

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

МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системы управления производственной, промышленной и экологической
безопасностью

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Система управления охраной труда при проектировании объектов
электрообеспечения в г.о. Тольятти

Студент(ка)

С.В. Беляков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

Л.Н. Горина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Консультант

С.В. Грачева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы

д.п.н., профессор Л.Н.Горина

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

(личная подпись)

«26» мая 2016г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

д.п.н., профессор Л.Н.Горина

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

(личная подпись)

«26» мая 2016г.

Тольятти 2016

РЕФЕРАТ

Отчет 101 страницы, 4 рисунка, 10 таблиц, 50 источников.

Цель работы – исследование зависимости системы управления охраной труда, при проектировании электроустановок на промышленных предприятиях городского округа Тольятти. Раскрыть актуальность учета расположения электроустановок на производственных предприятиях, при проектировании электрической части производственного объекта.

Были проведены сравнения правил расположения и устройства электроустановок в России и зарубежных стран. Были проведен анализ предприятий в городе Тольятти, их электроснабжение.

На примере металлургического производственного корпуса ОАО «АВТОВАЗ» были проведены расчеты и проектирование электроснабжения корпуса.

Так же были рассмотрены возможные поломки электроустановок, причины их выхода из строя, предложены проектные решения для предотвращения выхода из строя электроустановок. Так же рассмотрены влияния электроустановок на организм человека, идентифицированы опасные и вредные производственные факторы электроустановок, предложены проектные решения по минимизации негативного влияния электроустановок на организм человека.

Результат исследования была раскрыта связь системы охраны труда на производстве с проектированием электроустановок. Была раскрыта актуальность учета расположения электроустановок на производственных предприятиях, при проектировании производственных объектов и электрической части промышленных зданий и сооружений.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 Актуальность исследования охраны труда при проектировании объектов электроснабжения.....	7
1.1 Общие положения охраны труда в электроснабжении.....	10
1.1.1 История развития системы управления охраной труда.....	11
1.1.2 Система управления охраной труда, основные положения и назначение.....	14
1.1.3 Охрана труда в электроснабжении.....	16
1.2 Особенности и правила устройства электроустановок.....	22
1.2.1 Правила устройства электроустановок в России.....	23
1.2.2 Особенности электроснабжения за рубежом.....	32
1.3 Актуальность исследования проектирования электроустановок.....	37
1.3.1 Проектирование электроустановок.....	38
ГЛАВА 2 Исследование объектов электроснабжения в г.о Тольятти.....	41
2.1 Общая характеристика г.о Тольятти и его потребителей.....	42
2.2 Электроснабжение и определение электрических нагрузок г.о Тольятти.....	45
2.3 Проектирование и расчеты электроснабжения на объектах г.о Тольятти.....	48
2.3.1 Анализ климатических условий эксплуатации электроустановок.....	64
2.3.2 Анализ производственных условий эксплуатации электроустановок.....	70
2.3.3 Архитектурно строительные условия проектирования электроустановок.....	72
2.4 Эксплуатация и обслуживание электроустановок на объектах г.о Тольятти.....	73
2.4.1 Техника безопасности при обслуживании электроустановок.....	75
2.5 Причины выхода из строя электроустановок и электрических сетей в целом.....	77
2.6 Последствия выхода из строя электроустановок и электрических сетей.....	79
ГЛАВА 3 Анализ и выбор проектного решения расположения электроустановок... ..	80
3.1 Взаимосвязь проектного решения расположения электроустановок с системой управления ОТ и ТБ.....	81
3.2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов разрабатываемого производственного объекта.....	83

3.2.1 Воздействие опасных и вредных производственных факторов электроустановок на организм человека.....	85
3.2.2 Учет электробезопасности проектируемого объекта.....	87
3.2.3 Пожарная безопасность электроустановок.....	90
3.3 Оценка достоверности выбора проектного решения расположения электроустановок, для безопасной эксплуатации и обслуживания.....	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	97
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	98

ВВЕДЕНИЕ

Системы электроснабжения, обеспечивающие электрической энергией промышленные объекты, оказывают существенное влияние на работу электроприводов, осветительных, преобразовательных и электротехнологических установок и, в конечном счете, на производственный процесс в целом. Надежное и экономичное снабжение электроприемников электроэнергией требуемого качества — необходимое условие нормального функционирования любого промышленного предприятия. В связи с этим специалисты в области электроснабжения должны иметь глубокие знания целого комплекса вопросов проектирования электроустановок промышленных объектов. Знать основы проектирования весьма важно, так как именно в проекте формируется структура системы электроснабжения и закладываются основные свойства, определяющие ее технические, эксплуатационные и экономические показатели. К основным задачам электроснабжения относятся следующие: выбор рациональных схем и конструктивного исполнения электрических

сетей; определение электрических нагрузок; расчет потерь мощности и электроэнергии; компенсация реактивной мощности; поддержание требуемого качества напряжения; выбор числа и мощности трансформаторов; выбор защитных аппаратов и сечений проводников; учет потребляемой мощности и электроэнергии; рациональное использование электроэнергии. При проектировании следует применять системный подход, при котором электрические сети промышленного предприятия рассматриваются как часть электроэнергетической системы. Рациональное построение системы электроснабжения должно основываться на последних достижениях научно-технического прогресса в области энергетики. Ошибки, допущенные при проектировании и конструировании, трудно, а иногда и невозможно исправить в процессе эксплуатации без существенных капитальных вложений. Они могут привести к нерациональному расходу сырья, материалов и энергоресурсов, значительному

народнохозяйственному ущербу, авариям, катастрофам и другим негативным последствиям.

Потребности в сооружении того или иного технического объекта с учетом его технико-экономических характеристик, расхода энергоресурсов, влияния на окружающую среду, а так же необходимо учитывать как будет влиять тот или иной объект на организм человека. Исходя из этого, необходимо в проектирование закладывается мысль о дальнейшем использовании объекта, и эксплуатации и обслуживании электроустановок, учитывать охрану труда и возможность соблюдения техники безопасности при данных работах.

ГЛАВА 1. Актуальность исследования охраны труда при проектировании объектов электроснабжения

Проблема данного исследования носит актуальный характер в современных условиях. Основными потребителями электрической энергии являются промышленные предприятия. Они расходуют более половины всей энергии, вырабатываемой в нашей стране Рис. 1

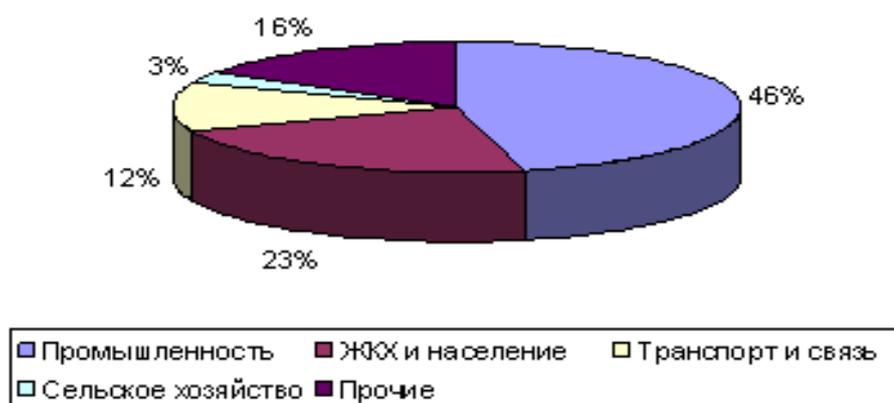


Рисунок 1 - Структура потребления электроэнергии. [47]

Актуальность данной магистерской диссертации заключается в том, что ввод в действие новых предприятий, расширение существующих, рост энерговооруженности, широкое внедрение различных видов электротехнологии во всех отраслях производств выдвигают проблему их рационального электроснабжения и взаимосвязи проектирования, расположение электроустановок с охраной труда и техникой безопасности на производстве. Также ввод в действие новых предприятий и производств подразумевает увеличения потребления электроэнергии Рис. 2



Рисунок 2 - Производство электроэнергии в России. [49]

В настоящее время электроэнергетика России является важнейшим жизнеобеспечивающей отраслью страны. В ее состав входит более 700 электростанций общей мощностью 215,6 млн кВт. Вот перечень основных производителей электроэнергии в России, это ГЭС и АЭС представленные в таблице 1 и 2.

Таблица 1 - Основные ГЭС России. [43]

№	Название ГЭС	Мощность МВт	Река, регион
1	Братская ГЭС	4 500	Р. Ангара Иркутская обл.
2	Волжская ГЭС	2 629	Р. Волга Волгоградская обл.
3	Воткинская ГЭС	1 020	Р. Кама Пермский край
4	Жигулевская ГЭС	2 383	Р. Волга Самарская обл.
5	Зейская ГЭС	1 330	Р. Зея Амурская обл.
6	Красноярская ГЭС	6 000	Р. Енисей Красноярский край
7	Нижнекамская ГЭС	1 205	Р. Кама Татарстан
8	Саратовская ГЭС	1 378	Р. Волга Саратовская обл.
9	Усть-Илимская ГЭС	3 840	Р. Ангара Иркутская обл.
10	Богучанская ГЭС	2 997	Р. Ангара Красноярский край
11	Бурейская ГЭС	2 010	Р. Бурей Амурская обл.
12	Саяно-Шушенская ГЭС	6 400	Р. Енисей Хакасия
13	Чебоксарская ГЭС	1 370	Р. Волга Чувашия
14	Чиркейская ГЭС	1 000	Р. Сулак Дагестан

Таблица 2 - Основные АЭС России. [50]

№	Название АЭС	Мощность МВт	Регион
1	Балаковская АЭС	5 600	Балаково Саратовская обл.
2	Белоярская АЭС	2 727	Заречный Свердловская обл.
3	Билибинская АЭС	44	Билибино Чукотский А.О
4	Калининская АЭС	3 800	Тверская обл.
5	Кольская АЭС	1 644	Полярные Зори Мурманская
6	Курская АЭС	5 550	Курчатов Курская обл.
7	Ленинградская АЭС	3 800	Сосновый Бор Ленинградска
8	Нововоронежская АЭС	2 253	Воронежская обл.
9	Ростовская АЭС	3 922	Волгодонск Ростовская обл.
10	Смоленская АЭС	3 700	Десногорск Смоленская обл.

Система распределения столь большого количества электроэнергии на промышленных предприятиях должна обладать высокими техническими и экономическими показателями и базироваться на новейших достижениях современной техники. Поэтому электроснабжение промышленных предприятий должно основываться на использовании современного конкурентоспособного электротехнического оборудования, но при этом не оказывать негативного воздействия на организм человека. Так же промышленность необходимо снабжать электроэнергией, в настоящее время по всему миру и в частности в России развивается всевозможные производства, все они потребляют электроэнергию. Чем больше реконструируется и строится производств тем больше потребление электроэнергии, на графике представлена зависимость потребление электроэнергии на ее производство Рис. 3



Рисунок 3 - График зависимости производства электроэнергии от ее потребления. [48]

По этому, учет охраны труда при проектировании новых объектов, реконструкции устаревших, или переоснащение производств как никогда актуален. Таким образом, при проектировании необходимо учитывать возможные негативные воздействия электроустановок на организм человека, климатические условия региона в котором планируется использование электроустановки и отдельных ее частей. При проектировании необходимо учитывать безопасность в эксплуатации и обслуживании электроустановок рабочим персоналом предприятия.

1.1 Общие положения охраны труда в электроснабжении

Хорошие условия труда относятся к основным правам человека и основополагающим принципам программы достойного труда. Каждый человек, работающий на производственном предприятии, знает, что без прохождения инструктажа по охране и безопасности труда, к работе его не допустят. Для того чтобы обеспечить безопасность труда на производстве, предотвратить производственный травматизм и профзаболевания создается служба охраны труда. В каких случаях на предприятии создается такая служба, какие функции она выполняет и какие задачи решает, регулирует свод законов и положений об охране труда. Эти законы затрагивают и охрану труда касаясь электроснабжения. Для работы с электроустановками и обслуживания электроустановок назначаются

специально обученные люди имеющие допуск на работы в данной сфере, все это оговорено правилами и федеральными законами Российской Федерации.

В соответствии с трудовым кодексом Российской Федерации (статья 212) работодатель обязан обеспечить здоровые и безопасные условия труда, охрану труда (ОТ) для всех работников его производства.

Основные функции работодателя в области охраны труда можно условно разделить на две группы

1. Создание и деятельность служб, комитетов по ОТ, финансирование и планирование ОТ, предупредительный надзор и контроль (обучение безопасным методам и приемам выполнения работ по ОТ, инструктажи по ОТ, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований ОТ, проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, разработку и утверждение правил и инструкций по ОТ для принятия локальных нормативных актов и т.д.)

2. Обеспечение реализации работниками их права на охрану труда, безопасные его условия (безопасность работников при эксплуатации оборудования, осуществлении технологических процессов, инструментов, сырья и материалов, ознакомление работников с требованиями охраны труда, применение СИЗ и коллективной защиты и т.д.).

1.1.1 История развития системы управления охраной труда

В докладе Комитета по охране здоровья и безопасности труда Великобритании о состоянии дел в этой области, представленном в 1972 году (так называемый «доклад Робенса»), было объявлено о переходе с отраслевого регулирования к единой нормативной базе, призванной охватывать все отрасли и их работников. Это положило начало эволюции в пользу более системного подхода к ОТ. В Великобритании (а также в других промышленно развитых странах) этот переход завершился принятием в 1974 году закона об охране труда. На международном уровне решающее значение участия социальных партнеров в реализации ОТ как на уровне страны в целом, так и на уровне предприятий было подчеркнуто в Конвенции МОТ № 155 о безопасности и гигиене труда (1981) и

реализующей ее Рекомендации № 164. Последующие годы показали, что растущая сложность и ускоренные перемены в мире труда требуют новых подходов для обеспечения безопасности рабочих мест и производственной среды. В поисках моделей для разработки системного подхода к управлению ОТ внимание скоро было обращено на модели корпоративного развития, предназначенные для быстрой адаптации к изменениям конъюнктуры посредством непрерывной оценки экономических показателей. Этот подход быстро получил признание как эффективный способ обеспечения согласованной реализации мер ОТ, направленных на постоянную оценку, совершенствование и саморегулирование системы.

В виду потребности в дальнейшем сокращении случаев производственного травматизма, гибели и заболеваний работников и связанных с этим затрат, источники для повышения эффективности стали искать в стратегиях, совершенствующих традиционный командный подход к регулированию и управлению. Их примерами являются поведенческие методы обеспечения безопасности, оптимальные методы оценки и аудита рисков для здоровья и безопасности, а также схемы систем управления. В последнее время внимание органов власти, предприятий и международных организаций привлекло применение системных моделей в области ОТ (так называемого системного подхода к управлению ОТ) как перспективной стратегии для согласования требований ОТ и потребностей предприятий, а также для обеспечения более активного участия работников в реализации профилактических мер. Концепция СУОТ вот уже более десяти лет пользуется успехом как эффективный способ оптимизации ОТ на рабочих местах путем интеграции соответствующих требований в процессы корпоративного планирования и развития. С тех пор специалистами по ОТ, государственными органами и международными организациями, отвечающими за эту сферу или изучающими ее, был разработан целый ряд стандартов и рекомендаций. Во многих странах были приняты национальные стратегии, также объединяющие в себе системный подход к управлению ОТ. На международном уровне в 2001 году МОТ было опубликовано «Руководство по системам управления охраной труда» (МОТ СУОТ 2001), которое вследствие реализованного в нем

трехстороннего подхода стало широко применяться в качестве основы для разработки национальных стандартов в этой сфере.

В СССР длительное время применялась форма СУОТ, разработанная в рамках системы стандартов ГОСТ. Бывшая советская система ССБТ была изменена и модернизирована (в частности, для включения требований в отношении участия работников, информации, оценки рисков и т.д.) в новом ГОСТ 12.0.230-2007.

Подход на основе СУОТ получил признание после широкого распространения и успеха стандартов ISO в отношении качества (серия ISO 9000), а затем и окружающей среды (серия ISO 14000). Эта модель опирается на теории систем, разработанные, главным образом, в области естественных и социальных наук, но также имеет много общего с механизмами корпоративного управления. В частности, все общие теории систем имеют следующие элементы: вложение, процесс, результат и доработка.

В начале 1990х годов после принятия технических стандартов по управлению качеством и окружающей средой (серии ISO 9000 и 14000) возможность разработки аналогичного стандарта по управлению системами ОТ обсуждалась на Международной конференции ISO в 1996 году. При этом скоро стало очевидным, что, так как охрана труда и здоровья касается защиты здоровья и жизни людей, она уже является обязанностью работодателя по законодательству. Другие проблемы, связанные с этикой, правами и обязанностями, а также участием социальных партнеров, также нужно было учесть в этом контексте. Тем самым, стандарт по управлению ОТ должен был вобрать в себя принципы стандартов МОТ по ОТ, таких как Конвенция № 155 о безопасности и гигиене труда (1981), и мог быть предметом того же режима регулирования, что и стандарты, относящиеся к управлению качеством и средой. [7]

Этот вопрос вызвал многочисленные споры, в результате которых было решено поручить разработку соответствующих международных рекомендаций МОТ в связи с ее трехсторонней структурой и ролью в установлении стандартов. В 1999 году попытки британского института стандартов (БИС) разработать стандарт по управлению ОТ под эгидой ISO снова натолкнулись на мощное международное

сопротивление при подаче соответствующего предложения. Если БИС позже разработал руководство по СУОТ в форме частных технических стандартов (OHSAS), то ISO не стала заниматься этим.

Через два года, посвященных их разработке и коллегиальному анализу, «Руководство по системам управления охраной труда» (МОТ СУОТ 2001) было окончательно утверждено в апреле 2001 года на трехстороннем заседании экспертов и опубликовано в декабре того же года после одобрения Административным советом. В 2007 году Административный совет вновь подтвердил мандат МОТ в данном вопросе, обратившись к ISO с просьбой воздержаться от разработки международного стандарта по СУОТ. Руководство 2001 года содержит уникальную международную модель, сопоставимую с другими системами, стандартами и рекомендациями в области управления. Оно отражает трехсторонний подход МОТ и принципы, закрепленные в международных актах по ОТ, в частности, в Конвенции № 155 о безопасности и гигиене труда (1981). Оно обеспечивает системное управление ОТ как на государственном уровне, так и на уровне предприятия. [10]

1.1.2 Система управления охраной труда, основные положения и назначение

Понятие систем управления часто используется в процессе принятия решений, как в деловой жизни, так и в быту, будь то в связи с приобретением оборудования, развитием деятельности или даже выбором новой мебели. Применение систем управления охраной труда (СУОТ) опирается на соответствующие критерии, стандарты и показатели ОТ. Их цель состоит в выработке методики оценки и повышения показателей при профилактике производственного травматизма и несчастных случаев путем эффективного управления факторами риска на рабочем месте. Это предполагает логический, поэтапный подход к разработке необходимых мер и оптимального способа их реализации, контроль темпов достижения заданных целей, оценку эффективности принятых мер и определение сфер, требующих улучшения. Такая система должна предполагать адаптацию к изменениям в характере деятельности организации и нормативной среде.

Система управления охраной труда - часть общей системы управления организации, обеспечивающая управление рисками в области охраны здоровья и безопасности труда, связанными с деятельностью организации.

Управление охраной труда осуществляется на основании Конституции РФ, Трудового кодекса РФ, других нормативных правовых актов РФ.

Органы управления организации образуют Систему управления охраной труда.

