

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

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Электроснабжение монтажного цеха оборудования для добычи нефти ООО «РН–
Ремонт НПО» УПО–3

Студент

И.М. Каемов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д.Л. Спиридонов

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

Тольятти 2021

Аннотация

В выпускной квалификационной работе проведено проектирование системы электроснабжения монтажного цеха оборудования для добычи нефти ООО "РН-Ремонт НПО" УПО-3.

В результате выполнения работы ее цель работы – анализ, обоснование и расчет основных параметров системы электроснабжения монтажного цеха оборудования для добычи нефти ООО "РН-Ремонт НПО" УПО-3.

При выполнении работы решены задачи:

1. Выбор и расчетное обоснование схемы электроснабжения.
2. Расчет силовой нагрузки.
3. Расчет количества и мощности трансформаторов цеховой трансформаторной подстанции.
4. Выбор характеристик электрических аппаратов.
5. Выбор характеристик подстанции.

Основные проектные решения: с учетом специфики решаемых цехом задач, выбрано необходимое оборудование, предложена смешанная схема электроснабжения и распределение электроэнергии в цехе шинопроводами, надежность электроснабжения достигается за счет наличия двух независимых источников питания от одной подстанции. Предусмотрена установка двух трансформаторов мощностью 630 кВА, при расчетной наибольшей расчетной активной нагрузке цеха 536,75 кВА.

Также в работе проведен выбор сечения проводников, расчет токов КЗ, релейной защиты и освещения.

Рассмотрены вопросы охраны труда.

Содержание

Введение.....	5
1 Аналитическая часть.....	7
1.1 Краткая характеристика объекта проектирования – цеха оборудования для добычи нефти ООО РН–Ремонт НПО УПО–3.....	7
1.1.1 Основные виды деятельности ООО РН–Ремонт НПО	7
1.1.2 Генеральный план УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО	10
1.1.3 Описание оборудования цеха оборудования для добычи нефти и характеристика технологических процессов	12
1.2 Обоснование актуальности разрабатываемой темы.....	15
Вывод.....	15
2 Расчетная часть.....	16
2.1 Расчет электрических нагрузок	16
2.1.1 Расчет ожидаемых электрических нагрузок	16
2.1.2 Определение УЦЭН.....	22
2.1.3 Расчёт картограммы нагрузок	25
2.1.4 Расчет освещения.....	27
2.2 Выбор количества и мощности трансформаторов цеховой трансформаторной подстанции	29
2.2.1 Определение количества трансформаторов и расчет мощности	29
2.2.2 Выбор типа трансформаторов и конденсаторных установок	30
2.3 Выбор и обоснование схемы электроснабжения цеха	33
2.3.1 Определение месторасположения понизительных подстанций	33
2.3.2 Окончательный выбор параметров схемы электроснабжения	34
2.4 Расчет токов короткого замыкания.....	35
2.5 Расчет и выбор электрооборудования и проводников.....	42
2.5.1 Характеристика схемы и защиты электрических присоединений ...	42
2.5.2 Выбор токоведущих элементов схемы электроснабжения	44
2.5.3 Проверка выбранных токопроводов	47

2.6 Расчет релейной защиты и автоматики	47
Вывод.....	49
3 Безопасность жизнедеятельности.....	50
3.1 Расчет заземления цеха оборудования для добычи нефти ООО РН– Ремонт НПО УПО–3	50
3.2 Расчет молниезащиты цеха оборудования для добычи нефти ООО РН– Ремонт НПО УПО–3	54
Вывод.....	57
Заключение	58
Список используемых источников.....	59

Введение

Системы электроснабжения промышленных предприятий организуются с целью снабжения электрической энергией производственных приемников электроэнергии. В связи с развитием энергопотребления системы электроснабжения промпредприятий становятся все более сложными.

Возрастающие требования к надежности и экономичности систем электроснабжения и усложнение их структуры в сочетании с изменяющимся характером и структурой потребителей электроэнергии, обширное введение управляющих устройств, осуществляющих на базе современной вычислительной техники функции контроля и регулирования потребления и распределения электроэнергии выводят на первый план вопрос подготовки высококвалифицированных инженерных кадров.

Бесперебойное и надежное электроснабжение промышленного предприятия напрямую определяет эффективность его работы. Соответственно, для результативного функционирования промышленного предприятия, схема системы электроснабжения должна обладать высоким уровнем безопасности и надежности.

В выпускной квалификационной работе рассмотрено проектирование электроснабжения механического цеха промышленного предприятия.

Цель работы: Анализ, обоснование и расчет основных параметров системы электроснабжения монтажного цеха оборудования для добычи нефти ООО "РН-Ремонт НПО" УПО-3.

Актуальность темы можно обосновать тем, что на текущем этапе экономического развития существует объективная необходимость в создании или реконструкции производства под современное оборудование, неотъемлемой частью которого являются системы электроснабжения, обеспечивающие требуемое качество и надежность электроснабжения.

Объектом исследования является монтажного цеха оборудования для добычи нефти ООО "РН–Ремонт НПО" УПО–3, предметом исследования является система электроснабжения монтажного цеха оборудования для добычи нефти ООО "РН–Ремонт НПО" УПО–3.

Методы решения, использованные в данной работе, имеют расчетно–теоретический характер и основаны на использовании существующих методик проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий, изложенных в Правилах устройства электроустановок, учебниках известных авторов, таких, как Кудрин Б.И., Барыбин Ю.Г., Неклепаев Б.Н. и др.

Работа включает введение, 3 раздела, заключение и список литературы.

В 1–ом разделе работы проведен анализ и обоснование системы электроснабжения монтажного цеха оборудования для добычи нефти ООО "РН–Ремонт НПО" УПО–3, во втором разделе проведено собственно проектирование системы электроснабжения монтажного цеха оборудования для добычи нефти ООО "РН–Ремонт НПО" УПО–3, третий раздел посвящен безопасности проекта.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Выбор и расчетное обоснование схемы электроснабжения.
2. Расчет силовой нагрузки.
3. Расчет количества и мощности трансформаторов.
4. Выбор характеристик электрических аппаратов.
5. Выбор характеристик подстанции.

Работа выполнена на 60 стр. и имеет библиографический список из 20 источников.

1 Аналитическая часть

1.1 Краткая характеристика объекта проектирования – цеха оборудования для добычи нефти ООО РН–Ремонт НПО УПО–3

1.1.1 Основные виды деятельности ООО РН–Ремонт НПО

К основным видам деятельности относятся:

- Сервисное обслуживание (рисунок 1).



Рисунок 1 – Сервисное обслуживание в ООО РН–Ремонт НПО

- Ремонт оборудования (рисунок 2).



Рисунок 2 – Ремонт нефтепромыслового и бурового оборудования в ООО
РН–Ремонт НПО

- Производство оборудования (рисунок 3):

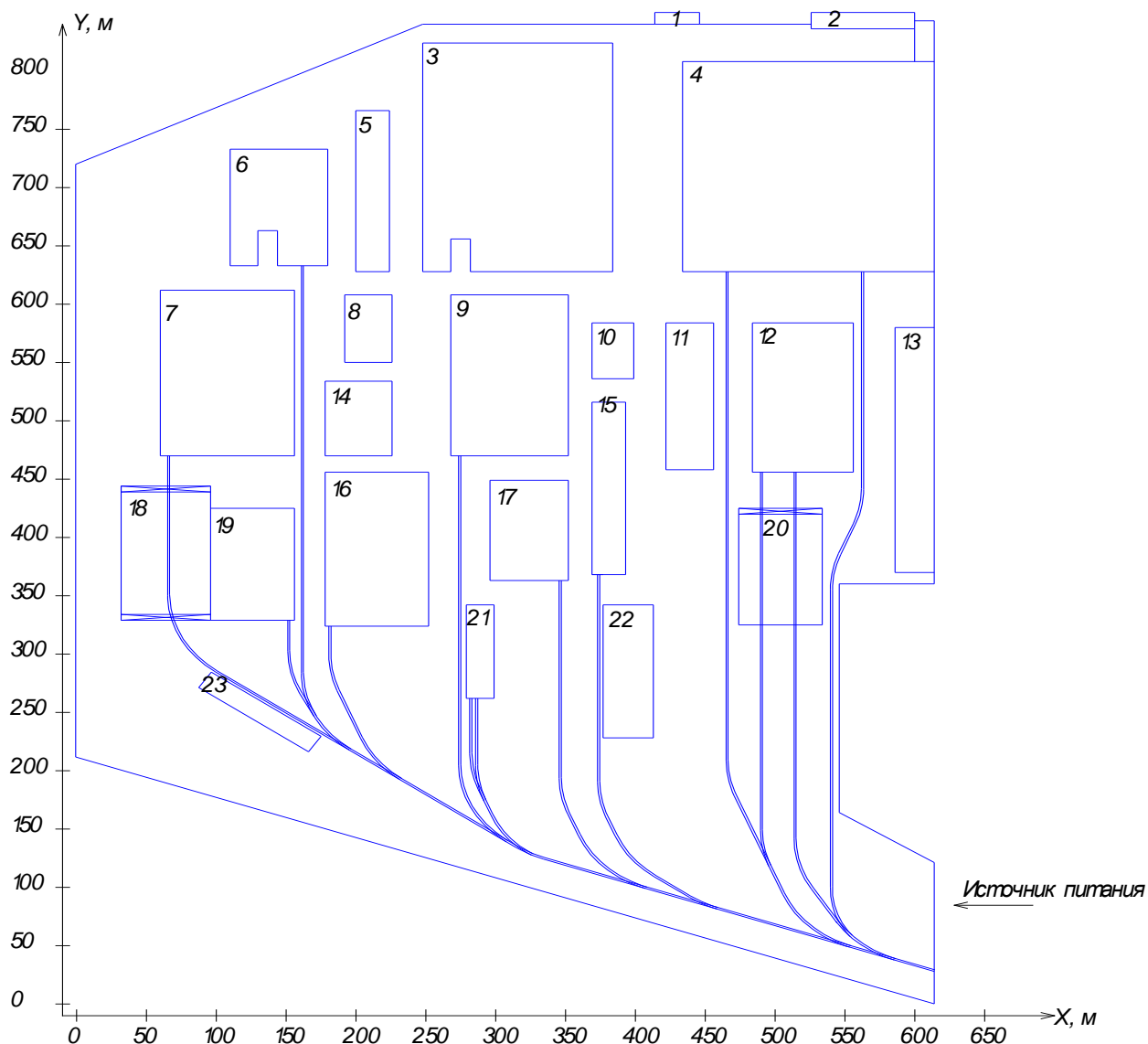


Рисунок 3 – Производство оборудования в ООО РН–Ремонт НПО [1]

1.1.2 Генеральный план УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО

Генеральный план УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО приведен на рисунке

4.



1 – медицинская часть; 2 – управление УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО; 3 – корпус механический; 4 – корпус механосборочный; 5 – корпус административно–бытовой; 6 – цех сборочный; 7 – цех кузнечно–прессовый; 8 – цех электроремонтный; 9 – цех инструментальный; 10 – монтажный цех оборудования для добычи нефти; 11 – склад; 12 – цех сварочно–заготовительный; 13 – корпус инженерный; 14 – цех ремонтно–механический; 15 – склад; 16 – цех сборочный; 17 – цех термический; 18 – склад открытый; 19 – цех гальванический; 20 – склад открытый; 21 – склад; 22 – цех тарно–упаковочный; 23 – склад

Рисунок 4 – Генеральный план УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО

Экспликация зданий и сооружений генерального плана УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Экспликация зданий и сооружений генерального плана УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО

№ здания	Наименование цеха	Число электроприёмников, шт.	Мощности электроприёмников, min÷max, кВт	Общая мощность, кВт
1	Часть медико–санитарная	29,0	0,1÷2	30,0
2	Управление завода	25,0	0,1÷5	90,0
3	Корпус механический	250,0	0,5÷100	2400,0
4	Корпус механосборочный	300,0	0,5÷100	2900,0
5	Корпус административно–бытовой	28,0	0,1÷5	100,0
6	Цех сборочный №1	230,0	0,5÷70	1800,0
7	Цех кузнечнопрессовый	130,0	0,1÷150	1200,0
8	Цех электроремонтный	65,0	0,1÷40	690,0
9	Цех инструментальный	150,0	0,1÷120	1100,0
10	Монтажный цех оборудования для добычи нефти	64,0	0,1÷75	рассчитывается
11	Склад №3	12,0	0,1÷5	32,0
12	Цех сварочно–заготовительный	190,0	0,1÷120	2100,0
13	Корпус инженерный	22,0	0,1÷5	95,0
14	Цех ремонтно–механический	75,0	0,1÷100	950,0
15	Склад №4	10,0	0,1÷5	28,0
16	Цех сборочный №2	240,0	0,5÷70	1900,0
17	Цех термический	110,0	0,5÷200	2100,0
18	Склад открытый №1	8,0	1,5÷30	120,0
19	Цех гальванический	260,0	0,1÷120	1800,0
20	Склад открытый №2	4,0	1,5÷30	60,0

Продолжение таблицы 1

21	Склад №1	10,0	0,1÷5	28,0
22	Цех тарно–упаковочный	56,0	0,1÷30	350,0
23	Склад №2	12,0	0,1÷5	32,0

1.1.3 Описание оборудования цеха оборудования для добычи нефти и характеристика технологических процессов

УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО способно осваивать производство новых изделий, выполнить модернизацию, ремонт, реконструкцию, реставрацию оборудования заказчика.

