|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 +БАЛТИЙСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА КАЛИНИНГРАДСКИЙ МОРСКОЙ РЫБОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ | | |
|  | | |
|  | | УТВЕРЖДАЮ  Зам.начальника колледжа  по учебно-методической  М.С. Агеева |
|  | | |
|  | | |
|  | | |
|  | | |
| МДК 01.01 Тема 1.1.3 Судовые электроэнергетические системы | | |
|  | | |
| Методическое пособие по курсовому проектированию  по специальности 26.02.06 «Эксплуатация судового электрооборудования  и средств автоматики» | | |
|  | | |
| **МО-26.02.06.МДК.01.01.КП** | | |
|  | | |
| РАЗРАБОТЧИК | Преподаватель колледжа Блинов М.Н. | |
|  |  | |
| Зав. ЭМО |  | |
|  |  | |
|  |  | |
|  |  | |
| ВЕРСИЯ | V.1 | |
| ДАТА ВЫПУСКА | 27.08.2020 | |
| ДАТА ПЕЧАТИ | 27.08.2020 | |
|  | | |
|  | | |

Методическое пособие составлено в соответствии с рабочей программой модуля ПМ.01 (версия V.1)

**Содержание**

Введение

1. Общие организационно-методические указания по выполнению курсового проекта….5

2. Перечень рекомендуемой литературы…………………………………………………….. 7

3. Содержание курсового проекта……………………………………………………………..8

4. Исходные данные к курсовому проектированию………………………………………….9

5. Методические указания по выполнению разделов курсового проекта…………………..15

5.1. Расчет нагрузки по режимам……………………………………………………………....15

5.2. Выбор типа, числа и мощности генераторных агрегатов СЭС…………………………21

5.3. Разработка схемы генерирования и распределение электроэнергии…………………..22

5.4. Расчет и выбор сечения кабелей судовой сети и распределительных устройств……. 24

5.5. Определение потери напряжения в электрических сетях ………………………………27

5.6. Расчет токов короткого замыкания СЭЭС переменного тока…………………………. 28

5.7. Выбор коммутационной аппаратуры………………………………………………...…...34

5.8. Проверка коммутационной защитной аппаратуры и шин распределительных

устройств по режиму короткого замыкания…………………………………………………..34

5.9. Автоматизация судовой электростанции……………………..…………………………...36

6. Приложение 1 …………………………………………………………………………………38

# Введение

В соответствии с Государственным Стандартом СПО по специальности 26.02.06 " Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики ", утвержденных учебным планом, разработанным в колледже, с учетом требований раздела А-III/6 «Обязательные минимальные требования для дипломирования электромехаников» Кодекса по подготовке и дипломировании моряков и несению вахты (Кодекс ПДНВ-78), в редакции от 25 июня 2010 года (с учетом Манильских поправок), в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД) «Техническая эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» и соответствующих профессиональных компетенций (ПК): предусмотрено выполнение курсантами в пятом семестре курсового проекта по учебной дисциплине "Судовые электроэнергетические системы". Этот проект является одним из этапов в изучении вышеупомянутой дисциплины и выполняется каждым курсантом по индивидуальным заданиям.

В пособии изложены вопросы организации выполнения курсового проекта, требования к содержанию, объему, приведены методические рекомендации для отработки отдельных разделов проекта.

Оформление составляющих частей курсового проекта осуществляется в соответствии с Инструкцией по оформлению учебной и учебно-методической документации в колледже от 01.11.2019 г и Требованиями стандартов ЕСКД к конструкторской документации. [13]

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО

ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовое проектирование по учебной дисциплине "Судовые электроэнергетические системы" проводится в соответствии с Положением об организации выполнения и защиты курсовых проектов курсантами колледжа от 01.11.2019 г. Курсовой проект относится к проекту расчетно-графического характера с включением элементов поверочных расчетов

Не следует считать, что предлагаемое методическое пособие может заменить учебники и справочники. Пособие рассчитано на одновременное использование технической литературы, перечень которой приводится ниже.

Дисциплина "Судовые электроэнергетические системы" включает изучение и конспектирование теоретического материала на уроках и в процессе подготовки к занятиям, выполнение цикла лабораторно-практических работ, самостоятельную работу над учебным материалом и выполнение курсового проекта.