Объектом управления является охрана труда, как система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Основными принципами Системы управления охраной труда являются:

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;
- гарантии прав работников на охрану труда;
- деятельность, направленная на профилактику и предупреждение производственного травматизма и профессиональной заболеваемости;
- научная обоснованность требований охраны труда, содержащихся в законодательстве, отраслевых правилах по охране труда, а также в правилах безопасности, санитарных и строительных нормах и правилах, государственных стандартах, организационно-методических документах, инструкциях по охране труда;
- наличие квалифицированных специалистов по охране труда;
- планирование мероприятий по охране труда;
- неукоснительное исполнение требований охраны труда работодателем и работниками, ответственность за их нарушение.

Основные задачи Системы управления охраной труда:

- реализация основных направлений политики организации в сфере охраны труда и выработка предложений по ее совершенствованию;
- разработка и реализация программ улучшения условий и охраны труда;

- создание условий, обеспечивающих соблюдение законодательства по охране труда;

- формирование безопасных условий труда;

- контроль за соблюдением требований охраны труда;

- обучение и проверка знаний по охране труда.

1.1.3 Охрана труда в электроснабжении

Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности.

Действующие в организации электроустановки должны эксплуатироваться согласно следующим основным нормативным актам:

МППОТ (ПБ) ЭЭУ - Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТРМ-016-2001. РД 153-34.0-03.150- 00. Утверждены Министерством труда и социального развития РФ (постановление от 05.01.01 № 3) и Министерством энергетики РФ (приказ от 27.12.00 № 163).

Правила введены с 1 июля 2001 г. После введения этих правил отменены «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок» (2-е издание, переработанное и дополненное. М., Энергоатомиздат, 1989) и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (4-е изд. переработанное и дополненное. М., Госэнергонадзор, 1994).

ПТЭЭП – Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Приказ Минэнерго от 13.01.03 № 6. Зарегистрировано в Минюсте 22.01.03 № 4145.

ПТЭ - Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. РД 34.20.501-95. 15-е издание, переработанное и дополненное. Утверждены РАО «ЕЭС России» 24.08.95.

ПУЭ - Правила устройства электроустановок. Утверждены Минтопэнерго РФ 06.10.99.

ППСЗ – Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним. 9-е издание. Утверждены Госэнергонадзором 26.11.92.

В связи с принятием 27.12.02 Федерального закона «О техническом регулировании», который вступает в силу 01.07.03, все нормативные правовые акты (НПА), принимаемые после указанной даты и содержащие требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранению, перевозке, реализации, утилизации будут излагаться только в «Техническом регламенте». НПА (Правила, положения, инструкции) будут приводиться в соответствие с требованиями указанного закона и заменяться Техническими регламентами. [4]

Не допускается выдача и выполнение распоряжений и заданий, противоречащих требованиям, содержащимся в указанных документах.

Для непосредственного выполнения обязанностей по организации эксплуатации электроустановок руководитель Потребителя (кроме граждан – владельцев электроустановок напряжением выше 1000 В) соответствующим документом назначает ответственного за электрохозяйство организации и его заместителя.

У Потребителей, установленная мощность электроустановок которых не превышает 10 кВА, работник, замещающий ответственного за электрохозяйство, может не назначаться.

У потребителей, не занимающихся производственной деятельностью, электрохозяйство которых включает в себя только вводное (вводно-распределительное) устройство, осветительные установки, переносное электрооборудование, руководитель Потребителя ответственность за безопасную эксплуатацию электроустановок может возложить на себя по письменному согласованию с местным органом госэнергонадзора путём оформления соответствующего заявления - обязательства.

Ответственный за электрохозяйство и его заместитель назначаются из числа руководителей и специалистов Потребителя.

Назначение ответственного за электрохозяйство и его заместителя производится после проверки знаний и присвоения соответствующей группы по электробезопасности:

V – в электроустановках выше 1000 В;

IV – в электроустановках до 1000 В.

Проверка знаний у ответственных за электрохозяйство Потребителей, их заместителей, а также специалистов по охране труда, в обязанности которых входит контроль за электроустановками, проводится в комиссии органов госэнергонадзора.

Допускается выполнение обязанностей ответственного за электрохозяйство по совместительству.

Допускается не проводить по согласованию с органами госэнергонадзора проверку знаний у специалиста, принятого на работу по совместительству в целях возложения на него обязанностей ответственного за электрохозяйство, при одновременном выполнении следующих условий:

- с момента проверки знаний в комиссии госэнергонадзора в качестве административно - технического персонала по основной работе прошло не более 6-ти месяцев;

- энергоёмкость электроустановок, их сложность в организации по совместительству не выше, чем по месту основной работы;

- в организации по совместительству отсутствуют электроустановки напряжением выше 1000 В.

По представлению ответственного за электрохозяйство руководитель организации может назначить ответственных за электрохозяйство структурных подразделений (п. 1.2.8 ПТЭЭП).

Индивидуальные предприниматели, выполняющие техническое обслуживание и эксплуатацию электроустановок, проводящие в них монтажные, наладочные, ремонтные работы, испытания и измерения по договору, должны проходить проверку знаний в установленном порядке и иметь соответствующую группу по электробезопасности (п.1.2.5 ПТЭЭП).

Согласно п.1.4.1 ПТЭЭП эксплуатацию электроустановок (ЭУ) должен осуществлять подготовленный электротехнический персонал.

Обслуживание электротехнологических установок (электросварка, электролиз, электротермия, и т.п.), а также сложного энергонасыщенного производственно-технологического оборудования, при работе которого требуется постоянное

техническое обслуживание и регулировка электроаппаратуры, электроприводов, ручных электрических машин, переносных и передвижных электроприёмников, переносного электроинструмента, должен осуществлять электротехнологический персонал. Он должен иметь достаточные навыки и знания для безопасного выполнения работ и технического обслуживания закрепленной за ним установки.

Электротехнологический персонал производственных цехов и участков, не входящих в состав энергослужбы Потребителя, осуществляющий эксплуатацию электротехнологических установок и имеющий группу по электробезопасности II и выше, в своих правах и обязанностях приравнивается к электротехническому.

Руководители, в непосредственном подчинении которых находится электротехнологический персонал, должны иметь группу по электробезопасности не ниже, чем у подчиненного персонала.

Перечень должностей и профессий электро- технологического персонала, которым необходимо иметь соответствующую группу по электробезопасности, утверждает руководитель Потребителя.

Персонал, допущенный к эксплуатации и обслуживанию электроустановок, должен: - иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы. При отсутствии профессиональной подготовки такие работники должны быть обучены (до допуска к самостоятельной работе) в специализированных центрах подготовки персонала;

- проходить медицинское освидетельствование. Состояние здоровья электротехнического персонала, обслуживающего электроустановки, определяется медицинским освидетельствованием при приёме на работу и затем проверяется периодически в сроки, установленные органами здравоохранения. Работники из электротехнического персонала не должны иметь увечий и болезней в стойкой форме, мешающих производственной работе;

- до допуска к самостоятельной работе пройти обучение приёмам освобождения пострадавшего от действия электрического тока и оказания первой помощи при несчастных случаях;

- пройти обучение на рабочем месте в объеме, необходимом для данной профессии (должности). Электротехнический персонал до допуска к самостоятельной работе или при переходе на другую работу (должность), а также при перерыве в работе свыше одного года, обязан пройти производственное обучение на рабочем месте. Программу производственного обучения составляет ответственный за электрохозяйство подразделения и утверждает ответственный за электрохозяйство предприятия;

- пройти проверку знаний МПОТ (ПБ) ЭЭУ, ПТЭЭП и других нормативно-технических документов (правил и инструкций по технической эксплуатации, пожарной безопасности, пользованию защитными средствами, устройства электроустановок) в пределах требований, предъявляемых к соответствующей должности или профессии. Ему должна быть присвоена соответствующая группа по электробезопасности и выдано удостоверение установленного образца;

- пройти стажировку на рабочем месте продолжительностью не менее 2-х недель. Допуск к стажировке и самостоятельной работе для ИТР оформляется распоряжением по организации, для рабочих - по подразделению;

- получить допуск к самостоятельной работе (в письменном виде).

Присвоение группы по электробезопасности является необходимым условием для получения допуска к обслуживанию и эксплуатации действующих электроустановок. Это требование относится и к лицам неэлектротехнического персонала, работающим в электроустановках.

Электротехнический персонал в организации подразделяется на следующие категории: административно - технический, оперативный, ремонтный, оперативно-ремонтный и электротехнологический персонал производственных цехов и участков. Электротехническому персоналу, прошедшему медицинское освидетельствование, специальное обучение и проверку знаний, присваивается группа по электробезопасности (от II до V) в зависимости от стажа работы в электроустановках, образования, теоретических знаний и практических навыков работы.

Требования к персоналу в отношении электробезопасности приведены в МПОТ (ПБ) ЭЭУ, Приложение 1. Приведённые в Правилах требования являются минимальными и решением руководителя организации могут быть дополнены.

Первоначально лицу электротехнического персонала может быть присвоена группа II. Присваивать группы по электробезопасности можно только последовательно, «перескакивать» через группу нельзя.

Лицам моложе 18 лет не разрешается присваивать группу выше II.

При поступлении на работу (переводе на другой участок, замещении отсутствующего работника) персонал должен пройти проверку знаний и подтвердить имеющуюся группу применительно к оборудованию электроустановок на новом участке.

При переводе работника, занятого обслуживанием электроустановок напряжением ниже 1000 В, на работу по обслуживанию электроустановок напряжением выше 1000 В, ему, как правило, не может быть присвоена начальная группа выше III.

Неэлектротехническому персоналу, выполняющему работы, при которых может возникнуть опасность поражения электрическим током, присваивается группа I по электробезопасности. Перечень должностей и профессий, требующих присвоения персоналу I группы по электробезопасности, определяет руководитель Потребителя.

Группа I присваивается персоналу, усвоившему требования по электробезопасности, относящиеся к его производственной деятельности, с оформлением в журнале установленной формы. Удостоверение не выдается.

Присвоение группы I производится путём проведения инструктажа, который, как правило, должен завершаться проверкой знаний в форме устного опроса и (при необходимости) проверкой приобретённых навыков безопасных способов работы или оказания первой помощи при поражении электрическим током.

Присвоение группы I по электробезопасности проводит работник из числа электротехнического персонала данного Потребителя с группой по

электробезопасности не ниже III, назначенный распоряжением руководителя организации.

Присвоение I группы по электробезопасности проводится с периодичностью не реже 1 раза в год.

1.2 Особенности и правила устройства электроустановок

Особенности и правила устройства в электроустановках изложены в правилах устройства электроустановок (ПУЭ). ПУЭ это настольная книга любого проектировщика занимающегося проектированием и расчетами электроустановок на предприятии. Но есть еще дополнительные условия, которые нельзя игнорировать в проектировании электроустановок, такие как архитектурно-строительное исполнение здания или сооружения, климатические условия, особенности и специфика предприятия. Применяемые в электроустановках электрооборудование, электротехнические изделия и материалы должны соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий, утвержденных в установленном порядке. Конструкция, исполнение, способ установки, класс и характеристики изоляции применяемых машин, аппаратов, приборов и прочего электрооборудования, а также кабелей и проводов должны соответствовать параметрам сети или электроустановки, режимам работы, условиям окружающей среды и требованиям соответствующих глав ПУЭ. Электроустановки и связанные с ними конструкции должны быть стойкими в отношении воздействия окружающей среды или защищенными от этого воздействия. Электроустановки должны удовлетворять требованиям действующих нормативных документов об охране окружающей природной среды по допустимым уровням шума, вибрации, напряженностей электрического и магнитного полей, электромагнитной совместимости. В электроустановках должны быть предусмотрены сбор и удаление отходов: химических веществ, масла, мусора, технических вод и т.п. В соответствии с действующими требованиями по охране окружающей среды должна быть исключена возможность попадания указанных отходов в водоемы, систему отвода ливневых вод, овраги, а также на территории, не предназначенные для хранения таких отходов. [2]

1.2.1 Правила устройства электроустановок в России

В России правила устройства электроустановок регламентированы ПУЭ. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) распространяются на вновь сооружаемые и реконструируемые электроустановки постоянного и переменного тока напряжением до 750 кВ, в том числе на специальные электроустановки. ПУЭ разработаны с учетом обязательности проведения в условиях эксплуатации планово-предупредительных и профилактических испытаний, ремонтов электроустановок и их электрооборудования. Проектирование и выбор схем, компоновок и конструкций электроустановок должны производиться на основе технико-экономических сравнений вариантов с учетом требований обеспечения безопасности обслуживания, применения надежных схем, внедрения новой техники, энерго- и ресурсосберегающих технологий, опыта эксплуатации. В электроустановках должна быть обеспечена возможность легкого распознавания частей, относящихся к отдельным элементам (простота и наглядность схем, надлежащее расположение электрооборудования, надписи, маркировка, расцветка). Для цветового и цифрового обозначения отдельных изолированных или неизолированных проводников должны быть использованы цвета и цифры в соответствии с ГОСТ Р 50462 "Идентификация проводников по цветам или цифровым обозначениям". Проводники защитного заземления во всех электроустановках, а также нулевые защитные проводники в электроустановках напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью, в т.ч. шины, должны иметь буквенное обозначение *PE* и цветовое обозначение чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины (для шин от 15 до 100 мм) желтого и зеленого цветов.

Нулевые рабочие (нейтральные) проводники обозначаются буквой *N* и голубым цветом. Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники должны иметь буквенное обозначение *PEN* и цветовое обозначение: голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах.

Буквенно-цифровые и цветовые обозначения одноименных шин в каждой электроустановке должны быть одинаковыми. Не возможно даже представить если шины замкнуть, это приведет как минимум выходу из строя всей электрической

сети, в худшем к жертвам со стороны рабочего персонала. Цветовое обозначение должно быть выполнено по всей длине шин, если оно предусмотрено также для более интенсивного охлаждения или антикоррозионной защиты. Допускается выполнять цветовое обозначение не по всей длине шин, только цветовое или только буквенно-цифровое обозначение либо цветовое в сочетании с буквенно-цифровым в местах присоединения шин. Если неизолированные шины недоступны для осмотра в период, когда они находятся под напряжением, то допускается их не обозначать. При этом не должен снижаться уровень безопасности и наглядности при обслуживании электроустановки.

Электроустановки по условиям электробезопасности разделяются на электроустановки напряжением до 1 кВ и электроустановки напряжением выше 1 кВ (по действующему значению напряжения). В электропомещениях с установками напряжением до 1 кВ допускается применение неизолированных и изолированных токоведущих частей без защиты от прикосновения, если по местным условиям такая защита не является необходимой для каких-либо иных целей (например, для защиты от механических воздействий). При этом доступные прикосновению части должны располагаться так, чтобы нормальное обслуживание не было сопряжено с опасностью прикосновения к ним. И одна из наиболее распространенных причин поражения электрическим током это случайное прикосновение к открытым токоведущим частям электроустановок, в частности устаревших шинопроводных систем открытого типа. На предприятиях там, где распределение и передача электрической энергии осуществляется по средствам открытых шин, разветвляющихся по всем производственным площадям.

Такое опасное соседство, с производственной деятельностью человека учитывая менталитет и электротехнических знания работников производства не связанных с обслуживанием электрической части производства, а так же халатность работников, может привести к очень серьезным последствиям. Начиная от выхода из строя дорогостоящего оборудования, энергетических аварий нарушающих производственный процесс, заканчивая гибелью одного или нескольких работников, от удара электрическим током.

В жилых, общественных и других помещениях устройства для ограждения и закрытия токоведущих частей должны быть сплошные; в помещениях, доступных только для квалифицированного персонала, эти устройства могут быть сплошные, сетчатые или дырчатые. Ограждающие и закрывающие устройства должны быть выполнены так, чтобы снимать или открывать их можно было только при помощи ключей или инструментов. Все ограждающие и закрывающие устройства должны обладать требуемой (в зависимости от местных условий) механической прочностью. При напряжении выше 1 кВ толщина металлических ограждающих и закрывающих устройств должна быть не менее 1 мм. Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, от действия электрической дуги и т.п. все электроустановки должны быть снабжены средствами защиты, а также средствами оказания первой помощи в соответствии с действующими правилами применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках. При сдаче в эксплуатацию электроустановки должны быть снабжены противопожарными средствами и инвентарем в соответствии с действующими положениями. Вновь сооруженные и реконструированные электроустановки и установленное в них электрооборудование должно быть подвергнуто приемно-сдаточным испытаниям. Вновь сооруженные и реконструированные электроустановки вводятся в промышленную эксплуатацию только после их приемки согласно действующим положениям. Проводники любого назначения должны удовлетворять требованиям в отношении предельно допустимого нагрева с учетом не только нормальных, но и послеаварийных режимов, а также режимов в период ремонта и возможных неравномерностей распределения токов между линиями, секциями шин и т. п. При проверке на нагрев принимается получасовой максимум тока, наибольший из средних получасовых токов данного элемента сети. [34]

Так же проводники должны проверяться на предмет короткого замыкания, выбор сечения проводника, так как при неправильном выборе проводника возможно короткое замыкание и выход из строя электроустановки. При выборе расчетной схемы для определения токов КЗ следует исходить из предусматриваемых для данной электроустановки условий длительной ее работы и не считаться с

кратковременными видоизменениями схемы этой электроустановки, которые не предусмотрены для длительной эксплуатации (например, при переключениях). Ремонтные и послеаварийные режимы работы электроустановки к кратковременным изменениям схемы не относятся.

Расчетная схема должна учитывать перспективу развития внешних сетей и генерирующих источников, с которыми электрически связывается рассматриваемая установка, не менее чем на 5 лет от запланированного срока ввода ее в эксплуатацию.

При этом допустимо вести расчет токов КЗ приближенно для начального момента КЗ. В электроустановках до 1 кВ и выше при определении токов КЗ для выбора аппаратов и проводников и определения воздействия на несущие конструкции следует исходить из следующего:

Все источники, участвующие в питании рассматриваемой точки КЗ, работают одновременно с номинальной нагрузкой.

Все синхронные машины имеют автоматические регуляторы напряжения и устройства форсировки возбуждения.

Короткое замыкание наступает в такой момент времени, при котором ток КЗ будет иметь наибольшее значение.

Электродвижущие силы всех источников питания совпадают по фазе.

Расчетное напряжение каждой ступени принимается на 5% выше номинального напряжения сети.

Должно учитываться влияние на токи КЗ присоединенных к данной сети синхронных компенсаторов, синхронных и асинхронных электродвигателей. Влияние асинхронных электродвигателей на токи КЗ не учитывается при мощности электродвигателей до 100 кВт в единице, если электродвигатели отделены от места КЗ одной ступенью трансформации, а также при любой мощности, если они отделены от места КЗ двумя или более ступенями трансформации либо если ток от них может поступать к месту КЗ только через те элементы, через которые проходит основной ток КЗ от сети и которые имеют существенное сопротивление (линии, трансформаторы и т. п.). Так же предусматривается заземление всех людей и

животных от поражения электрическим током как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции. Электроустановки в отношении мер электробезопасности разделяются на:

электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с глухозаземленной или эффективно заземленной нейтралью

электроустановки напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор или резистор нейтралью;

электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью

электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью.

Электрооборудование до 500 кВ, вновь вводимое в эксплуатацию, должно быть подвергнуто приемно-сдаточным испытаниям в соответствии с требованиями настоящей главы. Приемно-сдаточные испытания рекомендуется проводить в нормальных условиях окружающей среды, указанных в государственных стандартах.

При проведении приемно-сдаточных испытаний электрооборудования, не охваченного настоящими нормами, следует руководствоваться инструкциями заводов-изготовителей.

Устройства релейной защиты и электроавтоматики на электростанциях и подстанциях проверяются по инструкциям, утвержденным в установленном порядке.

Помимо испытаний, предусмотренных настоящей главой, все электрооборудование должно пройти проверку работы механической части в соответствии с заводскими и монтажными инструкциями.

Заключение о пригодности оборудования к эксплуатации дается на основании результатов всех испытаний и измерений, относящихся к данной единице оборудования.

