Содержание

Введение ……...……..... ..2

1. Расчетно-техническая часть…….....4

1.1.Характеристика потребителей электроэнергии и определение категории электроснабжения……..... 4

1.2.Составление ведомости потребления электроэнергии(табл1.2.1) ……....6

1.3.Выбор величин питающих напряжений ……..…… 7

1.4. Выбор схемы электроснабжения ……..……... 8

1.5. Расчет электрических нагрузок с составлением сводной таблицы …….... 9

1.6. Компенсация реактивной мощности ……... ….17

1.7. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов цеховой подстанции....18

1.8. Расчет и выбор распределительной сети цеха и ее защиты с составлением сводной таблицы (1.8.1) …….…... 20

1.9. Расчет и выбор питающей силовой сети цеха и ее защиты ……..… 26

1.10. Расчет токов короткого замыкания ……..... 29

1.11. Расчет заземления …….....33

1.12.Выбор и проверка оборудования цеховой подстанции……..35

1.13.Выбор и расчет релейной защиты…….36

2. Охрана труда ……...…….37

2.1. Мероприятия по охране труда при монтаже электрооборудования цеха 37

2.2. Противопожарные мероприятия и составление ведомости противопожарного инвентаря ……..….39

3.Экономическая часть……44

Заключение ……....50

Источники информации……..52

Приложение

Перв. примен

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	УЭМК 08.02.09 ВКР 011 ПЗ		
Разраб.		Мещанов И.Н.			*Проектирование и усовершенствование схемы электроснабжения строительной площадки жилого дома Пояснительная записка*	Лист	Лист 1 / Листов 52
Проверил		Прохорова И.А					
Нконтрол		Королёва С.И.				ЭО-401	
Утвердил		Королёва С.И..					

Введение

Для создания надежных и экономичных систем электроснабжения различных предприятий и производств при проектировании необходимо руководствоваться современными методиками электрических расчётов, нормативными указаниями и руководящими документами, такими как: руководящие указания по расчёту нагрузок, руководящие указания по расчёту токов короткого замыкания и выбору электрооборудования, правила устройства электроустановок и пр.

Возникающие при проектировании вопросы необходимо решать комплексно, используя серийно выпускаемое оборудование. Особое внимание надо уделять вопросам обеспечения необходимой надёжности электроснабжения, качества электроэнергии и электромагнитной совместимости устройств. Релейная защита и оперативная автоматика должны работать с высокой степенью быстродействия и селективности.

Основные задачи, решаемые при проектировании и усовершенствовании системы электроснабжения строительной площадки жилого дома , заключаются в оптимизации параметров этих систем путем правильного выбора напряжений, определением электрических нагрузок, рационального выбора числа и мощности трансформаторов, средств компенсации реактивной мощности.

При проектировании и усовершенствовании схемы электроснабжения строительной площадки жилого дома учитываются основные требования, применяемые к системам электроснабжения: бесперебойное электроснабжение в соответствии с категорией надежности потребления; простота, удобство и безопасность в эксплуатации; соответствие минимуму приведённых затрат на сооружение и эксплуатацию системы электроснабжения.

ЭСН и ЭО строительной площадки жилого дома.

Краткая характеристика стройплощадки и потребителей ЭЭ

СП получает электроснабжение (ЭСН) от комплектной трансформаторной подстанции (КТП-10/0,4 кВ), размещенной на стройплощадке.

Рабочее освещение выполнено на железобетонных опорах прожекторами заливного света типа ПЗС-35, размещенных по периметру территории, охранное - светильниками типа РКУ с лампами ДРЛ-490, сигнальное - лампами накаливания (42 В)

Грунт в районе стройплощадки – суглинок с температурой +10 °С.

Ограждение стройплощадки выполнено деревянными щитами длиной 5 м каждый, прикрепленными к столбам.

От энергосистемы (ЭСН) до ПГВ – 0,9км.

Размеры ограждения А х В= 50 х 30 м.

Высота вспомогательных помещений – 3,2 м.

Строительный модуль здания – 3,6 м.

Перечень ЭО стройплощадки дан в таблице.

Мощность электропотребления (Рэп) указана для одного электроприемника.

Расположение основного ЭО показано на плане

1 РАСЧЕТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Характеристика потребления электроэнергии и определение категории электроснабжения

Строительная площадка (СП) предназначена для постройки жилого 12-этажного дома из монолитного железобетона. Дом является составной частью микрорайона. Территория строительной площадки предусматривает размещение временных производственных, вспомогательных и бытовых помещений.

Строительные механизмы распределены по месту стройки.

Транспортно-подъемные операции выполняются башенным краном, кранами-погрузчиками, грузовыми транспортерами, мачтовыми подъемниками и наземным транспортом.

Все электроприёмники по надежности ЭСН имеют 2 категорию.

Количество рабочих смен-2.

2категория:

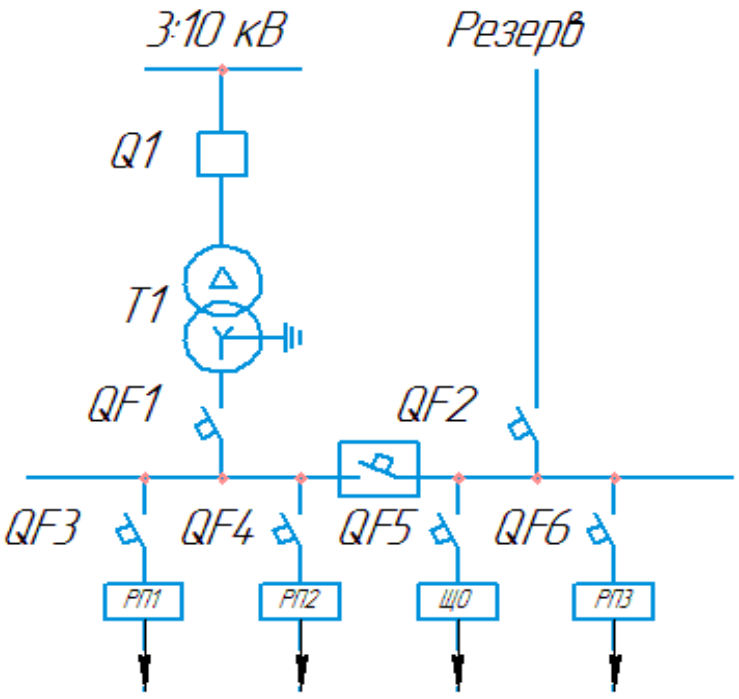


Рис. 1 Структурная схема ЭП 2 категории.

Если резерв постоянно отключен и включается только в аварийных ситуациях то QF2- отключен, автомат выключен, УАВР- включен и схема работает от одного трансформатора Т1. Если резерв постоянно включен то QF2 включен, автоматический выключатель УАВР- отключен и схема работает аналогично схеме первой категории.

Показания качества электроэнергии регламентируется требованиями ГОСТ 13.109-97. К показателям электроэнергии для трехфазных сетей переменного тока относится:

1. Отключение напряжения;
2. Колебания напряжения;
3. Коэффициенты не симметрии и не уравновешенности напряжения;
4. Коеффициентнесинусоидальности напряжения;
5. Отключение частоты и колебания частоты.

1.2 Ведомость потребителей электроэнергии

Табл. 1.2.1 Данные потребителей

№ на плане	Наименование ЭП	$P_{ном}$кВт	n шт	cosφ	tgφ	K_u	Примечание
1,2	Сварочные трансформаторы	20кВА	2	0,35	2,67	0,25	ПВ=25%
3	Токарно-винторезный станок	10,5	1	0,5	1,73	0,14	
4	Трубогибочный станок	2,2	1	0,6	1,33	0,15	
5	Ножницы механические	3,2	1	0,6	1,33	0,15	
6,11	Транспортер грузовой	5	2	0,5	1,73	0,15	
7,27	Кран-погрузчик	18,2	2	0,5	1,73	0,1	ПВ=50%
8	Башенный кран	41,5	1	0,5	1,73	0,1	ПВ=60%
9,10, 19,20, 22	Насосы раствора	6,5	5	0,8	0,75	0,7	
12,14	Малярная станция	15	2	0,8	0,75	0,7	
15,16	Трансформатор термообработки бетона	50кВА	2	0,9	0,33	0,75	ПВ=40%
17,18	Насос водяной поршневой	7,5	2	0,8	0,75	0,7	
21,23	Подъемник мачтовый грузовой	12	2	0,5	1,73	0,1	ПВ=60%
22	Станок-резак по металлу	3	2	0,5	1,73	0,1	

						4	
25	Станок наждачный	1,5	1	0,5	1,73	0,14	I-фазный
26	Вертикально – сверлильный станок	1,2	1	0,5	1,73	0,14	I-фазный

1.3 Выбор величин питающих напряжений

Для электроснабжения строительной площадки принимаем за первичное напряжение 10 кВ, за вторичное напряжение 0,38 кВ. При наличии на заводе собственной электростанции с генераторным напряжением 10 кВ или 6 кВ, выполняется окончательный выбор величины напряжения технико-экономическими сравнениями. Напряжение 10 кВ использовать вместо 6 кВ на предприятиях большой и средней мощности выгоднее так как уменьшаются потери электроэнергии и мощности, увеличивается пропускная способность линии. Для строительной площадки произведем расчет выбора величины питающего напряжения по формуле Стилла.

