

## Содержание

Введение.....	5
1. Характеристика объекта электроснабжения.....	5
1.1 Назначение и характер технологического процесса.....	5
1.2. Характеристика комплекса электрооборудования.....	1
1.3. Классификация по взрыво-, пожаро-, электробезопасности.....	1
1.4. Требование ПУЭ к проектированию электроустановок.....	20
2. Светотехнический расчет.....	20
2.1. Рекомендации по выполнению электрического освещения.....	20
2.2. Расчет освещения методом удельной мощности.....	2
2.3. Выбор мест расположения и типов светильников.....	26
3. Электротехнический расчёт.....	27
3.1. Компоновка силовых и осветительных нагрузок.....	2
3.2. Расчёт электрических нагрузок.....	30
3.3. Выбор защитной и коммутационной аппаратуры.....	37
3.4. Выбор марки и сечения проводников линий электроснабжения.....	44
3.5. Выбор распределительного устройства электроснабжения.....	47
3.6. Выбор прибора учёта расхода электрической энергии.....	4
Заключение.....	4
Список источников и литературы.....	4

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>				
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<b>Проектирование электроснабжения механического цеха</b>  <b>Омавиат</b>				
<i>Разработал</i>	<i>Злыднев Д.Ю.</i>								
<i>Проверил</i>	<i>Строк А.В.</i>								
<i>Н. контр.</i>									
<i>Утвердил</i>									
					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
						3	55		

## Введение

Роль электричества в жизни человека огромна, ее невозможно переоценить. Современная индустрия, промышленное производство, освещение зданий и улиц, водоснабжение, медицинские и сельскохозяйственные аппараты, все функционирует за счет электрического тока.

Актуальность данного курсового проекта заключается в том, что ввод в действие новых предприятий, расширение существующих, рост энерговооруженности, широкое внедрение различных видов электротехнологий во всех отраслях производств выдвигают проблему их рационального электроснабжения.

Проблема заключается в том, что система распределения столь большого количества электроэнергии на промышленных предприятиях должна обладать высокими техническими и экономическими показателями и базироваться на новейших достижениях современной техники. Поэтому электроснабжение промышленных предприятий должно основываться на использовании современного конкурентоспособного электротехнического оборудования.

Цель работы - спроектировать электроснабжение механического цеха для обеспечения надежной работы электрооборудования, своевременного выпуска продукции и повышения работоспособности персонала

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		4

## 1. Характеристика объекта электроснабжения

### 1.1 Назначение и характер технологического процесса.

Механический цех (МЦ) предназначен для серийного производства изделий. Он является крупным вспомогательным цехом завода машиностроения и выполняет заказы основных цехов. Станочное отделение выполняет подготовительные операции (обдирку) изделий, для дальнейшей обработки их на станках.

Для этой цели в цехе установлено основное оборудование: сверлильные, шлифовальные, расточные станки и др.

Все электроприёмники цеха относятся к потребителям 2 и 3 категории надежности по электроснабжению.

Электроприёмники 2 категории - электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприёмники 3 категории - все остальные электроприемники, не подходящие под определения 1 и 2 категорий.

Классифицируют электроприёмники по напряжению, роду тока, мощности, режиму работы.

По напряжению электроприёмники различают на низковольтные и высоковольтные. Низковольтные – напряжение их составляет до 1000 В, и высоковольтные – напряжением более 1000 В.

Всё электрооборудование в МЦ относится к потребителям низкого напряжения, так как все установки работают от сети 220/380 В.

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		5

По роду тока различают электроприёмники, работающие от:

- 1) сети переменного тока промышленной частоты 50 Гц;
- 2) сети переменного тока повышенной или пониженной частоты;
- 3) сети постоянного тока.

В МЦ все электроприёмники работают от сети переменного тока промышленной частоты 50 Гц.

По мощности электроприёмники различают: малой мощности – до 10 кВт; средней мощности – до 100 кВт, большой мощности – свыше 100 кВт.

В цехе расположены ЭП малой и средней мощности.

По режиму работы электроприёмники делят на три группы:

1) длительный режим – это режим, в котором электрические машины работают длительное время, при этом не перегреваясь;

2) повторно-кратковременный режим – это режим, в котором рабочие периоды работы чередуются с периодами пауз, а длительность всего цикла не превышает десяти минут;

3) кратковременный режим – это режим, в котором рабочий период не столько длителен, чтобы температуры отдельных частей машины могли достигнуть установившегося значения, период же остановки машины настолько длителен, что машина успевает охладиться до температуры окружающей среды.

В МЦ все электроустановки работают только в длительном режиме.

Механический цех (МЦ) является вспомогательным и выполняет заказы основных цехов предприятия.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		6

Он предназначен для выполнения различных операций по обслуживанию, ремонту электротермического и станочного оборудования.

Для этой цели в цехе предусмотрены: станочное отделение, сварочный участок, компрессорная, производственные, служебные и бытовые помещения.

Основное оборудование установлено в станочном отделении: станки различного назначения и подъемно-транспортные механизмы.

МЦ получает электроснабжение (ЭСН) от собственной цеховой трансформаторной подстанции (ТП).

ТП находится на расстоянии 1,5 км от ГПП предприятия, напряжение – 6 или 10 кВ.

От энергосистемы (ЭНС) до ГПП – 12 км.

Количество рабочих смен – 2.

Потребители ЭЭ относятся по надежности и бесперебойности ЭСН к 2 и 3 категории.

Грунт в районе цеха – супесь с температурой 0 °С, окружающая среда не агрессивная.

Каркас здания сооружен из блоков-секций длиной 8 и 6 м каждый.

Размеры цеха А × В × Н= 48 × 30 × 7 м.

Все помещения, кроме станочного отделения, двухэтажные высотой 3,2 м.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		7

Таблица 1 – Перечень электрооборудования механического цеха.

№ на плане	Наименование ЭО	Р <sub>эп</sub> , кВт	Примечание
1	2	3	4
1...4	Сварочные автоматы	50 кВА	ПВ = 60%
5...8	Вентиляторы	4,8	
9, 10	Компрессоры	30	
11, 12, 39, 40	Алмазно-расточные станки	2,5	
13...16	Горизонтально расточные станки	25	
17, 19	Продольно-строгальные станки	40	
18	Кран-балка	15	ПВ = 60%
20	Мостовой кран	55	ПВ = 40%
21...26	Расточные станки	14	
27...29	Поперечно-строгальные станки	10	
30...33	Радиально-сверлильные станки	3	1-фазные
34...36	Вертикально-сверлильные станки	4	1-фазные
37, 38	Электропечи сопротивления	32	
41, 42	Заточные станки	1,5	1-фазные
43...50	Токарно-револьверные станки	4,5	

Мостовые краны относятся к кранам с несущими пролетными конструкциями, которые имеют самоходный мост, перемещающийся вдоль цеха по рельсам, состоящий из сварных балок коробчатого или таврового сечения. По верху моста устанавливают рельсы, по которым передвигается самоходная грузовая тележка с механизмом подъема.

Обслуживаемая краном площадь имеет форму прямоугольника. Основные характеристики: грузоподъемность достигает 500 т, пролеты-60м, высота подъема -50м, передвижения моста 0,5-2,5 передвижение тележки 0,1 -10, подъема груза до 1,0. По конструкции мостовые краны могут быть однобалочные, двухблочные. Первые применяются при грузоподъемности 1-5 тонн, а вторые при грузоподъемности 1-5 тонн и более. У однобалочных мостовых кранов мостом служит балка двутаврового сечения, которая одновременно называется ездовой и которая опирается на две концевые (поперечные) балки, снабженные ходовыми колесами. Краны однобалочного исполнения выгодно отличает применение грузовой тележки консольного типа, что позволяет расширить возможность подхода главного крюка за счет уменьшения «мертвых зон» в торцах зданий. В качестве съемного грузозахватного органа, мостовые краны могут быть дополнительно оснащены грейфером, грузоподъемным электромагнитом, траверсой с электромагнитами и другими приспособлениями, что значительно расширяет область применения мостовых кранов.

Вытяжной вентилятор монтируется непосредственно на крыше здания, обычно имеют специальную раму для обеспечения долговечности и стойкости к атмосферным воздействиям. В связи с тем, что они практически весь срок службы находятся на улице, к ним предъявляют особые требования по влагоустойчивости и пылеустойчивости. Обычно они выполняются из высококачественной стали с эпоксидным коррозионностойким покрытием, либо гальванизированной.

Поперечно-строгальный станок служит для обработки мелких и средних деталей. Основным параметром этих станков является наибольшая длина хода ползуна - 200...1000 мм. Главное движение сообщается инструменту. Станки имеют механический привод ползуна, совершающего возвратно-поступательные движения при помощи

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		9

кулисного механизма. Станки оснащены трехпозиционным столом, позволяющим обрабатывать поверхности деталей выполняя обычные строгальные работы (первая позиция стола), поверхности с уклонами, типа клиньев, в поперечных и продольных направлениях (вторая позиция) с использованием наклоняемого стола.