Все измерения, испытания и опробования в соответствии с действующими нормативно-техническими документами, инструкциями заводов-изготовителей и настоящими нормами, произведенные персоналом монтажных наладочных

организаций непосредственно перед вводом электрооборудования в эксплуатацию, должны быть оформлены соответствующими актами и/или протоколами.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты обязательно для электрооборудования на напряжение до 35 кВ.

При отсутствии необходимой испытательной аппаратуры переменного тока допускается испытывать электрооборудование распределительных устройств напряжением до 20 кВ повышенным выпрямленным напряжением, которое должно быть равно полуторакратному значению испытательного напряжения промышленной частоты. [36]

Электрооборудование и изоляторы на номинальное напряжение, превышающее номинальное напряжение электроустановки, в которой они эксплуатируются, могут испытываться приложенным напряжением, установленным для класса изоляции данной электроустановки. Измерение сопротивления изоляции, если отсутствуют дополнительные указания, производится:

- аппаратов и цепей напряжением до 500 В - мегаомметром на напряжение 500 В;
- аппаратов и цепей напряжением от 500 В до 1000 В - мегаомметром на напряжение 1000 В;
- аппаратов напряжением выше 1000 В - мегаомметром на напряжение 2500 В.

Испытание повышенным напряжением изоляторов и трансформаторов тока, соединенных с силовыми кабелями 6-10 кВ, может производиться вместе с кабелями. Оценка состояния производится по нормам, принятым для силовых кабелей.

Испытания электрооборудования производства иностранных фирм производятся в соответствии с указаниями завода (фирмы)-изготовителя. При этом значения проверяемых величин должны соответствовать указанным в данной главе.

Испытание изоляции аппаратов повышенным напряжением промышленной частоты должно производиться, как правило, совместно с испытанием изоляции шин распределительного устройства (без расшиновки). При этом испытательное

напряжение допускается принимать по нормам для оборудования, имеющего наименьшее испытательное напряжение.

При проведении нескольких видов испытаний изоляции электрооборудования испытанию повышенным напряжением должны предшествовать другие виды ее испытаний.

Испытание изоляции напряжением промышленной частоты, равным 1 кВ, может быть заменено измерением одноминутного значения сопротивления изоляции мегаомметром на 2500 В. Если при этом полученное значение сопротивления меньше приведенного в нормах, испытание напряжением 1 кВ промышленной частоты является обязательным.

Выбор изоляторов или изоляционных конструкций из стекла и фарфора должен производиться по удельной эффективной длине пути утечки в зависимости от СЗ в месте расположения электроустановки и ее номинального напряжения. Выбор изоляторов или изоляционных конструкций из стекла и фарфора может производиться также по разрядным характеристикам в загрязненном и увлажненном состоянии.

Выбор полимерных изоляторов или конструкций в зависимости от СЗ и номинального напряжения электроустановки должен производиться по разрядным характеристикам в загрязненном и увлажненном состоянии.

Определение СЗ должно производиться в зависимости от характеристик источников загрязнения и расстояния от них до электроустановки.

Вблизи промышленных комплексов, а также в районах с наложением загрязнений от крупных промышленных предприятий, ТЭС и источников увлажнения с высокой электрической проводимостью определение СЗ, как правило, должно производиться по КСЗ.

Электрические сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания, обеспечивающую по возможности наименьшее время отключения и требования селективности.

Защита должна обеспечивать отключение поврежденного участка при КЗ в конце защищаемой линии: одно-, двух- и трехфазных - в сетях с глухозаземленной нейтралью; двух- и трехфазных - в сетях с изолированной нейтралью.

Аппараты защиты следует располагать по возможности в доступных для обслуживания местах таким образом, чтобы была исключена возможность их механических повреждений. Установка их должна быть выполнена так, чтобы при оперировании с ними или при их действии были исключены опасность для обслуживающего персонала и возможность повреждения окружающих предметов.

Аппараты защиты с открытыми токоведущими частями должны быть доступны для обслуживания только квалифицированному персоналу.

Электроустановки должны быть оборудованы устройствами релейной защиты, предназначенными для:

автоматического отключения поврежденного элемента от остальной, неповрежденной части электрической системы (электроустановки) с помощью выключателей; если повреждение (например, замыкание на землю в сетях с изолированной нейтралью) непосредственно не нарушает работу электрической системы, допускается действие релейной защиты только на сигнал.

реагирования на опасные, ненормальные режимы работы элементов электрической системы (например, перегрузку, повышение напряжения в обмотке статора гидрогенератора); в зависимости от режима работы и условий эксплуатации электроустановки релейная защита должна быть выполнена с действием на сигнал или на отключение тех элементов, оставление которых в работе может привести к возникновению повреждения.

Аппараты и приборы следует располагать так, чтобы возникающие в них при эксплуатации искры или электрические дуги не могли причинить вреда обслуживающему персоналу, воспламенить или повредить окружающие предметы, вызвать КЗ или замыкание на землю. Открытые токоведущие части, как правило, должны иметь изоляционное покрытие. Между неподвижно укрепленными токоведущими частями разной полярности, а также между ними и открытыми проводящими частями должны быть обеспечены расстояния не менее 20 мм по

поверхности изоляции и не менее 12 мм по воздуху. От незаизолированных токоведущих частей до ограждений должны быть обеспечены расстояния не менее 100 мм при сетчатых и 40 мм при сплошных съемных ограждениях. Конструкции РУ, НКУ и устанавливаемая в них аппаратура должны соответствовать требованиям действующих стандартов. Конструкции РУ и НКУ должны предусматривать ввод кабелей без нарушения степени защиты оболочки, места для прокладки разделки внешних присоединений, а также наименьшую в данной конструкции длину разделки кабелей. Должен быть обеспечен доступ ко всем обслуживаемым аппаратам, приборам, устройствам и их зажимам. Распределительное устройство должно иметь устройства для подключения нулевых рабочих (*N*), заземляющих (*PE*) и совмещенных (*PEN*) проводников внешних кабелей и проводов. В случае когда внешние кабели по сечению или количеству не могут быть подключены непосредственно к зажимам аппаратов, конструкция РУ должна предусматривать дополнительные зажимы или промежуточные шины с устройствами для присоединения внешних кабелей. Распределительные устройства и НКУ должны предусматривать ввод кабелей как снизу, так и сверху, или только снизу или только сверху. Электрооборудование, токоведущие части, изоляторы, крепления, ограждения, несущие конструкции, изоляционные и другие расстояния должны быть выбраны и установлены таким образом, чтобы:

вызываемые нормальными условиями работы электроустановки усилия, нагрев, электрическая дуга или иные сопутствующие ее работе явления (искрение, выброс газов и т.п.) не могли причинить вред обслуживающему персоналу, а также привести к повреждению оборудования и возникновению короткого замыкания (КЗ) или замыканию на землю;

при нарушении нормальных условий работы электроустановки была обеспечена необходимая локализация повреждений, обусловленных действием КЗ;

при снятом напряжении с какой-либо цепи относящиеся к ней аппараты, токоведущие части и конструкции могли подвергаться безопасному техническому обслуживанию и ремонту без нарушения нормальной работы соседних цепей;

была обеспечена возможность удобного транспортирования оборудования. [8]

1.2.2 Особенности электроснабжения за рубежом

За исключением Норвегии, страны Европы широко используют в качестве распределительной системы электроснабжения жилых и общественных зданий трехфазную четырехпроводную систему напряжением 400/230 В с глухозаземленной нейтралью. Норвегия в настоящее время использует трехфазную систему с линейным напряжением 220 В с изолированной нейтралью. Эта система постепенно заменяется системой 400/230 В.

Перед второй мировой войной не было обязательного требования о применении РЕ-проводников. Эти проводники изредка применялись в сельской местности. До сегодняшнего дня имеются регионы, где применение РЕ-проводников не требуется в жилых помещениях, если полы выполнены из непроводящего материала. Однако, в большинстве европейских стран, начиная с 1960 года, требуется использовать РЕ-проводники в новом строительстве. Применение приборов класса 0 не разрешается.

В Великобритании, Польше, Венгрии, Чехии, Словакии, Западной Австрии, Швейцарии, в большей части Германии, в странах Северной Европы, в частности, в Швейцарии и Финляндии, в качестве основной системы электроснабжения жилых зданий применяется система TN-C-S. В этой системе защита при повреждении изоляции обеспечивается «занулением».

В южной Европе, включая Италию, Испанию, Португалию и Грецию для этой же цели используется система TT + УЗО-Д. Нидерланды и Дания используют систему TT без РЕ-проводника в жилых комплексах, если полы выполнены из непроводящего материала. При этом защита при повреждении изоляции обеспечивается применением УЗО-Д, действующим на отключение.

Питающие трансформаторы могут быть смонтированы на столбовых подстанциях в сельской местности или внутри зданий в городе. Обычно используются 3-фазные трансформаторы, получающие питание от высоковольтных линий напряжением 10 или 20 кВ с изолированной нейтралью. Это делается с целью ограничения тока замыкания на землю до нескольких ампер в случае единственного повреждения изоляции. Мощность каждого трансформатора составляет несколько

сотен киловатт. Обычно один трансформатор питает несколько независимых потребителей. Отдельные квартиры могут питаться одной фазой, в то же время частные дома, фермы и аналогичные здания получают трехфазное питание.

В последние десять лет в ряде стран появилось требование выполнять фундаментный заземлитель при строительстве здания. В этом случае заземляющее устройство состоит из замкнутого проводника, замоноличенного в бетонное основание фундамента по его контуру. Этот проводник присоединяется к главной эквипотенциальной шине, которая обычно располагается в подвальном этаже здания.

Главная эквипотенциальная шина присоединяется к главному распределительному щиту. Главный распределительный щит обычно снабжается защитной шиной и все защитные проводники, проходящие внутри здания, начинаются от нее. В большинстве стран, использующих защитное зануление, PEN-проводник присоединяется к главной эквипотенциальной шине на входе в здание, где установлено устройство защиты от сверхтоков. Если используются молниезащитные устройства, они также должны быть присоединены к главной эквипотенциальной шине. [38]

Главный распределительный щит содержит устройства для отключения электроустановки потребителя от источника питания. В качестве отключающего устройства может быть использовано УЗО-Д с устройством защиты от сверхтока. В главном распределительном щите монтируются также выключатели, защищающие от сверхтоков отдельные группы электроприемников, которые выполняются в виде одно-, двух- и трехполюсных миниатюрных выключателей модульного типа, рассчитанных на отключение токов короткого замыкания от 6000 А до 10000 А (стандартный габаритный размер корпуса 45 мм).

Стандартные модули обеспечивают быстрый монтаж распределительного щита.

Штепсельные розетки питаются от электропроводки сечением 1,5 кв. мм (по меди), рассчитанной на номинальный ток 16 А. Современные устройства защиты от сверхтока выполняются в соответствии со стандартом МЭК (Публикация МЭК 898)

по одному из трех классов: В, С или D. Штепсельные розетки общего пользования выполняются двухполюсными с заземляющими контактами.

PEN-проводник питающей системы электроснабжения расщепляется в главном распределительном щите на два отдельных проводника РЕ-проводник и N-проводник. Старые электроустановки имеют PEN-проводник, продолженный до электроприборов и розеток. Дальнейшая эксплуатация этих электроустановок недопустима по условиям электробезопасности.

В настоящее время сети, получающие питание от главного распределительного щита, могут выполняться по системе TN-C только при условии, что площадь поперечного сечения PEN-проводника больше или равна 10 кв. мм (по меди).

В некоторых странах в качестве главного защитного аппарата используется УЗО-Д с характеристикой типа S (с током уставки от 100 до 300 мА) и одновременно обеспечивающего защиту от пожара при замыкании на землю. В этом случае штепсельные розетки имеют дополнительную защиту в виде УЗО-Д с уставкой 30 мА.

Система электроснабжения, используемая в Японии для питания электроустановок жилых зданий, является разновидностью системы TT. Как правило, нулевой рабочий проводник (N-проводник) не имеет повторного заземления на входе в здание. Защитные проводники (РЕ-проводники) в здании присоединены к заземляющему устройству, которое отделено от заземляющего устройства питающего трансформатора. Следует заметить, что эта система не в полной мере подпадает под определение системы TT, так как защитное заземление электроустановки здания попадает в зону гальванического влияния заземляющего устройства питающего трансформатора. Это обстоятельство не позволяет обеспечить полную независимость защитного заземления электроустановки здания от питающей системы. [39]

Защита при повреждении (защита от косвенного прикосновения) электроустановки потребителя обеспечиваются посредством УЗО, применяемого отдельно или совместно с устройством защиты от сверхтока (RCBO или RCD).

Штепсельные розетки в жилых зданиях обычно не имеют заземляющего контакта. Разрешается и используется оборудование класса О (без РЕ-проводника) или класса I (с использованием РЕ-проводника).

Сопротивление растеканию заземляющего устройства питающего трансформатора должно быть не более частного от деления напряжения 150 В на значение тока в амперах при однофазном замыкании на высокой стороне. Если устройство защиты способно отключить этот ток за время не более 2 с, сопротивление заземляющего устройства ограничивается частным от деления 300 В на значение тока. Этот тип заземляющего устройства называется классом II. Заземляющее устройство электроустановки, измеряемое на главном распределительном щите электроустановки здания, должно иметь сопротивление не более 100 Ом. Если устройство защитного отключения способно отключить цепь за время не более 0.5 с, это сопротивление должно быть не более 500 Ом. Этот тип заземляющего устройства называется классом III.

В энергосистемах Японии используются частоты 50 Гц (восточная Япония) и 60 Гц (западная Япония).

Главный выключатель имеет две функции. Кроме защиты от сверхтоков он выполняет функцию УЗО-Д для защиты от косвенного прикосновения. В этом случае его уставка составляет 30 мА. Все сторонние проводящие части (СПЧ), включая проводящие части конструкции здания, присоединяются к общему заземляющему устройству электроустановки.

В США типичной системой питания электроустановок зданий является система TN-C-S. Понижающий трансформатор обеспечивает питание однофазным напряжением 120/240 В от вторичной обмотки с заземленным средним выводом. В тех случаях, когда понижающий трансформатор питает одновременно жилые здания и коммерческие предприятия, питание жилых зданий осуществляется от двух фазных и от нулевого рабочего проводника, связанного с заземленной нейтралью вторичной обмотки трансформатора, соединенной по схеме «звезда» напряжением 120/208 В. Трехфазное напряжение используется для питания коммерческих

предприятий. Для питания электроустановок жилых зданий трехфазное питание используется сравнительно редко.

В зависимости от плотности застройки однофазный трансформатор может обслуживать одного потребителя в сельской местности или несколько потребителей в городе. Нейтральная точка вторичной обмотки трансформатора заземляющим проводником присоединена к заземлителю трансформатора. К этой же точке трансформатора присоединен PEN-проводник сети, питающей потребителя. У потребителя PEN-проводник обычно используется для заземления всех ОПЧ и СПЧ. PEN-проводник обычно присоединяется к главной «нейтральной» шине.

Электроустановка потребителя содержит устройство для отключения от питающей линии в случае аварии, например, пожара. В качестве такого устройства обычно используется главный линейный выключатель. Выключатели отдельных цепей электроустановки обычно монтируются в распределительном шкафу и получают питание от главного линейного выключателя. Выключатели отдельных цепей обычно рассчитаны на токи 15 или 20 А при 120 В; однако, для коммерческих предприятий, таких, например, как прачечные, химчистки, фабрики-кухни, используются выключатели на 30 или 40 А при напряжении 240 В. При замыкании на землю одного из фазных проводников двухполюсный выключатель разрывает оба фазных проводника, снимая напряжение со всей цепи.

PEN-проводник повторно заземляется на вводе в здание потребителя. Конструктивно это осуществляется соединением нулевой шины распределительного щита с заземляющим устройством электроустановки потребителя. Электрическая сеть в здании должна иметь РЕ-проводник для «заземления» штепсельных розеток.

Следует заметить, что требование заземляющего контакта в штепсельных розетках в электроустановках жилых зданий в США вошло в действие в 1962 г. До этого РЕ-проводник не требовался и правила не распространяются на электроустановки старых зданий, введенных в действие до 1962 г. Статистика свидетельствует, что около половины существующих зданий в США построены до 1962 г. и в этих зданиях штепсельные розетки не имеют заземляющего контакта.

В определенных условиях штепсельные розетки должны иметь устройства защитного отключения типа GFCI (ground — fault circuit — interrupter protection). УЗО-Д типа GFCI очень популярны, приобретаются в розничной торговле в хозяйственных магазинах и легко устанавливаются. Широкое распространение GFCI в сочетании с тем обстоятельством, что многие современные бытовые электроприборы не нуждаются в защитном заземлении (двойная изоляция), привело за последние несколько лет к существенному снижению электротравматизма.

В США понижающие трансформаторы располагаются в непосредственной близости от каждого потребителя. Это обстоятельство сводит к минимуму сопротивление петли «фаза — нуль», а следовательно увеличивает ток короткого замыкания (т.к.з.) и уменьшает до минимума его длительность. Низкое напряжение фазного напряжения (обычно 120 В) и многочисленные повторные заземления PEN-проводника, ограничивают напряжения на ОПЧ и СПЧ при о.к.з. Особенность западного пути заключается в создании избыточных генерирующих мощностей и избыточной пропускной способностей передающих сетей для обеспечения высокой надежности электроснабжения.

Особенность советского и российского пути заключается в создании незначительных запасов генерирующих мощностей и передающих сетей, но с созданием мощной и непрерывной системы контроля за режимами (расчеты и анализ режимов, сильный оперативно-диспетчерский персонал), а также создание эффективной системы противоаварийной автоматики. Эта обусловлено, главным образом, большой разбросанностью мощных источников и потребителей электроэнергии в России (раньше в СССР), вследствие чего очень дорого было резервировать длинные линии электропередачи. [36]

1.3 Актуальность исследования проектирования электроустановок

Исследуя актуальность проектирования электроустановок можно сделать вывод о том что, без грамотного проектирования не может быть безопасных условий труда для рабочего персонала. Охрана труда людей является одним из важнейших факторов. Все положения и нормы, действующие в охране труда, закреплены в трудовом законодательстве.

Основными направлениями работы в охране труда являются производственная санитария, электробезопасность, техника безопасности при монтаже и эксплуатации электроустановок, пожарная безопасность электроустановок. Производственная санитария включает такие разделы: контроль качества освещения, воздуха рабочей зоны, защита от производственных вредностей, от шума и вибраций, электромагнитных и ионизирующих излучений.

Нормальное освещение является одним из важнейших условий деятельности электротехнического персонала. Его качество в значительной степени влияет на производительность и качество труда. Освещение бывает естественное, искусственное и совмещенное. Естественное освещение осуществляется через окна и проемы в стенах и перекрытиях зданий, искусственное - газоразрядными лампами и лампами накаливания. Широко используются переносные светильники с питанием как от сети пониженного напряжения, так и от аккумуляторов. Они служат для освещения мест ремонтов и обслуживания, а также в качестве аварийного и эвакуационного освещения или для продолжения работы в случае выхода из строя основного освещения, все это следует учитывать при проектировании электроустановок и электрического освещения. Биологически активными являются электрические и магнитные поля, напряженность которых превышает предельно допустимые уровни (ПДУ) – гигиенические нормативы условий труда, исходя из этого необходимо и это учитывать, при проектировании электроустановок.

1.3.1 Проектирование электроустановок

Проектирование - процесс определения архитектуры, компонентов, интерфейсов и других характеристик системы или её части (ISO 24765). Результатом проектирования является проект - целостная совокупность моделей, свойств или характеристик, описанных в форме, пригодной для реализации системы.

Разработка задания и проектирование представляют собой составную часть процесса инвестирования и капитальных вложений. Процесс разработки задания и проектирования является составной частью процесса вложений.