$$U = 4.34 * \sqrt{L + 0.012 * \sum_{1}^{n} P_{ном}} \qquad (2)$$

Где L- длина питающей линии (0,9км)

$$\sum_{1}^{n} P_{ном} P_{ном1} * n_{1\ldots} P_{ном} * n_{n} \qquad (3)$$

$$P_{ном} = P_{уст} * \sqrt{ПВ} \qquad (4)$$

$$ПВ = \frac{ПВ\%}{100\%} \qquad (5)$$

$\sum_{1}^{n} P_{ном}$=10×2+10,5+2,2+3,2+5×2+13,2×2+32,14+6,5×5+15×2+31,62×2+7,5×2+9,3×2+7 +1,5+1,2=20+10,5+2,2+3,2+10+26,16+32,14+32,5+30+63,24+15+18,6+7+1,5+1,2=273, 24 кВт

$U=4.34\times\sqrt{0.9+0.012\times 273,24}=4.34\times\sqrt{4,18}=4.34\times 2,04=8,87$**кВ [9, 11]**

Вывод: окончательно принимаем за величину питающего напряжения 10 кВ

1.4 Выбор схемы электроснабжения

Для электроснабжения электроприемников строительной площадки принимают радиальную схему.

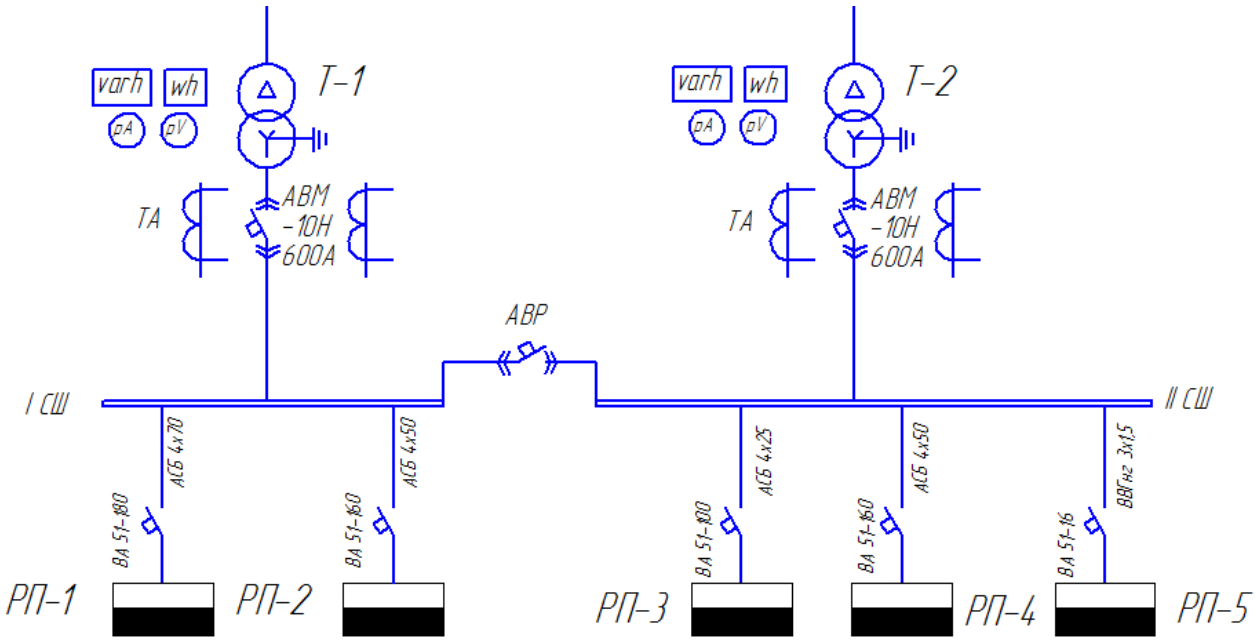


Рис.2 Структурная схема электроснабжения

1.5 Расчет электронагрузок с составлением сводной таблицы

Произведем расчет электронагрузок для РП-1

Таблица 1.5.1 Исходные данные для РП-1

№На плане	Наименование ЭП	$P_{ном}$ кВт	n шт	$\sum P_{ном}$ кВт	cosφ	tanφ	K_{u1}	Примечание
1,2	Сварочные трансф.	10	2	20	0,35	2,67	0,25	ПВ=25%
3	Токарно-винторезный станок	10,5	1	10,5	0,5	1,73	0,14	
4	Трубогибочный станок	2,2	1	2,2	0,6	1,33	0,15	
5	Ножницы механические	3,2	1	3,2	0,6	1,33	0,15	
6	Транспортер грузовой	5	1	5	0,5	1,73	0,15	
7	Кран-погрузчик	13,08	1	13,08	0,5	1,73	0,1	ПВ=50%
8	Башенный кран	32,14	1	32,14	0,5	1,73	0,1	ПВ=60%

Алгоритм расчета:

1. Определим коэффициент m:

$$m = \frac{P_{ном\ max1}}{P_{ном\ min1}} \qquad (6)$$

Где $P_{номmax1}$- номинальная активная мощность самого крупного ЭП группы, кВт

$P_{номmin1}$- номинальная активная мощность самого малого ЭП группы, кВт

$$m = \frac{32,14}{2,2} = 14,6$$

m=14,6>3

2. Определим суммарную номинальную мощность для РП-1 ;

$$\sum_{1}^{n} P_{ном} = P_{ном1} * n_1 \ldots . P_{номп} * n_n \qquad (7)$$

$$\sum_{1}^{n} P_{ном} = (10 * 2) + 10,5 + 2,2 + 3,2 + 5 + 13,08 + 32,14 = 86,12 \ кВт$$

3.Определим средние мощности за максимально загруженную смену;

а) активная мощность;

$$\sum_{1}^{n} P_{см} = P_{ном} * n_1 * K_{и1} .. P_{ном\ п} * n_п * K_{и\ п} \qquad (8)$$

$$\sum_{1}^{n} P_{см} = (10*2)*0{,}25 + 10{,}5*0{,}14 + 2{,}2*0{,}15 + 3{,}2*0{,}15 + 5*0{,}15 + 13{,}08*0{,}1 + 32{,}14*0{,}1 = 12{,}5 \ кВт$$

б) Реактивная мощность;

$$\sum_{1}^{n} Q_{см} = P_{ном1} * n_1 * K_и * \tan\varphi + .. P_{номп} * n_п * K_{и\ п} * \tan\varphi \qquad (9)$$

$$\sum_{1}^{n} Q_{см} = 6{,}4 + 2{,}5 + 0{,}44 + 0{,}64 + 1{,}3 + 2{,}2 + 5{,}6 = 19{,}1 \ квар$$

в) Полная мощность;

$$\sum_{1}^{n} S_{см} = \sqrt{\sum_{1}^{n} P_{см}^2 + \sum_{1}^{n} Q_{см}^2} \qquad (10)$$

$$\sum_{1}^{n} S_{см} = \sqrt{12{,}5^2 + 19{,}1^2} = 22{,}8 \ кВА$$

3. Определим среднее значение коэффициента использования группы;

$$K_{и\ ср} = \frac{\sum_{1}^{n} P_{см}}{\sum_{1}^{n} P_{ном\ п}}$$

$$K_{и\ ср} = \frac{12{,}5}{86{,}12} = 0{,}15$$

4. Определим эффективное число ЭП;

$$n_э = \frac{2 * \sum_{1}^{n} P_{ном}}{P_{ном\ мах1}}$$

$$n_э = \frac{2*86,12}{32,14} = 6\ шт$$

5. Определим коэффициент максимума;

$$K_{мах} = f\left(K_{и\ ср}; n_э\right)$$

$$K_{мах} = f\left(0,15; 6\right) = 2,64 \qquad (4,$$

6. Определим максимальные мощности;

а) активная мощность;

$$P_{мах} = K_{мах} * \sum_{1}^{n} P_{см}$$

$$P_{мах} = 2,64 * 12,5 = 33\ кВт$$

б) реактивная мощность;

$$Q_{мах} = P_{мах} * \tan\varphi_{ср}$$

$$\tan\varphi_{ср} = \frac{\sum_{1}^{n} Q_{см}}{\sum_{1}^{n} P_{см}}$$

$$\tan\varphi_{ср} = \frac{19,1}{12,5} = 1,5$$

$$Q_{мах} = 33 * 1,5 = 49,5\ квар$$

в) полная мощность;

$$S_{мах} = \sqrt{P_{мах}^2 + Q_{мах}^2}$$

$$S_{мах} = \sqrt{33^2 + 49,5^2} = 59,5\ кВА$$

7. Определим максимальный ток;

$$I_{мах} = \frac{S_{мах}}{\sqrt{3} * U_{ном}}$$

$$I_{мах} = \frac{59,5}{\sqrt{3} * 0,38} = 90,4\ А \qquad [9, 11]$$

8. Результаты расчетов введем в сводную таблицу.