Технологический процесс предприятия типичен для данного типа предприятия –обработка и последующая сборка готовых изделий.

Сведения об электрооборудовании цеха оборудования для добычи нефти УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО представлены в таблице 2.

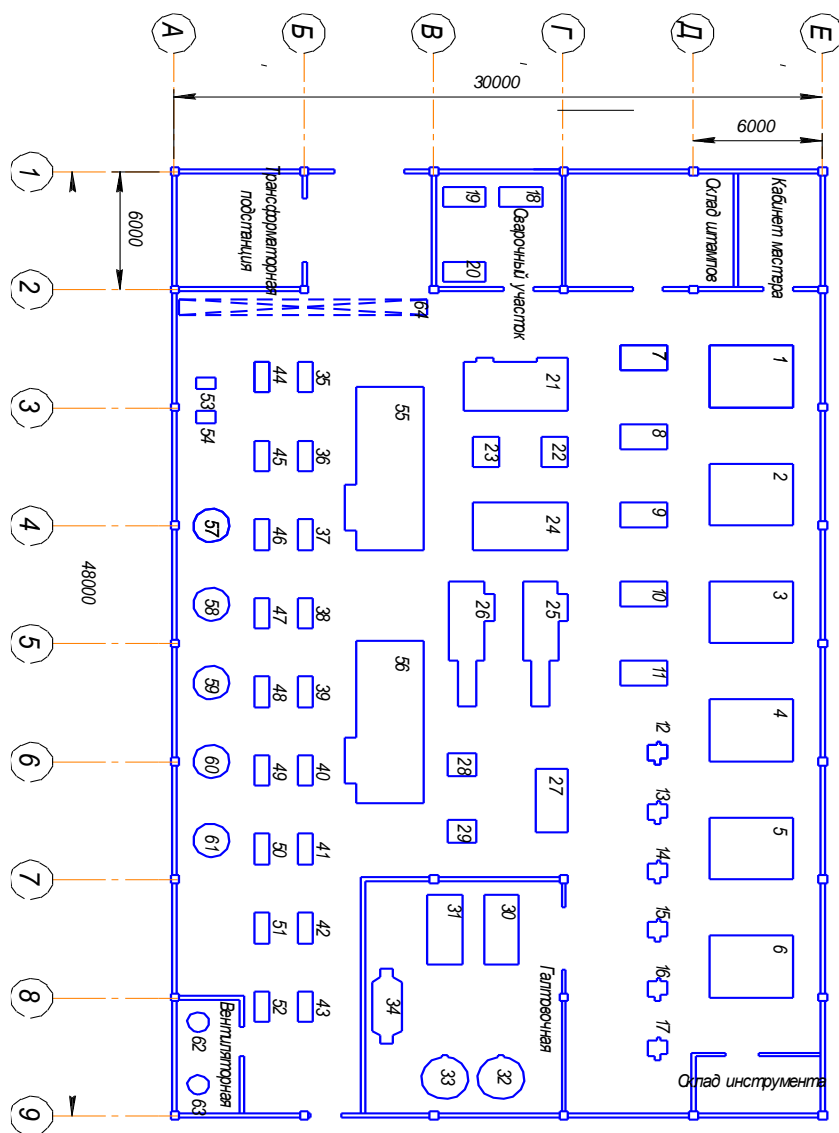
Таблица 2 – Данные об электрооборудовании монтажного цеха оборудования для добычи нефти УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО

Номер на плане цеха (рис. 5)	Наименование	Мощ–ть одного приёмника электроэнергии, кВт
1÷6	Кривошипно–коленный пресс КБ8344Б	75,0
7÷11	Однокривошипный пресс КИ2130	8,50
12÷17	Вертикально–сверлильный станок 2Н135	4,0+0,1250
18÷20	Пост сварочный СС–335–ЭО	1,50+0,10
	Сварочный аппарат ФОРСАЖ–315М	15,0
21	Холодноштамповочный автомат АВ1919Д	26,5
22÷23	Резьбонакатный автомат АБ2518	8,5+1,1+0,5

Продолжение таблицы 2

24	Холодноштамповочный автомат АВ1819Б	15,0
25÷26	Станок протяжный 7Б56	18,50
27	Станок для резки и правки арматурной стали ГД–162	13,0+19,0+14,20
28÷29	Промывочная автоматическая установка АМ1000 ЭКО с приводом механическим: привод нагреватели	2,0×1,10 3,0×2,0
30÷31	Барабан галтовочный	75,0
32÷33	Виброгалтовочный барабан	11,0
34	Станок виброгалтовочный	7,50+7,50
35÷52	Гайконарезной автомат МН64	6,0
53÷54	Станок точильно–заточный ЗТ634	3,0
55÷56	Холодноштамповочный автомат АА9035	60,0
57÷61	Вибрационное сито СВ–1,2	1,10
62÷63	Вентилятор	7,50
64	Таль передвижная электрическая Т–500 5 т	4,870

План монтажного цеха оборудования для добычи нефти УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО приведен на рисунке 5.



1, 2, 3, 4, 5, 6 – кривошипно-коленный пресс КБ8344Б; 7, 8, 9, 10, 11 – однокривошипный пресс КИ2130; 12– 17 – вертикально-сверлильный станок 2Н135; 18– 20 – сварочный пост (СС–335–ЭО); 21 – холодноштамповочный автомат АВ1919Д; 22, 23 – резьбонакатный автомат с сегментом и роликом АВ2518; 24 – холодноштамповочный автомат гаечный пятипозиционный АВ1819Б; 25, 26 – станок протяжный 7Б56; 27 – станок для резки и правки арматурной стали ГД–162; 28, 29 – промывочная автоматическая установка АМ1000 ЭКО с приводом механическим; 30, 31 – барабан галтовочный; 32, 33 – виброгалтовочный барабан; 34 – виброгалтовочный станок; 35–52 – гайконарезной автомат МН64; 53, 54 – станок точнольно-заточный 3Т634; 55, 56 – холодноштамповочный автомат шестипозиционный АА9035; 57, 58, 59, 60, 61 – вибрационное сито СВ–1, 2; 62, 63 – вентилятор; 64 – таль Т–500 5 т

Рисунок 5 – План монтажного цеха оборудования для добычи нефти УПО–3

ООО РН–Ремонт НПО

1.2 Обоснование актуальности разрабатываемой темы

Актуальность обусловлена тем, что в связи с внедрением новых технологий и оборудования предполагается модернизировать электроснабжение монтажного цеха оборудования для добычи нефти УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО.

Электроприемники предприятия по надежности электроснабжения в основном относятся к потребителям II и III категорий.

Основные электроприемники – это асинхронные электродвигатели приводов различного технологического оборудования.

Годовое количество часов максимума нагрузки составляет $T_m=3770$ ч.

Основные требования к разрабатываемой системе электроснабжения:

- источники питания электроэнергией приближены максимально к потребителям;
- распределение электрической энергии осуществляется по магистральным схемам;
- схемы электрических соединений и электроснабжения подстанций проектируются с учетом обеспечения уровней резервирования и надежности при наименьшем числе проводников и электрооборудования;
- схемы электроснабжения выполняются по блочному принципу;
- во всех звеньях системы распределения электроэнергии осуществляется секционирование шин;
- подбор сечений проводников и мощности трансформаторов осуществляется с учетом устанавливаемых устройств компенсации реактивной мощности.

Вывод

В 1–ом разделе работы проведен анализ и обоснование системы электроснабжения монтажного цеха оборудования для добычи нефти ООО "РН–Ремонт НПО" УПО–3.

2 Расчетная часть

2.1 Расчет электрических нагрузок

2.1.1 Расчет ожидаемых электрических нагрузок

Активная нагрузка [2]

$$P_{p.o} = P_n \cdot k_u, \quad (1)$$

где P_n – установленная нагрузка, Вт;

k_u – коэф–т использования, о.е.

$$P_n = p_{уд} \cdot F_u, \quad (2)$$

где $p_{уд}$ – удельная нагрузка, Вт/м²;

F_u – площадь, м².

Осветительная нагрузка наружного освещения НПО

$$P_{n.наруж} = 0,3 \cdot p_{уд} \cdot (F_n - F_u), \quad (3)$$

где F_n – площадь предприятия согласно генплану, м².

Результаты расчета (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты расчета

Цех	Удельная нагрузка $P_{уд}$, Вт/м ²	Коэффициент использования $k_{и, о.е.}$	Площадь цеха $F_{ц}$ или $(F_n - F_{ц})$, м ²	Номинальная (установленная) осветительная нагрузка, $P_{н}$, кВт	Расчетная активная осветительная нагрузка $P_{р.о}$, кВт
Медико–санитарная часть	13,80	0,90	320,0	4,420	3,970
Заводоуправление	13,80	0,90	1036,0	14,3	12,870
Механический корпус	13,80	0,850	26264,0	362,440	308,080
Механосборочный корпус	15,80	0,850	32400,0	511,920	435,130
Административно–бытовой корпус	13,80	0,90	3312,0	45,710	41,140
Сборочный цех №1	15,80	0,850	6580,0	103,960	88,370
Кузнечнопрессовый цех	13,80	0,850	13632,0	188,120	159,90
Электроремонтный цех	13,80	0,850	1972,0	27,210	23,130
Инструментальный цех	13,80	0,850	11592,0	159,970	135,970
Монтажный цех оборудования для добычи нефти УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО	13,80	0,850	1440,0	19,870	16,890
Склад №3	9,80	0,850	4284,0	41,980	35,690
Сварочно–заготовительный цех	13,80	0,850	9216,0	127,180	108,1
Инженерный корпус	13,80	0,90	5880,0	81,140	73,030
Ремонтно–механический цех	9,80	0,850	3072,0	30,110	25,590

Продолжение таблицы 3

Склад №4	9,80	0,850	3552,0	34,810	29,590
Сборочный цех №2	15,80	0,850	9768,0	154,330	131,180
Термический цех	13,80	0,850	4816,0	66,460	56,490
Открытый склад №1	9,80	0,850	7360,0	72,130	61,310
Гальванический цех	13,80	0,850	5760,0	79,490	67,560
Открытый склад №2	9,80	0,850	6000,0	58,800	49,980
Склад №1	9,80	0,850	1600,0	15,680	13,330
Тарно–упаковочный цех	13,80	0,850	4104,0	56,640	48,140
Склад №2	9,80	0,850	1536,0	15,050	12,790
Территория предприятия	30,0	1,0	422617– 165496=257121		231,410
Σ по предприятию					2169,650

Расчет электрических нагрузок монтажного цеха оборудования для добычи нефти УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО в соответствии с РТМ 32.18.32.4 и указаниям [1] приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет электрических нагрузок монтажного цеха оборудования для добычи нефти УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО (форма Ф636–92)

Исходные хар–ки				Расчетные хар–ки			Число электро-приемников $n_{\Sigma} = (\Sigma P_H)^2 / (\Sigma n \cdot p^2_H)$	Коэф–нт нагрузки K_p	Расчетное значение мощности				Ток, А $I_p = S_p / (\sqrt{3} U_H)$	
по заданию		Справочн.		$K_H P_H$	$K_H P_H \text{tg} \varphi$	$n \cdot p^2_H$			реактивная, квар Q $Q_p = 1,1 K_H P_H \text{tg} \varphi$ при $n_{\Sigma} < 10$; $Q_p = K_H P_H \text{tg} j$ при $n_{\Sigma} > 10$	полная, кВ*А $S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$	активная, кВт $P_p = K_p K_H P_H$			
Наименование ЭП	Количество ЭП, шт. n	Номинальная (установленная) мощность, кВт										Коэффициент использования K_H		Коэффициент реактивной мощности $\cos \varphi / \text{tg} \varphi$
		одного ЭП p_H	общая $P_H = n \cdot p_H$											
Пресс КБ8344Б	6	75	450	0,2	3,87	90,00	15,12	33750,00	6,00	0,96	86,40	16,63	87,99	133,69
Пресс КИ2130	5	8,5	42,5	0,2	3,87	8,50	1,43	361,25	5,00	1,02	8,67	1,57	8,81	13,39
Станок вертикально–сверлильный 2Н135	6	4	24	0,16	0,29	3,84	6,60	96,00	6,00	1,00	3,84	7,27	8,22	12,49
	6	0,125	0,75	0,16	0,29	0,12	0,21	0,09	6,00	1,00	0,12	0,23	0,26	0,39
Пост сварочный СС–335–ЭО	3	1,5	4,5	0,3	0,13	1,35	3,60	6,75	3,00	1,42	1,92	3,96	4,40	6,69
	3	0,1	0,3	0,3	0,13	0,09	0,24	0,03	3,00	1,42	0,13	0,26	0,29	0,45
Аппарат сварочный ФОРСАЖ–315М	3	15	45	0,3	0,13	13,50	36,05	675,00	3,00	1,42	19,17	39,65	44,04	66,91
Холодноштамповочный автомат четырехпозиционный АВ1919Д	1	26,5	26,5	0,17	3,87	4,51	0,76	702,25	1,00	5,33	24,01	0,83	24,03	36,50
Резьбонакатный автомат АБ2518	2	8,5	17	0,17	3,87	2,89	0,49	144,50	2,00	2,69	7,77	0,53	7,79	11,84