Процесс проектирования необходимо рассматривать как один из видов умственного рабочего процесса. Исполнитель-проектировщик воздействует через

средства труда – средства проектирования на предмет труда – предмет проектирования.

Предмет проектирования представляет собой информацию о конкретных, пригодных к реализации проектных решениях (принятых реле, предохранителях, тепловой защите, кабелях и т. д.). Предмет проектирования в момент введения в эксплуатацию сам становится средством труда в материальном производственном процессе (например, подключение привода насоса), из которого вытекают определяющие его функциональные требования.

Средства проектирования – это устройства рациональной обработки информации в современном процессе проектирования. С развитием компьютеров для обработки информации в современный процесс проектирования необходимо включать как техническое обеспечение вычислительной системы (основной блок, память, терминалы для диалога проектировщик–компьютер и др.), так и программное (математическое) обеспечение (языки программирования, алгоритмы, программы). Целью развития средств проектирования, направленных на алгоритмизацию формальной части умственной работы над каталогами для проектирования и программами для компьютеров, является последовательное и широкое применение вычислительных машин.

Проектирование электроустановок выполняется в следующей последовательности:

Анализ электропотребителей по мощности, напряжению, надежности, производственно-технологическим зависимостям, территориальному расположению и т. д. Результатом этого частного процесса является:

- конкретизация постановки задачи;
- определение групп потребителей как предпосылки для установления варианта сети (проект структуры).

Определение оптимального решения о сети, включающего:

- составление вариантов сети;
- техническую и экономическую оценку (включая надежность основных признаков каждого варианта, т. е. определение затрат). Решающим показателем

выбора оптимального варианта при одинаковых технических решениях является минимизация затрат. Этот вариант является основой:

- представления существенных технических связей общей электроустановки СЭС и технической координации отдельных установок;
- детального проектирования отдельных установок;
- дальнейшей реализации и эксплуатации электроустановки СЭС.

Установление технических параметров при выборе конкретного электрооборудования, которое необходимо заказать и учесть при составлении спецификации, а также детальная разработка взаимосвязей конструктивной части, подготовки кабельных трасс, технологии монтажа, процесса управления и т. п.

Технико-экономические расчеты – экономическая оценка материальных и монтажных затрат. Этот частный процесс предусматривает составление соответствующих смет.

Расчеты по определению параметров электроустановок СЭС на основании необходимых методов с учетом технико-экономических требований.

Контроль правильности и качества решения с помощью соответствующих средств и методов.

Координация для реализации организационных межотраслевых связей в процессе обоснования и проектирования.

Результатом процесса проектирования является документация, содержащая все необходимые данные для описания принятых технических решений.

Независимо от степени рационализации умственного труда в процессе проектирования большое значение имеют следующие средства проектирования:

- действующие общегосударственные нормативные материалы для принятия типовых решений, ограничения;
- технологические нормы проектирования и нормали, которые систематизируют процессы поиска решений, формирование комплексов оборудования и хранения унифицированной проектной документации;
- типовые проекты с полным повторным применением (типовые проектные решения подстанций, центров питания и т. д.) или частным повторным

применением (такие типовые элементы электроустановок СЭС, как автоматизированные приводы, установки управления подстанциями, простейшие подстанции и т. д.);

- базисные основные решения (проекты и часть проектов) с унифицированным использованием материала, но с учетом местных условий (например, освещение улиц, установки электроснабжения строительства и др.).

Унифицирование решений взаимосвязано с рационализацией процесса изготовления, монтажа (серийное изготовление, автоматизация процессов изготовления, монтажа и испытания).

ГЛАВА 2 Исследование объектов электроснабжения в г.о Тольятти

Город Тольятти уникален тем, что он имеет многовековую историю, Город основан в 1737 году Василием Татищевым как город-крепость Ставрополь для защиты русских земель от набегов кочевников и переселения крещёных калмыков. 20 июня 1737 года императрица Анна Иоанновна жаловала грамоту крещёной калмыцкой княгине Анне Тайшиной, в которой было записано обоснование города. Рядом с городом построен гидроузел ГЭС обеспечивающий город Тольятти электроэнергией. После возведены завод «Волгоцеммаш», электротехнический завод, химические предприятия: завод синтетического каучука, «Куйбышев Азот» и «Куйбышев-Фосфор». В 1966 году в городе началось строительство крупнейшего в России Волжского автомобильного завода по производству легковых автомобилей. Тольятти промышленный город, наибольшую составляющую промышленности города составляет производство транспортных средств, это ОАО «АВТОВАЗ». Так же в Тольятти имеется и другая направленность в промышленности, представленная в таблице 3.

Таблица 3 – Процентная составляющая промышленного производства города Тольятти [45]

№	Название производства	%
1	Производство транспортных средств оборудования	75,9
2	Химическое производство	18,1
3	Пищевая промышленность	1,8
4	Производство электрооборудования	1,2
5	Производство резиновых и пластмассовых изделий	0,6
6	Производство минеральных продуктов	0,6
7	Производство машин и оборудования	0,6
8	Остальные производства	1,2

2.1 Общая характеристика г.о Тольятти и его потребителей

Основные потребители электроэнергии города Тольятти это производственные объекты, такие как «Куйбышев Азот», «Волгоцеммаш», «АВТОВАЗ» и другие предприятия представленные в таблице 4.

Таблица 4- Основные производственные предприятия г о Тольятти [45]

№	Названия предприятий
1	АвтоВАЗ
2	ТольяттиАзот
3	GM-АвтоВАЗ
4	«Полад
5	Вазинтерсервис
6	Тольяттинский Трансформатор
8	Волгоцеммаш
9	Тольяттинский судоремонтный завод
10	Тольяттикаучук
11	Предприятия свободной экономической зоны
12	КуйбышевАзот

Территорию населённого места по назначению можно разделить на следующие зоны:

промышленную - для размещения промышленных, энергетических сельскохозяйственных, производственных предприятий и связанных с ними транспортных и других объектов;

селитебную - для размещения жилых районов, микрорайонов, общественных зданий и сооружений;

коммунально-складскую - для размещения складов, гаражей, трамвайных и автобусных парков, автобаз и т.п., предназначенных для обслуживания населённых мест;

внешнего транспорта - для размещения транспортных устройств и сооружений, вокзалов, станций, портов и пристаней;

мест отдыха населения - располагаются в границах населённого места.

Первой структурной единицей селитебной зоны является микрорайон, на территории которого, кроме групп жилых домов, размещаются учреждения и устройства повседневного обслуживания населения.

Второй структурной единицей селитебной зоны является жилой район, состоящий из нескольких микрорайонов, объединённых общественным центром, в состав которого входят учреждения и устройства повседневного обслуживания районного значения.

Планировка и застройка жилых районов должны обеспечивать наиболее благоприятные условия для быта и отдыха населения, воспитания и образования детей. С этой целью предусматривается постройка необходимых коммунально-бытовых учреждений. Такие учреждения размещаются с учётом создания единой системы обслуживания населения городской территории и пригородной зоны. При этом предусматриваются:

в группе жилых домов в радиусе обслуживания до 0.3 км - детские ясли-сады и физкультурные площадки;

в микрорайоне радиусом до 0.5 км - школы, предприятия торговли и общественного питания, физкультурные площадки, гаражи для индивидуальных автомобилей;

в жилом районе, как правило, в общественном центре в радиусе обслуживания до 1.5 км - торговый центр или отдельные предприятия торговли и общественного питания, клуб, кинотеатр, библиотека, поликлиника и гаражи для автомобилей;

в пригородной зоне - учреждения, предназначенные для обслуживания кратковременного и длительного отдыха населения города, а также населения пригородной зоны: пансионаты, пионерские лагеря, дома отдыха, санатории, спортивные базы, специализированные больницы.

Действующими нормами (СНиП) устанавливается перечень и пропускная способность коммунально-бытовых учреждений, сооружение которых предусматривается в городе. В микрорайоне должны быть спортивные площадки из расчёта 0,12 га на 1000 жителей и зелёные насаждения 3 м² на 1 человека. В жилом районе зелёные насаждения принимаются по норме 5-7 м² на жителя.

Нормами СНиП определяются также основные требования к размещению в городе электросетевых сооружений, которые необходимо принимать во внимание при проектировании городских систем электроснабжения.

В Правилах устройства электроустановок (ПУЭ) даны рекомендации по размещению в городе подземных коммуникаций, включая кабельные линии электрических сетей всех напряжений с указанием области использования совместной канализации различного типа, для размещения в ней линий электро- и теплоснабжения, связи и т.д.

Потребители электрической энергии, расположенные на селитебной территории города, могут быть условно разбиты на две группы: жилые дома и общественные, коммунальные учреждения. Эти группы имеют разные закономерности формирования основных показателей электроснабжения и по этой причине разную методику определения этих показателей. При этом имеется в виду то, что электропотребление жилых домов определяется укладом жизни населения, в то время как электропотребление коммунальных учреждений зависит от особенностей их технологического процесса.

Основную группу потребителей селитебной территории составляют жилые дома. Электрическая нагрузка домов определяется освещением квартир и использованием различных электробытовых приборов. Практически расход электрической энергии определяют наиболее мощные электроприёмники

повседневного применения. К ним относятся холодильники, теле- и радиоприемники, электронагревательные приборы и т.п.

Согласно РД 34.20.185-94 два характерных уровня электропотребления.

Первый уровень характерен для электрифицированных квартир, где кроме электроосвещения применяются наиболее ходовые электроприборы. Различают плиты на природном и сжиженном газе, а также плиты на твёрдом топливе. Второй уровень характерен для квартир с кухонными электроплитами. Этот уровень электропотребления принят в проекте.

2.2 Электроснабжение и определение электрических нагрузок г.о Тольятти

Для питания потребителей, расположенных на территории городов, создаются специальные системы электрических сетей, которые по сравнению с электрическими сетями энергетических систем имеют характерные особенности. Наиболее полно эти особенности выявляются при создании электрических сетей в больших городах. В настоящее время такие сети образуют специфические системы электроснабжения городов. Специфичность систем электроснабжения городов объясняется тем, что на территории города кроме проживающего населения расположено большое количество промышленных предприятий.

В зависимости от размера города для питания потребителей, расположенных на его территории, должна предусматриваться соответствующая система электроснабжения. Для крупных городов, имеющих современные и рационально выполненные электрические сети, характерно совместное использование сетей различного назначения и различных напряжений.

Система электроснабжения охватывает всех потребителей города, включая промышленные предприятия, электрифицированный транспорт и т.п.

Система электроснабжения города - совокупность трансформаторных подстанций и электрических сетей всех напряжений. Эта система условно может быть разбита на две части. К первой части относятся электрические сети и понижающие подстанции напряжением от 35-110 кВ и выше, ко второй части - распределительные сети напряжением 0,38 - 20 кВ.

Совокупность сетей напряжением 35 - 110 кВ и выше называется электроснабжающими сетями. Они связаны с сетями 220-330 кВ энергосистемы. Сборные шины 6-20 кВ подстанций являются центрами питания городских сетей. Электроснабжающие сети предназначаются для распределения энергии между отдельными районами города.

Вторая часть системы электроснабжения предназначена для распределения энергии непосредственно среди потребителей или отдельных групп потребителей. Границы этой части начинаются на сборных шинах 10-20 кВ источников питания и заканчиваются на вводах к потребителю. В состав второй части входят распределительные сети 6-20 кВ и сети напряжением до 1000 В, а также распределительные пункты и трансформаторные подстанции.

Целью данного дипломного проекта является электроснабжение города населением 185 тыс. человек. Согласно исходным данным, город расположен в Поволжском регионе России. Задан генплан города, перечень потребителей электроэнергии.

На основании рекомендаций и обоснований, приводимых в расчетах, производится выбор того или иного оборудования и схем электроснабжения. Особое внимание при выборе электротехнической аппаратуре уделяется вопросу унификации и снижению сортамента применяемых изделий. Особое место уделяется вопросам техники безопасности и экологической безопасности.

Независимо от вида потребителей основные характеристики электропотребления являются случайными функциями, поэтому при определении закономерностей формирования этих характеристик используются методы математической статистики и теории вероятностей. Последнее предполагает, что характеристики определяются на основании анализа существующих характеристик путём их изменений в действующих электрических сетях.

При использовании приёмов математической статистики устанавливаются числовые характеристики законов распределения рассматриваемых величин, что даёт возможность учесть суммарное воздействие всех факторов, определяющих значение этих величин. На основе теории

вероятностей устанавливается значение этих величин в пределах требуемой вероятности. Для определения значения величин на расчётный срок применяется тот или иной способ их прогнозирования.

Для решения задач прикладного характера, например выбора параметров сетей и технико-экономических обоснований, все необходимые характеристики электропотребления задаются в детерминированном виде, определяющие показатели нормируются и могут задаваться в виде типовых графиков.

Правильное установление расчётной нагрузки - важнейшая предпосылка рационального выбора параметров сети. Ошибки, допущенные при её определении, могут привести к неоправданным затратам на электрическую сеть или к необходимости расширения сети до истечения срока.

Расчёт нагрузки включает два этапа: определение нагрузки на вводе к каждому потребителю и последующий расчёт на этой основе нагрузки отдельных элементов сети.

При расчёте систем электроснабжения различают продолжительные и кратковременные нагрузки. Значения продолжительных нагрузок используются для проверки элементов сети по условиям нагрева, по потерям напряжения, а также для расчёта потерь энергии и т.д. Кратковременные нагрузки учитываются при расчёте колебаний напряжения и при выборе условий самозапуска двигателей.

Максимальная нагрузка установленной продолжительности принимается в качестве расчётной. Продолжительность расчётного максимума принимается исходя из допустимого теплового воздействия электрического тока на элементы сетей. При этом длительность интервала воздействия нагрузки, в пределах которого устанавливается допустимая температура перегрева проводников, принимается равной трём постоянным их времени нагрева.

Значения электрической нагрузки имеют вероятностный характер, так как максимум нагрузки формируется в зависимости от условий работы электроприёмников потребителей, что определяется случайными расчетными причинами. При этом распределение значений нагрузки близко к нормальному закону.

2.3 Проектирование и расчеты электроснабжения на объектах г.о Тольятти

Рассмотрим пример проектирования и расчета электроснабжения на объекте «АВТОВАЗ», корпус металлургического производства.

На территории корпуса расположены:

цех 12/1 – изготовления и ремонта оснастки цеха алюминиевого литья;

цех 12/2 – изготовления и ремонта оснастки для чугунно-литейного корпуса;

цех 12/3 – изготовления и ремонта оснастки для кузнечно-прессового корпуса;

цех 12/4 – изготовления оснастки для резиновых и пластмассовых изделий.

Имеются также производственно – технические отделы оснастки для смежных производств, такие как:

технологический отдел металлургической оснастки;

технологический отдел программного обеспечения;

производственно – диспетчерский отдел металлургической оснастки;

отдел анализа и обеспечения инструментом.

В корпусе расположен большой станочный парк, состоящий из оборудования для производства заготовительных, строгальных, токарных, фрезерных, расточных, шлифовальных и других работ необходимых для изготовления деталей для производства и ремонта оснастки МтП.

Также на территории корпуса расположены:

- участок термической обработки деталей;

- участок вакуумного напыления, предназначенный для увеличения

- износостойкости деталей;

- слесарный участок для разборки и сборки при производстве ремонта и изготовления оснастки.

В цехе металлокерамики (13/3) имеется участок по ремонту оборудования этого цеха со своим станочным парком.

Электроприемники, расположенные в вышеописанных корпусах, состоят из нескольких групп:

Силовые общепромышленные установки : вентиляторы, насосы, краны. Двигатели вентиляторов и насосов работают примерно в одном режиме и снабжаются электроэнергией на напряжение 380 В. Мощность установок изменяется от долей единиц до сотен кВт. Питание двигателей осуществляется током промышленной частоты 50 Гц. Характер нагрузки ровный, особенно для мощных установок.

Электродвигатели производственных механизмов.

Мощность двигателей изменяется в широком диапазоне. Напряжение сети 380 В с частотой 50 Гц, K_m также изменяется в широком диапазоне. По надежности электроснабжения эта группа электроприемников относится к потребителям второй категории.

Электродвигатели.

Являются установками до 1 кВт и в основном питаются от сети 380 В, промышленной частоты 50 Гц. K_m лежит в пределах от 0,7 до 0,9, установки относятся к ЭП второй категории.

Электроосветительные установки.

Электрические светильники представляют собой фазную нагрузку. Характер нагрузки равномерный, но ее значения изменяются в зависимости от времени суток. Кратковременные перерывы (аварийные) в питании светильников допустимы там, где отключение освещения не угрожает безопасности людей. Также применяются системы аварийного освещения.

Расчет силовых электрических нагрузок.

Электрические нагрузки промышленных предприятий определяют для выбора числа и мощности силовых трансформаторов, мощности и места подключения компенсирующих устройств, выбора и проверки токоведущих элементов по условию допустимого нагрева, расчета потерь напряжения и выбора защиты. Поэтому правильное определение электрических нагрузок является важным фактором при проектировании и эксплуатации электрических сетей. Завышение нагрузки может привести к перерасходу проводникового материала, удорожанию

строительства; занижение нагрузки-к уменьшению пропускной способности электрической сети и невозможности обеспечения нормальной работы силовых электроприемников (ЭП).

Исходными данными для расчета ожидаемых электрических нагрузок являются: спецификация технологического оборудования, режимы работы электроприемников, расчетные коэффициенты. Для определения расчетных нагрузок по номинальным установленным мощностям ЭП используется метод коэффициента максимума, разработанный применительно к трехфазным ЭП. По этому методу расчетная нагрузка принимается равной вероятному максимальному значению за 30 минут.

Исходные данные по всем ЭП предварительно разделяются на группы:

ЭП с изменяющимся графиком нагрузки (металлорежущие станки, пресловое оборудование и др.), имеющие коэффициент использования $K_{\text{и}} \leq 0,2 \dots 0,5$;

ЭП с постоянным графиком нагрузки (вентиляторы, насосы, компрессоры и др.) с $K_{\text{и}} \geq 0,6$;

Однофазные и трехфазные ЭП повторно-кратковременного режима работы (электросварочные аппараты, крановые двигатели и др.)

Группы ЭП разбиваются на подгруппы по типам оборудования в зависимости от величины коэффициента использования $K_{\text{и}}$.

Установленная (номинальная) мощность отдельных ЭП принимается равной: для электродвигателей длительного режима работы – паспортной мощности, кВт,

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{пасп}} \quad (1)$$

для электродвигателей повторно-кратковременного режима работы – паспортной мощности, кВт, приведенной к относительной продолжительности включения равной единице,

$$P_{\text{НОМ}} = P_{\text{пасп}} \times \sqrt{\text{ПВ}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{пасп}}$ - активная паспортная мощность электродвигателя, кВт;

ПВ – повторное включение электроприемника, отн.ед.

для силовых электропечных трансформаторов – паспортной мощности, кВ·А;

для ламп накаливания – мощности, кВт, указанной на колбе или цоколе лампы;

для сварочных трансформаторов и машин

$$S_{\text{НОМ}} = S_{\text{пасп}} \times \sqrt{\text{ПВ}}, \quad (3)$$

$$P_{\text{НОМ}} = S_{\text{пасп}} \times \sqrt{\text{ПВ}} \times \cos\varphi_{\text{пасп}} \quad (4)$$

для газоразрядных ламп – мощности, кВт, указанной на колбе или на цоколе лампы.

Для выбора аппаратов и проводников проведем подробный расчет нагрузок проектируемых корпусов.

Расчет нагрузок корпусов производится в следующей последовательности:

Определяется суммарная номинальная мощность каждой группы:

$$P_{\text{Н}\Sigma} = \sum_{i=0}^n P_{\text{НОМ}} \times n_i, \text{ кВт}. \quad (5)$$

Рассчитывается сменная мощность, учитывающая количество мощности, израсходованной в период наиболее загруженной смены.