Таблица 1.5.2 Исходные данные для РП-2

№ на плане	Наименование ЭП	$P_{ном}$ кВт	n шт	$\sum P_{ном}$ кВт	cos φ	tgφ	K_u	Примечание
15,16	Трансформатор термообработки бетона	31,62	2	63,24	0,9	0,33	0,75	ПВ=40%
21	Подъёмник мачтовый грузовой	9,3	1	9,3	0,5	1,73	0,1	**ПВ=60%**
24	Станок-резак по металлу	7	1	7	0,5	1,73	0,14	

1. $m = \frac{31,62}{7} = 4,5 ; m > 3$

2. $\sum_{1}^{n} P_{ном} = (31,62 * 2) + (9,3) + (7) = 76,84 \ кВт$

3. а) $\sum_{1}^{n} P_{см} = (63,24 * 0,75) + (9,3 * 0,1) + (7 * 0,14) = 48,8 \ кВт$

б) $\sum_{1}^{n} Q_{см} = (63,24 * 0,33 * 0,75) + (9,3 * 1,73 * 0,1) + (7 * 1,73 * 0,14) = 19 \ квар$

в) $\sum_{1}^{n} S_{см} = \sqrt{48,8^2 + 19^2} = 52,4 \ кВА$

4. $K_{и\ ср} = \frac{48,8}{79,54} = 0,6$

5. $n_э = \frac{76,84^2}{(31,62^2 * 2) + (9,3^2) + (7^2)} = 4 \ шт$

6.

$K_{мах} = f(0,6 ; 4) = 1,46$

7.а) $P_{мах} = 1,46 * 48,8 = 71,25 \ кВт$

$б) \tan \varphi_{ср} = \frac{19}{48,8} = 0,4$

$Q_{мах} = 71,25 * 0,4 = 28,5 \ квар$

в) $S_{мах} = \sqrt{71,25^2 + 28,5^2} = 77 \ кВА$

8 $I_{мах} = \frac{77}{\sqrt{3} * 0,38} = 117 \ А$

Таблица 1.5.3 Исходные данные для РП-3

1. $m = \frac{15}{5} = 3 ; m = 3$

2. $\sum_{1}^{n} P_{ном} = (5) + (13{,}08) + (15) + (9{,}3) = 42{,}38 \ кВт$

№ на плане	Наименование ЭП	$P_{ном}$ к Вт	n шт	$\sum P_{ном}$ кВт	cosφ	tgφ	K_u	Примечание
11	Транспортер грузовой	5	1	5	0,5	1,73	0,15	
27	Кран-погрузчик	13,08	1	13,08	0,5	1,73	0,1	ПВ=50%
12	Малярная станция	15	1	15	0,8	0,75	0,7	
23	Подъёмник мачтовый грузовой	9,3	1	9,3	0,5	1,73	0,1	ПВ=60%

3. а) $\sum_{1}^{n} P_{см} = (5 * 0{,}15) + (13{,}08 * 0{,}1) + (15 * 0{,}7) + (9{,}3 * 0{,}1) = 13{,}5 \ кВт$

б)

$$\sum_{1}^{n} Q_{см} = (5 * 1{,}73 * 0{,}15) + (13{,}08 * 1{,}73 * 0{,}1) + (15 * 0{,}75 * 0{,}7) + (9{,}3 * 1{,}73 * 0{,}1) = 13{,}04 \ квар$$

в) $\sum_{1}^{n} S_{см} = \sqrt{13{,}5^2 + 13{,}04^2} = 18{,}8 \ кВА$

4. $K_{и\ ср} = \frac{13{,}5}{42{,}38} = 0{,}3$

5. $n_э = \frac{42{,}38^2}{(5^2) + (13{,}08^2) + (15^2) + (9{,}3^2)} = 4 \ шт$

6.

$$K_{мах} = f(0{,}3 ; 4) = 2{,}14$$

7. а) $P_{мах} = 2{,}14 * 13{,}5 = 28{,}89 \ кВт$

$б) \tan \varphi_{ср} = \frac{13{,}04}{13{,}5} = 0{,}96$

$$Q_{мах} = 28{,}89 * 0{,}96 = 27{,}7 \ квар$$

в) $S_{мах} = \sqrt{28{,}89^2 + 27{,}7^2} = 40{,}02 \ кВА$

8. $I_{мах} = \frac{40,02}{\sqrt{3} * 0,38} = 60 \ A$ [9, 11]

Таблица 1.5.4исходные данные для РП-4

1. $m = \frac{15}{6,5} = 2,3;\ m < 3$

2. $\sum_{1}^{n} P_{ном} = (6,5 * 5) + (7,5 * 2) + (15 * 2) = 77,5\ кВт$

3.а) $\sum_{1}^{n} P_{см} = (32,5 * 0,7) + (15 * 0,7) + (30 * 0,7) = 54,25\ кВт$

б) $\sum_{1}^{n} Q_{см} = (32,5 * 0,75 * 0,7) + (15 * 0,75 * 0,7) + (30 * 0,75 * 0,7) = 40,7\ квар$

в) $\sum_{1}^{n} S_{см} = \sqrt{54,25^2 + 40,7^2} = 67,8\ кВА$

№ на плане	Наименование ЭП	$P_{ном}$кВт	n шт	$\sum P_{ном}$ кВт	cosφ	tgφ	K_u	Примечание
9,19,22 10,20	Насосы раствора	6,5	5	32.5	0,8	0,75	0,7	
17,18	Насос водяной поршневой	7,5	2	15	0,8	0,75	0,7	
13,14	Малярная станция	15	2	30	0,8	0,75	0,7	

4. $K_{и\ ср} = \frac{54,25}{77,5} = 0,7$

5. $n_э = \frac{77,5^2}{(6,5^2 * 5) + (7,5^2 * 2) + (15^2 * 2)} = 8\ шт$

6.

$K_{мах} = f(0,7;8) = 1,2$

7. а) $P_{мах} = 1,2 * 54,25 = 65,1\ кВт$

$б)\ \tan\varphi_{ср} = \frac{40,7}{54,25} = 0,75$

$$Q_{мах} = 65,1 * 0,75 = 48,8 \ квар$$

в) $S_{мах} = \sqrt{65,1^2 + 48,8^2} = 81,4 \ кВА$

8. $$I_{мах} = \frac{81,4}{\sqrt{3} * 0,38} = 123,7 \ А$$

Таблица 1.5.5однофазные ЭП РП-5

1. $P_{мах} = 1,5 + 1,2 = 2,7 \ \ кВт$;

$P_{min} = 1,2 \ \ кВт$

2. $\Delta P_{нер} = \frac{2,7 - 1,2}{1,2} * 100\% = 125\%$

3. Если $_{\Delta}$P >15% , то $P_{мах} = 4 * 2,7 = 10,8 \ \ кВт$

$Q_{мах} = 10,8 * 1,73 = 18,7 \ \ квар$

$S_{мах} = \sqrt{14,7^2 + 25,4^2} = 21,6 \ \ кВА$

4. $I_{мах} = \frac{21,6}{\sqrt{3} * 0,22} = 56,7 \ \ А$

Таб.1.5.6. Сводная таблица распределительной сети(приложение)

1.6

№ на плане	Наименование ЭП	$P_{ном}$ кВт	n шт	$\sum P_{ном}$ кВт	cosφ	tgφ	K_u	Примечание
25	Станок наждачный	1,5	1	1,5	0,5	-	-	I-фазный
26	Вертикально – сверлильный станок	1,2	1	1,2	0,5	-	-	I-фазный

Компенсация реактивной мощности

Исходные данные

$P_{мах} = 201 \ \ кВт$

$Q_{мах} = 173 \ \ квар$

$\tan\varphi = 0,9$

$\cos\varphi = 0,9 \ldots 0,94$

1.Определить необходимую для компенсации реактивную мощность;

$Q_к = P_{мах} (\tan\varphi - \tan\varphi_н)$

$\tan\varphi_н = \frac{\sqrt{1 - 0.94^2}}{0.94} = 0,36$

$Q_к = 201 * (0,9 - 0,36) = 108,5$ *квар*

2. Подбираем ККУ стандартной мощности (5, стр.123) выбираем ККУ марки 2х УКЗ-0,415-50 мощностью 50 квар.

3. Произведем проверку

$$\cos\varphi = \frac{P_{мах}}{\sqrt{P_{мах}^2 + (Q_{мах} - Q_{стан})^2}}$$

$$\cos\varphi = \frac{201}{\sqrt{201^2 + (173 - 100)^2}} = 0,94$$

1.7 Выбор числа и мощности силовых трансформаторов цеховой подстанции

На строительной площадки жилого дома электроприёмники 2 категории надежности электроснабжения, предусматриваем применять цеховую трансформаторную подстанцию типа КТП с двумя трансформаторами.

Произведём расчет и выбор трансформатора цеховой подстанции.