Продолжение таблицы 4

	2	1,1	2,2	0,17	3,87	0,37	0,06	2,42	2,00	2,69	1,01	0,07	1,01	1,53
	2	0,5	1	0,17	3,87	0,17	0,03	0,50	2,00	2,69	0,46	0,03	0,46	0,70
Холодноштамповочный автомат пятипозиционный гаечный АВ1819Б	1	15	15	0,17	3,87	2,55	0,43	225,00	1,00	4,00	10,20	0,47	10,21	15,51
Протяжный станок 7Б56	2	18,5	37	0,16	0,29	5,92	10,18	684,50	2,00	3,44	20,36	11,20	23,24	35,31
Станок для правки и резки арматурной стали ГД-162	1	13	13	0,16	0,29	2,08	3,58	169,00	1,00	4,00	8,32	3,94	9,20	13,98
	1	19	19	0,16	0,29	3,04	5,23	361,00	1,00	4,00	12,16	5,75	13,45	20,44
	1	14,2	14,2	0,16	0,29	2,27	3,91	201,64	1,00	4,00	9,09	4,30	10,05	15,27
Промывочная автоматическая установка АМ1000 ЭКО: привод	2	1,1	2,2	0,4	0,85	0,88	0,77	2,42	2,00	1,52	1,34	0,85	1,59	2,41
нагреватели	3	2	6	0,4	0,85	2,40	2,11	12,00	3,00	1,52	3,65	2,32	4,32	6,57
Галтовочный барабан	2	75	150	0,4	0,85	60,00	52,80	11250,00	2,00	1,52	91,20	58,08	108,12	164,28
Барабан виброгалтовочный	2	11	22	0,4	0,85	8,80	7,74	242,00	2,00	1,52	13,38	8,52	15,86	24,09
Станок виброгалтовочный	1	7,5	7,5	0,16	0,29	1,20	2,06	56,25	1,00	5,33	6,40	2,27	6,79	10,31
	1	7,5	7,5	0,16	0,29	1,20	2,06	56,25	1,00	5,33	6,40	2,27	6,79	10,31
Автомат гайконарезной МН64	18	6	108	0,17	3,87	18,36	3,08	648,00	18,00	0,80	14,69	3,08	15,01	22,80
Точильно-заточный станок (ЗТ634)	2	3	6	0,16	0,29	0,96	1,65	18,00	2,00	3,44	3,30	1,82	3,77	5,73

Продолжение таблицы 4

Автомат холодно-штамповочный шестипозиционный АА9035	2	60	120	0,17	3,87	20,40	3,43	7200,00	2,00	3,44	70,18	3,77	70,28	106,78
Сито вибрационное СВ-1,2	5	1,1	5,5	0,4	0,85	2,20	1,94	6,05	5,00	0,98	2,16	2,13	3,03	4,60
Вентилятор	2	7,5	15	0,6	1,07	9,00	6,75	112,50	2,00	1,11	9,99	7,43	12,45	18,91
Электрическая передвижная таль Т-500 5Т	1	4,87	4,87	0,1	0,29	0,49	0,84	23,72	1,00	8,00	3,90	0,93	4,00	6,08
Освещение цеха			19,87	0,85	4,90	16,89	3,38			1,00	16,89	3,72	17,29	45,38
Σ											469,08 кВт	206,88 квар	536,75 кВА	

2.1.2 Определение УЦЭН

Цеховой УЦЭН рассчитываются по формулам [3]:

$$x_0 = \frac{\sum (P_i \cdot x_i)}{\sum P_i}; y_0 = \frac{\sum (P_i \cdot y_i)}{\sum P_i}, \quad (4)$$

где P_i – установленная номинальная мощность i -го электроприемника, кВт.

Результаты представлены в таблице 5, и рисунке 6.

Таблица 5 – Результаты расчета координат УЦЭН монтажного цеха оборудования для добычи нефти УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО

№	Наименование	Мощность P_i , кВт	Координаты УЦЭН электроприемника		$P_i \cdot x_i$, кВт·мм	$P_i \cdot y_i$, кВт·мм
			x_i , мм	y_i , мм		
1	Пресс КБ8344Б	75	133	187	14025	9975
2	--	75	133	157	11775	9975
3	--	75	133	127	9525	9975
4	--	75	133	97	7275	9975
5	--	75	133	67	5025	9975
6	--	75	133	37	2775	9975
7	Пресс КИ2130	8,5	110	192	1632	935
8	--	8,5	110	172	1462	935
9	--	8,5	110	152	1292	935
10	--	8,5	110	132	1122	935
11	--	8,5	110	112	952	935
12	Станок сверлильный 2Н135	4,125	111	92	379,5	457,88
13	--	4,125	111	77	317,63	457,88
14	--	4,125	111	62	255,75	457,88
15	--	4,125	111	47	193,88	457,88
16	--	4,125	111	32	132	457,88
17	--	4,125	111	17	70,125	457,88

Продолжение таблицы 5

18	Сварочный пост СС-335-ЭО	17	80	233	3961	1360
19	--	17	67	233	3961	1139
20	--	17	67	214	3638	1139
21	Автомат АВ1919Д	26,5	78	185	4902,5	2067
22	Автомат АВ2518	10,1	87	168	1696,8	878,7
23	--	10,1	82	168	1696,8	828,2
24	Автомат АВ1819Б	15	80	149	2235	1200
25	Станок 7Б56	18,5	84	123	2275,5	1554
26	--	18,5	67	123	2275,5	1239,5
27	Станок ГД-162	46,2	87	80	3696	4019,4
28	Установка АМ1000 ЭКО	8,2	66	89	729,8	541,2
29	--	8,2	66	82	672,4	541,2
30	Галтовочный барабан	75	75	47	3525	5625
31	--	75	62	47	3525	4650
32	Барабан виброгалтовочный	11	75	9	99	825
33	--	11	62	9	99	682
34	Станок виброгалтовочный	15	49	28	420	735
35	Автомат МН64	6	30	187	1122	180
36	--	6	30	167	1002	180
37	--	6	30	147	882	180
38	--	6	30	127	762	180
39	--	6	30	107	642	180
40	--	6	30	87	522	180
41	--	6	30	67	402	180
42	--	6	30	47	282	180
43	--	6	30	27	162	180
44	--	6	20	187	1122	120
45	--	6	20	167	1002	120
46	--	6	20	147	882	120
47	--	6	20	127	762	120
48	--	6	20	107	642	120
49	--	6	20	87	522	120
50	--	6	20	67	402	120
51	--	6	20	47	282	120
52	--	6	20	27	162	120
53	Станок 3Т634	3	7	186	558	21
54	--	3	7	176	528	21
55	Автомат АА9035	60	49	164	9840	2940
56	--	60	49	100	6000	2940
57	Вибросито СВ-1,2	1,1	8	150	165	8,8
58	--	1,1	8	130	143	8,8

Продолжение таблицы 5

59	--/	1,1	8	110	121	8,8
60	--/	1,1	8	90	99	8,8
61	--/	1,1	8	70	77	8,8
62	Вентилятор	7,5	5	23	172,5	37,5
63	--/	7,5	5	8	60	37,5
64	Галь Т-500 5 т	4,87	30	205	998,35	146,1
Σ		1175,92			127935	105183,55

$$x_0 = \frac{\sum(P_i \cdot x_i)}{\sum P_i} = \frac{127935}{1175,92} = 108,8;$$

$$y_0 = \frac{\sum(P_i \cdot y_i)}{\sum P_i} = \frac{105183,55}{1175,92} = 89,45.$$

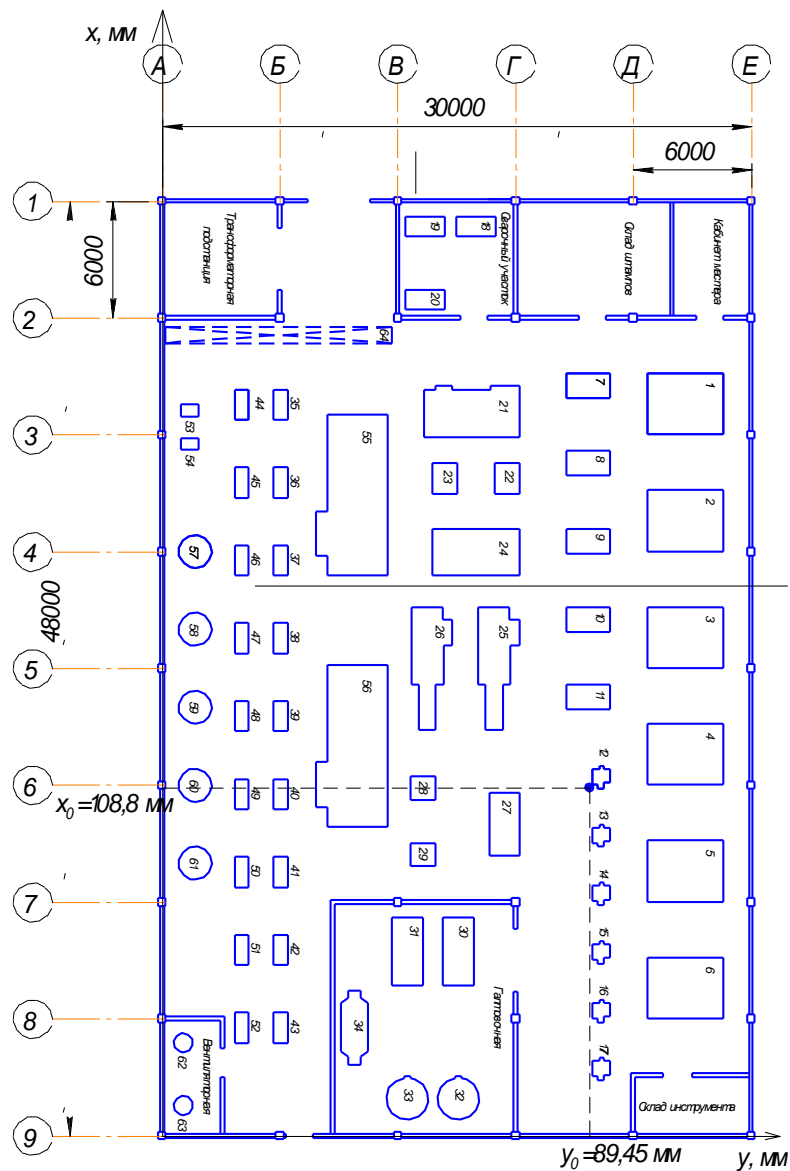


Рисунок 6 – УЦЭН монтажного цеха оборудования для добычи нефти УПО-3

ООО РН-Ремонт НПО

Результаты расчета координат УЦЭН УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО
(таблица 6).

Таблица 6 – Координаты УЦЭН УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО

№ по плану	Номинальная мощность P_i , кВт	Координаты центра нагрузок цеха		$P_i \cdot x_i$, кВт·мм	$P_i \cdot y_i$, кВт·мм
		x_i , мм	y_i , мм		
1	30	429	845	12870	25350
2	90	562	843	50580	75870
3	2400	315	726	756000	1742400
4	2900	523	718	1516700	2082200
5	100	211	697	21100	69700
6	1800	144	683	259200	1229400
7	1200	107	541	128400	649200
8	690	208	579	143520	399510
9	1100	309	539	339900	592900
10	469,08	383	560	168592,77	246506
11	32	438	521	14016	16672
12	2100	519	520	1089900	1092000
13	95	599	475	56905	45125
14	950	201	502	190950	476900
15	28	380	442	10640	12376
16	1900	214	390	406600	741000
17	2100	323	406	678300	852600
18	120	63	386	7560	46320
19	1800	125	377	225000	678600
20	60	503	375	30180	22500
21	28	288	302	8064	8456
22	350	394	285	137900	99750
23	32	131	250	4192	8000
Σ	20345,19			6257069,77	11213335,4

$$x_0 = \frac{\sum(P_i \cdot x_i)}{\sum P_i} = \frac{6257069,77}{20345,19} = 307,55;$$

$$y_0 = \frac{\sum(P_i \cdot y_i)}{\sum P_i} = \frac{11213335,4}{20345,19} = 551,15.$$

2.1.3 Расчёт картограммы нагрузок

Радиусы окружностей [4]

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{pci} + P_{poi}}{\pi \cdot m}}, \quad (5)$$

где m – масштаб, $m = 0,5$ кВт/мм².

Угол сектора нагрузки осветительной

$$\alpha_i = \frac{P_{poi} \cdot 360^\circ}{P_{pci} + P_{poi}}. \quad (6)$$

Полученные значения (таблица 7).