По заочной форме обучения предусмотрено выполнение домашних и классных контрольных работ.

Задачами курсового проектирования являются:

- закрепление и расширение теоретических знаний путем выполнения

расчетов, решение практических задач, самостоятельное изучение отдельных вопросов;

- комплексное применение знаний и умения, приобретенных при изучении общеобразовательных, общетехнических и специальных дисциплин к решению задач производственного характера;

- привитие навыков проектно-конструкторской работы путем приобретения опыта технически грамотного оформления результатов технических расчетов и графического материала в соответствии с требованиями ГОСТов и ЕСКД;

- привитие навыков работы с технической литературой и нормативной документацией.

Для выполнения курсового проекта следует изучить основную и дополнительную литературу, приведенную в настоящих методических указаниях.

Задание на курсовое проектирование сформулировано в последующих разделах данной разработки. В приложении приводятся справочные материалы, необходимые для расчетов.

Изменение задания на курсовое проектирование проводятся по согласованию с педагогическим советом электромеханического отделения.

Выдача задания на курсовое проектирование производится преподавателем в соответствии с графиком учебного процесса.

Работа над курсовым проектом должна проводиться поэтапно, в соответствие с утвержденным планом-графиком. В установленные графиком сроки курсанты обязаны представлять преподавателю (руководителю) выполненные разделы курсового проекта на проверку.

К защите курсового проекта допускаются курсанты, выполнившие все разделы задания в соответствии с требованиями настоящих методических указаний, завершенный курсовой проект представляется на рецензию руководителю. В процессе защиты курсового проекта курсант обязан продемонстрировать полное понимание существа задач, решаемых в проекте, дать четкие ответы на вопросы, касающиеся теоретических и практических сторон проекта.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. ( Л1 ) Сухарев Е.М. «Судовые электрические станции, сети и их эксплуатация.» М. :Судостроение, 1986.

2. ( Л2 ) Сергиенко Л.И., Миронов В.В. Электроэнергические системы морских судов. М., Транспорт, 1991

3. ( Л3 ) Никифоровский Н.Н. «Судовые электрические станции.» Транспорт, 1974.

4. ( Л4 ) Яковлев Г.С. «Судовые электроэнергетические системы.» Судостроение, 1980.

5. ( Л5 ) Лейкин B.C., Михайлов В.А. «Автоматизированные электроэнергетические системы промысловых судов.» Агропромиздат, 1987.

6. ( Л6 ) Регистр СССР. Правила классификации и постройки судов. Транспорт, 1990

7. ( Л7 ) Справочник судового электротехника. Под ред. Г.И.Китаенко. Судостроение, I986.

8. ( Л8 ) Лейкин В.С. «Судовые эл. станции и сети.» М. Транспорт 1982.

Дополнительная

9. ( Л 9 ) Михайлов В.А. «Автоматизированные электроэнергетические системы судов» Судостроение, 1977.

10. ( Л10) OCT-5.6I8I CЭЭC. Методы расчета переходных процессов.

11. ( Л11 ) ОСТ-5.6168 СЭЭС. Методы расчета электрических нагрузок и определение состава генераторных электростанций.

12. ( Л12 ) Правила эксплуатации судового электрооборудования. Мурманск, Гипрорыбфлот, 1987.

13. ( Л13 ) Ревина С.А., Одинцова И.А., Попова И.К., Пляскина Н.М. Требования стандартов и рекомендации к оформлению учебной документации. Методическте пособие.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.

Курсовой проект должен состоять из пояснительной записки объемом 40-50 листов и графических материалов.

Пояснительная записка включает:

- титульный лист;

- задание на курсовое проектирование;

- содержание;

- краткие данные о судне, его энергетической установки и требования к электроэнергетической системе;

- материалы курсового проекта;

- список использованной литературы.

Материал курсового проекта включает:

- выбор рода тока, напряжения и частоты, обоснование выбора;

- определение нагрузки генераторов СЭС в разных режимах

- выбор количества и мощности генераторов

- построение функциональной однолинейной схемы СЭЭС;

- выбор системы автоматического регулирования напряжения и частоты и генераторов;

- выбор и проверочный расчет кабелей, отходящих от ГРЩ

- расчет токов короткого замыкания в СЭЭС с учетом токов подпитки от работающих электродвигателей;

- выбор коммутационной и защитной аппаратуры, устанавливаемой на главном распределительном щите (ГРЩ),

- оценка основных технико-эксплуатационных показателей и надежности СЭЭС;

- разработка инструкции по технической эксплуатации элемента СЭЭС;

- индивидуальное задание (например, проведение наладки, ремонта или установки нового оборудования лабораторий электромеханической специальности и т. п.).