1. Выбираем трансформатор на ГПП согласно условию

$S_{ном\ т} \geq \frac{S^k_{max}}{П}$; кВА (18)

Где П – количество трансформаторов на ГПП шт, т.к. объект относится ко 2 группе ЭП по этомуП>2;

$$S_{НОМ\ т} = \frac{211,1}{2} = 105,55\ кВА$$

2. Выбираем трансформатор по таблице (9 метод указания)

Тип	$U_{НОМ}$ кВ		Потери кВт		U_k%	I_0%
	ВН	НН	ΔP_0	$\Delta P_{0к\ НОМ}$		
ТМ-160/10 У1	10	0,4	0,56	2,65	4,5	2,4

3. Определяем пригодность трансформатора при аварийном режиме:

$P_{max12} = k * \sum P_{max}$ (19)

где P_{max12} – активная мощность за максимально загруженную смену кВт.

$\sum P_{мах}$- активная суммарная мощность обьекта, кВт

k – относительная величина ЭП 1-2 категории.

$$P_{мах\ 1,2} = 0,6 * 201 = 120,6\ \ кВт$$

4. Определяем коэффициент аварийной загрузки;

$$\beta_{ав} = \frac{P_{мах\ 1,2}}{\cos\varphi_k * S_{ном\ т} * n_{n-1}};$$

Где n_{n-1}– количество трансформаторов на объекте за исключением одного

$$\beta_{ав} = \frac{120,6}{0,94 * 160 * 1} = 0,8$$

Т.к $\beta_{ав} \le 1,4$ в аварийном режиме трансформатор прошел.

5. Определим потери мощности в трансформаторе;

а) активные потери;

$\Delta P_m = \Delta P_0 + \Delta P_к * \beta_m^2; кВт$ (21)

Где β_m –коэффициент загрузки;

$$\beta_m = \frac{S^k_{мах}}{S_{ном\ т} * n};$$

$$\beta_m = \frac{211,1}{160 * 2} = 0,66$$

$\Delta P_m = 0.56 + 2.65 * 1,04^2 = 1,7\ \ кВт$

б) реактивные потери;

$$\Delta Q_m = \frac{I\% * S_{ном\ т}}{100} + \frac{U\% * S_{ном\ т}}{100} * \beta_m^2\ ; квар$$ (23

$$\Delta Q_m = \frac{2,4 * 160}{100} + \frac{4,5 * 160}{100} * 0,66^2 = 7,4\ \ квар$$

в) полные потери ;

$$\Delta S_m = \sqrt{\Delta P_m^2 + \Delta Q_m^2}\ кВА$$

$$\Delta S_m = \sqrt{1,7^2 + 7,4^2} = 7,6\ кВА$$

6. определим коэффициент загрузки трансформатора с учетом потерь;

$$\beta_m = \frac{S^k_{мах}}{S_{ном\ m} * n - \Delta S_m}$$

$$\beta_m = \frac{211,1}{160 * 2 - 12,1} = 0,67$$

7) Результаты сведем в таблицу

Тип	n	ΔP_m	ΔQ_m	ΔS_m	$S^k_{мах}$	$\beta_{ав}$	β_m	β_m	$S_{ном\ m}$
ТМ-160	2	1,7	7,4	7,6	211,1	0,8	0,66	0,67	160

1.8 Расчет и выбор распределительно сети цеха и ее защиты с составлением сводной таблицы (1.8.1. приложение)

1. Определим номинальный ток для всех ЭП

$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} * U_{ном} * \cos\varphi * n}\ ;\quad A$$

Где $P_{ном}$ – номинальная мощность ЭП, кВт;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение, кВ;

$\cos\varphi$ – коэффициент мощности ;

n – КПД

2. Выбор защитных аппаратов ;

Для всех ЭП выбираем в качестве защитного аппарата автоматический выключатель серии ВА. Выбор производится по условию;

$I_{р,а} \geq 1,25 * I_р;\quad A$

Где $I_р$ – ток расчетный, А

$I_{р,а}$- ток срабатывания, А

3. Произведем проверку выбранного автоматического выключателя на селективность;

$$K_з = \frac{I_д}{I_{р.а}}$$

Где $K_з \geq 1$;

Если $K_з \leq 1$, то выборочное сечение по условию не подходит, выбираем большее сечение.

1.Сварочные трансформаторы (1,2)

$$I_{ном} = \frac{20\sqrt{0,25}}{\sqrt{3}*0,38*0,91*0,94} = 50 \ A$$

$I_д = 81 \ A$.Выбираем кабель марки ВВГнг- 4×16

$$I_{р.а} = 1,25*50 = 62,5 \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 63 А (метод указания справочник www.elektrikii.ru)

$$K_з = \frac{81}{63} = 1,28$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51Г-31-100-63 [9, 11]

2. токарно-винторезный станок (3)

$$I_{ном} = \frac{10,5}{\sqrt{3}*0,38*0,5*0,75} = 42 \ A$$

$I_д = 61 \ A$.Выбираем кабель марки ВВГнг- 4×10

$$I_{р.а} = 1,25*42 = 52,5 \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 50 А

$$K_з = \frac{61}{50} = 1,22$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51Г-31-100-50 [9, 11]

3. Трубогибочный станок (4)

$$I_{ном} = \frac{2,2}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,89 * 0,91} = 6,12 \ A$$

$I_д = 19 \ A$.Выбираем кабель марки ВВГнг- 4×1,5

$$I_{р.а} = 1,25 * 6,12 = 7,65 \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 10 А

$$K_з = \frac{19}{10} = 1,9$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-25-25-10 [9, 11]

4. Ножницы механические (5)

$$I_{ном} = \frac{3,2}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,89 * 0,91} = 8,44 \ A$$

$I_д = 19 \ A$. Выбираем кабель марки ВВГнг- 4×1,5

$$I_{р.а} = 1,25 * 8,44 = 10,55 \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 10 А

$$K_з = \frac{19}{10} = 1,9$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-25-25-10 [9, 11]

5. Транспортёр грузовой (6,11)

$$I_{ном} = \frac{5}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,5 * 0,92} = 16,6 \ A$$

$I_д = 26 \ A$. Выбираем кабель марки ВВГнг- 4×2,5

$$I_{р.а} = 1,25 * 16,6 = 20,75 \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 25 А

$$K_з = \frac{26}{25} = 1,0,4$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-25-25-25 [9, 11]

6. Кран-погрузчик (7,27)

$$I_{ном} = \frac{18,2\sqrt{0,5}}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,5 * 0,8} = 50,3 \ A$$

$I_д = 90\ A$. Выбираем кабель марки КРПТ 3х10+1х6

$$I_{р.а} = 1,25 * 50,3 = 62,875\ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 63 А

$$K_з = \frac{90}{63} = 1,42$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51Г-31-100-63 [9, 11]

7. Башенный кран (8)

$$I_{ном} = \frac{41,5\sqrt{0,6}}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,5 * 0,94} = 103,7\ A$$

$I_д = 150\ A$. Выбираем кабель марки КРПТ 3х25+1х10

$$I_{р.а} = 1,25 * 103,7 = 129,6\ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 125 А

$$K_з = \frac{150}{125} = 1,2$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-33-160-125 [9, 11]

8.Насосы раствора (9,10,19,20,22)

$$I_{ном} = \frac{6,5}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,8 * 0,8} = 15,4\ A$$

$I_д = 26\ A$. Выбираем кабель марки ВВГнг- 4×2,5

$$I_{р.а} = 1,25 * 15,4 = 19,25\ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 25 А

$$K_з = \frac{26}{25} = 1,04$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-25-25-25 [9, 11]

9. Малярная станция (12,13,14)

$$I_{ном} = \frac{15}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,8 * 0,8} = 35,6\ A$$

$I_д = 45\ A$.Выбираем кабель марки ВВГнг- 4×6

$$I_{р.а} = 1,25 * 35,6 = 44,5 \ \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 40 А

$$K_з = \frac{45}{40} = 1,2$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51Г-31-100- 40 [9, 11]

10. Трансформатор термообработки бетона (15,16)

$$I_{ном} = \frac{50\sqrt{0,4}}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,8 * 0,81} = 59,3 \ \ A$$

$I_д = 81 \ \ A$.Выбираем кабель марки ВВГнг- 4×16

$$I_{р.а} = 1,25 * 59,3 = 74,1 \ \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 80 А

$$K_з = \frac{81}{80} = 1,01$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-31-100-80 [9, 11]

11. Насос водяной поршневой (17,18)

$$I_{ном} = \frac{7,5}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,8 * 0,75} = 19 \ \ A$$

$I_д = 26 \ \ A$. Выбираем кабель марки ВВГнг- 4×2,5

$$I_{р.а} = 1,25 * 19 = 23,75 \ \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 25 А

$$K_з = \frac{26}{25} = 1,04$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-25-25-25 [9, 11]

12. Подъёмник мачтовой грузовой (21,23)

$$I_{ном} = \frac{12\sqrt{0,6}}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,5 * 0,9} = 31,4 \ \ A$$

$I_д = 49 \ \ A$. Выбираем кабель марки КРПТ- 4×4

$$I_{р.а} = 1,25 * 31,4 = 39,25 \ \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 40 А

$$K_з = \frac{49}{40} = 1{,}225$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51Г-31-100- 40 [9, 11]