Радиально-сверлильный станок имеет широкий спектр применения (сверление, растачивание, развертывание, зенкование, обработка фасок и конусов, нарезание резьбы на мелких и средне размерных деталях), удобен в обслуживании и отличается высокой точностью и производительностью. Станок спроектирован с усиленной конструкцией шпинделя, что увеличивает жесткость, стабильность и обеспечивает станку широкий диапазон применения. Надежная гидравлика гарантирует плавное и точное перемещение шпиндельной головы, манипулятора и колонны. Горизонтальный механизм подачи (типа винт-гайка) закреплен 3-х ступенчатым подшипником, поэтому он легко и свободно перемещается с малыми усилиями.

Заточный станок предназначен для заточки и доводки основных видов режущих инструментов из инструментальной стали, твердого сплава абразивными, алмазными и эльборовыми кругами, и эльборового шлифовального круга.

Алмазно-расточные станки используются в сфере шлифования конической формы фасонных вращающихся поверхностей, специальных канав и торцов, подходят при тонком растачивании цилиндрических плоскостей. Такие агрегаты используются при последней стадии шлифовки отверстий. Тонкое растачивание гарантирует гладкость металлической поверхности и 100%-ную точность различной формы углублений.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		10

Сварочные агрегаты: работают на переменном токе промышленной частоты, с напряжением 380 В. Являются с повторно-кратковременным режимом работы, неравномерной нагрузкой фаз с  $\cos\varphi = 0,35$ ; относятся к приемникам электрической энергии II категории надежности электроснабжения.

Для изготовления металлических деталей различной конфигурации часто используют токарно-револьверный станок. Особенностью револьверных станков является наличие многопозиционной поворотной головки, которая способна нести различные инструменты для целого ряда технологических операций (точение, сверление, зенкерование и многие другие). Станки данной группы используются преимущественно для оснащения предприятий, выпускающих свою продукцию крупными и средними сериями. Заготовки, обрабатываемые на токарно-револьверном станке, – это прутки, поковки и отливки, а также детали, до этого прошедшие обработку на других устройствах.

Электроды сопротивления - промышленные, или лабораторные электроустановки, предназначенные для нагрева изделий, или заготовок различного физико-химического состава при помощи электрического тока.

Вертикальный сверлильный станок – это техника, необходимая для создания глухих и сквозных отверстий, а также для дополнительной обработки полученных иным методом отверстий. Она часто используется для рассверливания отверстий, которые требуют максимальной точности. Также агрегаты данного типа демонстрируют свою эффективность при нарезании внутренней резьбы и при создании дисков из сплошного листового материала.

Одной из распространенных групп оборудования в металлообрабатывающей промышленности являются расточные станки. Эта группа станков широко используется как в условиях

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		11

индивидуального, так и в условиях крупносерийного производства. Отличительной особенностью, по которой расточные станки выделяются в отдельную группу, является возможность выполнения металлорежущих операций в труднодоступных местах обрабатываемых деталей.

Применяться такое оборудование может для выполнения таких операций, как:

- 1) нарезание резьбы, внутренней и наружной;
- 2) сверление отверстий глухих и сквозных;
- 3) зенкерование;
- 4) подрезка торцов заготовок;
- 5) торцевое и цилиндрическое фрезерование и т. д.

Основное назначение продольно-строгальных станков — обработка разноориентированных плоскостей, главным образом на крупных деталях. Точность и чистота обработки плоскостей большой ширины на этих станках выше, чем достигаемые точность и чистота обработки на фрезерных станках.

Компрессор – это устройство для перемещения газов, а также повышения их давления. Он служит для нагнетания давления в оборудовании, использующем в своей работе сжатый воздух.

Кран-балка — разновидность подъёмного кранового оборудования. Устройство предназначено для выполнения разгрузочно-погрузочных работ, подъёма габаритных и тяжёлых грузов. Оборудование используется в промышленных и производственных помещениях, а также при строительстве.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		12

## 1.2. Характеристика комплекса электрооборудования.

В таблице 2 показан перечень электрооборудования, размещенного в токарном цехе, и его рабочие характеристики. Перечень взят из учебного пособия Шеховцова В.П. «Расчет и проектирование схем электроснабжения» [8].

Таблица 2 – Перечень нагрузок электроприемников механического цеха.

N п/п	Наименование электроприемника	Номинальная мощность электроприемника $P_n$ , кВт	Кол-во п	Коэффициенты		
				Использования $K_n$	Активной мощности и $\cos\varphi$	Реактивной мощности и $\operatorname{tg}\varphi$
1	2	3	4	5	7	8
1	Сварочные автоматы	50 кВА	4	0,75	0,7	1,02
2	Вентиляторы	4,8	4	0,75	0,8	0,78
3	Компрессоры	30	2	0,5	0,8	0,78
4	Алмазно-расточные станки	2,5	4	0,75	0,5	1,73
5	Горизонтально расточные станки	25	4	0,75	0,6	1,3
6	Продольно-строгальные станки	40	2	0,5	0,65	1,17
7	Кран-балка	15	1	1	0,5	1,73
8	Мостовой кран	55	1	1	0,5	1,73
9	Расточные станки	14	6	0,8	0,5	1,73
10	Поперечно-строгальные станки	10	3	0,6	0,5	1,73
11	Радиально-сверлильные станки	3	4	0,75	0,5	1,73
12	Вертикально-сверлильные станки	4	3	0,6	0,5	1,73
13	Электроды сопротивления	32	2	0,5	0,95	0,33
14	Заточные станки	1,5	2	0,5	0,5	1,73
15	Токарно-револьверные станки	4,5	8	0,9	0,5	1,73

Высокомощное оборудование — это сварочные автоматы и мостовой кран с мощностью 50 кВА и 55 кВт соответственно.

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

Маломощное оборудование — это заточные станки с мощностью 1,5 кВт.

### 1.3.Классификация по взрыво-, пожаро-, электробезопасности.

По условиям окружающей среды производственные помещения делятся на три группы: нормальные помещения, опасные по коррозии и взрыво- и пожароопасные помещения. Руководствуясь оющими требованиями по пожаро- и взрывобезопасности [1,2], определим категорию безопасности помещений механического цеха, результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Классификация помещений по взрыво-, пожаро-, электробезопасности.

Наименование помещений	Взрывоопасность	Пожароопасность	Электробезопасность
1	2	3	4
ТП	В – Іб	П – II	ПО
Щитовая	-	-	ПО
Бытовка	-	-	-
Сварочный участок	В - Іб	П - IIa	ПО
Вентиляционная	В - IIa	П - IIa	ПО
Компрессорная	В - IIa	П - IIa	ПО
Станочное отделение	В - I	П - I	ПО

По взрывопожарной и пожарной опасности установлены категории А, Б, В1-В4, Г и Д. Категории определяют, исходя из наличия размещенных на объекте горючих веществ, их количества и свойств по пожарной опасности, а также характеристик материалов облицовки. Пожароопасные свойства применяемых веществ и материалов получают путем испытаний или проводят расчет по методикам с учетом параметров их состояния. Также берут в расчет объемно-планировочные решения и анализируют производственный цикл.

Таблица №4 - Категории помещений по взрыво-, пожаробезопасности.

Категория	Характеристика
А – повышенная взрыво- и пожароопасность	Горючие газы. ЛВЖ с $t$ вспышки, не превышающей 28 °С. Эти вещества могут гореть и взрываться при попадании на них воды, воздуха, а также при соприкосновении друг с другом. При этом давление взрыва превышает 5 КПа. Пример: ГГ – водород, ЛВЖ – ацетон, бензин.
Б - взрыво- и пожароопасность	Горючие пыли. ЛВЖ с $t$ вспышки, не превышающей 28 °С. Эти вещества могут образовать смесь, при воспламенении которой давление взрыва превысит 5 КПа Пример: ГП – мучная пыль, ЛВЖ – уайт-спирит
В1-В4 – пожароопасность т	Горючие и трудногорючие жидкости и материалы, которые могут гореть, но не относятся к вышеуказанным категориям. Пример: масло промышленное, дрова.
Г – умеренная пожароопасность	Котельные на дровах, на угле.
Д – пониженная пожароопасность	Склад уличный для хранения запчастей (нет масла, бензина).

Автоматы защиты, провода и кабели для проводки электроэнергии имеют защиту от влаги и пыли. В их характеристиках указывается такой параметр как степень защиты (IP67, IP21). Речь идет о корпусе устройства

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		15

и его способности защищать внутренние компоненты от проникновения мелких твердых частиц и жидкостей.

Первая цифра после букв IP (от 0 до 6) показывает степень защиты от попадания посторонних мелких частиц под корпус изделия (таких, как пыль и мелкая грязь) и степень защиты человека от токопроводящих элементов.

Таблица 5 - Степень защиты технического устройства от пыли.

Цифра	Степень защиты от пыли
0	Устройство не имеет защиты. Такое устройство может применяться только в закрытых корпусах.
1	Устройство защищено от твердых частиц более 50 мм. Такое устройство применяется в помещениях, закрытых для общего доступа.
2	Устройство защищено от твердых частиц более 12 мм, но менее 50 мм. Использование такого прибора (устройства) возможно в помещениях с нормальной средой.
3	Защита от еще более мелких частиц, от 2,5 мм. Использование в обычных помещениях.
4	Устройство защищено от 1 мм частиц. Такое устройство можно использовать в пыльных помещениях.
5	Устройство частично защищено от пыли. Возможно, применять в несильно пыльных помещениях.
6	Полная защита от пыли. Такое устройство можно использовать в помещениях с постоянной пылью.