Активная (кВт) и реактивная (квар) мощность каждого одиночного электроприемника или группы электроприемников

$$P_{\text{СМ}} = P_{\text{НОМ}} \times K_{\text{И}}, \text{ кВт}. \quad (6)$$

$$Q_{\text{СМ}} = P_{\text{СМ}} \times \text{tg}\varphi, \text{ квар}. \quad (7)$$

где $K_{\text{И}}$ - коэффициент использования электроприемника.

Для имеющихся групп ЭП определяем $K_{\text{И}}$ и $\cos\varphi$ по. Затем по $\cos\varphi$ определяем $\text{tg}\varphi$ и рассчитываем $Q_{\text{СМ}}$.

.Рассматривая электрическую нагрузку в комплексе, присоединенную к трансформаторной подстанции, сменную мощность суммируют:

$$P_{\text{см}} = \sum_1^n P_{\text{см}}, \text{ кВт.} \quad (8)$$

$$Q_{\text{см}} = \sum_1^n Q_{\text{см}}, \text{ квар.} \quad (9)$$

.Вычисляется эффективное число ЭП, в зависимости от m (отношение мощностей):

$$m = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}}; \quad (10)$$

где P_{max} - наибольшая установленная мощность в данной группе ЭП;

P_{min} - наименьшая установленная мощность в данной группе ЭП.

$$\text{При } m \leq 3, \quad n_{\text{э}} = n;$$

$$\text{При } m > 3 \quad n_{\text{э}} = \frac{2 \times \sum P_{\text{ном}}}{P_{\text{ном.max}}}. \quad (11)$$

Определяем значение коэффициента максимума $K_{\text{м}}$.

Значение $K_{\text{м}}$ находится по кривым $K_{\text{м}} = f(n_{\text{э}}; K_{\text{н}})$ по табл. в зависимости от группового коэффициента использования $K_{\text{н}}$ за наиболее загруженную смену и эффективного числа ЭП в группе $n_{\text{э}}$.

Определяем расчетную нагрузку от силовых ЭП:

$$P_{\text{расч}} = K_{\text{м}} \times P_{\text{см}}, \text{ кВт.} \quad (12)$$

Расчетная реактивная нагрузка определяется в зависимости от $n_{\text{э}}$, с применением практики проектирования:

$$Q_{\text{max}} = 1,1 \times Q_{\text{см}} \quad , \text{ при } n_{\text{э}} \leq 10$$

или

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{см}} \quad , \text{ при } n_{\text{э}} > 10$$

Полная расчетная нагрузка определяется:

$$S_{\text{расч}} = \sqrt{P_{\text{расч}}^2 + Q_{\text{расч}}^2}, \text{ кВА} \quad (13)$$

Находим расчетный ток для ЭП:

$$I_{\text{расч}} = \frac{S_{\text{расч}}}{\sqrt{3} \times U_{\text{расч}}}. \quad (14)$$

Расчет электрического освещения.

Выбор освещения производственных помещений производится в соответствии с нормами проектирования искусственного освещения. Имеется два типа освещения: рабочее и аварийное.

Рабочее освещение создает нормированные условия освещенности при нормальной эксплуатации, а аварийное обеспечивает условия видимости, необходимые для безопасного выхода людей из помещений в случае выхода из работы светильников рабочего освещения.

В производственных помещениях светильники крепятся к силовым распределительным шинопроводам, к различным конструкциям подвесных трансформаторных сетей. Освещение в производственных помещениях управляется дистанционно с местного диспетчерского пункта корпуса. Освещение в административных и бытовых помещениях производится выключателями, которые установлены на стенах. Освещение цехов высотой более 8м выполняется лампами ДРЛ.

Расчет освещения, выбор мощности и типа светильников производится методом коэффициента использования светового потока.

При расчете по этому методу световой поток одной лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \times K_3 \times S \times z}{N \times \eta}, \text{ лм.} \quad (15)$$

где E_n - заданная нормативная освещенность, лк;

K_3 - коэффициент запаса;

S - освещаемая площадь, м²;

Z - коэффициент неравномерности освещения (отношение $E_{\text{ср}} / E_{\text{мин}}$);

N - число светильников;

η - коэффициент использования .

По Φ выбирается ближайшая стандартная лампа, поток которой не должен отличаться от Φ на $-10...+20\%$. При невозможности выбора с таким приближением корректируется N .

Выбор напряжения.

Стандартными напряжениями для сетей внутриводского электроснабжения являются напряжения 6; 10; 35; и 110 кВ. При этом напряжение 20 кВ применяется редко , так как выпуск электроаппаратуры для РУ на указанное напряжение пока не налажен.

Напряжение 35 кВ имеет экономические преимущества при передаваемой мощности не более 10 МВА . Его применение целесообразно , например, когда отдельные подразделения предприятия расположены на значительном расстоянии от основного производства (в горнорудной , угольной , нефтеперерабатывающей промышленности); когда производственные цеха занимают большую площадь и расположены на значительном расстоянии друг от друга и для питания подстанций электропечных установок, преобразователей и других приемников большой мощности.

Напряжение 110 кВ целесообразно применять на предприятиях с большой потребляемой мощностью 10 – 150 МВА и с несколькими ГПП. ПГВ, размещенными у энергоемких цехов; приэтом напряжение 110 кВ вводят только в производственные корпуса с электропечными подстанциями.

Таким образом для большинства предприятий , в том числе и для АВТОВАЗа , основное питание 6 и 10 кВ. Применение в проектируемых системах электроснабжения одного из указанных напряжений решается на основе выполнения нескольких вариантов технико – экономического расчета и сопоставления приведенных затрат, потерь мощности и расхода цветного металла.

Напряжение 10 кВ следует применять в качестве основного, как более экономичного по сравнению с напряжением 6 кВ.

Напряжение 6 кВ может применяться в следующих исключительных случаях, например:

при преобладании на проектируемом предприятии электроприемников 6 кВ;

при напряжении генераторов заводской ТЭЦ 6 кВ, особенно когда от нее питается значительная часть электроприемников;

При наличии на предприятии значительного числа двигателей на 6 кВ приходится рассматривать вариант электроснабжения предприятия при напряжении 10 кВ для распределительной внутриводской сети и предусматривать установку промежуточного трансформатора 10/6 кВ для питания двигателей, рассчитанных на напряжение 6 кВ.

Таким образом, эффективность применения напряжения 10 кВ с одновременной установкой трансформаторов 10/6 кВ будет достигнута если разность стоимости потерь в сетях 6 и 10 кВ будет больше годовых затрат на сооружение трансформаторной подстанции 10/6 кВ. При этом также учитывается, что стоимость прокладки сети 10 кВ и 6 кВ остается практически одинаковой, но при напряжении 10 кВ расход цветного металла уменьшается на 35% [5].

Цеховые сети промышленных предприятий выполняются на напряжение до 1000 В.

Выбор величины напряжения сетей зависит от мощности, потребляемой электроприемниками, удаленности от источника питания, напряжения источника питания.

Напряжение 660 В должно применяться на предприятиях нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности и других, где имеется большое количество мощных электродвигателей (200 кВт и выше).

Напряжение 380/220 В является основным в электроустановках до 1000 В. Оно применяется для питания силовых и осветительных электроприемников от общих трансформаторов.

Напряжение 36 В применяется в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных для стационарного местного освещения и ручных переносных ламп.

Напряжение 12 В применяется только при особо неблагоприятных условиях в отношении опасности поражения электрическим током, например, при работе в котлах или в других металлических резервуарах, а также для питания ручных переносных ламп.

Учитывая все вышесказанное и учитывая спецификацию электрооборудования цехов корпусов, принимаем для питания цеховых ТП напряжение – 10 кВ, а для питания цеховых сетей – 380 В.

Выбор числа трансформаторов.

В цеховых сетях 10 кВ рекомендуется применение однострансформаторных подстанций. Их следует применять при нагрузках третьей категории, в частности при двухсменной работе.

В нашем случае от ТП питаются потребители, в основном, второй категории, а такие потребители должны быть обеспечены резервом, вводимым автоматически или действиями обслуживающего персонала. При питании от одной подстанции следует иметь либо два трансформатора, либо "складской" резервный трансформатор для нескольких подстанций, питающих потребители второй категории, при условии, что замена трансформатора может быть произведена в течении нескольких часов.

В данном случае, для обеспечения надежности питания, выбираем двухтрансформаторную подстанцию.

Выбор мощности трансформаторов ТП.

Расчет компенсации реактивной мощности.

Прохождение реактивной мощности сопровождается увеличением тока, что в свою очередь вызывает дополнительные материальные затраты на увеличение сечений проводов и кабелей, мощностей трансформаторов, возникают дополнительные потери электроэнергии, а главное снижается качество электроэнергии за счет увеличения напряжения из-за реактивной составляющей, которая пропорциональна реактивной нагрузке и индуктивному сопротивлению. Из

всего вышесказанного следует, что компенсация реактивной мощности в СЭС ПП имеет большое значение.

Под компенсацией реактивной мощности понимают вид установок местных источников реактивной мощности, с помощью которых повышается пропускная способность сетей и трансформаторов, уменьшаются потери электроэнергии, в результате чего снижаются общие затраты.

Для компенсации реактивной мощности предусматривается установка компенсирующих устройств.

Выбор мощности трансформаторов производится на основании технико-экономического расчета, исходя из полной расчетной нагрузки объекта, удельной плотности нагрузки, стоимости электроэнергии и других факторов.

Оптимальная мощность соответствует минимальным приведенным затратам.

При выборе мощности трансформаторов так же учитывается возможность кратковременных перегрузок,

Если они не превышают 40% номинальной мощности трансформатора, на время прохождения максимума нагрузки.

Выбор числа и мощности трансформаторов главной понизительной подстанции.

На главных понизительных подстанциях (ГПП) и подстанциях глубоких вводов (ПГВ) число трансформаторов в большинстве случаев принимается не более двух.

Это значительно упрощает схему и конструкцию подстанций и, как правило, обеспечивает надежное питание потребителей всех категорий.

Однотрансформаторные ГПП и ПГВ допускается применять лишь в отдельных случаях при возможности обеспечения послеаварийного питания нагрузок первой категории. При этом должна быть предусмотрена возможность быстрой замены поврежденного трансформатора.

Подстанции 35 – 220 кВ с числом трансформаторов более двух применяются когда нельзя обеспечить надежное питание всех разнородных потребителей данного предприятия с учетом особенностей режима их работы, а именно :

при необходимости выделения питания крупных, часто повторяющихся ударных нагрузок (крупные электродвигатели, электропечи и т. д.);

на транзитных ГПП, имеющих несколько питающих отходящих линий и сборных шин, когда двухтрансформаторные подстанции не имеют преимуществ в отношении конструктивного выполнения;

при концентрированных нагрузках, когда двухтрансформаторные подстанции невозможно применить по конструктивным соображениям;

по условиям дальнейшего роста нагрузок предприятия, когда технически и экономически целесообразной является установка третьего трансформатора вместо замены работающих трансформаторов на трансформаторы большей мощности.

Исходя из всего вышесказанного принимаем к установке два трансформатора на подстанцию.

По годовым графикам по продолжительности для потребителей $P_{in}(t)$ определим потребляемую электроэнергию потребителей:

$$W = \sum_1^n P_{in} \times t_{in} ; \quad (16)$$

Выбор схемы питания электроприемников.

Система электроснабжения предприятия состоит из источников питания и линий электропередачи, осуществляющих подачу электроэнергии к предприятию, понизительных, распределительных и преобразовательных подстанций и связывающих их кабелей и воздушных линий, а также токопроводов, обеспечивающих на требуемом напряжении подвод электроэнергии к ее потребителям.

Требования, предъявляемые к электроснабжению предприятий, в основном зависят от потребляемой ими мощности и характера электрических нагрузок, особенностей технологии производства, климатических условий, загрязненности окружающей среды и других факторов.

Комплекс ВАЗа состоит из завода и внеплощадочных объектов водозаборных сооружений , станции очистки воды , ливневой насосной станции, районной насосной станции и очистных сооружений канализации.

Основным источником питания комплекса является теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) ВАЗа мощностью 520 МВт. Открытое распреустройство (ОРУ) 220 кВ связано воздушными линиями 220 кВ с подстанциями энергосистемы. Часть главных понизительных подстанций 110 кВ питается по воздушным линиям 110 кВ от Тольяттинской ТЭЦ.

Внутри завода источниками питания служат пять ГПП. ГПП 1...4 запитаны с ОРУ 110 кВ ТЭЦ ВАЗа кабельными линиями. ГПП 5 получает электроэнергию от тольяттинской ТЭЦ по воздушной линии.

При росте нагрузок на подстанциях предусмотрены фундаменты для установки третьего трансформатора, а в ЗРУ 10 кВ – место для размещения дополнительных ячеек.

Схема электроснабжения должна удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечить необходимую надежность электроснабжения приемников электроэнергии в зависимости от их категории;
- быть удобной и безопасной в эксплуатации;
- иметь оптимальные технико-экономические показатели;
- иметь конструктивное исполнение . Обеспечивающее применение скоростных методов монтажа.

Линии цеховой сети , отходящие от РУ НН цеховой ТП и схемы цеховых сетей делят на магистральные и радиальные. Линию предназначенную для питания отдельных наиболее мощных приемников электроэнергией и распределительной сети цеха, называют главной магистральной линией. Главные магистрали рассчитывают на большие токи (до 3200 А).

Проектируемые корпуса МтП ВАЗа относятся по степени надежности к потребителям второй категории, но в связи с поточным производством, где недоотпуск продукции одним корпусом может привести к недоотпуску большого объема продукции, к схеме электроснабжения предъявляются повышенные

требования. Рассмотрим два варианта электроснабжения блока вспомогательных цехов.

Радиальная схема питания с двойной системой секционирования.

Радиальными являются такие схемы, в которых электроэнергия от источника питания передается прямо к цеховой ТП без ответвлений для питания других потребителей. Радиальная схема должна обладать большим количеством отключающей аппаратуры и иметь значительное число питающих линий. Такие схемы применяются для питания достаточно мощных потребителей и они должны обладать высокой степенью надежности электроснабжения.

Магистральная схема питания.

Широко применяют магистральные схемы типа блока трансформатор-магистраль (БТМ). В такой схеме отсутствует РУ НН на цеховой ТП, а магистраль подключается непосредственно к цеховому трансформатору через вводной автоматический выключатель. При трехтрансформаторной подстанции в схеме БТМ между магистралями для взаимного резервирования устанавливают перемычку с автоматическим выключателем. Рекомендуется применять магистральные схемы с числом отходящих от ТП магистралей, не превышающих число силовых трансформаторов. При этом суммарная пропускная способность питающих магистралей не должна превышать суммарной номинальной мощности силовых трансформаторов.

Иногда в крупных цехах с трансформаторами мощностью 1600 и 2500 кВА и рассредоточенными нагрузками применяются магистральные схемы с несколькими магистралями, питающимися от одного трансформатора. Цеховая ТП при этом должна иметь РУ НН с числом линейных автоматических выключателей, равным числу присоединенных магистралей.

Магистральные схемы применяются в системе внутреннего электроснабжения промышленных предприятий, когда потребителей большое количество и радиальные схемы применять нецелесообразно.

Распределительные магистрали предназначены для питания приемников малой и средней мощности, равномерно распределенных вдоль линии магистрали.

Такие схемы выполняют с помощью комплектных распределительных шинопроводов серии ШРА на токи до 630 А. Питание их осуществляется от главных магистралей или РУ НН цеховой ТП.

Для электроснабжения цехов блока вспомогательных корпусов металлургического производства принимаем магистральную схему, так как она дает возможность снизить капитальные затраты за счет уменьшения длины питающих линий, снижения количества используемых высоковольтных аппаратов, а следовательно, и упрощения строительной части подстанции.

Магистральные шинопроводы, запитываемые от цеховых ТП, крепятся вдоль колонн корпусов на высоте 9 метров. Распределительные шинопроводы крепятся также вдоль колонн, только на высоте 5 метров и подключаются к магистральным шинопроводам с помощью кабелей.

Для расчета токов короткого замыкания в сети необходимо предварительно выбрать провода, кабели и шинопроводы, а также аппараты на 0,4 кВ. При выборе марки кабеля следует учитывать вид и условия его прокладки. Выбор сечения кабеля производится по экономической плотности тока (j). В сетях до 1000В выбор сечения проводов и кабелей осуществляется по допустимому продолжительному току.

Для питания трансформаторов ГПП используем одножильный маслонаполненный кабель марки МССВ, предназначенный для прокладки в земле и туннелях. Расчетный ток, по которому выбирается сечение жилы кабеля находим по номинальной мощности силового трансформатора:

Расчет токов короткого замыкания.

Коротким замыканием (КЗ) называют всякое случайное или преднамеренное, не предусмотренное нормальным режимом работы электрическое соединение различных точек электроустановки между собой или с землей, при котором токи в аппаратах и проводниках, примыкающих к месту соединения (иначе – точке КЗ), резко возрастают, превышая, как правило расчетные значения нормального режима.

Большая часть аварий в электрических сетях вызывается короткими замыканиями. При возникновении КЗ общее электрическое сопротивление системы уменьшается, вследствие чего токи в ветвях системы значительно увеличиваются, одновременно напряжение в отдельных частях системы уменьшается, особенно вблизи места КЗ. Значительные по величине токи КЗ могут быть опасными для электрооборудования, так как недостаточно прочное в механическом отношении, оно может быть разрушено, а большой нагрев токоведущих частей может повредить изоляцию.

Расчеты токов КЗ для выбора аппаратов и проводников, их проверки по условиям термической и электродинамической стойкости при КЗ, для определения параметров срабатывания, проверки чувствительности и согласования действия устройств релейной защиты электроустановок 0,4 – 220 кВ производятся приближенным, так называемым практическим методом, многолетний опыт применения которого доказал его технико – экономическую целесообразность. При выполнении расчетов не учитывают:

- сдвиг по фазе ЭДС и изменение частоты вращения роторов синхронных машин;

- ток намагничивания трансформаторов;

- насыщение магнитных систем генераторов, трансформаторов и электродвигателей;

- емкостную проводимость воздушных и кабельных линий;

- различие значений сверхпереходных сопротивлений по продольной и поперечной осям синхронных машин;

- возможную несимметрию трехфазной системы;

- влияние неподвижной нагрузки на токи КЗ.

Расчет релейной защиты и автоматики.

В большинстве случаев аварии и их развитие могут быть предотвращены быстрым отключением повредившегося участка электрической установки или сети при помощи специальных автоматических устройств, называемых релейной защитой, которая действует на отключение выключателей.

Кроме повреждений электрического оборудования могут возникать также нарушения нормальных режимов работы.

Согласно требованиям ПУЭ, ПТЭ и ПТБ для трансформаторов, устанавливаемых в сетях напряжением 6 кВ и выше, должны предусматриваться устройства релейной защиты от многофазных коротких замыканий в обмотках и на выводах, однофазных коротких замыканий в обмотке и на выводах, присоединенных к сети с глухозаземленной нейтралью, витковых замыканий в обмотках, токов в обмотках при внешних КЗ и перегрузках, понижений уровня масла.

Перегрузки возникают при отключении одного из трансформаторов подстанции. Токи перегрузки относительно велики и поэтому допускается перегрузка в течении времени, определяемого кратностью тока перегрузки по отношению к номинальному.

Возникновение токов при внешних КЗ, представляет собой опасность в основном из-за их теплового действия на обмотки трансформатора, поскольку эти токи могут значительно превосходить номинальные.

Недопустимое понижение уровня масла, может быть вызвано значительным понижением температуры окружающего воздуха и соответственно масла, повреждением кожуха трансформатора и другими причинами.

Молниезащита и заземление.

Все металлические части электроустановок, нормально не находящиеся под напряжением, должны заземляться. Для заземления могут быть использованы естественные или искусственные заземлители.