Таблица 7 – Данные

Общая нагрузка P_p , кВт	Нагрузка осветительная P_{po} , кВт	Радиус r , мм	Угол α , град
30	3,97	5	42
90	12,87	8	45
2400	308,08	42	41
2900	435,13	46	47
100	41,14	9	105
1800	88,37	35	17
1200	159,90	29	42
690	23,13	21	12
1100	135,97	28	40
469,08	16,89	17	13
32	35,69	7	190
2100	108,10	38	18
95	73,03	10	156
950	25,59	25	9
28	29,59	6	185
1900	131,18	36	23
2100	56,49	37	9

Продолжение таблицы 7

120	61,31	11	122
1800	67,56	34	13
60	49,98	8	164
28	13,33	5	116
350	48,14	16	44
32	12,79	5	103

2.1.4 Расчет освещения

Определяется методом коэффициента спроса, но для этого необходимо рассчитать номинальную нагрузку общего освещения цеха $P_{уст.о.}$, которое более точно определяется светотехническим расчетом (методом коэффициента использования светового потока). Номинальную нагрузку рассчитаем для трех типов ламп: накаливания, ДРЛ и ЛЛ [5].

Номинальная нагрузка общего освещения цеха $P_{уст.о.}$ определяется следующим образом

$$P_{уст.о.1} = k_{накал} \cdot p_{у.о} \cdot F \cdot 10^{-3} = 15 \cdot 2592 \cdot 10^{-3} = 38.88 \text{ кВт},$$

$$P_{уст.о.2} = k_{ДРЛ} \cdot p_{у.о} \cdot F \cdot 10^{-3} = 1.1 \cdot 15 \cdot 2592 \cdot 10^{-3} = 42.77 \text{ кВт},$$

$$P_{уст.о.3} = k_{ЛЛ} \cdot p_{у.о} \cdot F \cdot 10^{-3} = 1.2 \cdot 15 \cdot 2592 \cdot 10^{-3} = 46.66 \text{ кВт},$$

где $k_{накал} = 1$, $k_{ДРЛ} = 1.1$, $k_{ЛЛ} = 1.2$ – коэффициенты, учитывающие мощность пусковых устройств трех типов ламп; $p_{у.о} = 15$ – удельная установленная мощность освещения для механико–сборочных производств, Вт/м²; $F = 2592$ – площадь помещения, м².

Расчетная активная нагрузка освещения цеха

$$P_{р.о.1} = K_{с.о} \cdot P_{уст.о.1} = 0.95 \cdot 38.88 = 36.94 \text{ кВт},$$

$$P_{p.o.2} = K_{c.o} \cdot P_{уст.o.2} = 0.95 \cdot 42.77 = 40.63 \text{ кВт},$$

$$P_{p.o.3} = K_{c.o} \cdot P_{уст.o.3} = 0.95 \cdot 46.66 = 44.33 \text{ кВт},$$

где $K_{c.o} = 0.95$ – коэффициент спроса.

Расчетная реактивная нагрузка

$$Q_{p.o.1} = P_{p.o.1} \cdot \operatorname{tg}\varphi_1 = 36.94 \cdot 0.0 = 0.0 \text{ кВт},$$

$$Q_{p.o.2} = P_{p.o.2} \cdot \operatorname{tg}\varphi_2 = 40.63 \cdot 1.73 = 70.29 \text{ кВт},$$

$$Q_{p.o.3} = P_{p.o.3} \cdot \operatorname{tg}\varphi_3 = 44.33 \cdot 0.329 = 14.58 \text{ кВт},$$

где $\cos\varphi_1 = 1$, $\varphi_1 = \arccos(\cos\varphi_1) = 0.0$,
 $\operatorname{tg}\varphi_1 = \tan(\varphi_1) = \tan(0.0) = 0.0$, $\cos\varphi_2 = 0.5$, $\varphi_2 = \arccos(\cos\varphi_2) = 1.047$,
 $\operatorname{tg}\varphi_2 = \tan(\varphi_2) = \tan(1.047) = 1.73$, $\cos\varphi_3 = 0.95$,
 $\varphi_3 = \arccos(\cos\varphi_3) = 0.3176$, $\operatorname{tg}\varphi_3 = \tan(\varphi_3) = \tan(0.3176) = 0.329$ – соответствует коэффициентам мощности различных ламп.

Полная нагрузка общего освещения

$$S_{p.o.1} = \sqrt{P_{p.o.1}^2 + Q_{p.o.1}^2} = \sqrt{36.94^2 + 0.0^2} = 36.94 \text{ кВА},$$

$$S_{p.o.2} = \sqrt{P_{p.o.2}^2 + Q_{p.o.2}^2} = \sqrt{40.63^2 + 70.29^2} = 81.19 \text{ кВА},$$

$$S_{p.o.3} = \sqrt{P_{p.o.3}^2 + Q_{p.o.3}^2} = \sqrt{44.33^2 + 14.58^2} = 46.67 \text{ кВА}.$$

Расчетный ток, определяется как

$$I_{p.o.1} = \frac{S_{p.o.1}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{36.94}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 56.12 \text{ А},$$

$$I_{p.o.2} = \frac{S_{p.o.2}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{81.19}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 123.4 \text{ А,}$$

$$I_{p.o.3} = \frac{S_{p.o.3}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{46.67}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 70.91 \text{ А.}$$

2.2 Выбор количества и мощности трансформаторов цеховой трансформаторной подстанции

2.2.1 Определение количества трансформаторов и расчет мощности

Число трансформаторов $N_T=1$ исходя из НТП ЭПП–92 [6].

Номинальная мощность трансформатора

$$S_{ном.т} = \frac{P_p}{N_T \cdot K_3} = \frac{469.08}{0.9} = 521.2 \text{ [кВА]}, \quad (8)$$

где K_3 – коэффициент загрузки трансформатора, $K_3 = 0,9$ [1].

Из стандартного ряда принимаем трансформатор мощностью 630 кВА.

Наибольшая реактивная мощность, передаваемая в сеть 0,4 кВ через трансформатор

$$Q_{max.т} = \sqrt{(N_T \cdot K_3 \cdot S_{ном.т})^2 - P_p^2} = \sqrt{(0.9 \cdot 630)^2 - 469.08^2} = 318.52 \text{ [квар]}, \quad (9)$$

где $S_{ном.т}$ – принятая номинальная мощность трансформатора из ряда нормативных значений.

Суммарная мощность конденсаторных низковольтных батарей

$$Q_{ky} = Q_p - Q_{max.m} = 206.88 - 318.52 = -111.64 \text{ [квар]}, \quad (10)$$

Поскольку $Q_{ky} < 0$, то установка батарей не требуется.

2.2.2 Выбор типа трансформаторов и конденсаторных установок

Выбираем КТП 630/6/02. Однолинейная схема комплектной трансформаторной подстанции КТП–630/6/0,4 приведена на рисунке 7.

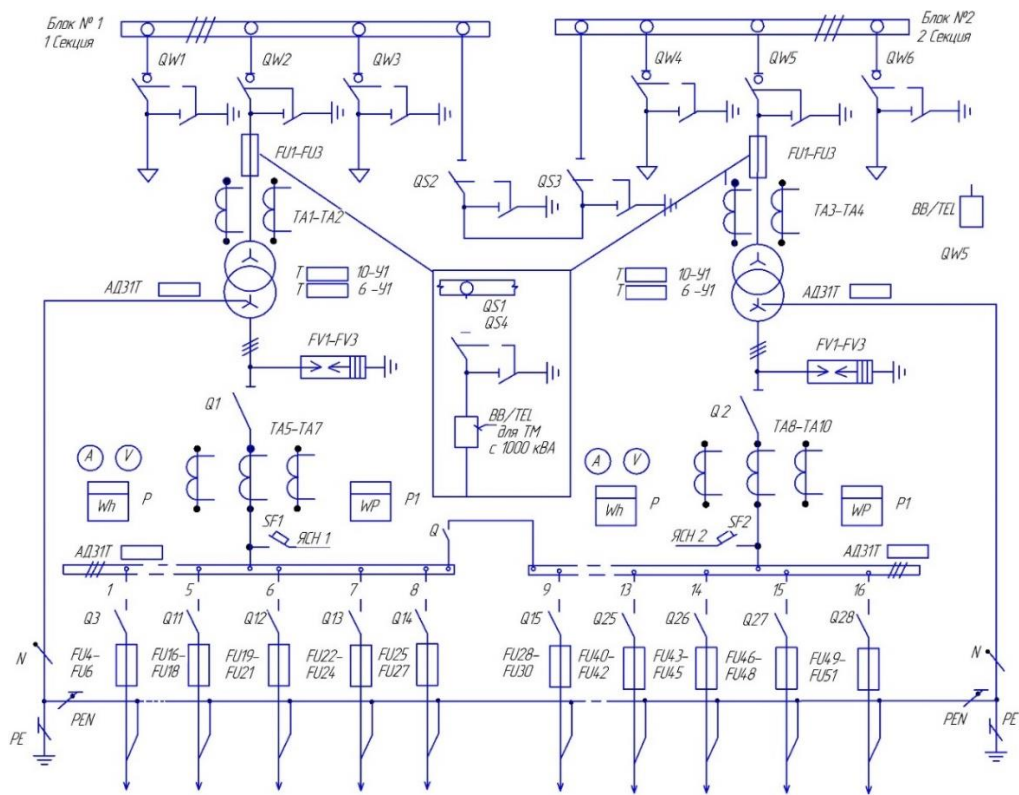


Рисунок 7 – Однолинейная схема комплектной городской трансформаторной подстанции КТП–400/6/0,4

Таблица 8 – Наименование, тип и обозначение оборудования на схеме

Обозначение	Наименование	Кол-во
FV01–FV03	Разрядник	3

Продолжение таблицы 8

QW1–QW6	Выключатель нагрузки	4/6
QS1, QS4	Разъединитель	2
QS2–QS3	Разъединитель	2
FU1–FU3	Предохранитель	6
TA1–TA4	Трансформатор тока	4
T	Трансформатор	2
FV1–FV3	Разрядник	6
TAS–TA10	Трансформатор тока	6
Q1–Q2	Рубильник, выключатель	2
SF1–SF2	Автоматический выключатель	2
ЯСН1, ЯСН2	К ящику собственных нужд	–
P	Счетчик активной энергии	1
P1	Счетчик реактивной энергии	1
A	Амперметр	1
V	Вольтметр	1
Q	Рубильник секционный	1
ABP	Автоматический выключатель резерва	1
Q3–Q28	Разъединитель	16
FU4–FU51	Предохранитель	48
АД31Т	Шина (фазная)	1
АД31Т	Шина (нулевая)	1
PEN	Защитные проводники	1
PE	Защитные проводники	1

Компоновка ТП приведена на рисунке 8.

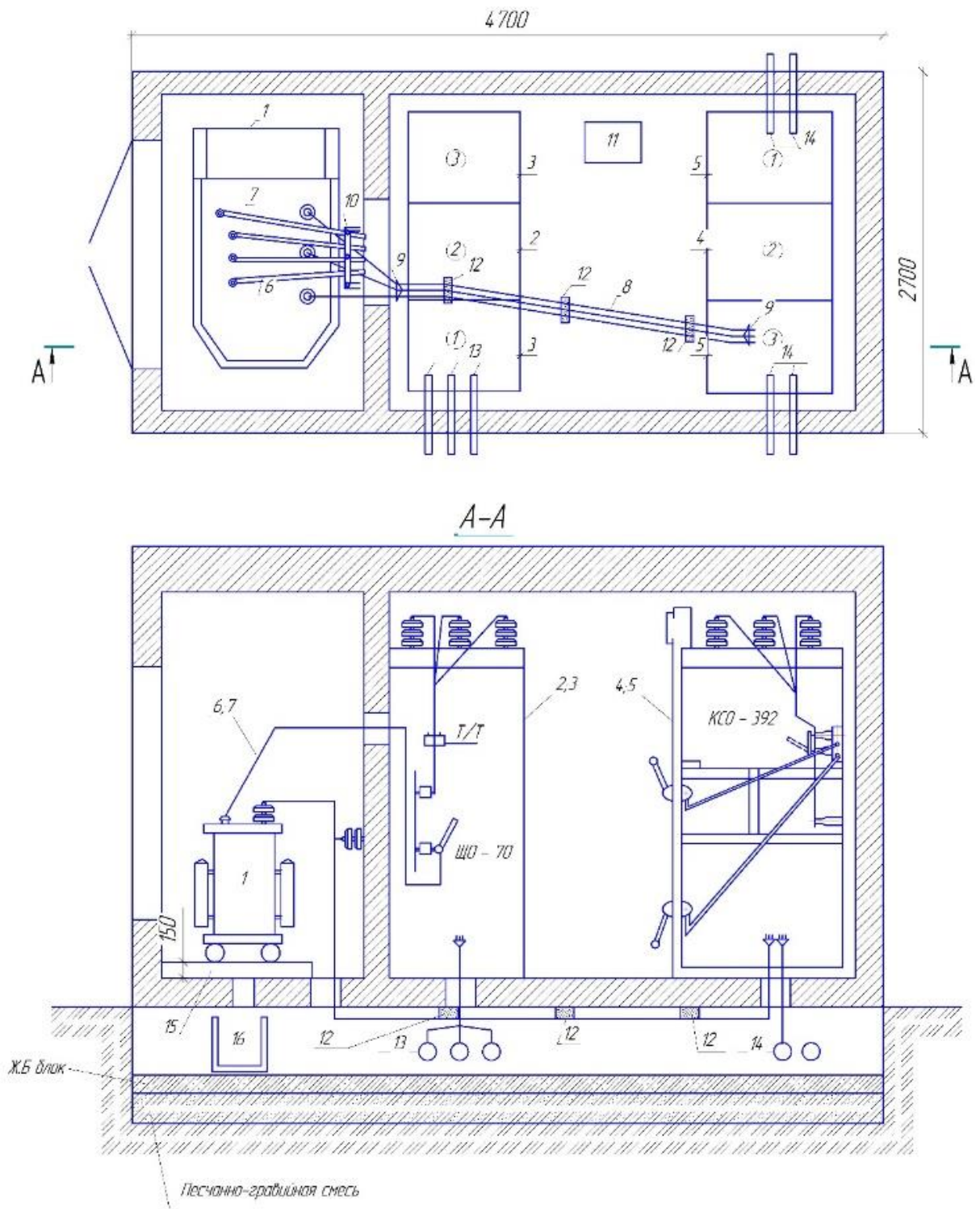


Рисунок 8 – Компоновка ТП

Таблица 9 – Обозначения компоновки ТП

Позиция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
1	ТН	Трансформатор силовой	1	
2	ЩО-70	Панель вводная	1	