Вторая цифра (от 0 до 8) говорит о классе защиты от влаги.

Таблица 6 - Степень защиты технического устройства от влаги.

Цифра	Степень защиты от влаги
1	2
0	Без защиты от влаги. Применение такого устройства возможно только в сухом помещении.
1	Защита от падающих капель. Использование во влажных помещениях и только с вертикальным монтажом.
2	Устройство можно применять во влажных помещениях.
3	Степень защиты от брызг, попадающих на устройство под 60° углом. Такое устройство можно использовать под дождем.
4	Устройство может работать под дождем и при попадании брызг с любой стороны.
5	Защита от струй воды средней мощности.

6	Защита от мощных струй воды.
7	Устройство можно ненадолго погрузить в воду.
8	Устройство переносит длительное погружение в воду.

#### 1.4.Требование ПУЭ к проектированию электроустановок.

Общие требования правил устройства электроустановок [8] 7-го издания:

п. 1.2.11 ПУЭ. При проектировании систем электроснабжения и реконструкции электроустановок должны рассматриваться следующие вопросы:

1) перспектива развития энергосистем и систем электроснабжения с учетом рационального сочетания вновь сооружаемых электрических сетей с действующими и вновь сооружаемыми сетями других классов напряжения;

2) обеспечение комплексного централизованного электроснабжения всех потребителей электрической энергии, расположенных в зоне действия электрических сетей, независимо от их принадлежности;

3) ограничение токов КЗ предельными уровнями, определяемыми на перспективу;

4) снижение потерь электрической энергии;

5) соответствие принимаемых решений условиям охраны окружающей среды.

При этом должны рассматриваться в комплексе внешнее и внутреннее электроснабжение с учетом возможностей и целесообразности технологического резервирования.

При решении вопросов резервирования следует учитывать перегрузочную способность элементов электроустановок, а также наличие резерва в технологическом оборудовании.

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		17

п. 1.2.12 ПУЭ. При решении вопросов развития систем электроснабжения следует учитывать ремонтные, аварийные и послеаварийные режимы.

п. 1.2.13 ПУЭ. При выборе независимых взаимно резервирующих источников питания, являющихся объектами энергосистемы, следует учитывать вероятность одновременного зависимо-го кратковременного снижения или полного исчезновения напряжения на время действия релейной защиты и автоматики при повреждениях в электрической части энергосистемы, а также одновременного длительного исчезновения напряжения на этих источниках питания при тяжелых системных авариях.

п. 1.2.14 ПУЭ. Требования п. 1.2.11-1.2.13 ПУЭ должны быть учтены на всех этапах развития энергосистем и систем электроснабжения.

п. 1.2.15 ПУЭ. Проектирование электрических сетей должно осуществляться с учетом вида их обслуживания (постоянное дежурство, дежурство на дому, выездные бригады и др.).

п. 1.2.16 ПУЭ. Работа электрических сетей напряжением 2-35 кВ может предусматриваться как с изолированной нейтралью, так и с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор.

Компенсация емкостного тока замыкания на землю должна применяться при значениях этого тока в нормальных режимах:

в сетях напряжением 3-20 кВ, имеющих железобетонные и металлические опоры на воздушных линиях электропередачи, и во всех сетях напряжением 35 кВ - более 10 А;

в сетях, не имеющих железобетонных и металлических опор на воздушных линиях электропередачи:

более 30 А при напряжении 3-6 кВ;

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		18

более 20 А при напряжении 10 кВ;

более 15 А при напряжении 15-20 кВ;

в схемах генераторного напряжения 6-20 кВ блоков генератор-трансформатор - более 5А.

При токах замыкания на землю более 50 А рекомендуется применение не менее двух заземляющих реакторов.

Работа электрических сетей напряжением 110 кВ может предусматриваться как с глухозаземленной, так с эффективно заземленной нейтралью.

Электрические сети напряжением 220 кВ и выше должны работать только с глухозаземленной нейтралью.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		19

## 2. Светотехнический расчет.

### 2.1. Рекомендации по выполнению электрического освещения.

Электрическое освещение насосной станции следует производить с учетом нормированных показателей освещенности каждого помещения в соответствии с ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий» [3], а также СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» [6]. Освещение производится с помощью светодиодных ламп промышленного назначения.

Нормы освещенности помещений участка механического цеха приведены в таблице 7 в соответствии с вышеперечисленной документацией.

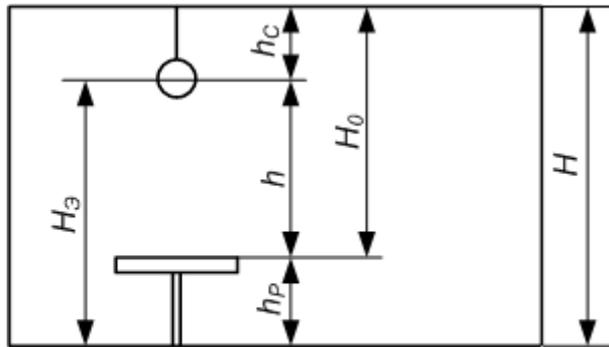
Таблица 7 - Нормы освещенности промышленных помещений

Наименование помещения	Разряд зрительных работ	Эксплуатационная освещенность, $E_{\text{ЭКС}}$ , ЛК
Вентиляционная	-	200
Компрессорная	III	200
Щитовая	-	75
Станочное отделение	III	300
Бытовка	-	200
ТП	-	75

## 2.2. Расчет освещения методом удельной мощности

Исходя из данных, приведенных в таблице 7, по заданному разряду зрительной работы для освещения нормируется освещенность  $E_n=300$  лк.

Составляем расчетную схему (рис.1), на которой указываем расстояние по вертикали для размещения светильников. Определяем значения вертикальных размеров размещения источника света по высоте.



$H$  - высота помещения;  
 $H_0$  - высота потолка над рабочей поверхностью;  
 $H_э$  - высота эксплуатационная;  
 $h$  - расчетная высота;  
 $h_c$  - высота свеса;  
 $h_p$  - высота рабочей поверхности.

Рисунок 1 - Размещение источника света по высоте.

Определяем расстояние от рабочей поверхности до потолка.

$$H_0 = H - h_p \quad (1)$$

где,  $H$  – высота помещения;

$h_p$  – высота рабочей поверхности от пола;  $h_p = 0,8$  м.

$$H_0 = 7 - 0,8 = 6,2 \text{ м.}$$

Определяем высоту свеса светильника.

$$h_c = (0,2 \div 0,5) \times H_0 \quad (2)$$

$$h_c = (0,2 \div 0,5) \times 6,2 = (1,24 \div 3,1) \text{ м}$$

Принимаем значение  $h_c = 2,2$  м.

Определяем расчетную высоту.

$$h = H - h_p - h_c \quad (3)$$

$$h = 8 - 0,8 - 2,2 = 4 \text{ м.}$$

Трубчатые источники освещения размещают в светящие линии по длине помещения. (рис. 2). Светящая линия – линия с трубчатыми

лампами, прокладываемая в случае, если расстояние между торцами соседних светильных приборов (СП) не более  $0,5h$ .

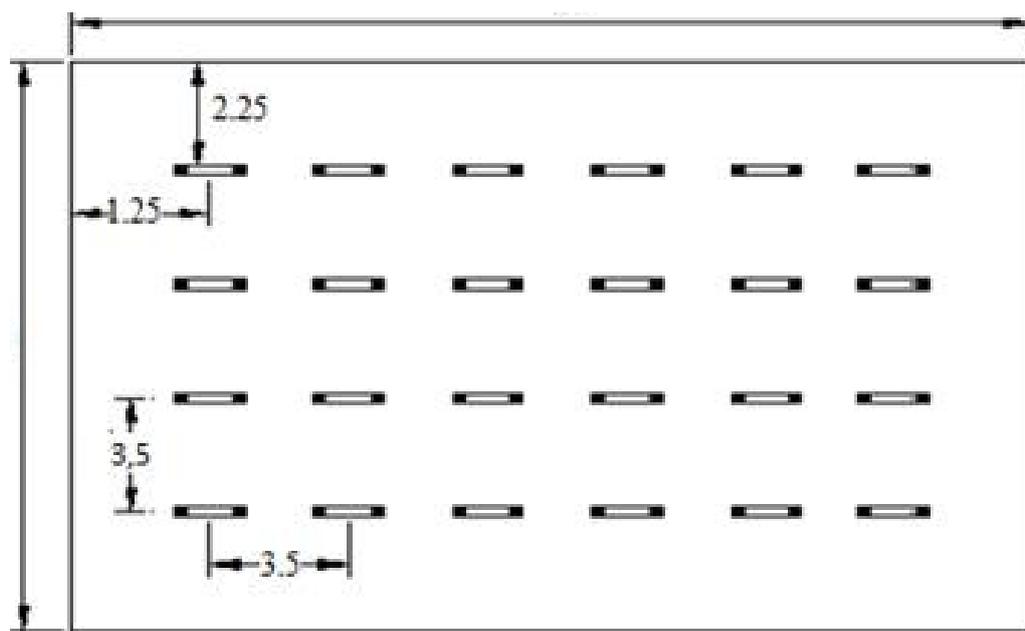


Рисунок 2 - Размещение источников света на плане (образец).