13. Станок-резак по металлу (24)

$$I_{ном} = \frac{7}{\sqrt{3} * 0{,}38 * 0{,}5 * 0{,}81} = 26{,}3 \ A$$

$I_д = 34 \ A$. Выбираем кабель марки ВВГнг- 4×4

$$I_{р.а} = 1{,}25 * 26{,}3 = 32{,}9 \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 32 А

$$K_з = \frac{34}{32} = 1{,}06$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51Г-31-63-32 [9, 11]

14. Станок наждачный (25)

$$I_{ном} = \frac{1{,}5}{\sqrt{3} * 0{,}22 * 0{,}5 * 0{,}81} = 9{,}7 \ A$$

$I_д = 21 \ A$. Выбираем кабель марки ВВГнг- 3×1,5

$$I_{р.а} = 1{,}25 * 9{,}7 = 12{,}1 \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 16 А

$$K_з = \frac{21}{16} = 1{,}3$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-25-25-16 [9, 11]

15. Вертикольно-сверлильный станок (26)

$$I_{ном} = \frac{1{,}2}{\sqrt{3} * 0{,}22 * 0{,}5 * 0{,}81} = 7{,}79 \ A$$

$I_д = 21 \ A$. Выбираем кабель марки ВВГнг- 3×1,5

$$I_{р.а} = 1{,}25 * 7{,}79 = 9{,}73 \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 10 А

$$K_з = \frac{21}{10} = 2,1$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-25-25-10 [9, 11]

1.9 Расчет и выбор питающей силовой сети цеха и ее защита

Распределительный пункт, электрическая подстанция, представляющая собой распределительное устройство одного номинального напряжения.

Складываем мощность всего оборудования для вычисления общей мощности всего оборудования $\sum P_n$

$$\sum P_n + \sum P_n + \sum P_n \ldots \quad (28)$$

$$\sum_1^n P_{ном} = 10\times2+10,5+2,2+3,2+5\times2+13,2\times2+32,14+6,5\times5+15\times2+31,62\times2+7,5\times2+9,3\times2+7$$

$$+1,5+1,2=20+10,5+2,2+3,2+10+26,16+32,14+32,5+30+63,24+15+18,6+7+1,5+1,2=273,24 \text{ кВт}$$

Так как на территории объекта устанавливаем 5 распределительных пункта то полученную суму делим на 5.

$$\frac{273,24}{5} = 54,648$$

Подключаем оборудование к распределительным пунктам так чтобы сумма их мощности была приблизительно равна

РП-1:

$$\sum_1^n P_{ном} = (10*2)+10,5+2,2+3,2+5+13,08+32,14 = 86,12 \ кВт$$

РП-2:

$$\sum_1^n P_{ном} = (31,62*2)+9,3+7 = 76,84 \ кВт$$

РП-3:

$$\sum_{1}^{n} P_{ном} = (5) + 13{,}08 + 15 + 9{,}3 = 42{,}38 \ \ кВт$$

РП-4:

$$\sum_{1}^{n} P_{ном} = (6{,}5 * 5) + (7{,}5 * 2) + (15 * 2) = 77{,}5 \ \ кВт$$

РП-5:

$$\sum_{1}^{n} P_{ном} = 1{,}5 + 1{,}2 = 2{,}7 \ \ кВт$$

Подключенные оборудования

1) Сварочные трансформаторы, токарно-винторезный станок, трубогибочный станок, ножницы механические, транспортер грузовой, кран погрузчик, башенный кран.

2) Трансформаторы термообработки бетона, подъемник мачтовый грузовой, станок резак по металлу

3) Транспортер грузовой, кран погрузчик, малярная станция, подъемник мачтовый грузовой.

4) Насосы раствора, малярная станция, Насос водяной поршневой.

5) Станок наждачный, Вертикально-сверлильный станок.

Выбираем автоматический выключатель и сечение кабеля для распределительных пунктов.

РП-1:

$$I_{ном} = \frac{86{,}12}{\sqrt{3} * 0{,}38 * 0{,}9} = 145{,}5 \ \ A$$

$I_{д} = 184 \ \ A$. Выбираем кабель марки АСБ 4х70

$$I_{р.а} = 1{,}25 * 145{,}5 = 181{,}875 \ \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 180 А

$$K_з = \frac{184}{180} = 1{,}02$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-35-250-180

РП-2:

$$I_{ном} = \frac{76{,}84}{\sqrt{3} * 0{,}38 * 0{,}9} = 129{,}8 \ \ A$$

$I_д = 153 \ \ A$. Выбираем кабель марки АСБ 4х50

$$I_{р.а} = 1{,}25 * 129{,}8 = 162{,}25 \ \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 160 А

$$K_з = \frac{153}{160} = 1$$

$K_з = 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-35-250-160

РП-3:

$$I_{ном} = \frac{42{,}38}{\sqrt{3} * 0{,}38 * 0{,}9} = 71{,}587 \ \ A$$

$I_д = 102 \ \ A$. Выбираем кабель марки АСБ 4х25

$$I_{р.а} = 1{,}25 * 71{,}587 = 89{,}48 \ \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 100 А

$$K_з = \frac{102}{100} = 1{,}01$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-35-250-100

РП-4:

$$I_{ном} = \frac{77{,}5}{\sqrt{3} * 0{,}38 * 0{,}9} = 130{,}91 \ \ A$$

$I_д = 153 \ \ A$. Выбираем кабель марки АСБ 4х50

$$I_{р.а} = 1{,}25 * 130{,}91 = 163{,}6 \ \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 160 А

$$K_з = \frac{153}{160} = 1$$

$K_з = 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-35-250-160

РП-5:

$$I_{ном} = \frac{2,7}{\sqrt{3} * 0,22 * 0,9} = 7,9 \ A$$

$I_д = 21 \ A$. Выбираем кабель марки ВВГнг- 3×1,5

$$I_{р.а} = 1,25 * 7,9 = 9,87 \ A$$

Выбираем по таблице $I_{р.а}$= 16 А

$$K_з = \frac{21}{16} = 1,3$$

$K_з > 1$ сечение подходит. Марка автомата ВА 51-25-25-16

1.10 Расчет токов короткого замыкания

Для проверки выбранного электрооборудования необходимо провести расчёт токов трёхфазного и однофазного короткого замыкания (КЗ).

Расчёт токов трёхфазного КЗ

Для расчёта токов КЗ составляем схемы замещения для типовых расчётных точек КЗ − шины КТП, ввод распределительного пункта и наиболее удалённый ЭП. Составленные схемы даны на рисунке 3

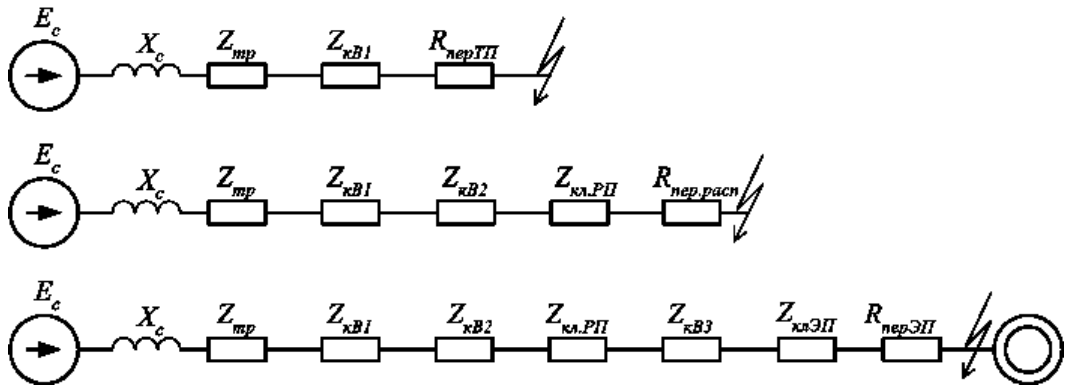


Рис. 3 Схема замещения

1. Определим сопротивление схемы замещения в мОм

$$r_т = \frac{\Delta P_к}{S_{ном\ т}} * \frac{U_\delta^2}{S_{ном\ т}}; \qquad мОм$$

Где $\Delta P_к$ - активные потери трансформатора при КЗ, кВт

U_δ^2 – напряжение базисное, В

$S_{ном\ т}$–номинальная мощность трансформатора, кВА

$$r_т = \frac{2{,}65}{160} * \frac{400^2}{160} = 17 \quad мОм$$

$$X_т = \frac{U_k\,\%}{100\,\%} * \frac{U_\delta^2}{S_{ном\ т}}; мОм$$

где U_k – напряжение к.з. трансформатора %

$$X_т = \frac{4{,}5}{100} * \frac{400^2}{160} = 45\ мОм$$

Сопротивление системы, приведённое к напряжению 0,4 кВ:

$$XC = \frac{\frac{U_{номВН}}{\sqrt{3} I_{откл}} \cdot \left(\frac{U_{номНН}}{U_{номВН}}\right)^2}{}, \qquad (29)$$

Здесь Iоткл=20 кА – ток отключения выключателя, стоящего на стороне ВН.

$$XC = \frac{\frac{10{,}5}{\sqrt{3} \cdot 20} \cdot \left(\frac{0{,}4}{10{,}5}\right)^2}{} \cdot 1000 = 0{,}44 \text{ мОм}.$$

Сопротивление трансформатора ТМ–160/10У1 приведённое к стороне 0,4 кВ:

Zтр=31,5+j64,7 мОм.