Продолжение таблицы 9

3	ЩО–70	Панель линейная	2	
4	КСО–392	Ячейка вводная	1	
5	КСО–392	Ячейка линейная	2	
6	АД31Т	Шина алюминиевая (фазная)	3	шт./м
7	АД31Т	Шина алюминиевая (нулевая)	1	шт./м
8	АСБ/АПВв	Кабель силовой с алюминиевыми жилами	15	м/кг
9	КВТп	Муфта термоусаживаемая	2	
10	РВН–05	Разрядник	3	
11	ЯСН	Ящик собственных нужд	1	
12		Клища деревянная 40х40	3	
13	Д =100 мм	Труба асбоцементная Вывод (НН)	6/2	шт./м
14	Д =100 мм	Труба асбоцементная Вывод (ВН)	4/2	шт./м
15		Место для аварийного маслосбора	1	Для ТМ до 630 кВА
16		Маслоприемник металлический	1	Для ТМ 1000 кВА

2.3 Выбор и обоснование схемы электроснабжения цеха

2.3.1 Определение месторасположения понизительных подстанций

Технико–экономическая целесообразность питания от трансформатора соседней подстанции монтажного цеха оборудования для добычи нефти УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО [7]

$$\ell \leq \frac{1500}{S} = \frac{1500}{536,75} = 2,79 \text{ м}, \quad (11)$$

где l – расстояние, м;

S – нагрузка, кВА;

$\frac{1500}{S}$ – экономически приемлемое расстояние, S , м.

Выбор осуществляется из двух возможных вариантов схемы внешнего электроснабжения цеха:

- 6 (10) кВ от главной понизительной подстанции предприятия с устройством трансформаторной подстанции 6 (10) / 0,4 кВ;

- На напряжении 0,4 кВ от трансформаторной подстанции соседнего

цеха (группы цехов) с установкой вводно–распределительного устройства.

Кроме того, в случае выбора первого варианта схемы электроснабжения, необходимо решить вопрос о расположении подстанции (встроенной в здание цеха, пристроенной к наружной стене цеха, отдельно стоящей) – как можно ближе к УЦЭН.

Для монтажного цеха оборудования для добычи нефти УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО выбираем КТП в помещении цеха.

2.3.2 Окончательный выбор параметров схемы электроснабжения

Расположение объектов электроснабжения на плане монтажного цеха оборудования для добычи нефти УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО приведено на рисунке 9 и в графической части проекта.

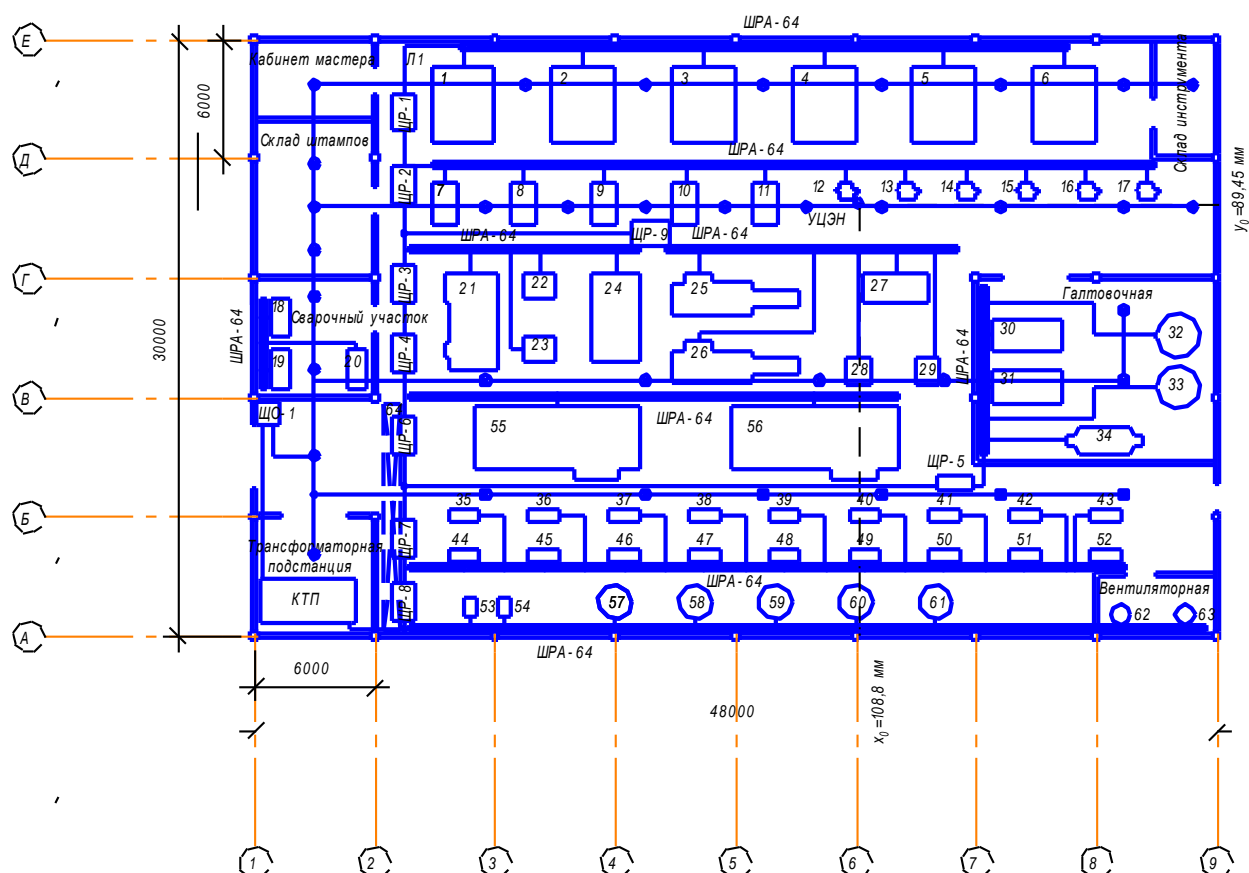


Рисунок 9 – Расположение объектов электроснабжения на плане монтажного цеха оборудования для добычи нефти УПО–3 ООО РН–Ремонт НПО

2.4 Расчет токов короткого замыкания

На рисунке 10 представлена расчетная трехфазного КЗ в разных точках КЗ в электрической сети до 1 кВ.

Определим ток трехфазного КЗ в начальный момент времени и ударный ток до 1 кВ в точках К1, К1', К2, К2' и К3 для схемы на рисунке 10.

Исходные данные. Система: $I_{п(0)c} = 6$ кА, $U_{ном.ВН} = 6$ кВ.

Трансформатор тип ТМ–400/6:

- $S_{ном.т} = 630$ кВА;

- $U_{ном.ВН} = 6$ кВ;

- $U_{ном.НН} = 0,4$ кВ.

Автоматы:

- QF1 ВА55–41: $I_{ном.а} = 1000$ А;

- QF2 ВА52–35: $I_{ном.а} = 250$ А.

Трансформаторы тока:

- ТА1 с коэффициентом трансформации 1000/5;

- ТА2 с коэффициентом трансформации 150/5.

Кабельные линии:

- К61 ААШВ–10(3×35); $l_{к61} = 100$ м;

- К62 АВВГ(3×95+1×35); $l_{к62} = 8$ м;

- К63 АВВГ(3×95+1×35); $l_{к63} = 15$ м.

Базисное напряжение ступени до 1 кВ [8]

$$U_{б} = 1.05 \cdot U_{ном.НН} = 1.05 \cdot 380 = 399.0 \text{ В.}$$

1 этап:

- Индуктивное сопротивление системы, приведенное к ступени НН, определяется по формуле

$$X_c = \frac{U_{\text{ном.ср.НН}}^2}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{н(0)c}} \cdot U_{\text{ном.ср.ВН}}} = \frac{399.0^2}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 6000} = 2.553 \text{ МОм.}$$

- Согласно справочным данным для кабельной линии напряжением 6 кВ (К61) удельные сопротивления, следующие: $r_{\text{п}}=0,894 \text{ мОм/м}$; $x_{\text{п}}=0,095 \text{ мОм/м}$

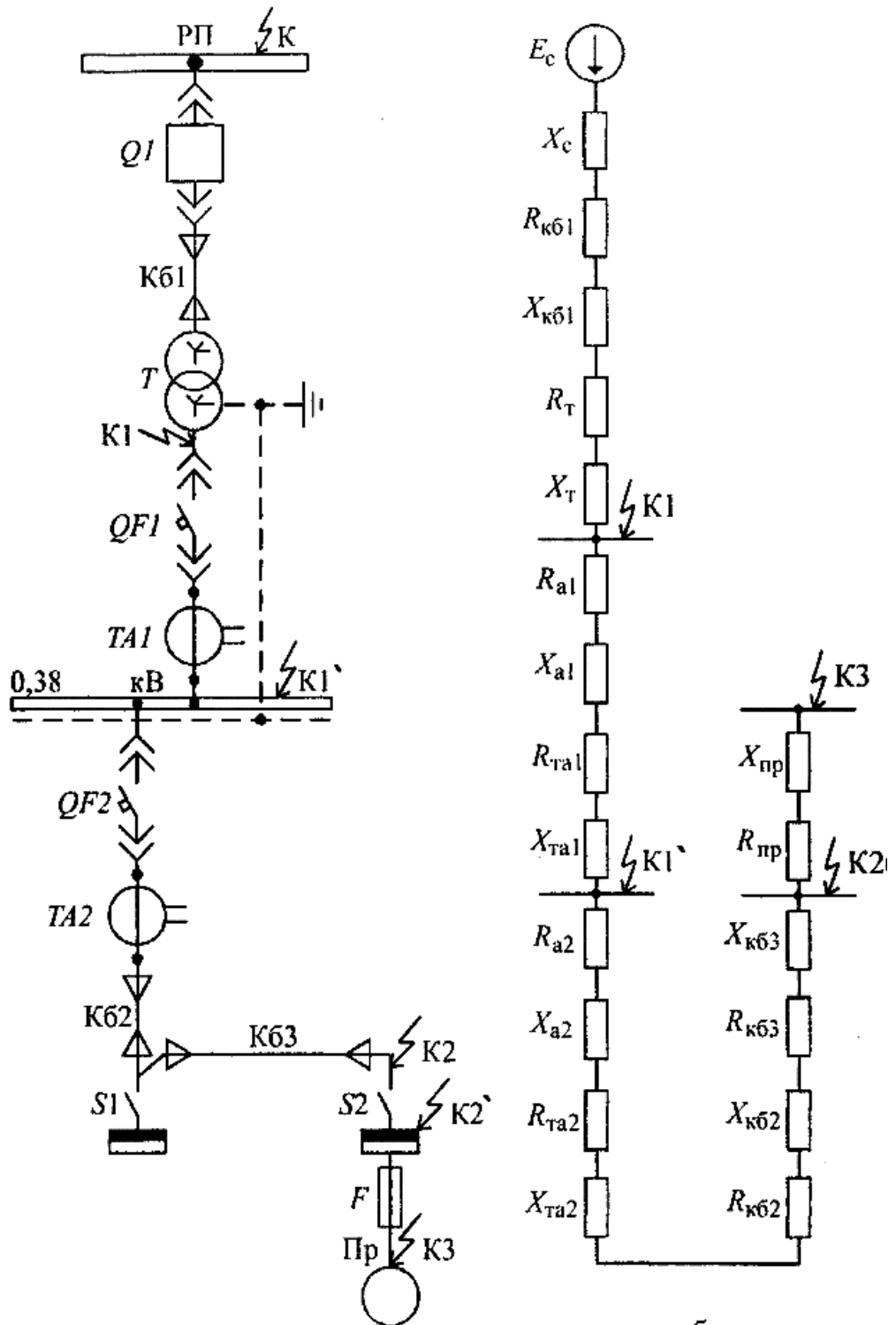


Рисунок 10 – Расчетная схема (а) и схема замещения (б) для определения токов трехфазного короткого замыкания

$$R_{кб1} = r_n \cdot I_{кб1} \cdot \frac{U_{ном.сер.НН}}{U_{ном.сер.ВН}} = 0.894 \cdot 100 \cdot \frac{399.0}{6000} = 5.945 \text{ мОм,}$$

$$X_{кб1} = x_n \cdot I_{кб1} \cdot \frac{U_{ном.сер.НН}}{U_{ном.сер.ВН}} = 0.095 \cdot 100 \cdot \frac{399.0}{6000} = 0.6317 \text{ мОм.}$$

- Согласно справочным данным потери КЗ для трансформатора ТМ–630/6 $P_{к.ном}=5,9$ кВт, напряжение КЗ $u_k=4,5$ %. Активное и индуктивное сопротивления прямой последовательности трансформатора, приведенные к НН, определяются по формулам

$$R_m = \frac{P_{к.ном} \cdot (U_{ном.НН} \cdot 10^{-3})^2}{S_{т.ном}^2} \cdot 10^6 = \frac{5.9 \cdot (380 \cdot 10^{-3})^2}{630^2} \cdot 10^6 = 2.15$$

мОм,

$$X_m = \sqrt{u_k^2 - \left(\frac{100 \cdot P_{к.ном}}{S_{т.ном}} \right)^2} \cdot \frac{(U_{ном.НН} \cdot 10^{-3})^2}{S_{т.ном}} \cdot 10^4$$

$$= \sqrt{4.5^2 - \left(\frac{100 \cdot 5.9}{630} \right)^2} \cdot \frac{(380 \cdot 10^{-3})^2}{630} \cdot 10^4 = 10.09 \text{ мОм.}$$

- Для автомата QF1 (ВА55–41) принимается $R_{a1}=0,25$ мОм; $X_{a1} = 0,1$ мОм.