Число рядов для трубчатых ИС определяется с учетом величины критерия экономичности осветительной установки.

Определяем критерии экономичности осветительной установки ( $\lambda$ ) для заданного типа Г-1 кривой силы света (КСС) по таблице 8. Для помещений высотой от 6 до 12 метров выбираем  $\lambda=0,91$ .

Таблица 8 - Варианты критерия экономичности ( $\lambda$ ).

Тип КСС	$\lambda=L/h$			Н, м	
	Наибольш.	Рекоменд.	Наивыгодн.		
Д	2,1	1,2...1,6	Д-1	1,3	Малая до 6 м
			Д-2	0,96	
Г	1,4	0,8...1,2	Г-1	0,91	Средняя 6...12 м
			Г-2	0,77	

Определяем расчетное расстояние между рядами СП.

$$L_{в.р.} = \lambda \times h, \quad (4)$$

$$L_{в.р.} = 0,91 \times 4 = 3,64 \text{ м.}$$

Определяем расчетное число рядов ОУ.

$$n_{p.p.} = \frac{B}{L_{6.p.}}, \quad (5)$$

$$n_{p.p.} = \frac{30}{3,64} = 8,24 \text{ м}$$

Принимаем число рядов  $n_{p.p.} = 9$ .

Уточняем расстояние между рядами.

$$L_B = \frac{B}{n_{p.p.}} \quad (6)$$

$$L_B = \frac{30}{9} = 3,3 \text{ м.}$$

Определяем расстояние от стены до первого ряда.

$$l_B = \frac{L_B}{2} \quad (7)$$

$$l_B = \frac{3,3}{2} = 1,65 \text{ м.}$$

Для осветительной установки принимаем ИС типа ЛБ-40,  $\Phi_{л} = 3000 \text{ лм}$  [7, табл. А3.]. По [7, табл. А10.] выбираем СП типа ЛСП 12-2 × 40, длина 1,24 м, КСС – Г-1.

Определяем количество СП во всем цехе, для этого рассчитаем удельную приводимую мощность.

$$P_{уд.p.} = P_{уд.m.} \times K_{u.o.} \times K_{p.o.} \times K_{з.o.} \times E_n \times 10^{-3} \quad (8)$$

$$P_{уд.p.} = 15 \times 0,24 \times 1 \times 1 \times 300 \times 10^{-3} = 10,8 \text{ Вт/м}^2, \text{ где}$$

$$P_{уд.m.} = F(h, S, E_n) \quad (9)$$

$$P_{уд.m.} = (4 \text{ м}; 1440 \text{ м}^2; 300 \text{ лк}) = 15 \text{ Вт/м}^2.$$

$$S = A \times B \quad (10)$$

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

$$S = 48 \times 30 = 1440 \text{ м}^2,$$

$$E_n = 300 \text{ лк},$$

$$K_{u.o.} = 0,24,$$

$$K_{p.o.} = 1,$$

$$K_{з.о.} = 1,$$

Нормированная освещенность для машинного зала насосной станции равна  $E_n = 300$  лк.

Определяем количество СП в осветительной установке.

$$N_{cn.p.} = \frac{P_{уд.p.} \times S}{P_{cn.}} \quad (11)$$

$$N_{cn.p.} = \frac{10,8 \times 1440}{80} = 194,4,$$

Принимаем  $N_{cn.p.} = 198$  ламп распределяем в рядах одинаковое количество СП,  $N_{cn.p.} = 22$  лампы в ряду.

Определяем расстояние между СП в ряду.

$$L_{A.p.} = \frac{A - L_{cn} \times N_{cn.p.}}{N_{cn.p.}} \quad (12)$$

$$L_{A.p.} = \frac{48 - 1,24 \times 22}{22} = 0,94 \text{ м}.$$

Определяем расчетное расстояние от стены в СП.

$$l_a = \frac{A - L_{cn} \times N_{cn.p.} - L_{A.p.} \times (N_{cn.p.} - 1)}{2} \quad (13)$$

$$l_a = \frac{48 - 1,24 \times 22 - 0,94 \times (22 - 1)}{2} = 0,49 \text{ м}.$$

Проверяем размещение СП по длине помещения.

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	Лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		24

$$A = L_{cn} \times N_{cn.p.} - L_A \times (N_{cn.p.} - 1) + 2 \times l_a \quad (14)$$

$$A = 1,24 \times 22 + 0,94 \times (22 - 1) + 2 \times 0,49 = 48 \text{ м.}$$

Определяем фактическую освещенность.

$$E_{\phi} = \frac{P_{y\phi.p.} \times 10^2}{P_{y\phi.m.} \times K_{u.o.} \times K_{p.o.} \times K_{z.o.}} \quad (15)$$

$$E_{\phi} = \frac{10,7 \times 10^2}{15 \times 0,24 \times 1 \times 1} = 297,2 \text{ лк.}$$

$$P_{y\phi.p.} = \frac{P_{o.y.}}{S} \quad (16)$$

$$P_{y\phi.p.} = \frac{15520}{1440} = 10,7 \text{ Вт/м}^2$$

$$P_{o.y.} = P_{c.n.} \times N_{c.n.} \quad (17)$$

$$P_{o.y.} = 80 \times 194 = 15520 \text{ Вт.}$$

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		25

### 2.3. Выбор мест расположения и типов светильников.

Формируем марку ОУ.

ОУ – 9 рядов по 22 светильника в каждом; ЛСП 12 –  $\frac{2 \times 40}{10,8}$ ,  
 $E_{\phi} = 300 \text{ лк}$ ,  $P_{o.y.} = 15520 \text{ Вт}$ , СП-ЛСП 12 –  $2 \times 40$ ,  $L_{c.n.} = 1,24 \text{ м}$ .

ИС – ЛБ-40,  $\Phi_{л} = 3000 \text{ лм}$ .

Размещение.

$L_B = 3,3 \text{ м}$                        $L_A = 0,94 \text{ м}$ .

$l_B = 1,65 \text{ м}$                        $l_a = 0,49 \text{ м}$ .

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		26

### 3. Электротехнический расчёт.

#### 3.1. Компоновка силовых и осветительных нагрузок.

Схема силовой сети цеха определяется технологическим процессом производства, категорией надёжности электроснабжения, расположением электроприёмников и ТП, а также их установленной мощностью.

Линии, отходящие от ТП или вводного устройства, образуют питающую сеть, а подводящую энергию к приёмникам от РП – распределительную.

Силовая сеть может быть выполнена тремя схемами: радиальной, магистральной и радиально-магистральной (смешанной).

Радиальная схема применяется при неравномерном размещении приёмников. Магистральная схема используется там, где приёмники распределены равномерно по площади цеха. Радиально-магистральная (смешанная)-при смешанном распределении приёмников по площади цеха.

Так как электрооборудование имеет смешанное распределение по площади участка механического цеха, выбираем радиально-магистральную схему электроснабжения.

Вводное распределительное устройство (ВРУ), устанавливается на западной стене щитовой. Распределительные щиты (РЩ №1...РЩ №3) и щиты освещения (ЩО №1, ЩО №2) также располагаются в щитовой. ЩО №1 находится на западной стене щитовой и питается от ВРУ с помощью ГРЛ №1, ЩО №2 и РЩ №2 располагаются на восточной стене и получают питание от ВРУ посредством собственных групповых линий (ГРЛ №2 и ГРЛ №16 соответственно). РЩ №1 и РЩ №3 находятся на южной стене щитовой, у входа, и питаются от ВРУ с помощью ГРЛ №15 и ГРЛ №17 соответственно.

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		27

От РЩ №1 отходят 7 групповых линий на электроснабжение оборудования участка механического цеха, от РЩ №2 отходят 4 групповые линии на снабжение электрооборудования и розеточную сеть, от РЩ №3 отходят 6 групповых линий на снабжение электрооборудования.

Выбор количества ГРЛ, их состав определяется требованиями надёжности и бесперебойности питания электрооборудования, а также удобством технического обслуживания и ремонта кабелей и защитной аппаратуры. Полный перечень распределения нагрузок групповых линий приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Распределение электрооборудования по групповым линиям.