Сопротивления кабельных линий определяются по удельным сопротивлениям и их длине:

$$Z=z_{уд}\cdot L. \quad (30)$$

Сопротивления кабеля, питающего РП3, и кабеля к наиболее удалённому электроприёмнику ЭП23:

ZклРП3=(1,95+j0,095)·55=107,25+j5,23 мОм,

ZклЭП23=(1,95+j0,095)·8=15,6+j0,76 мОм.

Сопротивления автоматических выключателей найдены по по их номинальным токам:

ZкВ1=0,4+j0,5 мОм;

ZкВ2=ZкВ3=1,3+j1,2 мОм.

Переходное сопротивление контактных соединений зависит от места КЗ,

т.е. от удаленности КЗ от шин ТП.

RперТП=15 мОм;

Rпер.расп=20 мОм;

RперЭП=30 мОм.

Результирующее сопротивление при КЗ на шинах ТП:

$$Z\Sigma ТП=jXC+Zтр+ZкВ1+RперТП, \quad (31)$$

ZΣТП=j0,44+31,5+j64,7+0,4+j0,5+15=46,9+j65,64 мОм.

Начальное значение периодической составляющей тока трехфазного КЗ на шинах ТП:

$$I_{п0\ ТП}=\frac{U_{номНН}}{\sqrt{3}\cdot|Z_{\Sigma ТП}|},\qquad (32)$$

$$I_{п0\ ТП}=\frac{400}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{46{,}9^2+65{,}64^2}}=2{,}86\ кА.$$

Ударный ток находится по формуле:

$$i_{уд}=\sqrt{2}\cdot I_{п0}\cdot К_{уд},\qquad (33)$$

где Куд – ударный коэффициент, зависящий от постоянной времени Та:

$$К_{уд}=1{,}02+0{,}98\cdot e^{-\frac{0{,}01}{Та}},$$

$$Та=\frac{x_\Sigma}{314\cdot r_\Sigma}$$

Для шин ТП:

$$Та=\frac{65{,}64}{314\cdot 46{,}9}=0{,}004\ с,$$

$$К_{уд}=1{,}02+0{,}98\cdot e^{-\frac{0{,}01}{0{,}004}}=1{,}1,$$

$$i_{уд\ ТП}=\sqrt{2}\cdot 2{,}86\cdot 1{,}1=4{,}45\ кА.$$

Аналогичным образом найдены токи трёхфазного КЗ для остальных типовых точек КЗ, результаты показаны в таблице 8.1.

Табл. 1.10.1 Расчет токов КЗ

Точка КЗ	ZΣ, мОм	Iп0, кА	iуд, кА
Шины ТП	46,9+j65,64	2,86	4,45

РП	160,45+j72,07	1,31	1,90
ЭП23	187,35+j74,03	1,15	1,65

1.11 Расчет заземления

1. Исходные данные;

Уголки размером 50×50×5 мм длиной 2,5 метра, заземлитель протяженный – стальная полоса 40×4 мм.

Расстояние между заземлителями 2,5 метра. Уголки забиты в ряд. Глубина заложения протяженного заземлителя 0,7 метра. Грунт – суглинок с удельным сопротивлением 50 Омхм (учебник).

Климатическая зона -II. Нормируемое сопротивление заземлителя устройства 4 Ом.

2. Определим удельное сопротивление грунта с учетом коэффициента сезонности;

а) для вертикальных заземлителей;

$$P_{расч\ в} = K_с * P_{таб}; Ом$$

$$P_{расч\ в} = 1,5 * 50 = 75 \ Ом$$

б) для горизонтальных заземлителей;

$$P_{расч\ 2} = K_с * P_{таб}; Ом$$

$$P_{расч\ 2} = 3,5 * 50 = 175 \ Ом$$

3. Определим сопротивление растеканию вертикального заземлителя;

$$R_в = \frac{0,366 * P_{расч\ в}}{l} * \left(lg \frac{2*l}{d} + \frac{1}{2} lg \frac{4*t+l}{4*t-l} \right); Ом \qquad (35)$$

$$R_в = \frac{0,366 * 75}{2,5} * \left(lg \frac{2*2,5}{0,95*0,05} + \frac{1}{2} lg \frac{4*1,95+2,5}{4*1,95-2,5} \right) = 22,3 \ Ом$$

4. Определим количество вертикальных заземлителей;

$$n_в = \frac{R_в}{n_в * R_3}$$

$$n_в = \frac{22,3}{0,6*4} = 9$$

5. Определим длину горизонтального заземлителя;

$L_r = 1{,}05 * n_в * a ; м$

$L_r = 1.05 * 9 * 2.5 = 23{,}6 \ м$

Принимаем L_r равной 24 м.

6. Определим сопротивление растеканию горизонтального заземлителя;

$$R_u = \frac{0.366 * P_{расч\ 2}}{L_r} * lg \frac{L_r^2}{dt_0}; Ом$$

$$R_u = \frac{0.366 * 175}{24} * lg \frac{24^2}{0.5 * 0.04 * 0.7} = 12{,}3 \ Ом$$

7. Определим действительное сопротивление растеканию горизонтального заземлителя с учетом коэффициента использования;

$$R_2 = \frac{R_u}{n_2}; Ом$$

$$R_2 = \frac{12{,}3}{0{,}62} = 19{,}8 \ Ом$$

8. Определим сопротивление растеканию заземлителей с учетом сопротивления горизонтального заземлителя;

$$R_в = \frac{R_2 * R_3}{R_2 - R_3}; Ом$$

$$R_в = \frac{19{,}8 * 4}{19{,}8 - 4} = 5{,}01 \ Ом$$

9. Определим сопротивление заземляющего устройства

$$R_{зу} = \frac{R_в * R_г}{R_в + R_г}; Ом$$

$$R_в = \frac{22{,}3 * 12{,}3}{22{,}3 + 12{,}3} = 7{,}9 \ Ом$$

10. Определим уточненное количество вертикальных заземлителей;

$$n_в = \frac{R_в}{n_в * R_в};$$

$$n_в = \frac{22{,}3}{0{,}6 * 5{,}01} = 7{,}4 \ уголка$$

Вывод: принимаем к установке 7 вертикальных заземлителя (уголков)

1.12 Выбор оборудования цеховой подстанции

На цеховой подстанции устанавливается следующее оборудование.

На стороне высшего напряжения в зависимости от КТП. При мощности цехового трансформатора свыше 100 кВ с аппаратами, либо через разъединитель он же с предохранителями. На стороне низшего напряжения трансформатора тока выбираем электрооборудование на стороне высшего напряжения.

$$Imax = \frac{s\text{ном}}{\sqrt{3} * U\text{ном}} \quad (42)$$

Где sном- номинальная мощность цехового трансформатора.

$$Imax\text{ЭП} = 160 / \sqrt{3} * 10 = 9{,}24$$

$$\text{А } I\text{номВН} \geq Imax\text{ЭП}$$

$$50 \geq 9{,}24$$

Выбираем предохранитель высоковольтный серии ПК-10.

$$U\text{ном} \geq U\text{уст } 10\text{кВ} = 10\text{кВ}$$

$$I\text{ном} \geq Imax\text{ЭП } 50 \geq 9{,}78\text{А}$$

Выбираем автоматический выключатель на стороне НН:

$$Imax = s\text{ном} /\sqrt{3} * U\text{ном}2$$

гдеsном- номинальная мощность цехового трансформатора

$$Imax = 160/ \sqrt{3} * 0{,}4 = 231{,}2A$$

$$I\text{ном} = 231{,}2\text{А}$$

Автоматический выключатель удовлетворяет условию:

$$I\text{ном.расц.автом} \geq 1{,}25 * I\text{ном}$$

$$I\text{ном.расц.автом} \geq 1{,}25 * 231{,}2 = 289\text{А}$$

Выбираем автоматический выключатель: ВА 51-37-400-250.

1.13 Выбор и расчёт релейных защит

1.13.1 Произведем расчёт тока срабатывания:

$$I\text{ср.З} = \text{Кнад} * \text{Кс з } K\text{в} * I\text{ном} \quad (42)$$

ГдеКнад – коэффициент надежности, Кнад = 1,2;Кс з – коэффициент самозапуска Кс з = 6; Kв - коэффициент возврата, Kв − 0,8;Iном- номинальный ток трансформатора со стороны 10 кВ.

$$I\text{ном} = S\text{ном.т}\ \sqrt{3} * U\text{ном} = 160\ \sqrt{3} * 10 = 9{,}24\text{А}$$

$$I\text{ном} = 12{,}6 * 6\ 0б8 * 5{,}78 = 52{,}02\text{А}$$

1.13.2 Определим ток срабатывания реле.

$$I\text{ср} = I\text{с з Кп} = 52{,}02\ 15 = 3{,}5\text{А}$$

Защиту от однофазных замыканий на землю обеспечивают автоматический выключатель установленный на стороне ВН. [11, 13]

Вывод: произведен расчёт релейной защиты цехового трансформатора.