Графический материал состоит из трех листов формата А1-А4 и включает:

- принципиальную однолинейную схему генерирования электроэнергии;

- схему автоматического регулирования напряжения синхронного генератора;

- принципиальную электрическую схему секций ГРЩ или устройства автоматизации СЭС.

Графический материал должен выполняться в соответствии с действующими ГОСТами ЕСКД.

4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ.

Для выполнения курсового проекта каждому курсанту выдается индивидуальное задание. Исходными данными на разработку проекта являются:

- тип судна;

- перечень электрифицированных механизмов;

- процессы и операции управления и контроля режимами работы, подлежащие автоматизации;

- задание на разработку принципиальных схем устройств автоматики СЭЭС

Исходные данные, необходимые для выполнения проекта, приводятся в прилагаемых таблицах 4.1-4.3

Варианты задания определяются преподавателем - руководителем проекта (согласно номера зачетной книжки – для курсантов заочного отделения).

Рассмотренные на заседании педагогического совета электромеханического отделения темы заданий на курсовое проектирование курсантов учебной группы сводятся на специальном бланке для утверждения Заместителем Начальника колледжа по учебно-методической работе.

ТИПЫ СУДОВ ПО ВАРИАНТАМ ЗАДАНИЯ НА КП.

Таблица 4.1

|  |  |
| --- | --- |
| Номер  варианта  задания | Тип судна |
| 1.  2.  3.  4.  5.  6.  7.  8.  9.  10. | Большой морозильный рыболовный траулер (БМРТ)  Транспортный рефрижератор (ТР)  Рыболовный траулер морозильный (РТМ)  Рыболовный траулер морозильный – супер (РТМ-С)  Траулер- сейнер морозильный (ТСМ)  Супер- сейнер тунцелов (ССТ)  Средний рыболовный траулер морозильный (СРТМ)  Плавбаза (ПБ)  Большой автономный траулер морозильный (БАТМ)  Производственный рефрижератор (ПР) |

ПРИМЕЧАНИЕ: Конкретный тип судна уточняется руководителем курсового проекта.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕКТРОФИЦИРОВАННЫХ МЕХАНИЗМОВ