Групповые линии (ГРЛ)	Наименование электрооборудования или номер электрооборудования
1	2
ГРЛ №1	ЩО №1
ГРЛ №2	ЩО №2
ГРЛ №3	Освещение трансформаторной подстанции
ГРЛ №4	Освещение ряда станочного отделения (№1)
ГРЛ №5	Освещение ряда станочного отделения (№2)
ГРЛ №6	Освещение ряда станочного отделения (№3)
ГРЛ №7	Освещение ряда станочного отделения (№4)
ГРЛ №8	Освещение щитовой
ГРЛ №9	Освещение бытовки
ГРЛ №10	Освещение сварочного участка
ГРЛ №11	Освещение станочного отделения, вентиляционной и компрессорной
ГРЛ №12	Освещение ряда станочного отделения (№5)
ГРЛ №13	Освещение ряда станочного отделения (№6)
ГРЛ №14	Освещение ряда станочного отделения (№7)
ГРЛ №15	РЩ №1
ГРЛ №16	РЩ №2
ГРЛ №17	РЩ №3
ГРЛ №18	Заточные станки (№41, №42)
ГРЛ №19	Алмазно-расточные станки (№39, №40)
ГРЛ №20	Электроды сопротивления (№37, №38)

1	2
ГРЛ №21	Мостовой кран (№20)
ГРЛ №22	Алмазно-расточные станки (№11, №12)
ГРЛ №23	Радиально-сверлильные станки (№30...№33)
ГРЛ №24	Расточные станки (№21...№26)
ГРЛ №25	Розеточная сеть бытовки
ГРЛ №26	Сварочные автоматы (№1...№4)
ГРЛ №27	Вентиляторы (№5...№8)
ГРЛ №28	Компрессоры (№9, №10)
ГРЛ №29	Кран-балка (№18)
ГРЛ №30	Продольно-строгальные станки (№17, №19)
ГРЛ №31	Токарно-револьверные станки (№43...№50)
ГРЛ №32	Горизонтально-расточные станки (№13...№16)
ГРЛ №33	Поперечно-строгальные станки (№27...№29)
ГРЛ №34	Вертикально-сверлильные станки (№34...№36)

От ЩО №1 отходят 5 групповых (ГРЛ №3 – ГРЛ №7) линии на освещения ТП и станочного отделения. От ЩО №2 отходят 7 групповых линий (ГРЛ №8 – ГРЛ №14) на освещение станочного отделения и вспомогательных помещений механического цеха. Силовое оборудование участка механического цеха получает питание от трех распределительных щитов РЩ №1, РЩ №2, РЩ №3, подключаемых собственными групповыми линиями. Первый из них подключается посредством ГРЛ №15 от ВРУ, РЩ №2 питается от ВРУ с помощью ГРЛ №16, РЩ №3 – с помощью ГРЛ №17.

РЩ №1 посредством ГРЛ №18 – ГРЛ №24 питает такие электропотребители, как:

- 1) Алмазно-расточные станки (№39, №40);
- 2) Электроды сопротивления (№37, №38);
- 3) Мостовой кран (№20);
- 4) Алмазно-расточные станки (№11, №12);
- 5) Радиально-сверлильные станки (№30...№33);
- 6) Расточные станки (№21...№26).

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	Лист
Изм	Лист т	№ докум.	Подп.	Дата		29

РЩ №2 с помощью ГРЛ №25 - ГРЛ №28 питает такие электропотребители, как:

- 1) Розеточная сеть бытовки;
- 2) Сварочные автоматы (№1...№4);
- 3) Вентиляторы (№5...№8);
- 4) Компрессоры (№9, №10);

РЩ №3 посредством ГРЛ №30 – ГРЛ №35 питает такие электропотребители, как:

- 1) Кран-балка (№18);
- 2) Продольно-строгальные станки (№17, №19);
- 3) Токарно-револьверные станки (№43...№50);
- 4) Горизонтально-расточные станки (№13...№16);
- 5) Поперечно-строгальные станки (№27...№29);  
Вертикально-сверлильные станки (№34...№36).

### 3.2. Расчёт электрических нагрузок.

Рассчитываем полную мощность каждого электропотребителя.

$$S = \frac{P_n}{\cos\varphi} \quad (18)$$

где  $P_n$  – номинальная активная мощность электропотребителя;  
 $\cos\varphi$  – коэффициент мощности.

Для нахождения необходимого сечения проводника и выбора защитной аппаратуры определяем расчётный ток каждого электропотребителя по выражениям:

- для трехфазного оборудования

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_n} \quad (19)$$

где  $U_n$ - напряжение питающей сети 0,38 кВ,

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

$S$  – полная мощность электропотребителя, кВА;

- для однофазного оборудования

$$I_p = \frac{S}{U_n} \quad (20)$$

где - напряжение питающей сети 0,23 кВ.

Чтобы рассчитать полную мощность ряда освещения, необходимо произвести расчет активной мощности одного источника света в ряду:

$$S_{ис} = \frac{0,08}{0,92} = 0,09 \text{ кВА}$$

, где 0,08 кВт – мощность одного СП;  $\cos\phi$  СП 0,92.

Рассчитываем полную мощность освещения одного ряда станочного отделения механического цеха:

Для ГРЛ №4 – ГРЛ №7, ГРЛ №12 – ГРЛ №14:

$$S_{ГРЛ} = 0,09 \times 22 = 1,98 \text{ кВА}$$

Рассчитываем полную мощность освещения вспомогательных помещений участка механического цеха:

- 1) Для ГРЛ №3, №9:  $S_{ГРЛ} = 0,09 \times 6 = 0,54 \text{ кВА}$
- 2) Для ГРЛ №8:  $S_{ГРЛ} = 0,09 \times 4 = 0,36 \text{ кВА}$
- 3) Для ГРЛ №10:  $S_{ГРЛ} = 0,09 \times 12 = 1,08 \text{ кВА}$
- 4) Для ГРЛ №11:  $S_{ГРЛ} = 0,09 \times 16 = 1,44 \text{ кВА}$

Определяем расчётный ток освещения одного ряда станочного отделения механического цеха напряжением 230 В:

$$\text{Для ГРЛ №4 – ГРЛ №7, ГРЛ №12 – ГРЛ №14: } I_p = \frac{1,98}{0,23} = 8,6 \text{ А}$$

Определяем расчётный ток освещения вспомогательных помещений участка механического цеха напряжением 230 В:

- 1) Для ГРЛ №3, №9:  $I_p = \frac{0,54}{0,23} = 2,3 \text{ А}$
- 2) Для ГРЛ №8:  $I_p = \frac{0,36}{0,23} = 1,6 \text{ А}$

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

$$3) \text{ Для ГРЛ №10: } I_p = \frac{1,08}{0,23} = 4,7 \text{ A}$$

$$4) \text{ Для ГРЛ №11: } I_p = \frac{1,44}{0,23} = 6,3 \text{ A}$$

Результаты расчётов приведены в таблице 8.

Рассчитываем полную мощность и расчётный ток заточных станков (№41, №42) для ГРЛ №18:

$$S = \frac{3}{0,5} = 6 \text{ кВА}$$

$$I_p = \frac{6}{0,23} = 26,08 \text{ A}$$

Рассчитываем полную мощность и расчётный ток алмазно-расточных станков (№39, №40) для ГРЛ №19:

$$S = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ кВА}$$

$$I_p = \frac{10}{\sqrt{3} \times 0,38} = 15,2 \text{ A}$$

Рассчитываем полную мощность и расчётный ток мостового крана (№20) для ГРЛ №21. Так как мостовой кран работает в повторно-кратковременном режиме (ПКР), ПВ=40%, нагрузки трехфазного ПКР приведем к длительному режиму:

$$P_n = P_n \times \sqrt{ПВ} \quad (21)$$

$$P_n = 50 \times \sqrt{0,4} = 31,6 \text{ кВт}$$

$$S = \frac{31,6}{0,5} = 63,2 \text{ кВА}$$

$$I_p = \frac{63,2}{\sqrt{3} \times 0,38} = 96,02 \text{ A}$$

Произведем расчет тока и полной мощности для розеточной сети бытовки для ГРЛ №25. Мощность одной розетки бытовки принимаем 2,3 кВт:

$$S = \frac{2,3 \times 2}{0,98} = 4,7 \text{ кВА}$$

$$I_p = \frac{4,7}{0,23} = 20,4 \text{ A}$$

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32

Аналогичным образом производим расчет остальных электропотребителей. Результаты расчётов тока, полной мощности всех электропотребителей приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Характеристики электропотребителей.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		33

ГРЛ	Наименование электрооборудования	Номинальная мощность $P_{ном}$ , кВт	Коэффициент мощности, $\cos\varphi$	Полная мощность $S$ , кВА	Расчетный ток $I_p$ , А
1	2	3	4	5	6
ГРЛ №1	ЩО №1	-	-	-	-
ГРЛ №2	ЩО №2	-	-	-	-
ГРЛ №3	Освещение трансформаторной подстанции	0,48	0,92	0,54	2,3
ГРЛ №4	Освещение ряда станочного отделения (№1)	1,76	0,92	1,98	8,6

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		34

ГРЛ №5	Освещение ряда станочного отделения (№2)	1,76	0,92	1,98	8,6
ГРЛ №6	Освещение ряда станочного отделения (№3)	1,76	0,92	1,98	8,6
ГРЛ №7	Освещение ряда станочного отделения (№4)	1,76	0,92	1,98	8,6
ГРЛ №8	Освещение щитовой	0,32	0,92	0,36	1,6
ГРЛ №9	Освещение бытовки	0,48	0,92	0,54	2,3
ГРЛ №10	Освещение сварочного участка	0,96	0,92	1,08	4,7
ГРЛ №11	Освещение станочного отделения, вентиляционной и компрессорной	1,28	0,92	1,44	6,3
ГРЛ №12	Освещение ряда станочного отделения (№5)	1,76	0,92	1,98	8,6
ГРЛ №13	Освещение ряда станочного отделения (№6)	1,76	0,92	1,98	8,6
ГРЛ №14	Освещение ряда станочного отделения (№7)	1,76	0,92	1,98	8,6
ГРЛ №15	РЩ №1	-	-	-	-
ГРЛ №16	РЩ №2	-	-	-	-
ГРЛ №17	РЩ №3	-	-	-	-
ГРЛ №18	Заточные станки (№41, №42)	3	0,5	6	26,08
1	2	3	4	5	6
ГРЛ №19	Алмазно-расточные станки (№39, №40)	5	0,5	10	15,2
ГРЛ №20	Электропечи сопротивления (№37, №38)	64	0,95	67,4	102,4
ГРЛ №21	Мостовой кран (№20)	31,6	0,5	63,2	96,02
ГРЛ №22	Алмазно-расточные станки (№11, №12)	5	0,5	10	15,2