2. Охрана труда

2.1 Мероприятия по охране труда при монтаже электрооборудования цеха

Конструкция электроустановок должна удовлетворять требования ПУЭ в соответствии с ее назначением. Для обеспечения безопасности не электротехнического и технического персонала, обслуживающего электроустановки, используются как отдельные защитные средства и способы, так и их сочетания, то есть система защиты. При необходимости выполнения

электромонтажных работ в цехе для электромонтажников возникает дополнительная опасность со стороны производственного оборудования и действующих электроустановок. Согласно ПТБ технические мероприятия имеют целью обеспечить безопасность персонала при выполнении работ.

Электрические установки и устройства должны быть в полной исправности, для чего в соответствии с правилами эксплуатации их нужно периодически проверять. Не токопроводящие части, которые могут оказаться под напряжением в результате пробоя изоляции, должны быть надежно заземлены. Перед началом работ со снятием напряжения выполняются следующие технические мероприятия:

1) производятся необходимые отключения и принимаются меры, препятствующие подаче напряжения на место работы в следствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры;

2) на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационной аппаратуры вывешиваются запрещающие плакаты "Не включать! Работают люди";

3) проверяется отсутствие напряжения на токоведущих частях указателем напряжения, исправность которого перед применением должна быть установлена;

4) выполняется заземление отключенных токоведущих частей - включаются заземляющие ножи, а где они отсутствуют, устанавливаются переносные заземления.

Переносное заземление сначала нужно присоединить к заземляющему

устройству, а затем, после проверки отсутствия напряжения, установить на токоведущие части. Снимать переносное заземление необходимо в обратной последовательности: сначала снять его с токоведущих частей, а затем отсоединить отзаземляющего устройства. Установка и снятие переносных заземлений должны выполняться в диэлектрических перчатках с применением в ЭУ1 напряжением выше 1000В изолирующей штанги.

Не допускается пользоваться для заземления проводниками заземляющего устройства. Установка и снятие переносных заземлений должны выполняться в диэлектрических перчатках с применением в ЭУ напряжением выше 1000В изолирующей штанги.

Не допускается пользоваться для заземления проводниками, не предназначенными для этой цели; вывешиваются предупреждающие и предписывающие плакаты, ограждаются при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части. Напряжения отключенные части немедленно заземляют с помощью переносного заземления, один конец которого уже был соединен с заземляющим устройством. При этом зажимы переносного заземления накладывают на отключенные токоведущие части сначала с помощью изолирующей штанги, а затем уже закрепляют этизажимы штангой или вручную.

Снимают заземление (после окончания работ) в обратном порядке: сначала с токоведущих частей, а затем с заземляющей шины с помощью изолирующей штанги. Все работы выполняют в диэлектрических перчатках.

2.2 Противопожарные мероприятия и составление ведомости противопожарного инвентаря

На предприятиях возникновения пожаров связано в большинстве случаев с неисправностью технологического оборудования, электроустановок, контрольно-измерительных и защитных приборов, а также с неосторожностью обслуживающего персонала при пользовании огнем и при проведении различного рода огневых работ.

Самые распространённые источники возгораний в производственных условиях перечислены ниже:

- искры, возникающие при коротких замыканий, перегрузках электросетей, появление больших переходных сопротивлений и т.п.;

- токи короткого замыкания, которые могут достигать нескольких десятков и сотен тысяч ампер, что приводит к образованию электрической дуги с температурой до 4000 °С и плавлению проводов, перегреву токоведущих частей, воспламенению изоляции проводов, а также сгораемых предметов, веществ и материалов, находящихся по близости. Короткие замыкания сопровождаются, как правило, резким падением напряжения в электросетях, полным расстройством электроснабжения и остановкой машин и оборудования, что приводит к порче продукции, пожарами взрывом. Короткие замыкания могут возникнуть при неправильном прокладке и монтаже электросетей, износе, старения и повреждении изоляции электропроводов и оборудования;

- перегрузки электрических сетей, машин и аппаратов возникают при токовой нагрузке, которая в течении длительного времени превышает величины, допускаемые нормами. Перегрузки возникают также в результате нарушения нормативных требований при проектировании электроснабжения, несоблюдения правил эксплуатации, а также понижения напряжения в питающей сети, что приводит к возрастанию тока в обмотках электродвигателей;

- тепло, выделяющееся при трении скольжения подшипников, дисков ременных передач, а также при выходе газов под высоким давлением и с большой скоростью через малые по диаметру отверстия;

- искры, образующиеся при ударах некоторых металлических деталей друг о друга , о камень и т.п. (например, удары лопастей вентилятора о кожух, попадание посторонних предметов в дробилки, жернова мельниц);

- тепло, выделяющееся при химическом взаимодействии некоторых веществ и материалов (например, при попадании на тряпье, применяемое для изготовления бумаги, растительных и животных масел);

- искровые разряды статического электричества.

Возникновения пожара можно предотвратить путем осуществления соответствующих инженерно-технических мероприятий при проектировании и эксплуатации технологического оборудования, электрических, транспортно и санитарно-технических установок, с помощью старого соблюдения существующих правил и требований ПБ, а также устранения, где это осуществимо, опасности образования горючей среды или появления тепловых источников, способных воспламенить эту среду.В целых предупреждения пожаров на промышленных предприятиях надо осуществлять следующие мероприятия:

- обеспечивать надежную герметизацию производственного оборудования и трубопроводов с огнеопасными продуктами и при выявлении утечки продукта в окружающую среду немедленно ликвидировать неисправность;

- запрещать транспортирование огнеопасных жидкостей и растворов в открытых ёмкостях (в ведрах, открытых банках и т.п.);

- создавать условия для безопасной выгрузки пожарно-взрывоопасных веществ и материалов из технологической аппаратуры, а также для безопасной загрузки их в аппаратуру;

- надежно отключать аппаратуру от коммуникаций и полностью удалять из нее огнеопасные продукты при перерывах в работе для очистки, профилактического осмотра, ремонта и т.п.;

- правильно выбирать электрооборудование и способы его монтажа с учетом характера окружающей среды, следить за исправностью защитных аппаратов и

устройств, осуществлять постоянный надзор за эксплуатацией электроустановок силами электротехнического персонала и т.п.;

- устанавливать магнитные улавливатели перед машинами ударного действия, если в них перерабатывают волокнистые материалы или горячую пыль;

- изолировать самовозгорающиеся веществами от других веществ и материалов, выполнять правила безопасного их хранения и систематически контролировать состояние этих веществ;

- хранить отдельно вещества, которые самовозгораются при взаимодействии друг с другом, и исключить возможность их контакта при транспортировке и переработке;

- предупреждать появление искровых разрядов статического электричества и вторичных появлений атмосферного электричества при обработке пыли, газов и жидкостей склонных к электризации;

- устранять огнеопасные производственные отходы и собирать промасленные обтирочные материалы, своевременно удаляя их в специально отведенные места;

- проводить разъяснительную работу среди рабочих и служащих и обеспечивать выполнение организационных мероприятий по соблюдению установленного порядка при пользовании открытым огнем и курении.

Руководителем каждого предприятия должен быть издан приказ, в котором устанавливается порядок и время проведения противопожарного инструктажа с вновь принимаемыми на работу и ПТМ с рабочими и служащими, занятыми на наиболее пожароопасных участках производства.

Молниезащита

В соответствии с Инструкцией по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций [9], для здания цеха необходима молниезащита от прямых ударов молнии, которая может быть выполнена одними из следующих способов:

1) Отдельно стоящими или установленными на зданиях неизолированными стержневыми или тросовыми молниеотводами, обеспечивающими защитную зону;

2) Молниеприемной заземленной металлической сеткой, накладываемой на металлическую кровлю (размер ячеек 6*6м);

3) Заземлением металлической кровли.

В качестве молниезащиты в здании необходимо принять второй вариант: защита молниеприемной заземленной металлической сеткой, накладываемой на металлическую кровлю. Молниеприемная сетка выполняется из стальной проолоки диаметром 6 - 8 мм, уложенной на кровлю с ячейками площадью ячейки не более 36 м2 (6Х6). Углы сетки соединяются сваркой.

Молниеприемную металлическую сетку соединяем с контуром заземления двумя токоотводами. В качестве токоотводов применяют полосовую сталь сечением 24 мм2

Защита от разрядов статистического электричества осуществляется заземлением всех металлических корпусов оборудования главного распределительного пункта.

решения соответствуют требованиям экологичности и безопасности.

Таблица 2.2.1 Ведомость противопожарного инвентаря.

