со дня заключения договора об осуществлении технологического присоединения.

12.1. При невыполнении настоящих технических условий в срок и наличии на дату окончания срока их действия технической возможности технологического присоединения ОАО «ОЭЗ», по обращению Заявителя, вправе продлить срок действия настоящих технических условий.

Директор по эксплуатации

А.В.Вылегжанин



Е.В. Климычева  
(495) 645-26-90, доб. 2211

## Продолжение приложения Ж



Генеральному директору  
ООО «ТБФ»  
А.С. Анташеву

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ОСОБЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЗОНЫ»  
(ОАО «ОЭЗ»)

д.6, Тверской бульвар, Москва, 125009;  
тел/ факс: (495) 645-27-60/ 645-27-00;

<http://www.russez.ru>, e-mail: [sez@russez.ru](mailto:sez@russez.ru)

ОКПО 01860549, ОГРН 1067746539519,  
ИНН 7703591134, КПП 770301001

03.10.2014 № ЭД-4/5650

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

### **ИЗМЕНЕНИЯ в ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ На технологическое присоединение объектов ООО «ТБФ», расположенных на территории ОЭЗ промышленно-производственного типа на территории муниципального района Ставропольский Самарской области.**

Настоящие изменения разработаны на основании письма ООО «ТБФ» № 117 от 24 сентября 2014г. и являются неотъемлемой частью ТУ № Э-Т-230 от 02.06.2014.

Внести следующие изменения в текст Технических условий на технологическое присоединение объектов ООО «ТБФ»:

П.6. из ТУ исключить.

П.7. изложить в редакции: Точка присоединения энергопринимающих устройств: Панели разных секций шин РУ-10 кВ РП-5 ОАО «ОЭЗ».

П.9.1. изложить в редакции: Сетевая организация осуществляет строительство и ввод в эксплуатацию РП-5 ОАО «ОЭЗ».

П.10.2. изложить в редакции: Для электроснабжения ТП 10/0,4 кВ Заявителя предусмотреть проектом прокладку двух ЛЭП 10 кВ расчетного сечения от ячеек разных СШ РУ 10 кВ РП-5 ОАО «ОЭЗ» до ТП Заявителя. Номера фидеров РП-5 для присоединения дополнительно запросить в филиале ОАО «ОЭЗ» в Самарской области на стадии разработки ПСД.

П.10.3. изложить в редакции: Марку, трассы и способ прокладки ЛЭП 10 кВ от РП-5 ОАО «ОЭЗ» к вновь построенной ТП 10/0,4 кВ Заявителя, согласовать с филиалом ОАО «ОЭЗ» в Самарской области на стадии проектирования.

П.11.1. изложить в редакции: Предварительно определить границу балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности между


## Продолжение приложения Ж

электрическими сетями ОАО «ОЭЗ» и Заявителем на кабельных  
наконечниках КЛ 10 кВ в РУ-10 кВ РП-5 ОАО «ОЭЗ».  
Остальные пункты ТУ остаются без изменений.

Директор по эксплуатации

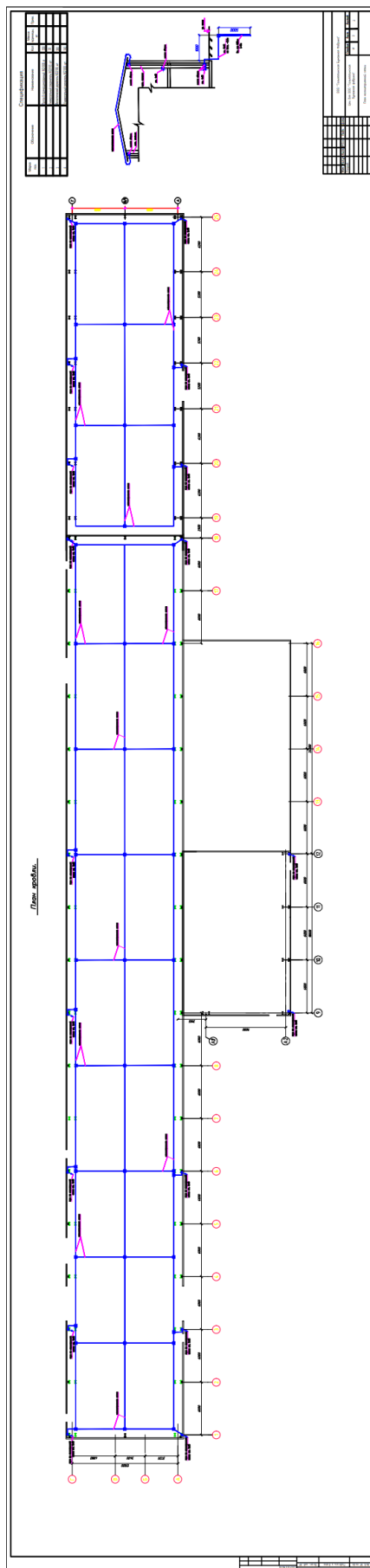
А.В.Вылегжанин

Е.В. Климычева  
( 495) 645-26-90, доб. 2211





Продолжение приложения И



## Продолжение приложения И

Расчет молниезащиты здания.