Для выбора автоматов защиты и сечения проводников, необходимо определить расчётные токи ЩО №1, ЩО №2, РЩ №1, РЩ №2, РЩ №3. Так как электрооборудование, подключённое к щитам, имеет различные значения коэффициентов спроса и использования, которые определяются по справочникам или задаются заказчиком, поэтому исходя их

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		35

ГРЛ №23	Радиально-сверлильные станки (№30...№33)	12	0,5	24	104,3
ГРЛ №24	Расточные станки (№21...№26)	84	0,5	186	282,6
ГРЛ №25	Розеточная сеть бытовки	4,6	0,98	4,7	20,4
ГРЛ №26	Сварочные автоматы (№1...№4)	154,8	0,7	221,1	335,9
ГРЛ №27	Вентиляторы (№5...№8)	19,2	0,8	24	36,5
ГРЛ №28	Компрессоры (№9, №10)	60	0,8	75	113,95
ГРЛ №29	Кран-балка (№18)	11,6	0,5	23,2	35,25
ГРЛ №30	Продольно-строгальные станки (№17, №19)	80	0,65	123,08	187
ГРЛ №31	Токарно-револьверные станки (№43...№50)	36	0,5	72	109,4
ГРЛ №32	Горизонтально-расточные станки (№13...№16)	100	0,6	166,6	253,1
ГРЛ №33	Поперечно-строгальные станки (№27...№29)	30	0,5	60	91,2
ГРЛ №34	Вертикально-сверлильные станки (№34...№36)	12	0,5	24	104,35

технологического процесса принимаем коэффициент использования ( $K_{и}$ ) электрооборудования 0,8, коэффициент использования в расчетах не учитываем.

Определяем полную мощность ЩО №1 с учётом коэффициента использования.

$$S_{\text{ЩО}} = \sum S \times K_{и} \quad (22)$$

где  $\sum S$  - сумма полных мощностей электропотребителей, подключённых к данному ЩО,  $K_{и}$  - коэффициент использования для групповых щитов.

$K_{и}$  для люминесцентных ламп принимаем равным 0,9; для розеток – 0,8;

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

$$S_{ЩО1} = (0,54 + 1,98 \times 4) \times 0,9 = 7,6 \text{ кВА}$$

Определяем расчётные токи для однофазного ЩО №1.

$$I_{рЩО1} = \frac{7,6}{0,23} = 33,04 \text{ А}$$

Определяем полную мощность ЩО №2 с учётом коэффициента использования.

$$S_{ЩО2} = (0,36 + 0,54 + 1,08 + 1,44 + 1,98 \times 3) \times 0,9 = 8,4 \text{ кВА}$$

Определяем расчётные токи для однофазного ЩО №2.

$$I_{рЩО2} = \frac{8,4}{0,23} = 36,5 \text{ А}$$

Результаты расчётов для щитов освещения приведены в таблице 11.

Определяем полную мощность и расчётные токи для трёхфазных РЩ:

$$I_{рРЩ} = \frac{S_{РЩ}}{\sqrt{3} \times U_n} \quad (23)$$

1) Для РЩ №1:

$$S_{РЩ1} = (6 + 10 + 67,4 + 63,2 + 10 + 24 + 186) \times 0,8 = 293,3 \text{ кВА}$$

$$I_{рРЩ1} = \frac{293,3}{\sqrt{3} \times 0,38} = 445,6 \text{ А}$$

2) Для РЩ №2:

$$S_{РЩ2} = (4,7 + 221,1 + 24 + 75) \times 0,8 = 259,8 \text{ кВА}$$

$$I_{рРЩ2} = \frac{259,8}{\sqrt{3} \times 0,38} = 394,7 \text{ А}$$

3) Для РЩ №3:

$$S_{РЩ3} = (23,2 + 123,08 + 72 + 166,6 + 60 + 24) \times 0,8 = 375,1 \text{ кВА}$$

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

$$I_{pPЦЗ} = \frac{375,1}{\sqrt{3} \times 0,38} = 569,9 \text{ A}$$

Результаты расчётов для распределительных щитов приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Характеристика распределительных щитов и щитов освещения.

ГРЛ	Наименование электропотребителей	Полная мощность электропотребителей S, кВА	Коэффициент использования, K <sub>и</sub>	Расчетная полная мощность S, кВА	Расчетный ток, I <sub>p</sub> , А
1	2	3	4	5	6
ГРЛ №1	ЩО №1	8,46	0,9	7,6	33,04
ГРЛ №2	ЩО №2	9,36	0,9	8,4	36,5
ГРЛ №15	РЦ №1	366,6	0,8	293,3	445,6
ГРЛ №16	РЦ №2	324,8	0,8	259,8	394,7
ГРЛ №17	РЦ №3	468,9	0,8	375,1	569,9
	ВРУ	1178,12		944,2	1479,74

### 3.3. Выбор защитной и коммутационной аппаратуры.

Любая электроустановка должна быть защищена устройствами автоматического отключения в случае появления сверхтоков или недопустимых токов утечки. Устройства защиты должны выбираться с учетом параметров электроустановки, ожидаемых токов короткого замыкания, характеристик нагрузки, условий прокладки и тепловых характеристик проводников.

Автоматический выключатель – это механический коммутационный аппарат, способный включать, пропускать и отключать токи при нормальном состоянии цепи, а также включать, выдерживать в течение заданного времени и автоматически отключать токи в аномальном состоянии цепи, такие как токи короткого замыкания.

Для выполнения защитных функций автоматические выключатели оснащаются расцепителями. Расцепитель – это устройство, механически связанное с автоматическим выключателем (или встроенное в него), которое освобождает удерживающее устройство в механизме автоматического выключателя и вызывает автоматическое срабатывание выключателя.

Номинальные токи комбинированных расцепителей автоматических выключателей для защиты групповых линий, должны выбираться в соответствии с расчетными нагрузками.

К значениям номинального тока, установленного ГОСТом [4], относятся: 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 и 125 А.

Стандартные значения номинальной отключающей способности: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 А. Стандарт определяет три типа характеристик мгновенного расцепления: В, С и D. Ниже приведены диапазоны мгновенного расцепления выключателя в зависимости от кратности сверхтока по отношению к номинальному току  $I_n$ .

Электроустановки, в которых возможен обрыв фазы на корпус, должны защищаться дифференциальным автоматическим выключателем

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		39

или устройством защитного отключения (УЗО) с АВ (10 или 30 мА) из-за тока утечки во избежание «удара» электрическим током человека.

Выбираем аппарат защиты для групповых линий по условиям:

$$I_{н.р.} \geq I_p, \quad (24)$$

$$I_{н.а.} \geq I_{н.р.}$$

где  $I_p$  – расчётный ток, А (таблица №6);

$I_{н.р.}$  - номинальный ток расцепителя, А;

$I_{н.а.}$  - номинальный ток автоматического выключателя, А.

Результаты выбора автоматических выключателей, сведены в таблице 12.

Таблица №12 - Результаты выбора аппаратов защиты.