- Для ТТ (ТА1) с коэффициентом трансформации 1000/5 для класса точности 1 принимается $R_{та1}=0,05$ мОм; $X_{та1}=0,07$ мОм.

- Для автомата QF2 (ВА52–35) принимается $R_{a2}=1,1$ мОм; $X_{a2}=0,5$ мОм.

- Для ТТ (ТА2) с коэффициентом трансформации 150/5 для класса точности 2 принимается $R_{та2} = 0,75$ мОм; $X_{та2} = 1,2$ мОм.

- Для линий до 1 кВ (Кб2 и Кб3) с одинаковым сечением удельные сопротивления, следующие: $r_{л} = 0,329$ мОм/м; $x_{л} = 0,081$ мОм/м. Активное и индуктивное сопротивления кабельных линий Кб2 и Кб3 определяются по формулам

$$R_{кб2} = r_{л} \cdot l_{кб2} = 0.329 \cdot 8 = 2.63 \text{ мОм,}$$

$$X_{кб2} = x_{л} \cdot l_{кб2} = 0.081 \cdot 8 = 0.648 \text{ мОм,}$$

$$R_{кб3} = r_{л} \cdot l_{кб3} = 0.329 \cdot 15 = 4.93 \text{ мОм,}$$

$$X_{кб3} = x_{л} \cdot l_{кб3} = 0.081 \cdot 15 = 1.21 \text{ мОм.}$$

- Для провода к ЭП удельные сопротивления такие: $r_{л} = 1,25$ мОм/м; $x_{л} = 0,091$ мОм/м. Активное и индуктивное сопротивления кабельных линий Кб2

$$R_{лп} = r_{л} \cdot l_{лп} = 1.25 \cdot 6 = 7.5 \text{ мОм,} \quad X_{лп} = x_{л} \cdot l_{лп} = 0.091 \cdot 6 = 0.546$$

мОм.

2 этап. Определение действующего значения периодической составляющей тока трехфазного КЗ в начальный момент (начального сверхпереходного тока) в разных точках схемы:

- Определение тока трехфазного КЗ в точке К1.

Суммарные сопротивления относительно точки К1 определяем следующим образом, мОм:

$$R_{\Sigma K1} = R_{кб1} + R_m = 5.945 + 2.147 = 8.09$$

$$X_{\Sigma K1} = X_c + X_{кб1} + X_m = 2.553 + 0.6317 + 10.0 = 13.18$$

$$Z_{\Sigma K1} = \sqrt{R_{\Sigma K1}^2 + X_{\Sigma K1}^2} = \sqrt{8.092^2 + 13.18^2} = 15.47$$

Начальное значение

$$I_{K1(0)} = \frac{U_0}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma K1}} = \frac{399.0}{\sqrt{3} \cdot 15.47} = 14.9 \text{ кА.}$$

- Определение тока трехфазного КЗ в точке К1'. Суммарные сопротивления относительно точки К1', мОм:

$$R_{\Sigma K1'} = R_{\Sigma K1} + R_{a1} + R_{ma1} + R_{к1} = 8.092 + 0.25 + 0.05 + 15 = 23.39$$

$$X_{\Sigma K1'} = X_{\Sigma K1} + X_{a1} + X_{ma1} = 13.18 + 0.1 + 0.07 = 13.35$$

$$Z_{\Sigma K1'} = \sqrt{R_{\Sigma K1'}^2 + X_{\Sigma K1'}^2} = \sqrt{23.39^2 + 13.35^2} = 26.93$$

Начальное значение

$$I_{K1'(0)} = \frac{U_0}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma K1'}} = \frac{399.0}{\sqrt{3} \cdot 26.93} = 8.55 \text{ кА.}$$

- Определение тока трехфазного КЗ в точке К2. Суммарные сопротивления относительно точки К2, мОм:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma K2} &= R_{\Sigma K1} + R_{a2} + R_{ma2} + R_{к02} + R_{к03} + R_{к2} \\ &= 8.092 + 1.1 + 0.75 + 2.63 + 4.93 + 20 = 37.5 \end{aligned}$$

$$X_{\Sigma K2} = X_{\Sigma K1'} + X_{a2} + X_{ma2} + X_{к02} + X_{к03}$$

$$X_{\Sigma K2} = 13.35 + 0.5 + 1.2 + 0.648 + 1.21 = 16.91$$

$$Z_{\Sigma K2} = \sqrt{R_{\Sigma K2}^2 + X_{\Sigma K2}^2} = \sqrt{37.5^2 + 16.91^2} = 41.14$$

Начальное значение

$$I_{K2(0)} = \frac{U_0}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma K2}} = \frac{399.0}{\sqrt{3} \cdot 41.14} = 5.6 \text{ кА.}$$

- Определение тока трехфазного КЗ в точке К2'. Суммарные сопротивления относительно точки К2', мОм:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma K2'} &= R_{\Sigma K1} + R_{a2} + R_{ma2} + R_{кб2} + R_{кб3} + R_{к3} \\ &= 8.092 + 1.1 + 0.75 + 2.63 + 4.93 + 25 = 42.5 \text{ ,} \\ X_{\Sigma K2'} &= X_{\Sigma K2} = 16.91 \text{ ,} \\ Z_{\Sigma K2'} &= \sqrt{R_{\Sigma K2'}^2 + X_{\Sigma K2'}^2} = \sqrt{42.5^2 + 16.91^2} = 45.74 \text{ .} \end{aligned}$$

Начальное значение

$$I_{K2'(0)} = \frac{U_0}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma K2'}} = \frac{399.0}{\sqrt{3} \cdot 45.74} = 5.04 \text{ кА.}$$

- Определение тока трехфазного КЗ в точке К3. Суммарные сопротивления относительно точки К3, мОм:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma K3} &= R_{\Sigma K1} + R_{a2} + R_{ma2} + R_{кб2} + R_{кб3} + R_{np} + R_{к4} \\ &= 8.092 + 1.1 + 0.75 + 2.63 + 4.93 + 7.5 + 30 = 55 \text{ ,} \\ X_{\Sigma K3} &= X_{\Sigma K2} + X_{np} = 16.91 + 0.546 = 17.5 \text{ ,} \\ Z_{\Sigma K3} &= \sqrt{R_{\Sigma K3}^2 + X_{\Sigma K3}^2} = \sqrt{55.0^2 + 17.5^2} = 57.72 \text{ .} \end{aligned}$$

Начальное значение

$$I_{K3<0>} = \frac{U_6}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma K3}} = \frac{399.0}{\sqrt{3} \cdot 57.72} = 3.99 \text{ кА.}$$

3 этап. Определение ударных токов в разных точках схемы:

- Ударный ток в точке К1 [8].

$$i_{yK1} = k_{yK1} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K1<0>} = 1.55 \cdot \sqrt{2} \cdot 14.9 = 32.7 \text{ кА.}$$

В формуле принимается $k_{yK1}=1,55$ для номинальной мощности трансформатора ТП $S_{\text{ном.т}}=400$ кВА.

- Ударный ток в точке К1`

$$i_{yK1'} = k_{yK1'} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K1'<0>} = 1.55 \cdot \sqrt{2} \cdot 8.55 = 18.7 \text{ кА.}$$

- Ударный ток в точке К2 от энергосистемы

$$i_{yK2} = k_{yK2} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K2<0>} = \sqrt{2} \cdot 5.6 = 7.92 \text{ кА.}$$

В формуле принимается $k_{yK2}=1,0$.

Ударный ток с учетом присоединенных электроприемников

$$I_{\text{ном.}\partial\Sigma} = 3I_{\text{ном.}\partial 1} + 3I_{\text{ном.}\partial 2} = 3 \cdot 70.2 + 3 \cdot 86.6 = 470.4 \text{ кА,}$$

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot k_{\text{пуск}} \cdot I_{\text{ном.}\partial\Sigma} \cdot 10^{-3} = \sqrt{2} \cdot 5 \cdot 470.4 \cdot 10^{-3} = 3.33 \text{ кА.}$$

Результирующее значение ударного тока КЗ определяем как

$$i_y = i_{yK2} + i_{y\partial} = 7.92 + 3.33 = 11.2 \text{ кА.}$$

- Ударный ток в точке К2' от энергосистемы

$$i_{yK2'} = k_{yK2'} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K2' \langle 0 \rangle} = \sqrt{2} \cdot 5.04 = 7.13 \text{ кА.}$$

В формуле принимается $k_{yK2'}=1,0$.

Результирующее значение ударного тока КЗ определяем как

$$i_y = i_{yK2'} + i_{y\partial} = 7.13 + 3.33 = 10.5 \text{ кА.}$$

- Ударный ток в точке КЗ

$$i_{yK3} = k_{yK3} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K3 \langle 0 \rangle} = \sqrt{2} \cdot 3.99 = 5.64 \text{ кА.}$$

В формуле принимается $k_{yK3}=1,0$.

2.5 Расчет и выбор электрооборудования и проводников

2.5.1 Характеристика схемы и защиты электрических присоединений

Схема питания [9, 10]

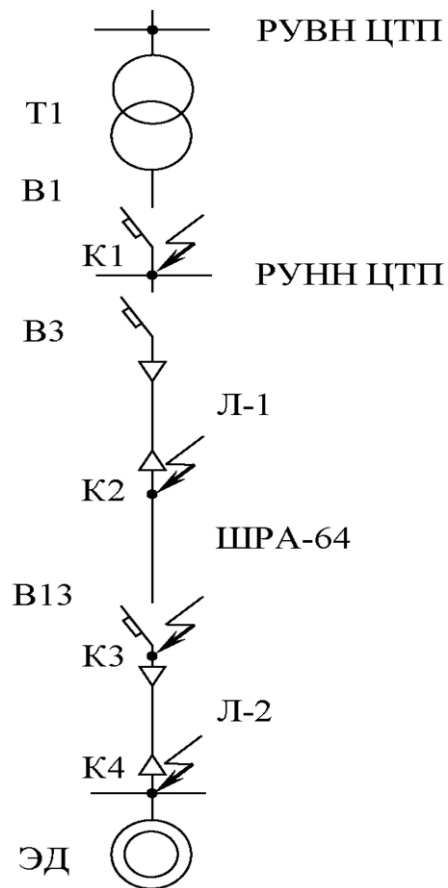


Рисунок 11 – Расчетная схема

При известных токах участков

$$I_k = \frac{S_k}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, [A], \quad (12)$$

расчета потерь напряжения $\Delta U_{\%}$ целесообразно осуществлять по ним.

Потери напряжения [11]

$$\Delta U_{уч} = \frac{\sqrt{3}}{U_{ном}} I_k \cdot l_{уч} \cdot (r_{0k} \cos \varphi_k + x_{0k} \sin \varphi_k) \cdot 100\%. \quad (13)$$

$$\Delta U_{уч} = \frac{\sqrt{3}}{10} \cdot 133.69 \cdot 0.01 \cdot (0.33 \cdot 0.61 + 0.08 \cdot 0.79) \cdot 100 = 3.19 \%/$$

Результаты расчета (рисунок 12) представлены в таблице 10.