Таблица 4.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование приёмников  электроэнергии | | Варианты задания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
|  |  | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт |
| 1 | Рулевое устройство | 2 | 8 | 2 | 30 | 2 | 13 | 2 | 12 | 2 | 15 | 2 | 17 | 2 | 5,5 | 2 | 22 | 2 | 3,2 | 2 | 7,5 |
| 2 | Якорно-швартовные устройства |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | а.) брашпиль | 1 | 10 | - | - | 1 | 22 | 1 | 15 | - | - | 1 | 18 | 1 | 8 | 1 | 55 | 1 | 7 | 1 | 20 |
|  | б.) шпиль якорно-швартовый | 2 | 12 | 2 | 60 | 2 | 21,5 | - | - | 2 | 38 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 10 |
|  | в.) шпиль кормовой - швартовый | - | - | 4 | 22 | - | - | 2 | 20 | 1 | 33 | 2 | 15 | - | - | 2 | 24 | 2 | 12 | - | - |
|  | г.) шпиль бортовой - кормовой | 2 | 14 | 4 | 38 | - | - | - | - | 2 | 12 | - | - | - | - | 2 | 20 | - | - | 2 | 12 |
| 3 | Лебедки: |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | а.) грузовые | 6 | 32 | 10 | 82 | 6 | 22 | 6 | 25 | 4 | 30 | 4 | 20 | 2 | 10 | 12 | 33 | 6 | 30 | 8 | 27 |
|  | б.) траловые (кошельковые) | 2 | 190 | - | - | 2 | 155 | 2 | 110 | 2 | 120 | 2 | 90 | 1 | 100 | - | - | 2 | 250 | - | - |
|  | в.) промысловые лебедки (кабельные) | 2 | 25 | - | - | 2 | 7 | 5 | 30 | 2 | 75 | - | - | 2 | 4 | - | - | 6 | 15 | - | - |
| 5 | Лифты: |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | а.) грузовые | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 20 | - | - | 3 | 40 |
|  | б.) камбузные | 1 | 2,8 | 2 | 2,4 | 1 | 1,6 | 1 | 3 | 1 | 2,5 | 1 | 2,1 | 1 | 3 | 4 | 4,2 | 1 | 3,5 | 2 | 3,2 |
| 6 | Механизмы, обеспечивающие  работу главного двигателя |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | а.) насосы забортной воды | 2 | 14 | 2 | 55 | 2 | 6,5 | 2 | 17,5 | 2 | 22 | 2 | 21 | 2 | 4,5 | 2 | 31,2 | 2 | 5 | 2 | 25 |
|  | б.) насос пресной воды  охлаждения цилиндров | 1 | 14 | 2 | 25 | 2 | 6,5 | 2 | 17,5 | 2 | 36 | 2 | 23 | 1 | 4,5 | 2 | 40,5 | 2 | 8 | 2 | 10 |
|  | в.) насос пресной воды  охлаждения поршней | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 16 | 2 | 11 | - | - | 2 | 20 | - | - | - | - |
|  | г.) насос для охлаждения форсунок | - | - | 2 | 2,2 | 1 | 4,5 | 2 | 1,5 | 2 | 5 | 2 | 2 | - | - | 3 | 3,5 | - | - | - | - |
|  | д.) насос масляный | 2 | 25 | 2 | 75 | 2 | 8,5 | 2 | 23 | 2 | 2,8 | 2 | 19 | 2 | 7 | 2 | 10,6 | 2 | 6 | 2 | 22 |
|  | е.) насос топливный | 2 | 2,5 | 2 | 2,2 | 2 | 4,8 | 2 | 5,5 | 2 | 1,2 | 2 | 8 | 2 | 4 | 2 | 19 | 1 | 2,2 | 2 | 22 |
|  | ж.) компрессоры пуска воздуха | 2 | 19 | 2 | 65 | 2 | 19 | 2 | 30 | 2 | 28 | 2 | 28 | 2 | 10 | 2 | 50 | 2 | 11 | 2 | 17 |
|  | з.) сепараторы топлива | 2 | 8 | 2 | 7 | 2 | 6,5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 6,5 | 2 | 3,2 | 2 | 5,5 | 2 | 3,2 | 2 | 6 |
|  | и.) сепараторы масла | 1 | 8 | 2 | 4,5 | 1 | 6,5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 8 | 1 | 3 | 2 | 5,5 | 1 | 3,2 | 2 | 6 |
| 7 | Механизмы вспомогательных котлов |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | а.) насос питательной воды | 2 | 6 | 3 | 10 | 2 | 8 | 2 | 6 | 2 | 9 | 2 | 5 | 2 | 1,5 | 2 | 29,5 | 2 | 5,5 | 3 | 5 |
|  | б.) насос топливный | 1 | 2,2 | 3 | 25 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 6 | 1 | 2,2 | 3 | 5,5 | 2 | 6 | 3 | 4,5 |
|  | в.) насосы циркуляционные | - | - | 2 | 6 | 2 | 1,6 | 2 | 2,9 | 2 | 5 | 2 | 2,7 | 2 | 10 | 2 | 4,2 | 1 | 1,8 | 2 | 3,8 |