На ВЛЭе для заземления используются естественные заземлители. К ним относятся железобетонные фундаменты зданий, опор. Вследствии капиллярного подсоса влаги защитный слой бетона фундамента практически является проводником для импульсных токов и поэтому стальной каркас фундамента становится как бы естественным заземлителем. При прохождении импульсного тока в бетонном слое фундамента возникают искровые процессы, не приводящие однако к механическому разрушению бетона, так как плотность тока, стекающего с

арматуры каркаса фундамента, незначительна. Использование естественной проводимости железобетонных фундаментов особенно эффективно в грунтах с удельным сопротивлением, не превышающем 300 Ом.м (чернозем, глина).

В качестве естественных заземлителей рекомендуется использовать также проложенные под землей металлические коммуникации, в том числе трубопроводы, оболочки кабелей.

Использование естественных заземлителей и объединение молниезащитных заземляющих устройств, характерное для территории промышленных предприятий, насыщенных подземными коммуникациями, это положительный фактор, так как снижается общее сопротивление заземлителя.

Конструктивные элементы молниезащиты должны обладать достаточно высокими показателями: технико – экономическими и эксплуатационными. В целях сокращения срока строительства, снижения капиталовложений и обеспечения максимальной индустриализации работ по сооружению устройств молниезащиты следует широко применять унифицированные конструкции и типовые детали.

На ВАЗе нашли применение сетчатые молниеприемники, которые изготавливаются, как правило, из прутковой или полосовой стали. Площадь поперечного сечения каждой ветви металлической сетки принимается равной не менее 35 мм^2 . Сетчатые молниеприемники устанавливаются на кровлю защищаемого объекта, при этом конструкция молниеприемника не должна препятствовать свободному стоку атмосферных вод. В этих целях рекомендуется укладка металлической сетки под слой гидро- и теплоизоляции. При наличии в верхней части здания металлических конструкций последние используются в качестве сетчатого молниеприемника. При этом площадь каждой ячейки, ограниченная отдельными отрезками металлических частей, должна быть не более 36 м^2 . Уменьшается площадь ячеек путем прокладки дополнительных ветвей, соединяемых при помощи сварки с металлическими частями.

2.3.1 Анализ климатических условий эксплуатации электроустановок

Анализ климатических условий эксплуатации электроустановок

Категории исполнения (укрупненные) изделий для эксплуатации в различных климатических районах:

Для эксплуатации на открытом воздухе (воздействие совокупности климатических факторов, характерных для данного климатического района).

Для эксплуатации под навесом или в помещениях (объемах) где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха, например, палатках, кузовах, прицепах, металлических помещениях без теплоизоляции, а также в оболочках комплектного изделия категории 1 (отсутствие прямого воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков).

Для эксплуатации в закрытых помещениях (объемах) с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействия песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе, например в металлических с теплоизоляцией, каменных, бетонных, деревянных помещениях (отсутствие воздействия атмосферных осадков, прямого солнечного излучения; существенное уменьшение ветра; существенное уменьшение или отсутствие воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги). [42]

Для эксплуатации в помещениях (объемах) с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и др., в том числе хорошо вентилируемых подземных помещениях (отсутствие воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха; отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги).

Для эксплуатации в помещениях (объемах) с повышенной влажностью (например, в неотапливаемых и невентилируемых подземных помещениях, в т. ч. в шахтах, подвалах, в почве, в таких судовых, корабельных и др. помещениях, в которых возможно длительное наличие воды или частая конденсация влаги на стенах и потолке, в частности в некоторых трюмах, некоторых цехах текстильных,

гидрометаллургических производств и т. п.). Группы условий эксплуатации по коррозионной активности атмосферы для металлов и сплавов без покрытий, а также с металлическими и неметаллическими неорганическими покрытиями:

Таблица 5 - Обозначение группы условий эксплуатации [20]

Обозначение группы условий эксплуатации	1	3	5
Категория изделий или категория размещения деталей (поверхностей)	2, 3*, 4	1**, 2, 3	1
Исполнение изделий	У, УХЛ (ХЛ)	У, УХЛ (ХЛ)	У, УХЛ (ХЛ)
Старое обозначение групп условий эксплуатации	Л	С3, С2	Ж1, Ж2

* Только для деталей, размещенных в оболочках изделий с естественной или искусственной вентиляцией

** Только для изделий, специально предназначенных для эксплуатации в атмосфере типа I Л — легкая, С — средняя, Ж — жесткая

Категория исполнения изделия	Значения температуры воздуха при эксплуатации, °С					Относительная влажность воздуха при эксплуатации	
	рабочие			предельные		Среднемесячное значение в наиболее теплый и влажный период при +20°С, %	Продолжительность воздействия, мес
	верхнее	нижнее	среднее	верхнее	нижнее		
Умеренный климат	(У)*						
1	+40	-45	+10	+45	-50	80	6
2	+40	-45	+10	+45	-50	80	6
3	+40	-45	+10	+45	-50	80	6
5	+35	-5	+10	+45	-50	90	12
Умеренный и холодный климат	(УХЛ)						
1	+40	-60	+10	+45	-60	80	6
2	+40	-60	+10	+45	-60	80	6
3	+40	-60	+10	+45	-60	80	6
4	+35	+1	+20	+40	+1	65	12
5	+35	-10	+10	+35	-10	90	12

Таблица 6 - Характеристика климатов климатических районов [22]

Категория исполнения изделия	Значения температуры воздуха при эксплуатации, °С					Относительная влажность воздуха при эксплуатации	
	рабочие			предельные		Среднемесячное значение в наиболее теплый и влажный период при +20°С, %	Продолжительность воздействия, мес
	верхнее	нижнее	среднее	верхнее	нижнее		
Холодный климат	(ХЛ)**						
1	+40	-60	+10	+45	-60	80	6
2	+40	-60	+10	+45	-60	80	6
3	+40	-60	+10	+45	-60	80	6
5	+35	-10	+10	+35	-10	90	12

* Изделия в исполнениях У и УХЛ могут эксплуатироваться в теплой и жаркой зонах, в которых средняя из ежегодных абсолютных максимумов температуры воздуха выше 40°C и (или) сочетание температур, равной 20°C или выше, и относительной влажности, равной 80% или выше, наблюдается более 12 ч в сутки за непрерывный период более 2 мес в году.

** Если основным назначением изделий является эксплуатация в районе с холодным климатом и экономически нецелесообразно их использование вне пределов этого района, вместо обозначения УХЛ рекомендуется обозначать ХЛ.

Для поверхностей, подвергаемых нагреву солнцем, верхнее и среднее значение рабочей и предельной температуры должны приниматься выше, чем указано в таблице для изделий категории I, на следующие значения: для поверхностей, имеющих белый или серебристо-белый цвет, на 15°C; для поверхностей, имеющих иной, кроме белого или серебристо-белого, цвет, на 30°C.

Таблица 7 - Категории исполнения электротехнических изделий в зависимости от места размещения [21]

Категория исполнения изделия	Характеристика места размещения
1	На открытом воздухе
2	Под навесом или в открытых (с доступом наружного воздуха) помещениях
3	В закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственного регулирования климатических условий
4	В помещениях с искусственным регулированием климатических условий
5	В помещениях с повышенной влажностью (шахты, подвалы и т. п.)

Таблица 8 - Климатическое исполнение электротехнических изделий [24]

Климатическое исполнение	Характеристика климата
У	Умеренный
УХЛ	Умеренный и холодный
ХЛ	Холодный
ТВ	Тропический влажный
ТС	Тропический сухой
Т	Тропический как сухой, так и влажный
О	Любой климат на суше, кроме очень холодного климата
М	Умеренно холодный морской
ТМ	Тропический морской
ОМ	Любой морской климат
В	Любой климат, кроме очень холодного

2.3.2 Анализ производственных условий эксплуатации электроустановок

Анализ производственных условий эксплуатации электроустановок

Эксплуатация электрооборудования – это совокупность всех фаз его существования после изготовления, включая транспортировку к месту применения, подготовку к использованию по назначению, техническое обслуживание, ремонт и хранение.

В практике нашли применение индивидуальная, смешанная, централизованная формы эксплуатации электроустановок.

Индивидуальная форма - эта форма организации эксплуатации определяемая и реализуемая самим хозяйством. Как правило, она выполняет в хозяйстве все работы по технической эксплуатации. Для выполнения специальных работ (измерение, испытание, наладка сложного оборудования и т.д.), а также выполнения работ по развитию электрификации привлекаются подрядные организации на основе договоров.

Централизованная форма организации эксплуатации предполагает наличие или создание централизованной службы. Эта служба может создаваться для обслуживания всех или части хозяйств района или региона как часть общеинженерной службы или на кооперативных основах в виде специализированной службы различных форм собственности.

В смешанной форме по номенклатуре выполняемых работ различают комплексную, специализированную и сервисную формы.

При комплексной форме выполняются все виды работ по эксплуатации электрооборудования и по развитию электрификации. При этом штат ЭТС включает производственный и инженерно-технический персонал хозяйств, выполняющий, в основном, оперативное обслуживание.

При специализированной форме выполняется обслуживание отдельных, наиболее ответственных потребителей либо специальные работы (контрольные измерения, производственные испытания и т.д.), а остальную часть производственной программы выполняет служба хозяйства.

Сервисная форма эксплуатации организуется как единая система товаропроводящей сети крупных торгово-промышленных компаний или корпораций. Особенно характерна для западных компаний (АББ, Westfalia и др.). Включает в себя шеф-монтаж и наладку оборудования с периодическим гарантийным обслуживанием и ремонтом. Служба хозяйства при этом выполняет лишь оперативные переключения и контроль параметров.

Для обходимо учитывать годовой объем и номенклатуру работ, удаленность хозяйства и его объектов, качество дорог, укомплектованность электроматериалами, техническими средствами и т.д.

Индивидуальная форма эксплуатации оправдана на достаточно большом объеме работ, наличие хороших трудовых и материальных ресурсов, а также при значительном удалении хозяйства от центров или плохом состоянии дорог. Считают оправданным применение этой формы эксплуатации при 800у.е.э. и более.

Централизованную комплексную форму эксплуатации применяют для небольших хозяйств, садово-огороднических товариществ, школ, садов, имеющих менее 300у.е.э. и надежную транспортную связь с центрами. В настоящее время возрастает роль этой формы эксплуатации в связи с резким некомплектом электротехнического персонала в целом ряде хозяйств. [17]

Сервисная форма организуется фирмами-производителями или реализаторами и включает не только узко-экономические критерии, но и стратегические интересы развития.

В хозяйствах имеющих от 300 до 800у.е.э. применяют специализированную централизованную службу.

Вне зависимости от формы эксплуатации важнейшим элементом ее надежного и экономически оправданного функционирования является структура ЭТС хозяйства. В зависимости от принципа выбора числа и назначения подразделений ЭТС различают территориальную, функциональную или гибкую структуру ЭТС.

Понятия производственной и технической эксплуатации

Производственная эксплуатация – это процесс использования электрооборудования по назначению, в результате которого электрическая энергия преобразуется в другие виды. В этом процессе участвует не только электротехнический персонал, но и персонал, обслуживающий технологические объекты. Результатом (продукцией) процесса использования является технологический объект с заданными свойствами (приготовленный корм, поданная вода) или условия существования (освещенность, температура и т.д.).

Техническая эксплуатация – это процесс обеспечения и поддержания требуемого состояния электрооборудования, заключающийся в восстановлении его свойств, утрачиваемых при использовании или хранении. Техническую эксплуатацию осуществляют специалисты электротехнической службы хозяйства или специализированной организации. Результат (продукция) технической эксплуатации – эксплуатационная надежность электрооборудования.

Цель эксплуатации – обеспечение эффективной работы электрифицированных технологических объектов за счет поддержания требуемой надежности и рационального использования электрооборудования.

На достижение требуемого качества эксплуатации электрооборудования основное влияние оказывают: источник электроснабжения, определяющий качество электроэнергии; эксплуатационные свойства используемого электрооборудования,

характеризующие его пригодность к эксплуатации; технологический объект, определяющий режимы использования и условия окружающей среды; служба эксплуатации, от которой зависит качество обслуживания, ремонта и других работ по обеспечению надежности электрооборудования. Система названных элементов составляет обобщенный объект изучения теории эксплуатации электрооборудования и обозначается для краткости: источник – электроприемник – технологический объект – служба эксплуатации.

2.3.3 Архитектурно строительные условия при проектировании электроустановок

Архитектурно строительные условия объекта необходимо учитывать при проектировании электроустановок, в зависимости от архитектурно строительной часть, проектируется электрическая часть объекта. Одновременно с созданием схем и чертежей внутреннего электроснабжения проектировщики должны работать над созданием проектов других необходимых в здании инженерных систем, включая вентиляцию, отопление и т.д. При разработке схем электроснабжения следует уделять особое внимание вопросам безопасности, правильно подобрать номиналы защитного оборудования и систем. На следующем этапе разработки проекта специалистами создаются схемы наружного и внутреннего освещения.

Важнейшей частью проектирования электроснабжения должны выступать профессиональные расчеты. Расчеты позволяют точно определить уровень нагрузки на электрическую систему, на их основе можно будет выбирать электрические кабели и другие устройства для сети. [15]

Далее мастерам следует переходить к разработке проекта трансформаторной подстанции, необходимой для работы электрической установки. Заниматься такими работами должны специалисты, которым известны отличия между трансформаторами тока и трансформаторами напряжения. Вместе с проектированием подстанций обычно разрабатываются и проекты внеплощадочных систем.

2.4 Эксплуатация и обслуживание электроустановок на объектах г.о Тольятти

Эксплуатация электрооборудования — это совокупность подготовки и использования изделий по назначению, Технического обслуживания, хранения и транспортировки. Основные задачи эксплуатации электрооборудования — добиться бесперебойного, надежного и качественного электроснабжения всех объектов производства и жилищно-коммунального хозяйства, создать нормальные режимы работы электрооборудования, обеспечивающие его наилучшие технико-экономические показатели, повышать эксплуатационную надежность оборудования.

Главная задача эксплуатации электрооборудования — поддерживать его в исправном состоянии в течение всего времени эксплуатации и обеспечивать его бесперебойную и экономичную работу. Для выполнения этой задачи необходимо проводить плановое техническое обслуживание электрооборудования.

Основные положения по организации эксплуатации электрооборудования.

При эксплуатации электрооборудования особое внимание нужно обращать на следующее:

- правильный выбор электрооборудования по условиям среды, в которой оно работает, при этом необходимо учитывать режим работы;
- выбор мощности электрооборудования с учетом конкретных режимов его работы, особенно продолжительности его использования;
- обслуживание электрооборудования перед вводом в эксплуатацию, перед пуском, в процессе работы, после остановки;
- своевременное плановое проведение технического обслуживания с учетом режима работы;
- плановое проведение текущих ремонтов, сочетающееся с модернизацией электрооборудования с учетом конкретных данных эксплуатации по выявлению слабых мест, узлов в электрооборудовании и причин их появления, усиление этих элементов и повышение надежности электрооборудования;

Профилактические испытания изоляции электрооборудования.

Профилактические испытания обязательны при эксплуатации всех электроустановок. Они позволяют обнаружить неисправности, которые не могут быть выявлены осмотром, так как иногда не имеют внешних проявлений.

Своевременное устранение таких неисправностей предупреждает повреждение оборудования в период времени между ремонтами и авариями.

Наладка электрооборудования

На объектах производства и жилищно-коммунального хозяйства характеризуется большим разнообразием электроустановок, в которых используются современные автоматизированные электроприводы со станциями управления. После монтажа таких установок перед пуском их в эксплуатацию налаживают отдельные аппараты, а затем увязывают их совместную работу для обеспечения заданных режимов.

Наладку схемы электропривода выполняют по элементной и монтажной схемам, а также по схеме внешних соединений, по которой проверяют все соединения от станции управления к электрическим машинам, пульту управления, ящикам сопротивлений и т. п.

Контроль за температурными режимами электрооборудования.

Электрические машины, трансформаторы и другие электроаппараты нагреваются под действием тока, проходящего по обмоткам и токоведущим частям, и вследствие перемагничивания стальных сердечников. Выделяемое тепло воздействует на изоляцию электроустановок. Так как элементы электрооборудования выполняют из материалов с различными коэффициентами теплового расширения, в них могут возникать усилия, вызывающие опасные деформации. [18]

Чтобы устранить вредное воздействие температуры на изоляцию, ее нужно правильно выбрать по нагреву. Соединения (контакты) токоведущих частей нужно устраивать очень тщательно, а для устранения деформации в распределительных устройствах использовать температурные компенсаторы.

2.4.1 Техника безопасности при обслуживании электроустановок

Трудовое законодательство обязывает администрацию предприятия принимать меры по созданию безопасных и здоровых условий труда, предупреждению случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Руководитель предприятия и главный инженер несут ответственность за состояние охраны труда на предприятии в целом. В отдельных подразделениях такая ответственность возложена на соответствующих руководителей этих подразделений (начальников цехов, участков, мастеров).

Руководитель предприятия планирует мероприятия по охране труда, их финансирование, своевременно обеспечивает рабочих спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, лечебно – профилактическим питанием. Кроме того в его обязанности входит обеспечение нормальной работы санитарно – бытовых помещений, организация ремонта, стирки и химчистки спецодежды.

В обязанности главных инженеров входит своевременное рассмотрение проектов производства работ, технологических карт и другой технической документации; обеспечение обязательного выполнения действующих правил охраны труда, создание безопасных и безвредных условий труда на производстве. Главный инженер организует систематическую пропаганду безопасных и здоровых условий труда. Для этого проводятся совещания, лекции, экскурсии, инструктажи, обучение рабочих и инженерно – технических работников с целью повышения их квалификации по вопросам охраны труда.

Для постоянной и систематической работы по улучшению условий труда на предприятиях создают отдел (бюро) охраны труда, подчиненный непосредственно главному инженеру.

Основными задачами отдела являются совершенствование организации работы на предприятии по созданию безопасных и здоровых условий труда работающих, внедрение передового опыта и научных разработок по охране труда, осуществление контроля за состоянием охраны труда на производстве.

Работники отдела охраны труда контролируют соблюдение мастерами, руководителями участков, цехов и других подразделений действующего законодательства, приказов, инструкций, нормативных актов вышестоящих организаций и органов государственного надзора в области охраны труда. В их обязанности входит также контроль за эффективностью работы коллективных

средств защиты и организация хранения , выдачи, стирки и ремонта спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты. Отдел охраны труда ведет учет несчастных случаев, оформленных актом по форме Н – 1 , в специальном журнале регистрации несчастных случаев на производстве, анализирует причины производственного травматизма и профессиональных заболеваний, принимает участие в расследовании аварий и несчастных случаев , контролирует правильность расхода подразделениями предприятия средств, выделенных на мероприятия по охране труда, составляет отчеты об охране труда по установленным формам и в определенные сроки [29]

2.5 Причины выхода из строя электроустановок и электрических сетей в целом

Основные причины выхода из строя электрооборудования, прежде всего, такие причины следует разделить на два типа. Это внешние и внутренние. Все основные причины выхода из строя электроустановок представлены в таблице 10.