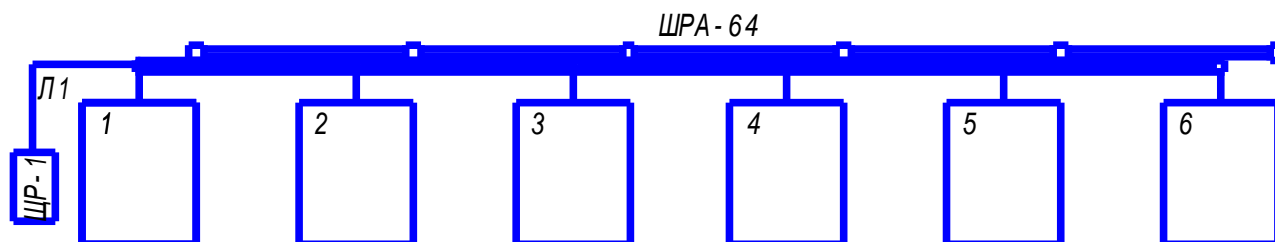


Рисунок 12 – Электрическое присоединение

Таблица 10 – Результаты расчета

Исходные хар-ки				Справочные показатели	Расчетные параметры	Длина, км $l_{уч}$	Удельное сопротивление активн., Ом/км r_0	Удельное сопротивление реактивн., Ом/км x_0	Ток, А $I_p = S_p / (\sqrt{3} U_H)$	Потери, % ΔU
по заданию		Активная мощность, кВт								
Электроприемник	Кол-во электроприемн., шт. n	Одного электроприемн. P_H	общая $P_H = n P_H$							
Л-1										
напряжение 0,38 кВ										
Пресс для объёмной холодной штамповки КБ8344Б	6,0	75,0	450,0	1,3	16,630	0,00520	0,3290	0,0810	133,690	3,190

2.5.2 Выбор токоведущих элементов схемы электроснабжения

Выбор сечения шинпровода осуществляется при соблюдении условий:

1) по напряжению

$$U_{ном} \geq U_{сети}; \quad (14)$$

2) по допустимому току

$$I_{доп} \geq I_{\max. раб.} \quad (15)$$

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

$I_{доп}$ – длительно допустимый ток, А;

$I_{\max раб.} = I_p$ – максимальный рабочий ток.

Принимаем одинарные алюминиевые шины прямоугольного сечения 15×3 мм, $I_{доп}=165$ А.

Выбор оборудования РУ–6 кВ.

РУ укомплектовываем ячейками типа КСО–392 с выключателями типа ВА55–41.

Расчётный ток ячейки линии к трансформаторной подстанции:

$$I_{p.max} = \frac{1.4 \cdot S_{т.ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{1.4 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 10} = 50.92 \text{ А},$$

где $S_{т.ном}$ – мощность тр–ра трансформаторной подстанции, кВА;

$U_{ном}$ – напряжение ВН, кВ.

Расчётный ток [12]:

$$I_{p.max} = \frac{1.4 \cdot 2000}{\sqrt{3} \cdot 6} = 269,43 \text{ А}.$$

Половинный ток секционная ячейки:

$$I_{p.max} = \frac{269,43}{2} = 134,7 \text{ А}.$$

Оборудование представлено в таблице 11.

Таблица 11 – Оборудование, применяемое в КТП

Наименование	Тип оборудования
Трансформатор	ТМ
Разрядники 6 кВ	РВО–6У1
Разрядники 0,4 кВ	РВН–0,5МУП
Ограничители напряжения 6 кВ	ОПН–П–3ЭУ–6/–УХЛ1
Ограничители напряжения 0,4 кВ	ОПН–П–0,4
Предохранители	ПКТ–101–6–УЗ
Разъединитель	РЛНД–СЭЩ–1–10–П–400– УХЛ1 с заземляющим ножом
Выключатель	ВНА–П–М–10/630– 20зпЗУ2
Разъединитель 0,4 кВ	ВР32–37
Выключатели автоматические	ВА55–41 ВА52–35
Трансформаторы тока	ТОП–0,66–/5

В таблице 12 приведено типоразмерное исполнение выключателей ВА с электронными расцепителями ETS с возможностью выставления уставок по перегрузке и КЗ.

Таблица 12 – Типоразмерное исполнение выключателей ВА с электронными расцепителями ETS

Обозначение	Номинальные токи, А	Уставки	Уставки задержки, с
TS 400N ETS	$I_{н.р.}=(0,4-1,0) \cdot I_n$	$I_{к.з.}=(1;2;3;4;5;6;7;8;10) \cdot I_{н.р.}$	0,05; 0,1; 0,2; 0,3

Распределительные устройства НН (РКНН) выполняется с низковольтными панелями ЩО–70.

Технические характеристики выключателя нагрузки представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Характеристики нагрузки

Параметр	Значения
U, кВ	10,0
U _{max} напряжение, кВ	12,0
I, А	630,0
I _{терм.уст} , кА	20,0
Массовые хар–ки, кг	40,0
Размерные хар–ки, мм	630×442×480

Данные по коммутационно–защитным аппаратам представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Исполнение схем РУНН КТП

Аппарат ввода	Аппараты линий	Исполнение	Аппарат секционный	Наибольшее количество линий	Учет
РЕ–19–41 1000 А	ВА55–41	Стационарное	–	12	Есть

2.5.3 Проверка выбранных токопроводов

Шинопроводы контролируются на стойкость электродинамическую

$$i_{дин} \geq i_{удК2}, \quad (16)$$

где $i_{дин}$ – ток динамической стабильности, кА.

165 > 32,7 А – условие (2.10) выполняется.

2.6 Расчет релейной защиты и автоматики

Требования, предъявляемые к защите:

1. Ток срабатывания защиты определяется по формуле:

$$I_{CЗ} = \frac{I_{нзМАХ} \cdot K_{отс} \cdot K_{зап}}{K_B}, \quad (17)$$

где $I_{нзМАХ}$ – максимальный ток нагрузки;

$K_{отс}$ – коэффициент отстройки, $K_{отс} = 1,2$;

$K_{зап}$ – коэффициент запаса, равный 1,2.

K_B – коэффициент возврата, равный $K_B = 0,8$.

Определяем максимальный ток нагрузки [3].

$$I_{нзМАХ} = \frac{S_{НОМ}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}; \quad (18)$$

$$I_{нз.маx} = \frac{S_{НОМ}}{\sqrt{3} \cdot U_{y\dot{y}v}} = \frac{1600}{\sqrt{3} \cdot 10} = 92,4 \text{ А},$$

тогда

$$I_{CЗ} = \frac{I_{нз.маx} \cdot K_{отс} \cdot K_{зап}}{K_B} = \frac{92,4 \cdot 1,2 \cdot 1,2}{0,8} = 166,3 \text{ А}.$$

Ток срабатывания реле:

$$I_{CP} = \frac{I_{CЗ} \cdot K_{cx}}{K_1}, \quad (19)$$

где K_{cx} – коэффициент схемы, равный 1;

K_1 – коэффициент трансформации трансформаторов тока, равный 1000/5,

тогда

$$I_{cp} = \frac{I_{cз} \cdot K_{cx}}{K_1} = \frac{166,3}{\frac{1000}{5}} = 0,831 \text{ А.}$$

Ток срабатывания защиты [14-16]:

$$I_{cз} = I_{cp} \cdot K_1 = \frac{1000}{5} = 200,0 \text{ А.}$$

2. Чувствительность характеризуется коэф–ом чувствительности.

$$K_{ч} = \frac{I_{кмин}}{I_{cз}}, \quad (20)$$

где $I_{cз}$ – ток срабатывания.

Проверим чувствительность защиты:

$$K_{ч} = \frac{I_{KI} \cdot 10^3}{\sqrt{2} \cdot I_{cз}} = \frac{27,6 \cdot 10^3}{\sqrt{2} \cdot 200,0} = 97,6 > 13.$$

Защита удовлетворяет всем вышперечисленным требованиям.

Вывод

Во втором разделе проведено собственно проектирование системы электроснабжения монтажного цеха оборудования для добычи нефти ООО "РН–Ремонт НПО" УПО–3.

3 Безопасность жизнедеятельности

3.1 Расчет заземления цеха оборудования для добычи нефти ООО РН–Ремонт НПО УПО–3

Опасные и вредные производственные факторы [17-19]:

- шум;
- вибрации;
- электрическое напряжение;
- факторы естественного света;
- недопустимая освещенность;
- световые пульсация;

Производственное освещение.

В таблице 15 приведены нормы освещенности для работы в ОПУ и ЗРУ 10 кВ.

Таблица 15 – Нормы освещенности для работы в ОПУ и ЗРУ 10 кВ [3]

Наименование помещения	Зрительной характеристика	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд	Подразряд	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Освещенность при системе общего освещения, лк
ЗРУ	Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	200
ОПУ	Средней точности	Св. 1 до 5,0	IV	в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	200

Нормы освещенности (таблица 16).

Таблица 16 – Нормы освещенности

Разряд	Отношение min. размера к расстоянию до глаз работающего	Min. освещенность, лк
ХII	$2 \cdot 10^{-2} \div 5 \cdot 10^{-2}$	10,0

В проекте данные выполняются нормативы.

Защита от вибрации и шума [3].

Электробезопасность [1].

На корпусах, аппаратах и конструкциях предусматривается болт для заземления или присоединение осуществляется сваркой. На отключаемых для ремонта участках коммутации с каждой стороны разъема включаются заземляющие ножи разъединителей или накладываются переносные заземлители.

Расчет защитного заземления.

Сопротивление растекания тока одного вертикального заземлителя (стержня):

$$\begin{aligned}
 R_0 &= 0.366 \cdot \frac{\rho_{\text{экс}}}{L} \cdot \left(\ln \left(\frac{2 \cdot L}{d} \right) + \frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot T + L}{4 \cdot T - L} \right) \right) \\
 &= 0.366 \cdot \frac{361.8}{5.5} \cdot \left(\ln \left(\frac{2 \cdot 5.5}{0.62} \right) + \frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 3.45 + 5.5}{4 \cdot 3.45 - 5.5} \right) \right) = 79.4 \text{ Ом,}
 \end{aligned}
 \tag{21}$$

где $\rho_{\text{экс}}$ – удельное сопротивление грунта, Ом·м; L – длина стержня, м; d – его диаметр, мм; T – расстояние от поверхности земли до середины стержня, м.

В случае установки заземляющего устройства в неоднородный грунт (двухслойный), эквивалентное удельное сопротивление грунта находится по формуле:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{экв}} &= \frac{\Psi \cdot \rho_1 \cdot \rho_2 \cdot L}{\rho_1 \cdot (L - H + t) + \rho_2 \cdot (H - t)} \\ &= \frac{2.5 \cdot 50 \cdot 150 \cdot 5.5}{50 \cdot (5.5 - 0.8 + 0.7) + 150 \cdot (0.8 - 0.7)} = 361.8 \text{ Ом}\cdot\text{м}, \end{aligned} \quad (22)$$

где – Ψ – сезонный климатический коэффициент (таблица 6.2);
 ρ_1, ρ_2 – удельное сопротивления верхнего и нижнего слоя грунта соответственно, Ом·м;

H – толщина верхнего слоя грунта, м;

t – заглубление вертикального заземлителя (глубина траншеи) $t = 0,7$ м.

Заглубление горизонтального заземлителя можно найти по формуле:

$$T = t_0 + \frac{L}{2} = 0.7 + \frac{5.5}{2} = 3.45 \text{ м}, \quad (23)$$

Количество стержней заземления без учета сопротивления горизонтального заземления находится по формуле:

$$n_0 = \frac{R_0 \cdot \Psi}{R_{\text{доп}}} = \frac{79.4 \cdot 2.5}{30} = 7.0, \quad (24)$$

$R_{\text{доп}}$ – нормируемое сопротивление растеканию тока заземляющего устройства.

$R_{\text{доп}}$ принимается равным

$$R_{\text{доп}} = 30 \text{ Ом}.$$

Сопротивление растекания тока для горизонтального заземлителя:

$$\begin{aligned}
 R_2 &= 0.366 \cdot \left(\frac{\rho_{\text{экс}} \cdot \Psi}{L_2 \cdot \eta_2} \right) \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot L_2^2}{b \cdot t_2} \right) \\
 &= 0.366 \cdot \frac{361.8 \cdot 2.5}{66.0 \cdot 0.89} \cdot \ln \left(\frac{2 \cdot 66.0^2}{0.05 \cdot 0.725} \right) = 69.8 \text{ Ом,}
 \end{aligned}
 \tag{25}$$

L_r , b – длина и ширина заземлителя; Ψ – коэффициент сезонности горизонтального заземлителя; η_r – коэффициент спроса горизонтальных заземлителей.

Длину самого горизонтального заземлителя найдем исходя из количества заземлителей:

$$L_2 = a \cdot (n_0 - 1) = 11.0 \cdot (7.0 - 1) = 66.0_{\text{м}}, \tag{26}$$

a – расстояние между заземляющими стержнями.

Определим сопротивление вертикального заземлителя с учетом сопротивления растеканию тока горизонтальных заземлителей:

$$R_c = \frac{R_2 \cdot R_{\text{дон}}}{R_2 + R_{\text{дон}}} = \frac{69.8 \cdot 30}{69.8 + 30} = 20.98 \text{ Ом,} \tag{27}$$

Условие $R_c < R_{\text{дон}} = 20.98 < 30$ выполняется. Расчет закончен.

Мероприятия по охране окружающей среды.

Для восстановления отработанных масел применяется специальное оборудование и различные технологии, в основе которых лежат физические и химические процессы, направленные на выведение из масла воды, загрязнений и окислов.

Регенерация масла имеет несколько этапов:

– механическое удаление воды и твердых примесей;

- выпаривание (перегонка), в том числе в среде вакуума;
- химические способы, такие как очистка, различными адсорбентами, коагуляция, ионно–обменная и натриевая очистка.