Здание представляет собой сооружение из сэндвич панелей габаритами: здания: высота  $h=13\text{м}$ , длина  $L=140\text{м}$ , ширина  $B=12\text{м}$ . Крыша плоская, так же выполнена из сэндвич панелей.

Выбор молниезащиты для плоской крыши:

1. Определение категории молниезащиты здания:

В соответствии с СО153-34.21.122-2003 здание относится к обычным объектам по воздействию ударов молнии, а по РД 34-21.122-87 относится к III категории молниезащиты.

2. Определение типа внешней системы молниезащиты:

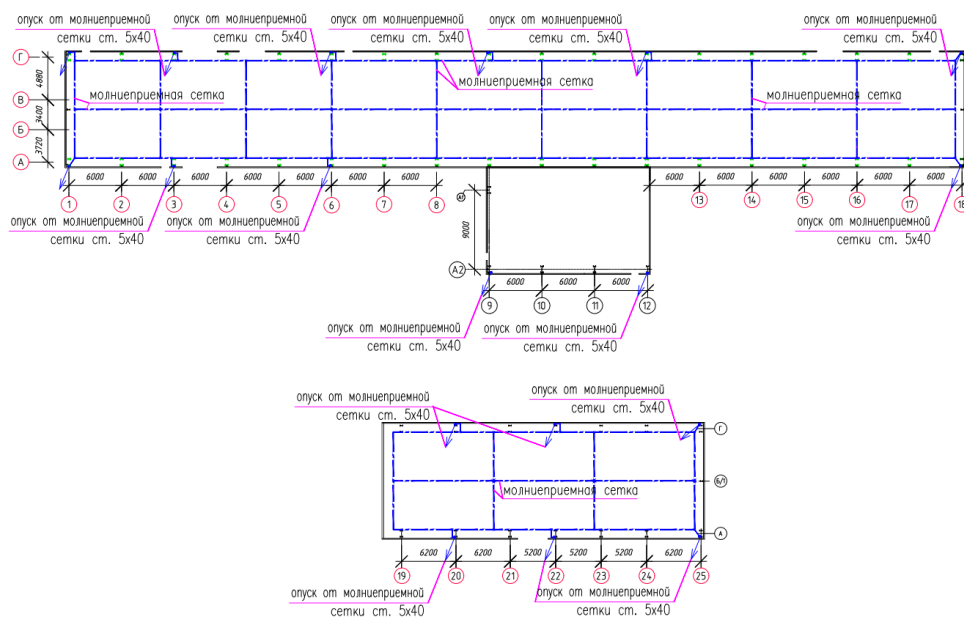
В соответствии с РД 34-21.122-87 при выполнении требований пункта 2.6 пособия, для данного здания выбирается молниеприемная сетка.

3. Исполнение системы молниезащиты:

По РД 34-21.122-87 молниеприемная сетка должна быть выполнена из стальной проволоки диаметром не менее 6мм и уложена сверху. По пункту 2.25 шаг ячеек сетки должен быть не более  $12 \times 12\text{м}$ . При использовании в качестве молниеприемников сетки или металлической кровли по периметру здания в земле на глубине не менее 0,5 м должен быть проложен наружный контур, состоящий из горизонтальных электродов.

Следовательно по данным указанным выше к исполнению принимается:

Молниезащитная сетка выполненная прутком-катанкой горячеоцинкованной диаметром 6мм; шаг ячеек сетки принимается не менее  $12 \times 12\text{м}$ ; молниезащитная система соединяется с наружным контуром заземления с помощью опусков из стали  $40 \times 5\text{мм}$ .



						ООО "Тольяттинская Бумажная Фабрика".			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Цех для ООО "Тольяттинская бумажная фабрика".	Стадия	Лист	Листов
Разраб.							И	1	
						План молниеприемной сетки. Расчет			

Формат А4



## Приложение К

### Генеральный план расположения производства ООО «ТБФ»