Номер ГРЛ	Напряжение сети, U, В	Характеристики				Тип аппарата защиты	Источник по каталогу
		$I_p$ , А	$I_{н.а.}$ , А	$I_{н.р.}$ , А	$I_{откл.}$ , кА		
1	2	3	4	5	6	7	8
ГРЛ №1	220	33,04	40	40	4,5	IEK 1пС/ 40А ВА 47-29	[ ], рис. 3
ГРЛ №2	220	36,5	40	40	4,5	IEK 1пС/ 40А ВА 47-29	[ ], рис. 3
ГРЛ №3	220	2,3	6	1	4,5	IEK 1пС/ 6А ВА 47-29	[ ], рис. 3
ГРЛ №4	220	8,6	10	10	4,5	IEK 1пС/ 10А ВА 47-29	[ ], рис. 3
ГРЛ №5	220	8,6	10	10	4,5	IEK 1пС/ 10А ВА 47-29	[ ], рис. 3
ГРЛ №6	220	8,6	10	10	4,5	IEK 1пС/ 10А ВА 47-29	[ ], рис. 3
ГРЛ №7	220	8,6	10	10	4,5	IEK 1пС/ 10А ВА 47-29	[ ], рис. 3
ГРЛ №8	220	1,6	6	1	4,5	IEK 1пС/ 6А ВА 47-29	[ ], рис. 3
ГРЛ №9	220	2,3	6	1	4,5	IEK 1пС/ 6А ВА 47-29	[ ], рис. 3
ГРЛ №10	220	4,7	6	1	4,5	IEK 1пС/ 6А ВА 47-29	[ ], рис. 3
ГРЛ №11	220	6,3	8	8	4,5	IEK 1пС/ 8А ВА 47-29	[ ], рис. 3
ГРЛ №12	220	8,6	10	10	4,5	IEK 1пС/ 10А ВА 47-29	[ ], рис. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
ГРЛ №13	220	8,6	10	10	4,5	IEK 1пC/ 10A BA 47-29	[], рис. 3
ГРЛ №14	220	8,6	10	10	4,5	IEK 1пC/ 10A BA 47-29	[], рис. 3
ГРЛ №15	380	445,6	500	500	50	ANDELI AM1-630L-500A	[], рис. 7
ГРЛ №16	380	394,7	400	400	10	IEK 3пP/ 400A BA 04-36	[], рис. 6
ГРЛ №17	380	569,9	630	630	50	ANDELI AM1-630L-630A	[], рис. 7
ГРЛ №18	220	26,08	32	32	4,5	IEK 3пP/ 32A BA 47-29	[], рис. 4
ГРЛ №19	380	15,2	16	8	4,5	IEK 3пP/ 16A BA 47-29	[], рис. 4
ГРЛ №20	380	102,4	125	125	35	IEK 3пC/ 125A BA 88-35	[], рис. 5
ГРЛ №21	380	96,02	100	100	35	IEK 3пC/ 100A BA 88-35	[], рис. 5
ГРЛ №22	380	15,2	16	8	4,5	IEK 3пP/ 16A BA 47-29	[], рис. 4
ГРЛ №23	220	104,3	125	125	35	IEK 3пC/ 125A BA 88-35	[], рис. 5
ГРЛ №24	380	282,6	320	320	10	IEK 3пP/ 320A BA 04-36	[], рис. 6
ГРЛ №25	220	20,4	25	25	4,5	IEK 1пC/ 25A BA 47-29	[], рис. 3
ГРЛ №26	380	335,9	400	400	10	IEK 3пP/ 400A BA 04-36	[], рис. 6
ГРЛ №27	380	36,5	40	40	4,5	IEK 3пP/ 40A BA 47-29	[], рис. 4
ГРЛ №28	380	113,95	125	125	35	IEK 3пC/ 125A BA 88-35	[], рис. 5
ГРЛ №29	380	35,25	40	40	4,5	IEK 3пP/ 40A BA 47-29	[], рис. 4
ГРЛ №30	380	187	200	200	35	IEK 3пC/ 200A BA 88-35	[], рис. 5
ГРЛ №31	380	109,4	125	125	35	IEK 3пC/ 125A BA 88-35	[], рис. 5
ГРЛ №32	380	253,1	320	320	10	IEK 3пP/ 320A BA 04-36	[], рис. 6
ГРЛ №33	380	91,2	100	100	35	IEK 3пC/ 100A BA 88-35	[], рис. 5
ГРЛ №34	220	104,35	125	125	35	IEK 3пC/ 125A BA 88-35	[], рис. 5

Для осветительного оборудования и розеток применяем однополюсный автоматический выключатель серии BA 27-49 (рис. 3) [10].

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		41



Рисунок 3 - Автоматический выключатель IEK BA 47-29.

Технические характеристики:

Количество полюсов: 1;

Напряжение: 220 В;

Частота: 50 Гц;

Номинальный ток: 6 А, 8 А, 10А, 16 А, 25 А, 32А; 63А;

Номинальная отключающая способность: 4500 А;

Степень защиты: IP 20;

Цена: 170 рублей.

Для защиты трехфазного силового оборудования применяем трехполюсные выключатели серии BA 47-29, BA 88-35, BA 04-36 и ANDELI AM1-630L/3P (рис. 4-7).



Рисунок 4 - Автоматический выключатель IEK BA 47-29 3P.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		42

Технические характеристики:

Количество полюсов: 3;

Напряжение: 380 В;

Частота: 50 Гц;

Номинальный ток: 8 А, 16 А, 25 А, 32 А, 40 А, 63 А;

Номинальная отключающая способность: 4500 А;

Степень защиты: IP 20;

Цена: 1200 рублей.



Рисунок 5 - Автоматический выключатель IEK BA 88-35.

Технические характеристики:

Количество полюсов: 3;

Напряжение: 400 В;

Частота: 50 Гц;

Номинальный ток: 80 А, 100 А, 125 А, 160 А, 200 А, 250 А;

Номинальная отключающая способность: 35000 А;

Степень защиты: IP 20;

Цена: 2150 рублей.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		43



Рисунок 6 - Автоматический выключатель ВА 04-36 в литом корпусе.

Технические характеристики:

Количество полюсов: 3;

Напряжение: 400 В;

Частота: 50 Гц;

Номинальный ток: 320 А, 400 А;

Номинальная отключающая способность: 10000 А;

Степень защиты: IP 20;

Цена: 6790 рублей.



Рисунок 7 - Автоматический выключатель ANDELI AM1-630L/3P

Технические характеристики:

Количество полюсов: 3;

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		44

Напряжение: 400 В;

Частота: 50 Гц;

Номинальный ток: 500 А, 630 А;

Номинальная отключающая способность: 50000 А;

Степень защиты: IP 20;

Цена: 21100 рублей.

Выбираем автоматический выключатель для вводного распределительного устройства [11]:



Рисунок 8 «Выключатель серии АВМ-20СВ 1500А»

Технические характеристики:

Количество полюсов: 3;

Напряжение: 500 В;

Частота: 50/60 Гц;

Номинальный ток: 1500 А;

Номинальная отключающая способность: 20000 А;

Цена: 78500 рублей.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		45

### 3.4. Выбор марки и сечения проводников линий электроснабжения.

Проектирование электропроводок заключается в выборе типа используемого провода или кабеля и сечения токопроводящего проводника, а также способов их прокладки. В производственных помещениях используются, как правило, изолированные провода и кабели с медными жилами напряжением до 1кВ.

Типы проводов или кабелей определяют: вид изоляции токоведущих жил (резиновая, поливинилхлоридная, полиэтиленовая и пр.); наличие оболочки и оплетки; горючесть изоляционного материала провода или кабеля; материал токоведущих жил (медь, алюминий); гибкость материала токоведущей жилы; конструктивное выполнение (круглый, плоский, самонесущий и др.); специальное назначение (например: для водопогружных насосов повышенной термической стойкости и др.); напряжение (220, 380, 660 и 1000 В); число токоведущих жил.

Выбор типа провода или кабеля в соответствии ГОСТ 22483-2012 [5] зависит от следующих факторов:

1) от предполагаемого места прокладки и способа монтажа (в земле, в воздухе, в трубах, в коробах, на лотках и кронштейнах, открыто без крепления, открыто на изоляторах, скрыто);

2) от категории помещений (сухие, влажные, сырые, особо сырые, особо сырые с химически активной средой);

3) от влияния внешних воздействий (температура окружающей среды, наличие воды, пыли, коррозионно-активных и загрязняющих веществ, механические внешние воздействия, наличие флоры и фауны, солнечное излучение, конструкция здания);

4) от уровня напряжения питающей сети.

Выбранные проводники и защищающие их устройства должны удовлетворять следующим условиям:

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		46

1) проводить, не перегреваясь, расчетный ток нагрузки, а также выдерживать кратковременные перегрузки;

2) падение напряжения в проводнике не должно превышать нормированных значений;

3) обладать механической прочностью.

Выбираем кабель с медными жилами типа ВВГ [14]:

В – первая буква - материал изоляции (поливинилхлорид (ПВХ));

В – вторая буква – материал оболочки кабеля, ПВХ;

Г – третья буква – защитный слой, Г - голый, т.е. поверх оболочки нет дополнительных защитных слоев (брони и т.п.);

Сечения проводов измеряется в квадратных миллиметрах или "квадратах". Каждый "квадрат" медный провода способен пропустить ток, в течение длительного времени нагреваясь до допустимых пределов, 10 А.

Сечение проводника выбираем в соответствии условию (запас по сечению не менее 15%)

$$I_{дон} \geq I_p \quad (25)$$

Для каждого ряда освещения саночного отделения механического цеха выбираем медный трехжильный провод ВВГ-3×1,5 мм<sup>2</sup>, у которого

$$I_{дон} = 27 \text{ A} \geq 8,6 \text{ A}, \text{ условие выбора выполняется.}$$

Аналогично выполняется выбор для остальных осветительных установок, силового оборудования, распределительных шкафов, шкафов освещения и розеточной сети вспомогательных помещений механического цеха.

Для силовой проводки выбираем медный четырёхжильный провод ВВГ, четвёртая жила которого используется для заземления корпуса электрооборудования.

Для РЦ №1 и РЦ №3 применяем провод ПвВГнг, с изоляцией из шитого полиэтилена, с ПВХ оболочкой, не распространяющий горение.

Результаты выбора кабелей для электропроводки групповых линий приведены в таблице 13.

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		47

Таблица 13 - Результаты выбора кабелей для электропроводки.