3.2 Расчет молниезащиты цеха оборудования для добычи нефти ООО РН–Ремонт НПО УПО–3

Расчет молниезащиты предполагает определение типа защиты, ее зоны и параметров (таблица 1.14.1 [7, 20]).

По типу молниезащита (м/з) может быть следующей:

- одностержневой;
- двухстержневой одинаковой или разной высоты;
- многократной стержневой;
- одиночной тросовой;
- многократной тросовой.

По степени надежности защиты различают два типа зон:

А – степень надежности защиты $\geq 99,5 \%$;

Б – степень надежности защиты 95... 99,5 %.

Параметрами молниезащиты являются:

h – полная высота стержневого молниеотвода, м;

h_0 – высота вершины конуса стержневого молниеотвода, м;

h_x – высота защищаемого сооружения, м;

h_m – высота стержневого молниеприемника, м;

h_a – активная высота молниеотвода, м;

r_0, r_x – радиусы защиты на уровне земли и на высоте защищаемого сооружения, м;

h_c – высота средней части двойного стержневого молниеотвода, м;

$2r_c, 2r_x$ – ширина средней части зоны двойного стержневого молниеотвода на уровне земли и на высоте защищаемого объекта, м;

α – угол защиты (между вертикалью и образующей), град;

L – расстояние между двумя стержневыми молниеотводами, м;

a – длина пролета между опорами троса, м;

$h_{\text{оп}}$ – высота опоры троса, м;

$r_x + r'_x$ – ширина зоны тросового молниеотвода на уровне защищаемого сооружения, м;

$a + 2r_{\text{сх}}$ – длина зоны двойного тросового молниеотвода на уровне защищаемого сооружения, м;

$a + 2r_c$ – длина зоны двойного тросового молниеотвода на уровне земли, м.

Ожидаемое количество поражений (N) молнией в год производится по формулам:

– для зданий и сооружений прямоугольной формы

$$N = \left[(B + 6h_c)(A + 6h_x) - 7,7h_x^2 \right] n \cdot 10^{-6}, \quad (28)$$

где h_x – наибольшая высота здания или сооружения, м;

n – среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности в месте нахождения здания или сооружения (т. е. удельная плотность ударов молнии в землю), $1/(\text{км}^2 \cdot \text{год})$, определяется по таблице 1.14.2 [7];

A и B – длина и ширина здания или сооружения, м.

Расчет.

Тип молниезащиты – двойная тросовая $h_{\text{оп1}} = h_{\text{оп2}} = 22 \text{ м}$, $h_x = 7,3 \text{ м}$, $L = 30 \text{ м}$, $a = 56 \text{ м}$, $n = 7 \text{ 1}/(\text{км}^2 \cdot \text{год})$

Требуется:

- определить параметры зоны А молниезащиты и изобразить ее;
- определить габаритные размеры защищаемого объекта;
- определить возможную поражаемость объекта.

Решение:

- По формулам (таблица 1.14.1 [7]) для двойных тросовых молниеотводов одинаковой высоты определяются параметры м/з для зоны А.

В масштабе зона А изображается на плане (рисунок 13), так как $a < 120$ м, то

$$h = h_{\text{он}} - 2 = 22 - 2 = 20 \text{ м};$$

$$h_0 = 0,85h = 0,85 \cdot 20 = 17;$$

$$r_0 = (1,35 - 25 \cdot 10^{-4}h)h = (1,35 - 25 \cdot 10^{-4} \cdot 20) \cdot 20 = 26 \text{ м};$$

$$h_c = h_0 - (0,14 + 5 \cdot 10^{-4}h)(L - h) = \\ = 17 - (0,14 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot 20) \cdot (30 - 20) = 15,5 \text{ м};$$

$$r_c = r_0 = 26 \text{ м};$$

$$r_{cx} = r_0 \left(\frac{h_c - h_x}{h_c} \right) = 26 \cdot (15,5 - 7,3) \frac{1}{15,5} = 13,75 \text{ м};$$

$$r_x = (1,35 - 25 \cdot 10^{-4}h)(h - 1,2h_x) = \\ = (1,35 - 25 \cdot 10^{-4} \cdot 20) \cdot (20 - 1,2 \cdot 7,3) = 14,61 \text{ м}.$$

$$\alpha = \arctg \frac{r_0}{h_0} = \arctg \frac{26}{17} = 56,8^\circ.$$

- Определяются максимальные габариты защищаемого сооружения по рисунку 2.:

$$A = a + 2r_{cx} = 56 + 2 \cdot 13,75 = 83,51 \text{ м}.$$

Принимается целое значение $A = 84$ м.

$$B = L + 2r_x = 30 + 2 \cdot 14,61 = 59,22 \text{ м}.$$

Принимается целое значение $B = 60$ м.

$$A \times B \times H = 84 \times 60 \times 7,3 \text{ м}.$$

- Определяется возможная поражаемость защищаемого объекта в зоне А при отсутствии молниезащиты.

$$N = [(B + 6h_x)(A + 6h_x) - 7,7h_x^2]n \cdot 10^{-6} =$$

$$= [(60 + 6 \cdot 7,3)(84 + 6 \cdot 7,3) + 7,7 \cdot 7,3^2] \cdot 7 \cdot 10^{-6} = 0,09 \text{ поражений.}$$

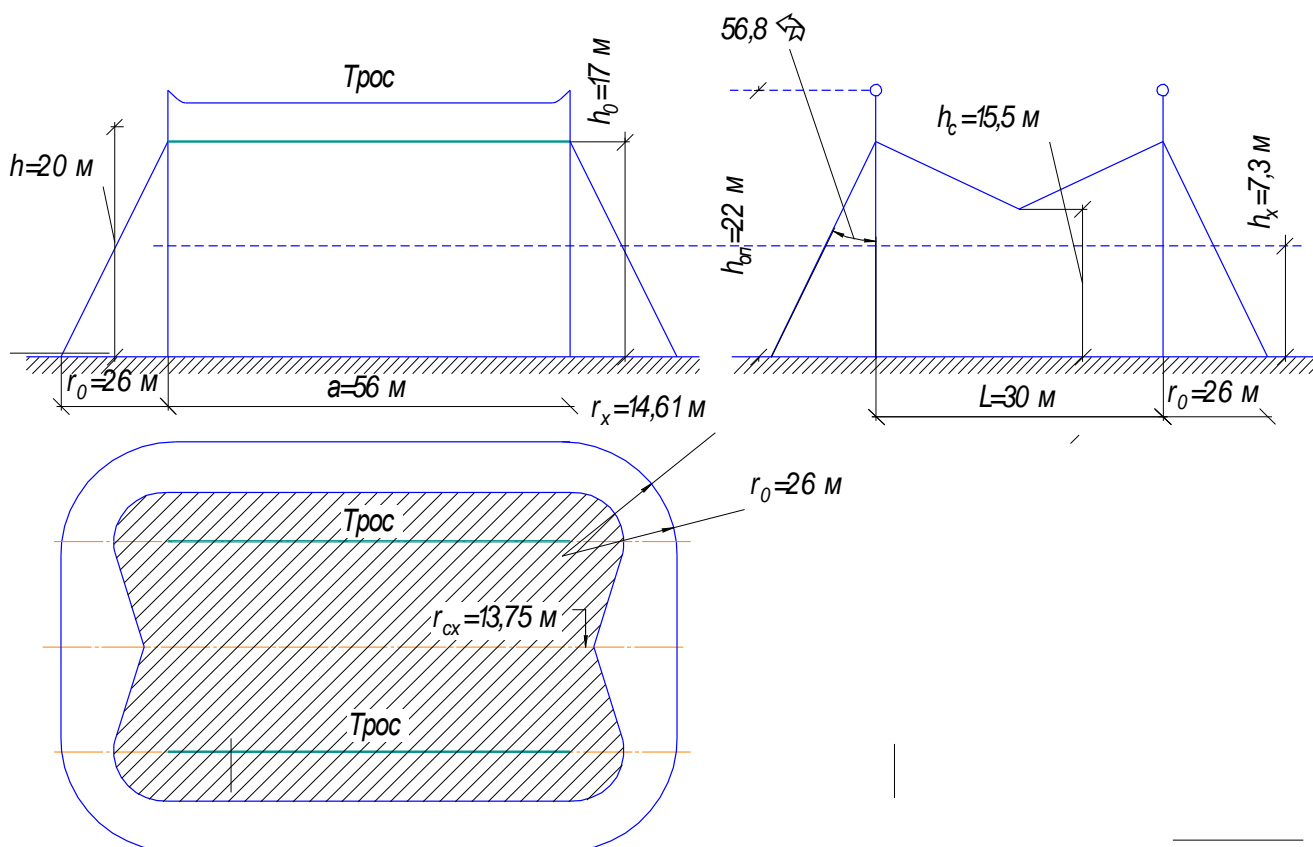


Рисунок 13 – Зона А защиты двойного тросового молниеотвода одинаковой высоты

Вывод

Третий раздел посвящен безопасности проекта. Выполнены расчеты заземления и молниезащиты цеха оборудования для добычи нефти ООО РН–Ремонт НПО УПО–3.

Заключение

В выпускной квалификационной работе проведено проектирование системы электроснабжения монтажного цеха оборудования для добычи нефти ООО "РН-Ремонт НПО" УПО-3.

В результате выполнения работы ее цель работы – анализ, обоснование и расчет основных параметров системы электроснабжения монтажного цеха оборудования для добычи нефти ООО "РН-Ремонт НПО" УПО-3.

При выполнении работы были решены следующие задачи:

- Выбор и расчетное обоснование схемы электроснабжения.
- Расчет силовой нагрузки.
- Расчет количества и мощности трансформаторов цеховой трансформаторной подстанции.
- Выбор характеристик электрических аппаратов.
- Выбор характеристик цеховой трансформаторной подстанции и компенсирующего устройства.

Основные проектные решения: с учетом специфики решаемых цехом задач, выбрано необходимое оборудование, предложена смешанная схема электроснабжения и распределение электроэнергии в цехе шинопроводами, надежность электроснабжения достигается за счет наличия двух независимых источников питания от одной подстанции. Предусмотрена установка двух трансформаторов мощностью 630 кВА, при расчетной наибольшей расчетной активной нагрузке цеха 536,75 кВА.

Также в работе проведен выбор сечения проводников, расчет токов КЗ, релейной защиты и освещения.

Рассмотрены вопросы охраны труда.

Список используемых источников

1. Правила устройства электроустановок. Главгосэнергонадзор РФ. М.: ЗАО «Энергосервис», 2002. – 607 с.
2. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат. 1995. – 416 с.
3. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. М.: Энергоатомиздат. 1991. – 464 с.
4. Шидловский А.К., Вагин Г.Я., Куренный Э.Г. Расчеты электрических нагрузок систем электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат. 1992. – 224 с.
5. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учебное пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
6. Головкин Н.Н., Карпова Э.Л., Федоров О.В. Техничко–экономические расчеты в дипломном проектировании. Учебное пособие. Н.Новгород, НГТУ, 1991. – 104 с.
7. Защитное заземление электроустановок: Методические указания к курсовому и дипломному проектированию / НГТУ; Сост.: Т.М.Щеголькова, Е.И.Татаров и др. Н.Новгород, 2001. – 19 с.
8. Указания по расчету электрических нагрузок. РТМ 36.18.32.4–92 // Инструктивные и информационные материалы по проектированию электроустановок. – 1992. – № 7–8. – С. 4–28.
9. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. РД 153–34.0–20.527–98. – Утверждены 23.03.1998 г.
10. Беляев А.В. Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сетях 0,4 кВ. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 176 с.

11. Китушин В.Г. Надежность энергетических систем. Часть 1. Теоретические основы: Учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 2003. – 256 с.

12. Хомутов, С. О. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / С. О. Хомутов, И. В. Белицын, А. Р. Упит. – Барнаул: АлтГТУ, 2016. – 71 с.

13. Юндин, М. А. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства: учеб. пособ. / М. А. Юндин, А. М. Королев. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Изд-во «Лань», 2011. – 320 с.

14. Порошенко, А. Г. Проектирование электроснабжения с применением ПЭВМ: учеб. пособ. / А. Г. Порошенко. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 1994. – 162 с.

15. Головкин Н.Н., Карпова Э.Л., Федоров О.В. Технико-экономические расчеты в дипломном проектировании. Учебное пособие. Н.Новгород, НГТУ, 1991. – 104 с.

16. Шеховцов В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 214 с.

17. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. Нормы технологического проектирования (НТП ЭПП-94) / ВНИПИ Тяж-промэлектропроект им. Ф.Б. Якубовского

18. Правила устройства электроустановок. Главы 1.1, 1.2, 1.7 – 1.9, 2.4, 2.5, 4.1, 4.2, 6.1 – 6.6, 2.1, 2.2, 2.5, 2.6, 2.10. – 7-е изд. – М.: ЭНАС, 2013. – 552 с.

19. Карапетян, И. Г. Справочник по проектированию электрических сетей / И. Г. Карапетян, Д. Л. Файбисович, И. М. Шапиро; под ред. Д. Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЭНАС, 2012. – 376 с.

20. Электроснабжение промышленных предприятий: методические указания к курсовому проектированию [Текст] / сост. Ю. П. Свиридов, С. М. Пестов. – Ульяновск, 2005. – 42 с.