Таблица 9 – Основные причины выхода из строя электроустановок [39]

Возможные поломки	Причина поломки	Последствия поломки	Проектное решение
Чрезмерное перенапряжение на самом входе электрического питания устройства.	удар молнии в линию, перекос фаз, обрыв электрического нуля	Остановка производства, экономические потери	защитное заземление, зануление, выравнивание потенциалов, защитное отключение, грозозащита
Заниженное электрическое напряжение на входе электрического питания оборудования	перекос электрических фаз, неполадки на электрических подстанциях	Остановка производства, экономические потери	защитное заземление, зануление, выравнивание потенциалов, защитное отключение
Выход из строя понижающего трансформатора	Человеческий фактор, грозовые перенапряжения, заводские дефекты	Остановка производства, экономические потери	Схема параллельного соединения трансформаторов, закольцовка линии электроснабжения
Короткое замыкание	Человеческий фактор, механические повреждения, узлов электроустановок	Остановка производства, экономические потери, пожар, человеческие жертвы	Ограждения, предохраняющие и защитные устройства

Продолжение			
Обрыв линий электроснабжения	Механические повреждения, человеческий фактор	Остановка производства, экономические потери	параллельного соединения трансформаторов, закольцовка линии электроснабжения
Пожар в электроустановках	Короткое замыкание, человеческий фактор	Остановка производства, экономические потери, человеческие жертвы	Огнетушащая система, использование не горящих слаботочных кабелей
Отключение узлов электроустановок	Обрыв Линии, короткое замыкание, человеческий фактор	Остановка производства, экономические потери	параллельного соединения трансформаторов, закольцовка линии электроснабжения

Не важно, будь то электрооборудование или механическое устройство либо же биологическая система, всё работает по похожему принципу, а именно, всё устройство, это целостная система. Она состоит из определённых функциональных подсистем. Каждая выполняет свою роль и определённую задачу. И общая работа всего электроустройства в целом, зависит от работы каждой из этих отдельных частей, элементов, механизмов.

Если все составные части функционируют нормально, то и оборудование в целом тоже.

Основные причины выхода из строя электроустановок

Чрезмерное перенапряжение на самом входе электрического питания устройства. Это относится к внешнему фактору. Данное явление происходит по нескольким причинам: удар молнии в линию электрической сети, протекание в сетях разных переходных процессов при переключениях, образовавшегося перекоса электрических фаз либо обрыва электрического нуля на самом вводе электроснабжения и т.д.

Заниженное электрическое напряжение на входе электрического питания оборудования, также можно отнести к внешним факторам воздействия. Эта причина, также как и при перенапряжении возникает в результате перекоса электрических фаз, слишком большой электрической нагрузки в сети потребителя,

всевозможные неполадки на электрических подстанциях и на самих силовых линиях электропередач. При сниженном напряжении наиболее чувствительные электронные приборы и устройства становятся крайне неустойчивым в своей номинальной работе, а в результате неисправность.

Различные неблагоприятные (внешние) условия, при которых функционирует то или иное электрическое оборудование. Это неблагоприятные климатические условия либо случаи, при которых сами люди подвергает своё электрооборудование на неблагоприятные условия работы. К примеру, обычный телевизор, на котором располагается цветочная ваза с водой. При неосторожности человека ваза перевернулась, и вода проникла в телевизор. К климатическим неблагоприятным условиям можно отнести повышенную влажность, чрезмерную запылённость, за пределами низкую или высокую температуру и прочее.

Электрооборудование, собранное из некачественных элементов. Приобретая дешёвые вещи, людям свойственно наткнуться на китайскую электротехнику. Как известно подобная аппаратура не славится высокой надёжностью и качеством работы. [27]

Программный сбой (внутренний фактор неисправности). Одна из разновидностей возможных неисправностей, которая больше относится к электрооборудованию, что содержит в себе электронные узлы управления.

Классическими факторами неисправности в электрике и электронике являются обрыв и КЗ (короткое замыкание). При обрыве электрической цепи прекращается подача электрической энергии в определённых узлах схемы, а при коротком замыкании происходит выгорание рабочих частей и элементов чрезмерным электрическим током.

Человеческий фактор, не соблюдения ТБ и ТО, не профессионализм и халатность рабочего и обслуживающего персонала.

2.6 Последствия выхода из строя электроустановок и электрических сетей

Последствия выхода из строя электроустановок и электрических сетей могут быть всевозможными и самыми непредсказуемыми, начиная от поломки

электроустановок и технического оборудования, заканчивая техногенными катастрофами и многочисленными жертвами.

В зависимости от технологической специфики объекта, выход из строя электроустановок на объектах химической транспортной машиностроительной промышленности, а также на объектах жилищно-коммунального хозяйства, могут сопровождаться разными последствиями. Остановкой производства, и технологического процесса, так же это несет и экономические потери.

ГЛАВА 3 Анализ и выбор проектного решения расположения электроустановок

Процесс разработки электропроектов включают в себя различные этапы проектирования электроустановок. Перед началом проектирования специалисту нужно представить себе весь предстоящий объем работ, ведь электрические установки значительно отличаются между собой по техническим характеристикам, параметрам, мощности и назначению. Несмотря на эти отличия, проектирование любых электроустановок можно разделить на основные этапы, которые следует выполнять в строгой последовательности.

Проектирование любой электрической установки должно начинаться со сбора необходимых для работы исходных данных и нормативных документов. Сначала собственник предоставляет сотрудникам нанятого проектного предприятия техзадание, планы электрифицируемых объектов и свои требования к функциональности будущей электросети, после чего специалистам нужно будет проверить эти документы на соответствие законодательству. [44]

Если в исходных данных нет никаких ошибок и дефектов, исполнителям следует перейти к выбору места монтажа трансформаторной подстанции, без которой не может обойтись ни одна мощная электроустановка.

На основе исходных данных, категории электроснабжения и технических условий на подключение к электросетям мастерам нужно будет подготовить качественную структурную схему электроснабжения, она является важнейшим документом для дальнейших электромонтажных работ.

После структурной схемы следует разработать проект внутренней электрической системы для электрификации объекта. Одновременно с созданием схем и чертежей внутреннего электроснабжения проектировщики должны работать над созданием проектов других необходимых в здании инженерных систем, включая вентиляцию, отопление и т.д. При разработке схем электроснабжения следует уделять особое внимание вопросам безопасности, правильно подобрать номиналы защитного оборудования и систем. На следующем этапе разработки проекта специалистами создаются схемы наружного и внутреннего освещения.

Важнейшей частью проектирования электроснабжения должны выступать профессиональные расчеты. Расчеты позволяют точно определить уровень нагрузки на электрическую систему, на их основе можно будет выбирать электрические кабели и другие устройства для сети. [41]

Далее мастерам следует переходить к разработке проекта трансформаторной подстанции, необходимой для работы электрической установки. Заниматься такими работами должны специалисты, которым известны отличия между трансформаторами тока и трансформаторами напряжения. Вместе с проектированием подстанций обычно разрабатываются и проекты внеплощадочных систем.

Если сотрудники проектного предприятия будут знать правила проектирования и этапы выполнения таких работ, они смогут правильно организовать разработку электрического проекта, выполнить все необходимые для этого действия грамотно, быстро и качественно.

3.1 Взаимосвязь проектного решения расположения электроустановок с системой управления ОТ и ТБ

Для грамотного управления охраной труда необходимо это учитывать уже на стадии проектирования. Ведь связь проектного решения и системы управления охраной труда очевидна, изучая график травматизма на производстве можно сделать вывод, что большую часть травматизма на производстве составляет именно случаи, связанные с электрическим током.

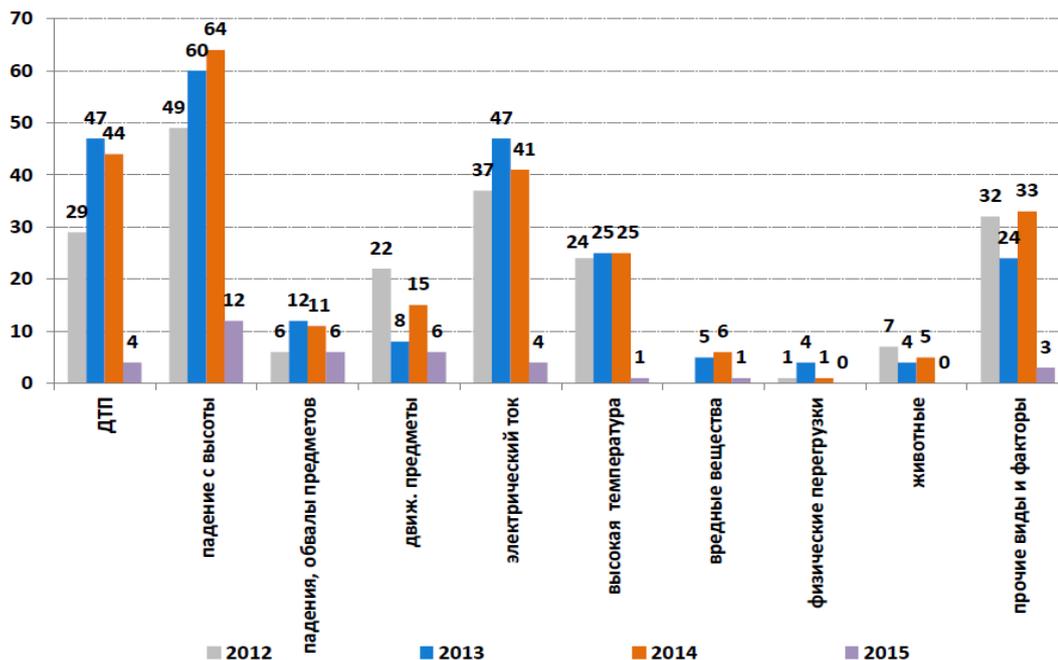


Рисунок 4 – График травматизма по видам происшествий и факторов воздействия на производстве города Тольятти. [48]

Идентификация опасных и вредных производственных факторов разрабатываемого производственного объекта

По классификации ГОСТ 12.0.003-74 в электрических установках присутствуют следующие опасные и вредные производственные факторы:

повышенная или пониженная температура рабочей зоны;

повышенное или пониженное барометрическое давление и его резкое изменение;

повышенные или пониженные влажность, подвижность;

повышенные значения напряжения в электрической цепи;

повышенные уровни статического электричества, электромагнитных излучений;

повышенная напряженность электрического и магнитного полей;

расположение рабочего места на значительной высоте относительно пола (земли);

токсические (трансформаторное масло);

перенапряжения анализаторов.

3.2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов разрабатываемого производственного объекта

Воздействие опасных и вредных производственных факторов на организм человека, изложены в таблице 11.

Таблица 10 - идентификации ОВПФ электроустановок. [5]

Опасный и вредный производственный фактор	Влияние на организм человека	Проектное решение
Протекание электрического тока через организм человека	электротравм, механических повреждений и профессиональных заболеваний, падение с высоты, ушибы	защитное заземление, зануление, выравнивание потенциалов, защитное отключение, изоляция токоведущих частей, ограждение, блокировка, предупредительная сигнализация
воздействие электрической дуги	электротравм, механических повреждений и профессиональных заболеваний, падение с высоты, ушибы	защитное заземление, зануление, выравнивание потенциалов, защитное отключение, изоляция токоведущих частей, ограждение, блокировка, предупредительная сигнализация
воздействие биологически активного электрического поля	электротравм, механических повреждений и профессиональных заболеваний, падение с высоты, ушибы	дистанционное управление источниками ЭМП, экранирование рабочего места, радиальное размещение оборудования, излучающего ЭМП
воздействие биологически активного магнитного поля	электротравм, механических повреждений и профессиональных заболеваний, падение с высоты, ушибы	дистанционное управление источниками ЭМП, экранирование рабочего места, радиальное размещение оборудования, излучающего ЭМП
воздействие электростатического поля	электротравм, механических повреждений и профессиональных заболеваний, падение с высоты, ушибы	дистанционное управление источниками ЭМП, экранирование рабочего места, радиальное размещение оборудования, излучающего ЭМП
воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ).	электротравм, механических повреждений и профессиональных заболеваний, падение с высоты, ушибы	дистанционное управление источниками ЭМП, экранирование рабочего места, радиальное размещение оборудования, излучающего ЭМП

В производственных условиях, как правило, действует комплекс вредностей и опасностей. Все опасности в комплексе усиливают воздействие на организм человека в процессе труда.

Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях, которые определяются сочетаниями температуры воздуха, скорости его движения и относительной влажности, барометрическим давлением и тепловым излучением от нагретых поверхностей. При благоприятных сочетаниях параметров микроклимата человек испытывает состояние теплового комфорта, что является важным условием производительности труда и предупреждением заболеваний.

Электромагнитное поле (ЭМП) обладает определенной энергией и распространяется в виде электромагнитных волн. Основными параметрами электромагнитных колебаний являются: длина волны, частота колебаний и скорость распространения.

Степень воздействия электромагнитных излучений на организм человека зависит от диапазона частот, интенсивности воздействия соответствующего фактора, продолжительности облучения, характера излучения (непрерывное или модулированное), режима облучения, размеров облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма.

Длительное воздействие электрического поля (ЭП) низкой частоты вызывает функциональные нарушения центральной нервной и сердечнососудистой систем человека, а также некоторые изменения в составе крови, особенно выраженные при высокой напряженности ЭП.

Биологическое действие электромагнитных полей (ЭМП) более высоких частот связывают в основном с их тепловым и аритмическим эффектом. Тепловое действие может привести к повышению температуры тела и местному избирательному нагреву тканей, органов, клеток вследствие перехода электромагнитной энергии в тепловую. Биологическая активность ЭМП увеличивается с возрастанием частоты колебаний и является наибольшей в области СВЧ. Облучение ЭМП большой интенсивности может привести к разрушительным

изменениям в тканях и органах. Тяжелые поражения возникают только в аварийных случаях и встречаются крайне редко. Длительное хроническое воздействие ЭМП небольшой интенсивности (не вызывающих теплового эффекта) приводит к различным нервным и сердечно-сосудистым расстройствам (головной боли, утомляемости, нарушению сна, боли в области сердца и т.п.). Возможны нарушения со стороны эндокринной системы и изменение состава крови. На ранних стадиях нарушения в состоянии здоровья носят обратимый характер. [11]

В зависимости от диапазона частот в основу гигиенического нормирования электромагнитных излучений положены разные принципы. Критерием безопасности для человека, находящегося в электрическом поле промышленной частоты, принята напряженность этого поля.

Электрические установки, с которыми приходится иметь дело работающим на производстве, представляет для человека большую потенциальную опасность, которая усугубляется тем, что органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличие электрического напряжения на оборудовании. Проходя через тело человека, электрический ток оказывает сложное воздействие, являющееся совокупностью термического (нагрев тканей и биологических сред), электролитического (разложение крови и плазмы) и биологического (раздражение и возбуждение нервных волокон) воздействий. Наиболее сложным является биологическое действие, свойственное только живым организмам.

3.2.1 Воздействие опасных и вредных производственных факторов электроустановок на организм человека

Факторами опасного и вредного воздействия на человека, связанными с использованием электрической энергии, являются:

- протекание электрического тока через организм человека;
- воздействие электрической дуги;
- воздействие биологически активного электрического поля;
- воздействие биологически активного магнитного поля;
- воздействие электростатического поля;
- воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ).

Биологически активными являются электрические и магнитные поля, напряженность которых превышает предельно допустимые уровни (ПДУ) – гигиенические нормативы условий труда.

Опасные и вредные последствия для человека от воздействия электрического тока, электрической дуги, электрического и магнитного полей, электростатического поля и ЭМИ проявляются в виде электротравм, механических повреждений и профессиональных заболеваний. Степень воздействия зависит от экспозиции фактора, в том числе: рода и величины напряжения и тока, частоты электрического тока, пути тока через тело человека, продолжительности воздействия электрического тока или электрического и магнитного полей на организм человека, условий внешней среды.

Экспозиция - количественная характеристика интенсивности и продолжительности действия вредного фактора.

Электротравмы: локальные поражения тканей (металлизация кожи, электрические знаки и ожоги) и органов (резкие сокращения мышц, фибриляция сердца, электроофтальмия, электролиз крови) являются результатом воздействия электрического тока или электрической дуги на человека.

По степени воздействия на организм человека различаются четыре стадии:

I – слабые, судорожные сокращения мышц;

II – судорожные сокращения мышц, потеря сознания;

III - потеря сознания, нарушение сердечной и дыхательной деятельности;

IV – клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Механические повреждения, явившиеся следствием воздействия вредных факторов, связанных с использованием электрической энергии (падение с высоты, ушибы), также могут быть отнесены к электротравмам. Кроме того, электрический ток вызывает непроизвольное сокращение мышц (судороги), которое затрудняет освобождение человека от контакта с токоведущими частями.

Профессиональные заболевания проявляются, как правило, в нарушениях функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. У людей, работающих в зоне воздействия электрического и магнитного полей,

электростатического поля, электромагнитных полей радиочастот, появляются раздражительность, головная боль, нарушение сна, снижение аппетита, нарушение репродуктивной функции и др. Следствием воздействия вредных факторов могут явиться болезни глаз или лейкемия (белокровие). [13]

3.2.2 Учет электробезопасности проектируемого объекта

Электробезопасность на производстве обеспечивается следующими методами и способами:

защитное заземление, зануление, выравнивание потенциалов, защитное отключение;

изоляция токоведущих частей (рабочая, дополнительная, усиленная, двойная), ограждение, блокировка, предупредительная сигнализация (звуковая и световая), документальное оформление работы, допуск к работе, надзор во время работы, малое напряжение, наблюдение во время работы;

обучение персонала, работающего на электроустановках, знаки безопасности, изолирующие защитные и предохранительные приспособления.

Для защиты от ЭМП могут быть использованы следующие методы, способы и средства защиты:

дистанционное управление источниками ЭМП;

экранирование рабочего места (для экранов используются материалы с большой электрической проводимостью (медь, алюминий, сталь), экраны должны быть заземлены), радиальное размещение оборудования, излучающего ЭМП;

установление рациональных режимов работы оборудования и обслуживающего персонала, применение предупреждающей сигнализации (световой, звуковой), применение средств индивидуальной защиты (СКЗ должны быть изготовлены из металлизированной ткани, для хорошего экранирования ЭМП).

Для обеспечения безопасной эксплуатации объекта и безаварийности работ электрооборудования, согласно Межотраслевым правилам по охране труда (правилам безопасности) при эксплуатации электроустановок, необходимо применять ряд организационных и технических мероприятий ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00.

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работ в электроустановках, являются:

оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;

допуск к работе;

надзор во время работы;

оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы.

При подготовке рабочего места со снятием напряжения должны быть в указанном порядке выполнены следующие технические мероприятия:

произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных аппаратов;

на проводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты;

проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током;

наложено заземление, включены заземляющие ножи, а там, где они отсутствуют, установлены переносные заземления;

вывешены указательные плакаты «Заземлено», ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты.

При эксплуатации действующих электроустановок важную роль в обеспечении безопасности электротехнического персонала играют электротехнические средства защиты (электрозщитные средства) и предохранительные приспособления.

Электрозщитными средствами называются переносимые и перевозимые изделия, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля.

Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, подразделяют все электробезопасные средства на следующие группы:

штанги изолирующие (оперативные, измерительные, для наложения заземления), клещи изолирующие (для операций с предохранителями) и электроизмерительные, указатели напряжения, указатели напряжения для фазировки;

изолирующие средства для ремонтных работ под напряжением выше 1000 В и слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками;

диэлектрические перчатки, боты, галоши, коврики, изолирующие накладки, изолирующие подставки;

индивидуальные экранирующие комплекты;

переносные заземления;

временные ограждения, предупредительные плакаты;

защитные очки, рукавицы, противогазы, предохранительные монтерские пояса и когти, страховочные канаты, защитные каски.

Изолирующие электробезопасные средства подразделяются на основные и дополнительные. [26]

Основными называются такие изолирующие электробезопасные средства, изоляция которых длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановки и которые позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Основные электробезопасные средства испытываются повышенным напряжением, значение которого зависит от рабочего напряжения электроустановки, в которой они применяются. К основным электробезопасным изолирующим средствам в электроустановках напряжением выше 1000 В относятся оперативные и измерительные штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения и изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ (изолирующие лестницы, площадки, тяги, непосредственно соприкасающиеся с

проводом, щитовые габаритники, захваты для переноски гирлянд изоляторов, изолирующие штанги для укрепления зажимов и для установки габаритников).