ГРЛ	Наименование электропотребителя	Напряжение сети U, В	Расчётный ток, I <sub>p</sub> , А	Допустимый ток кабеля, I <sub>доп</sub> , А	Сечение провода, S, мм <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
ГРЛ №1	ЩО №1	220	33,04	36	3 × 2,5
ГРЛ №2	ЩО №2	220	36,5	47	3 × 4
ГРЛ №3	Освещение трансформаторной подстанции	220	2,3	27	3 × 1,5
ГРЛ №4	Освещение ряда станочного отделения (№1)	220	8,6	27	3 × 1,5
ГРЛ №5	Освещение ряда станочного отделения (№2)	220	8,6	27	3 × 1,5
ГРЛ №6	Освещение ряда станочного отделения (№3)	220	8,6	27	3 × 1,5
ГРЛ №7	Освещение ряда станочного отделения (№4)	220	8,6	27	3 × 1,5
ГРЛ №8	Освещение щитовой	220	1,6	27	3 × 1,5
ГРЛ №9	Освещение бытовки	220	2,3	27	3 × 1,5
ГРЛ №10	Освещение сварочного участка	220	4,7	27	3 × 1,5
ГРЛ №11	Освещение станочного отделения, вентиляционной и компрессорной	220	6,3	27	3 × 1,5
ГРЛ №12	Освещение ряда станочного отделения (№5)	220	8,6	27	3 × 1,5
ГРЛ №13	Освещение ряда станочного отделения (№6)	220	8,6	27	3 × 1,5
ГРЛ №14	Освещение ряда станочного отделения (№7)	220	8,6	27	3 × 1,5
ГРЛ №15	РЩ №1	380	445,6	479	4 × 240
ГРЛ №16	РЩ №2	380	394,7	438	4 × 240
ГРЛ №17	РЩ №3	380	569,9	622	4 × 400
ГРЛ №18	Заточные станки (№41, №42)	220	26,08	27	3 × 1,5
ГРЛ №19	Алмазно-расточные	380	15,2	25	4 × 1,5

	станки (№39, №40)				
ГРЛ №20	Электropечи сопротивления (№37, №38)	380	102,4	123	4 × 25
ГРЛ №21	Мостовой кран (№20)	380	96,02	123	4 × 25
ГРЛ №22	Алмазно-расточные станки (№11, №12)	380	15,2	25	4 × 1,5
1	2	3	4	5	6
ГРЛ №23	Радиально-сверлильные станки (№30...№33)	220	104,3	123	4 × 25
ГРЛ №24	Расточные станки (№21...№26)	380	282,6	294	4 × 120
ГРЛ №25	Розеточная сеть бытовки	220	20,4	27	3 × 1,5
ГРЛ №26	Сварочные автоматы (№1...№4)	380	335,9	376	4 × 185
ГРЛ №27	Вентиляторы (№5...№8)	380	36,5	43	4 × 4
ГРЛ №28	Компрессоры (№9, №10)	380	113,95	123	4 × 25
ГРЛ №29	Кран-балка (№18)	380	35,25	43	4 × 4
ГРЛ №30	Продольно-строгальные станки (№17, №19)	380	187	214	4 × 70
ГРЛ №31	Токарно-револьверные станки (№43...№50)	380	109,4	123	4 × 25
ГРЛ №32	Горизонтально-расточные станки (№13...№16)	380	253,1	259	4 × 95
ГРЛ №33	Поперечно-строгальные станки (№27...№29)	380	91,2	94	4 × 16
ГРЛ №34	Вертикально-сверлильные станки (№34...№36)	220	104,35	123	4 × 25

Силовая проводка выполнена закрытым способом в металлических трубах по стенам здания на высоте 3 метра и в траншеях по полу станочного отделения. Осветительная проводка выполнена открытым способом в кабельных каналах.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		49

### 3.5. Выбор распределительного устройства электроснабжения.

Распределительный щит - комплектное устройство, предназначенное для приема и распределения электрической энергии при напряжении менее 1000 В одно- и трехфазного переменного тока частотой 50—60 Гц, нечастого включения и отключения линий групповых цепей, а также для их защиты при перегрузках и коротких замыканиях. Выбор распределительных силовых шкафов и ящиков осуществляется в зависимости от:

- 1) расчетного тока группы электроприемников;
- 2) количества присоединяемых ответвлений;
- 3) значений пиковых токов присоединений.

На РЩ №1 приходится 21 автоматических выключателей, на РЩ №2 – 13 автоматических выключателей, на РЩ №3 – 18.

Исходя из количества и габаритов автоматических выключателей выбираем навесной влагозащитный шкаф [12] для РЩ №1:



Рисунок 9 «Щит распределительный ЕКФ mb21-24-bas навесной»

Характеристики:

$A \times B \times H = 350 \times 120 \times 300 \text{ мм};$

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		50

Степень защиты от пыли и влаги: IP31;

Количество модулей: 24 шт;

Число рядов DIN реек: 2 шт;

Цена: 1726 руб.

Аналогично выбираю щит для РЩ №2:



Рисунок 10 «Щит распределительный ЕКФ ЩРН-15»

Характеристики:

$A \times B \times H = 220 \times 400 \times 120 \text{ мм}$ ;

Степень защиты от пыли и влаги: IP31;

Количество модулей: 15 шт;

Число рядов DIN реек: 1 шт;

Цена: 1700 руб.

Для РЩ №3:

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		51



Рисунок 11 - Щит распределительный ЕКФ ЦРН-18 IP31 Basic навесной

Характеристики:

А х В х Н = 350 × 120 × 300 мм;

Степень защиты от пыли и влаги: IP31;

Количество модулей: 18 шт;

Число рядов DIN реек: 2 шт;

Цена: 1660 руб.

Выбираем щиты освещения (ЩО №1, ЩО №2):



					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		52

Рисунок 12 - Щит распределительный ЕКФ ЩРН-9 IP31 Basic навесной.

Характеристики:

А х В х Н = 220 × 120 × 300 мм;

Степень защиты от пыли и влаги: IP31;

Количество модулей: 10 шт;

Число рядов DIN реек: 1 шт;

Цена: 1300 руб.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		53

### 3.6. Выбор прибора учёта расхода электрической энергии

Счётчик предназначен для учёта и измерения активной или активно-реактивной электроэнергии и мощности в трехфазных сетях переменного тока частотой 50 Гц. Расчетный ток ВРУ составляет 1479,7 А (таблица 11), применяем схему учёта электроэнергии с измерительным трансформатором тока. Выбираем тип счётчика (рис. 13) [13] и трансформатор тока с номинальным током 400 А (рис. 14) [15].



Рисунок 13 –Счетчик электроэнергии ЦЭ6803В.

Технические характеристики:

Класс точности – 1;

Номинальное напряжение – 220 В/380 В;

Номинальная сила тока – 5 А;

Максимальный ток – 7,5 А;

Частота сети – 50 Гц;

Цена – 2 900 руб.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		54



Рисунок 14 - Трансформатор тока ТТИ-100 1500/5А.

Технические характеристики:

Номинальный первичный ток трансформатора тока: 1500 А;

Номинальный вторичный ток трансформатора тока: 5 А;

Номинальная частота сети: 50 Гц;

Класс точности: 0,5;

Цена: 1740 руб.;

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		55

## Заключение

В курсовом проекте спроектировано электроснабжение участка механического цеха.

Выполнен светотехнический расчет для определения требуемого количества светильников в соответствии с нормами освещенности производственных помещений.

Произведён расчёт электрических нагрузок, по результатам которого выбраны марки и сечения питающих кабелей для электрооборудования, распределительных щитов и приборов учета электроэнергии. Для защиты кабелей от аварийных режимов работы выбрана защитная аппаратура по значению расчётного тока.

Разработаны планы осветительной установки и силовой сети, а также схема электроснабжения участка механического цеха.

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i> <i>т</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		56

## Список источников и литературы

1. ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования» URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> [16.01.2022]
2. ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования» URL: <https://06.mchs.gov.ru/> [16.01.2022]
3. ГОСТ Р 55710-2013 "Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений" URL: <https://base.garant.ru/70795346/?ysclid=l37foxp9l5> [10.02.2022]
4. ГОСТ Р 50345-2010 «Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения» URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200083315?ysclid=l3r1s45d12> [05.05.2022]
5. ГОСТ 22483-2012 «Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров» URL: <https://ohranatruda.ru/> [10.05.2022]
6. СНиП 23.05.95 «Естественное и искусственное освещение» URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001026> [10.02.2022]
7. Шеховцов В.П. Расчёт и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов: учебное пособие/ В.П.Шеховцов. - 2-е изд. - М.:ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. - 352 с.
8. Шеховцов В.П. Расчёт и проектирование схем электроснабжения – М.: Форум, Инфра-М, 2007
9. Правила устройства электроустановок: все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7 изд.- С.: Сибирское университетское издательство, 2010.
10. Интернет-магазин «IEK». Автоматический выключатель. URL: <https://iek-rus.ru/> [09.05.2022]
11. Интернет-магазин «Пульс цен». Автоматический выключатель для ВРУ. URL: <https://omsk.pulscen.ru/> [09.05.2022]

					<b>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		57

12. Интернет-магазин «ЕКФ». Распределительные и осветительные шкафы. URL: <https://ekfgroup.com/> [10.05.2022]
13. Интернет-магазин «ЭТМ ПРО». Счетчик электроэнергии. URL: <https://www.etm.ru/> [10.05.2022]
14. КПС – кабельная поисковая система. URL: <https://k-ps.ru/> [09.05.2022]
15. Интернет-магазин «shop220». Трансформатор тока. URL: <https://shop220.ru/> [10.05.2022]

					<i>ТехРЭТ.КП.ЭМ319.12.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		58