№ п/п	Наименование противопожарного и инвентаря	Ед.изм.	Кол-во
1	Ящик с песком и лопатой	шт.	1
2	Огнетушитель порошковый	шт.	2
3	Огнетушитель углекислотный	шт.	2
4	Указатель мест курения	комп.	1

5	Плакаты по пожаробезопасности	комп.	1
6	Ведро	шт.	3

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Смета затрат на электромонтажные работы

Смета затрат на электромонтажные работы (ЭМР) – свод всех затрат в денежной оценке на выполнение электромонтажных работ (ЭМР).Смета затрат на ЭМР состоит из пояснительной записки к смете, сметы на монтаж электрооборудования, ведомости договорной цены. Она необходима при

оформлении подрядных договоров, расчетах за выполненные ЭМР, определении технико-экономических показателей.

Исходными данными для составления сметы затрат являются: пояснительная записка, рабочие чертежи, спецификации электрооборудования, комплектных устройств и материалов, физические объемы работ.

Сметная стоимость ЭМР слагается из прямых затрат, накладных расходов и прибыли. В сметах и ценниках на производство электромонтажных работ накладные расходы принимаются в размере 95% от суммы основной заработной платы, а прибыль начисляется в размере 65% от суммы основной заработной платы.

Цель сметного расчёта определить все требуемые расходы с учетом затрачиваемых трудовых ресурсов и материалов. Электромонтажные работы играют очень важную роль в строительстве, поэтому в данном случае экономия денег в ущерб качеству недопустима. В ней, имеется разбивка по стоимости на отдельные этапы и виды работ, включая стоимость используемых материалов и с указанием окончательной цены работы. Смета является неотъемлемой частью договора, и она считается согласованной после подписания сторонами договора. Сметы на электромонтажные работы делятся на две категории: - сводная(комплексная), составляемая для всего здания, - локальная (объектная), выполняемая отдельно для помещения.

Прежде чем приступить к их написанию, необходимо выполнить обоснование инвестиций. При этом определяют расчетную стоимость всех работ.

Документы могут быть представлены в двух видах:

1.Сметный расчет (содержит детальную себестоимость с завышением уровня затрат);

2.Смета (расчет выполняется по проектным чертежам). Второй тип позволяет составить смету на электромонтажные работы более качественно.

3.2 Расчет себестоимости электромонтажных работ

При проведении электромонтажных работ возникают издержки предприятия, включаемые на себестоимость продукции. Стоимостная оценка таких работ определяется суммой всех затрат.

Для предприятий машиностроительной отрасли установлена следующая обязательная номенклатура затрат на производство по экономическим элементам:

- Материальные затрат

- Затраты на оплату труда

- Отчисления на социальное страхование и социальное обеспечение работников в государственные внебюджетные организации

- Амортизация основных фондов

- Прочие затраты

Таблица 1 Расчет материальных затрат.

Наименование	Количество	Цена, руб.	Всего, руб.
Кабель АСБ 3×25	1200м	441.95	530340
Автоматический выключатель ВА-52- 37-400 400 А	2шт.	5900	11800
Трансформатор масляный ТМ160/10У1	2шт	168360	336720
Вводный автомат ВА-52-37-400-400	2шт.	2500	5000
Комплектная конденсаторная установка УКЗ-0,415-60	1 шт.	40500	40500
Распределительный пункт ПР-85 (до 160А)	2шт.	4000	8000
Распределительный пункт ПР-85 (до 650А)	2 шт.	4650	9300
Автоматический выключатель ВА-51	15 шт.	3500	52500
Автоматический выключатель ВА-51Г	9шт.	3700	33300

Кабель АВВГ-4х70	500м	316	158000
Кабель АВВГ-4х10	500 м	61	30500
Кабель АВВГ-4х16	500м	37	18500
Кабель АВВГ-4х25	500м	139	69500
Кабель АВВГ-4х50	18м	230	4140
Итого			1308100

Затраты на оплату труда.

1. Фонд заработной платы исчисляется по формуле:

$$\sum ФЗП = Зср * N * k \quad (3.1)$$

где

Зср – среднемесячная заработная плата одного работника, руб.

N – численность работников, чел.

k – количество месяцев

$$\sum ФЗП = Зср * N * k = 25000 * 5 * 1 = 125000 \text{ руб.}$$

Таблица 3.2 - Отчисления во внебюджетные фонды производятся от ФЗП

Тарифы страховых взносов		
Пенсионный фонд Российской Федерации	Фонд социального страхования Российской Федерации	Федеральный фонд обязательного медицинского страхования
22,0процента	2,9 процента	5,1 процента
27500 руб.	3625 руб	6375 руб

Всего отчислений: 37500 руб

Таблица 3.3 - Амортизационные отчисления

Наименование основных фондов	Срок использования основных фондов, лет	Стоимость основных фондов, руб	Норма амортизации,%	Амортизационные отчисления, руб
Стол электромонтажника	20	29500	5	1475
Электрический подъёмный стол	30	45000	3	1350
Электрическая подъёмная платформа	30	164280	3	49284
Набор ручного электромонтажного инструмента с изолированными ручками	10	5609	10	560,9
ИТОГО	-	244389	-	52669,9

Амортизационные отчисления определяются исходя из стоимости основных фондов, норм амортизации и количества месяцев в расчетном периоде:

Ао = Нам∗С 100 (3.2)

где

С – стоимость основных фондов,

Н ам– норма амортизации

$$Нам = \frac{100\%}{\text{срок использования основных фондов}} \quad (3.3)$$

Нам = 100/ 20 = 5%

Нам = 100/ 30 = 3%

Нам = 100/ 10 = 10%

Ао = 29500 ∗ 5/ 100 = 1475 руб.

Ао = 45000 ∗ 3/ 100 = 1350 руб.

Ао = 164280 ∗ 3/ 100 = 49284 руб.

Ао = 5609 ∗ 10/ 100 = 560,9 руб.

Таблица 3.4 - Прочие расходы

Наименование	Количество	Всего, руб
Прочие материалы	5%	65405
Транспортно-заготовительные расходы	15%	196215

Таблица 3.5 - Себестоимость электромонтажных работ по экономическим элементам

Экономические элементы затрат	**Сумма, руб**
Стоимость израсходованных материалов	1308100
Заработная плата	125000
Отчисления во внебюджетные фонды	37500
Амортизационные отчисления	52669,9
Прочие материалы	65405
Транспортно-заготовительные расходы	196215

ИТОГО	1784889,9

Заключение

В выпускной квалификационной работе по теме «**Проектирование и усовершенствование схемы электроснабжения строительной площадки жилого дома**», были выбраны:

- величины питающих напряжений;

- схема электроснабжения;

В данной выпускной работе произведён расчёт электрических нагрузок, с учётом компенсации реактивной мощности выбран силовой трансформатор ТМ160/10У1 который обеспечивает подачу напряжения к электроприёмникам.

Выполнены необходимые расчеты для выбора сечения и марки кабелей; определены токи коротких замыканий в заданных точках схемы электроснабжения и выбраны защитные аппараты; подобрано электрооборудование строительной площадки жилого дома, рассчитано и разработана система заземления.

Схема электроснабжения строительной площадки жилого дома соответствует ожидаемой динамике электрических нагрузок и их распределению по территории строительства, обеспечены минимальные расходы проводов и потери электроэнергии, предусмотрено широкое использование инвентарных переносных и передвижных устройств, в том числе комплексных трансформаторных подстанций

Представлены мероприятия по охране труда при монтаже электрооборудования строительной площадки жилого дома. Изложены основные противопожарные мероприятия и составлена ведомость противопожарного инвентаря. Предложен способ молниезащиты здания в виде заземленной металлической сетки, накладываемой на кровлю.

В экономической части дипломного проекта отражены следующие разделы:

-расчет бюджета проектирования и усовершенствования схемы электроснабжения строительной площадки жилого дома;

- составление сметы на электромонтажные работы

Были составлены 2 листа графической части:

- план силовой сети строительной площадки;

- расчетная схема силовой сети строительной площадки.

Источники информации

1. Андреев В.А. Релейная защита, автоматика и телемеханика в системах электроснабжения, М: «Высшая школа», 2009.

2. Дьяков В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию М.: «Высшая школа», 1985

3. Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учебное пособите для техникумов. М: «Высшая школа, 1989

4. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. М.: «Высшая школа», 2009

5. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая част станций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования, М: «Энергоиздат», 1989.

6. Постников Н.П., Рубашов Г.М. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для техникумов. П: «Стройиздат», 2007

7. Правила устройства электроустановок М: «Энергоиздат», 2009

8. Семенова Н.Г. Методические указания по выполнению курсового проекта по Электроснабжению промышленных и гражданских зданий УЭМК, 2013

9. СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.

10Тульчин И.К., Нудлер Г.И. Электрические сети жилых и общественных зданий. М: Энергоатомиздат, 2008.

11. Шеховцов В. П. Расчёт и проектирование схем электроснабжения. –М.: Форум-Инфра М, 2004.

12. Электротехнических справочник, В 3-х м.Т.2. Электрические устройства. Под общей редакцией Герасимова В.Г. и др. – 6-ое изд., испр. и доп. М: «Энергоиздат» 2011