Доназываются такие изолирующие электрозащитные средства, которые являются лишь дополнительной мерой защиты к основным средствам, а также служащие для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага. Дополнительные защитные средства испытываются повышенным напряжением, не зависящим от рабочего напряжения электроустановки, в которой они должны применяться. К дополнительным электрозащитным средствам, применяемым в электроустановках напряжением выше 1000 В, относятся диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, диэлектрические резиновые коврики, изолирующие подставки на фарфоровых изоляторах, диэлектрические колпаки, переносные заземления, оградительные устройства. [9]

Основными изолирующими электрозащитными средствами, применяемыми в электроустановках напряжением до 1000 В, являются изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолированными рукоятками. В электроустановках напряжением до 1000 В дополнительными защитными средствами являются диэлектрические галоши, диэлектрические резиновые коврики и изолирующие подставки.

3.2.3 Пожарная безопасность электроустановок

Пожарная опасность электроустановок обусловлена наличием в применяемом электрооборудовании горючих изоляционных материалов. Горючей является изоляция обмоток трансформаторов, различных электромагнитов (контакторы, реле, контрольно-измерительные приборы), проводов и кабелей.

Всевозможные лаки и компаунды, изоляционное (трансформаторное) масло, битум, канифоль, сера и ряд других электроизоляционных и конструкционных материалов являются горючими и пожароопасными.

Выделяемая изолированными проводниками теплота при прохождении по ним электрического тока вызывает повышение температуры. В случае значительных перегрузок проводников и, особенно, при прохождении токов КЗ температура

изоляции возрастает настолько, что материал разлагается с выделением горючих паров и газов, что и бывает обычной причиной возгорания.

Наибольшую пожарную опасность представляют маслonaполненные аппараты трансформаторы, баковые выключатели высокого напряжения, а также кабели с бумажной изоляцией, пропитанной маслoканифoлевым составом.

В силовых трансформаторах с масляным охлаждением не исключено межвитковое КЗ, в результате которого в части обмотки (витке) возникает настолько большой ток, что изоляция быстро разлагается с выделением горючих газов. При отсутствии надлежащей защиты, отключающей поврежденный трансформатор, не исключен взрыв газовой смеси с разрушением стенок кожуха и последующим выбросом горящего масла в помещение.

Очень опасны в пожарном отношении кабели высокого напряжения с бумажной изоляцией, пропитанной компаундом, содержащим минеральное масло, проложенные открыто в помещении или в кабельных сооружениях. Загорание изоляции кабеля возможно при длительном прохождении токов перегрузки и коротких замыканиях при отказе (не отключении) срабатывания максимальной токовой защиты.

Значительную пожарную опасность представляют коммутационные аппараты открытого типа и открытые плавкие предохранители, в которых при отключении токов, а также при перегорании плавкой вставки возникает опасное искрообразование. Поэтому, как правило, рубильники, переключатели и плавкие предохранители следует применять закрытого исполнения.

Учитывая пожарную опасность электроустановок, ПУЭ устанавливают ряд специальных требований к электрооборудованию при проектировании и монтаже. В процессе эксплуатации электроустановок необходимо также соблюдать ряд мер, предусмотренных ПТЭ с учетом пожарной безопасности.

Горение большинства изоляционных материалов (бумага, пряжа, ткани из органического волокна, резина, пластмассы и т.п.) сопровождается значительным выделением дыма и часто имеет вид тления, т.е. без пламени. Трансформаторное масло, кабельные компаунды, мастики и пропитки горят пламенем со значительным выделением продуктов неполного сгорания в виде окиси углерода. [19]

Прекращение горения можно осуществить следующими способами:

охлаждением зоны реакции или самих горящих веществ. Оно может быть осуществлено путем нанесения на их поверхность таких огнетушащих веществ, как вода или водяная пена, или путем охлаждения горячей жидкости в результате ее активного перемешивания. При этом температура верхнего слоя жидкости понижается, и поступление горючих паров в зону сгорания резко снижается;

разбавлением реагирующих веществ, например снижением концентрации кислорода путем введения в зону горения негорючих газов - азота или углекислого газа, а также разбавление горючего вещества негорючим (например, этилового спирта водой);

химическим торможением реакции сгорания в результате подачи на поверхность горящих веществ и материалов, так называемых ингибиторов (замедлителей реакции) или подачи ингибиторов в воздух, поступающий в зону сгорания;

изоляция реагирующих веществ от зоны сгорания. Она осуществляется путем создания изолирующего слоя в горючих материалах при нанесении на их поверхность огнетушащих веществ, а также создания разрывов в горючих материалах путем разборки или удаления их из зоны пожара.

Наиболее распространенным способом прекращения горения является охлаждение горючего вещества и изолирование его от очага горения. Так, например, при горении твердых веществ и материалов чаще всего для охлаждения используют воду в виде компактной струи или в распыленном виде. Вода, обладая высокой теплопроводностью, оказывает охлаждающее воздействие. Вода и воздушно-механическая пена на основе воды производят одновременно разбавляющее, охлаждающее и изолирующее действия на горящие вещества. Однако вода непригодна для тушения щелочных металлов, так как вступает с ними в химическую реакцию, сопровождаемую большим тепловым эффектом с выделением водорода.

Для ликвидации небольших очагов пожара можно применять некоторые порошковые материалы (хлориды щелочных металлов, соду, поташ, кварцевый песок и т.п.).

При тушении пожара в замкнутом помещении хорошие результаты дает применение водяного пара, а также инертного газа, например азота. Пар или инертный газ, поступая в помещение, где происходит горение, заполняет пространство, вытесняя воздух. Таким образом, содержание кислорода в воздухе понижается, что и способствует прекращению горения.

Если горящая электроустановка почему-либо не отключена и находится под напряжением, то тушение ее представляет дополнительную опасность поражения персонала электрическим током. Поэтому, как правило, приступать к тушению пожара электроустановки можно только после снятия с нее напряжения. Если почему-либо напряжение снять быстро невозможно, а пожар быстро развивается, то допускается тушение пожара электрооборудования, находящегося под напряжением, но с соблюдением особых мер электробезопасности.

Для тушения пожара электрооборудования (маслонаполненных трансформаторов, кабельных линии, проложенных в туннелях, и др.) можно использовать воду (распыленную или компактной струей), воздушно-механическую пену, инертный газ, порошки и другие огнегасительные средства (закрывание очага горения кошмой, сухим песком и т.п.).

В случае необходимости тушения пожара, не отключенного электрооборудования водой из ствола пожарного водопровода во избежание поражения электрическим током через струю воды необходимо соблюдать следующие правила:

тушение пожаров компактными и распыленными водяными струями без снятия напряжения с электроустановки допускается только в открытых для обзора ствольщика электроустановках, в том числе горящих кабелей при номинальном напряжении до 10 кВ. При этом ствол должен быть заземлен, а ствольщик должен работать в диэлектрических ботах и перчатках и находиться от очага пожара на расстоянии не менее 3,5 м при диаметре sprыска 13 мм при напряжении до 1 кВ включительно и 4,5 м при напряжении 10 кВ, при диаметре sprыска 19 мм эти расстояния увеличиваются соответственно до 4 и 8 м;

не разрешается для тушения электрооборудования, находящегося под напряжением, применять морскую или сильно загрязненную воду. Тушение пожаров в электроустановках, находящихся под напряжением, всеми видами пен с помощью ручных огнетушителей запрещается, поскольку пена и раствор пенообразователя в воде обладают повышенной электропроводностью;

при пожаре силовой трансформатор должен быть отключен со стороны обеих обмоток, после чего немедленно следует приступить к его тушению любыми средствами (распыленной водой, воздушно-механической пеной, огнетушителями). Горящее минеральное масло не следует тушить компактной струей во избежание увеличения площади пожара; [25]

при загорании кабелей, расположенных в туннелях, каналах и других помещениях, необходимо при наличии стационарной системы пожаротушения включить ее в работу. Во время тушения горящих кабелей напряжением выше 1000 В в кабельном туннеле работающий с пожарным стволом должен направлять струю воды через дверной проем или люк, не заходя в отсек с горящими кабелями. Одновременно с тушением кабелей необходимо принять меры к скорейшему снятию с них напряжения.

Тушение пожара электроустановок, не находящихся под напряжением, допускается любыми гасящими средствами, включая воду.

3.3 Оценка достоверности выбора проектного решения расположения электроустановок, для безопасной эксплуатации и обслуживания

Исходя из выше изложенной работы, сделаем вывод, что бы грамотно спроектировать объект промышленной или хозяйственной деятельности, необходимо учитывать множество условий влияющих на долговечность и надежность объекта, надежную работу всех систем, надежность электроустановок, что бы все строительные конструкции и все составные части проекта. Такие как электрическая, водоснабжение, водоотведение, газоснабжение, вентиляция отвечали всем требованиям охраны труда и технике безопасности, а также нормативным актам и законодательствам. [23]

Проведен анализ зависимости проектного решения расположения электроустановок, на влияние охраны труда и техники безопасности.

Планы расположения электрооборудования и прокладки электрических сетей (далее — планы расположения) выполняют при проектировании подстанций, распределительных пунктов, электрических сетей высокого и низкого напряжений, сетей освещения и т. д. В качестве основы расположения используют следующие рабочие чертежи:

- генеральные планы производственного назначения;
- генеральные планы жилищно-гражданских объектов;
- планы зданий, сооружений, помещений.

Масштаб планов расположения выбирают с учетом их сложности и насыщенности. Он должен обеспечивать четкое графическое изображение электрических сетей и оборудования. Масштабы на чертежах не показывают, за исключением случаев, предусмотренных стандартами.

На планах расположения в дополнение к требованиям ГОСТ 21.101—97 показывают:

строительные и технологические конструкции, трубопроводы и другие коммуникации, определяющие трассы прокладки электрических сетей или используемые для их крепления и прокладки в виде контурных очертаний — сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303—68*; границы и классы взрыво- и пожароопасных зон, категории и группы взрывоопасных смесей по классификации правил устройства электроустановок;

наименования отделений, участков цехов, помещений и т. п., если это определяет характер прокладки электрических сетей;

наименования или обозначения электромашинных помещений, помещений щитов управления, кабельных тоннелей и других электротехнических сооружений;

электрооборудование и электрические сети в виде условных графических изображений с указанием буквенно-цифровых обозначений по принципиальным схемам, кабельным или кабельно-трубным журналам. Электрооборудование и электрические сети на планах расположения приводят в следующем составе:

электроприемники, трансформаторные подстанции, комплектные электротехнические устройства, аппараты и т. п.;

токопроводы, шинопроводы (магистральные, распределительные, троллейные);
опоры для прокладки воздушных линий электропередачи, позиции опор,
привязочные размеры для опор;

троллейные линии и участки электрической сети, выполненные шинами на
изоляторах;

трассы открытой прокладки кабелей и проводов на конструкциях, в коробах, на
лотках, в трубах, каналах, тоннелях;

трассы скрытой прокладки проводов и кабелей в земле, в полах, в фундаментах;
магистральи заземления и зануления.

Планы расположения электрооборудования, как правило, совмещают с планами
прокладки электрических сетей и устройствами заземления и молниезащиты. При
необходимости приводят разрезы, нетиповые узлы установки электрооборудования и
прокладки электрических сетей, схемы расположения шинопроводов, а также схемы
транспортировки крупногабаритного электрооборудования.

Электрооборудование (за исключением электроприемников, комплектных
устройств, аппаратов и приборов, установленных непосредственно на технологическом
оборудовании) и трассы электрических сетей должны иметь привязки и отметки на
плане.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе проработали и провели анализ зависимости проектирования электроустановок на систему управления охраной труда. Раскрыли актуальность внедрения новых систем проектирования, и взаимосвязь проектирования, расположение электроустановок с охраной труда и техникой безопасности на производстве. Изучили общие положения охраны труда при проектировании и эксплуатации электроустановок. Рассмотрели особенности проектирования электроустановок в России и ряде зарубежных стран. На примере производственного, металлургического корпуса «ОАО АВТОВАЗ» провели расчеты проектирования электроустановок корпуса, и раскрыли суть и актуальность проектирования электроустановок на всю работу корпуса и электрической части в частности. Провели анализ климатических, производственных и архитектурно-строительных условий при расчетах корпуса. В свете движения прогресса и технологий вперед, осваиваются новые элементы электроустановок, применяются новые технологии, а с ними внедряются новые нормативные документы по охране труда и технике безопасности. При проектировании электроустановок, необходимо учитывать это, и в первую очередь руководствоваться законами и нормативными актами. Применять при проектировании накопленный опыт в нашей стране и использовать зарубежный опыт проектирования электроустановок таким образом, что бы максимально обезопасить человека и окружающую среду от негативного воздействия электроустановок. Так же минимизировать воздействия на электроустановки человеческого фактора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горина Л. Н. Управление безопасностью труда : учеб. Пособие [Текст] / Л. Н. Горина, Т. Ю. Фрезе ; ТГУ ; Автомех. ин-т ; каф. "Управление пром. и экол. безопасностью". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2010. - 185 с. : ил. - Прил.: с. 157-183. - 42-91.
2. СТП 37.101.9603-2011«ССБТ. Системы управления охраной труда и промышленной безопасностью в ОАО «АВТОВАЗ», [Текст] 2011-37с.
3. Авт.: П.П. Кукин и др. [Текст]: Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда. - М.: Высшая школа, 2003
4. В.А. Акимов, Ю.Л. Воробьев, М.И. Фалеев и др. [Текст]: Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера . - М.: Высшая школа, 2006
5. В.Г. Еремин и др. ; рец.: А.В. Тотай, Г.П. Бабкин: [Текст] Безопасность жизнедеятельности в энергетике. - М.: Академия, 2010
6. В.Н. Говорков и др.; под общ. ред.: Ю.Г. Сорокина, А.П. Соловьева: [Текст] Комментарий к Федеральному закону "Об основах охраны труда в Российской Федерации". - М.: НЦ ЭНАС, 2001
7. Васильев П.П. [Текст] : Безопасность жизнедеятельности. Экология и охрана труда. Количественная оценка и примеры. - М.: ЮНИТИ, 2003
8. Васильев П.П. [Текст] : Практикум по безопасности жизнедеятельности человека, экологии и охране труда. - М.: Финансы и статистика, 2004
9. Куликов О.Н. [Текст] : Безопасность жизнедеятельности в строительстве. - М.: Академия, 2009
10. Министерство труда и социального развития РФ ; М-во энергетики РФ: Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок [Текст] ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00 . - М.: Омега-Л, 2006
11. Под общ. ред. д-ра техн. наук проф. С.В. Белова: [Текст] Безопасность жизнедеятельности. - М.: Высшая школа, 2008

12. Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. С.В. Белова: [Текст] Безопасность жизнедеятельности. - М.: Высшая школа, 1999
13. Шкрабак В.С. [Текст] : Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве. - М.: КолосС, 2004
14. Щуко Л.П. [Текст] : Справочник по охране труда в Российской Федерации. - СПб.: Питер, 2010
15. Федосеенко Р.Я. [Текст] Надежность электроснабжения и электрические нагрузки. М., «Энергия», 1967. 160с. с ил.
16. Шабад М.А. [Текст] Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. М.: Энергоатомиздат, 1981.
17. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей. Учебное пособие для студентов вузов. [Текст] / Под ред. В.М.Блока.- М.: Высш. Школа, 1981.
18. Долин П.А. [Текст] Основы техники безопасности в электроустановках. - М.: Энергоатомизда.2001.
19. Дорошев К.И. [Текст] Комплектные РУ 6 – 35 кВ. М.: Энергоатомиздат, 1982.
20. Инструкция по проектированию городских электрических сетей РД 34.20.185-94. М: [Текст] Энергоатомиздат, 1995.
21. Козлов В.А. [Текст] Городские распределительные электрические сети. 2-е изд. -Л.: Энергоиздат, 1997.
22. Козлов В.А. [Текст] Справочник по проектированию электроснабжения городов. Л.: Энергоатомиздат. 1998.
23. Нормативы для определения расчётных электрических нагрузок зданий (квартир), коттеджей, микрорайонов (кварталов) застройки и элементов городской распределительной сети. [Текст] - М., Министерство топлива и энергетики, 1999.
24. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. - [Текст] М.: Энергоатомиздат, 2000.

25. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию (в 2-х томах), под редакцией [Текст] А. А. Фёдорова. М.: Энергоатомиздат, 1987 г

26. Справочник по проектированию электроснабжения. [Текст] / Под ред. Круповича В.И. и др. /3-е изд. - М: 1995.

27. Постановление РФ от 23.05.2000 № 399 [Текст] «О нормативных правовых актах, содержащих государственные нормативные требования охраны труда»

28. Трудовой кодекс Российской Федерации. [Текст] - Федеральный закон от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (ред. от 01.12.2014).

29. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230—2007 Системы управления охраной труда. Общие требования» [Текст] (введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 10.07.2007 N 169-ст) (ред. от 31.10.2013, введена в действие с 1 марта 2014г.).

30. ГОСТ Р 12.007-2009. [Текст] Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию.

31. ГОСТ Р 12.0.010-2009. [Текст] Система управления охраной труда, определение опасностей и оценка рисков.

32. ГОСТ Р 12.0.009-2009. [Текст] Система управления охраной труда на малых предприятиях. Требования и рекомендации по применению.

33. Конституция Российской Федерации

34. «Правила устройства электроустановок» [Текст] (ПУЭ) 7 издание

35. «Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий» [Текст] Сибикин Ю.Д.

36. «Открытые электроустановки» [Текст] Масанов Н.Ф.

37. Воробьев В.Г. [Текст] Трёхфазные короткие замыкания. Методические указания по курсу "Переходные процессы в системах электроснабжения" для студентов специальности 0303. — Тольятти, 85.-38с.

38. «Электрические сети». [Электронный ресурс].

<http://leg.co.ua/stati/raznoe/osobennosti-sistem-elektrosnabzheniya-i-zaschity-elektrostanovok-v-evrope-ssha-i-yaponii.html>

39. «Особенности автоматизации электроснабжения промышленных предприятий». [Электронный ресурс].

<http://pandia.ru/text/79/576/15329.php>

40. «ФазаА.ru» [Электронный ресурс]. Электрика на производстве и дома.

<http://fazaa.ru/spravochnik/elektrosnabzhenie.html>

41. «Энергетика». [Электронный ресурс].

<http://forca.ru/knigi/oborudovanie/proektirovanie-elektrostanovok-2.html>

42. «Электроэнергетика». [Электронный ресурс].

<http://forca.com.ua/arhiv/ohorona-praci/ohrana-truda-rabotayuschih-v-elektrostanovkah-selskogo-hozyaistva.html>

43. «ЭлектроТехМонтаж». [Электронный ресурс].

http://www.etm21.ru/index.php?id=251&option=com_content&view=article

44. «Основы технологии проектирования электроустановок, систем электроснабжения». [Электронный ресурс].

<http://textarchive.ru/c-2900760-pall.html>

45. «Мэрия города Тольятти». [Электронный ресурс].

<http://tgl.mfc63.ru/files/files/pasport.pdf>

46. «Инженерные основы безопасности производства». [Электронный ресурс].

<http://laborprotection.3dn.ru/book/pages/9.html>

47. «Росэнергосервис». [Электронный ресурс]. Электронная библиотека по энергетике

<http://lib.rosenergосervis.ru/energotehnika/41-kattehnika/55-123.html>

48. «Электроэнергетика России». [Электронный ресурс].

<http://www.docme.ru/doc/167941/e-lektroe-nergetika-rossii>

49. «Значение электроэнергетики в экономике России». [Электронный ресурс].

<http://www.bourabai.kz/toe/rusenergy.htm>

50. «Министерство энергетики» [Электронный ресурс].

<http://minenergo.gov.ru/node/909>