|  | г.) вентилятор котла | 1 | 6 | 2 | 8,4 | 1 | 3 | 1 | 3,2 | 1 | 3 | 1 | 3,6 | 1 | 1,5 | 2 | 12 | 1 | 6,8 | 2 | 5 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Наименование приёмников  электроэнергии | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
| n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт |
| 8 | Испарительная установка |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | а.) насосы конденсатные | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 2 | 1,5 | 1 | 5,4 | 2 | 1,4 | 2 | 2,5 | 1 | 1,5 | 2 | 12,6 | 2 | 4,5 | 2 | 7,8 |
|  | б.) насосы инжекторные | - | - | 2 | 3,6 | - | - | 1 | 2,8 | - | - | - | - | - | - | 2 | 3,8 | - | - | 1 | 4,2 |
|  | в.) насосы вакуумные | 2 | 8 | 2 | 3,2 | 2 | 2,3 | 2 | 3,8 | 2 | 2,5 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 6 | 2 | 2,6 | 2 | 5,7 |
| 9 | Насосы пожарные |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | а.) основные | 2 | 25 | 2 | 73 | 2 | 19 | 2 | 21 | 2 | 38 | 2 | 19 | 1 | 18 | 3 | 30 | 2 | 23 | 3 | 21 |
|  | б.) малый (аварийный) | 1 | 8 | 1 | 35 | 1 | 15 | 1 | 14 | 1 | 12 | 1 | 9,3 | 1 | 7,6 | 2 | 17 | 1 | 16 | 2 | 6 |
| 10 | Насосы бытовых систем |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | а.) насос (гидрофоры) санитарной пресной воды | 2 | 3,2 | 3 | 3,2 | 2 | 3,6 | 2 | 3,2 | 2 | 1,7 | 2 | 2,3 | 1 | 3,2 | 3 | 7,4 | 2 | 1,5 | 3 | 2,8 |
|  | б.) насос санитарной забортной воды | 1 | 3,2 | 1 | 4 | 2 | 3,6 | 1 | 3,2 | 2 | 1,6 | 1 | 3,5 | 1 | 3,2 | 2 | 6,4 | 2 | 4,5 | 1 | 4,8 |
|  | в.) насос горячей воды | 1 | 0,8 | 1 | 2,2 | 1 | 0,7 | 2 | 0,5 | 1 | 1,3 | 1 | 1,4 | 1 | 0,5 | 2 | 2,6 | 1 | 0,65 | 2 | 1,2 |
| 11 | Насос баластно - осушительный | 2 | 11 | 2 | 19 | 2 | 11 | 3 | 14 | 2 | 12 | 1 | 17 | 2 | 4,1 | 3 | 14 | 2 | 6 | 2 | 10,5 |
| 12 | Насосы топливоперекачивающие | 1 | 6 | 2 | 6 | 1 | 5,5 | 2 | 5,5 | 2 | 3 | 1 | 5 | 1 | 6 | 2 | 9 | 1 | 6 | 2 | 5,2 |
| 13 | Вентиляторы: |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | а.) машинно-котельного отделения | - | 31 | - | 117 | - | 30 | - | 36 | - | 14 | - | 26,8 | - | 15 | - | 132 | - | 16 | - | 72 |
|  | б.) общесудовые | - | 25 | - | 30 | - | 20 | - | 22 | - | 6 | - | 16 | - | 10 | - | 50 | - | 30 | - | 30 |
| 14 | Рефрижераторы провизионных камер |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | а.) насос охлаждения провизионной установки | 1 | 2,2 | 1 | 3,2 | 2 | 2,4 | 1 | 5,4 | 4 | 2 | 1 | 4,1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3,5 | 2 | 3,4 |
|  | б.) компрессор провизионной установки | 1 | 6 | 3 | 6 | 2 | 30 | 3 | 3,6 | 2 | 2,8 | 2 | 3,5 | 1 | 3,2 | 3 | 10 | 2 | 3,2 | 2 | 6,8 |
| 15 | Рефрижераторы трюмов |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | а.) компрессоры | 5 | 76 | 6 | 132 | 5 | 128 | 4 | 98 | 4 | 22,8 | 2 | 65 | 4 | 47,5 | 6 | 90 | 6 | 98 | 5 | 85 |
|  | б.) насосы | 3 | 8,4 | 5 | 6 | 4 | 32,5 | 2 | 16 | 3 | 2,8 | 2 | 14 | 2 | 8 | 4 | 18 | 2 | 8 | 3 | 12,3 |
|  | в.) вентиляторы | 4 | 4,3 | 10 | 32 | 8 | 3,2 | 8 | 5,3 | 4 | 2,5 | 4 | 3,0 | 2 | 1,5 | 16 | 46 | 8 | 1 | 6 | 3,9 |
| 16 | Системы кондиционирования воздуха |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | а.) компрессоры | 1 | 55 | 3 | 32 | 3 | 25 | 3 | 24 | 1 | 45 | 1 | 52 | 1 | 14 | 4 | 90 | 3 | 25 | 3 | 65 |
|  | б.) насосы рассольные | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 8,5 | 3 | 5 | 1 | 3,7 | 1 | 5 | 1 | 2 | 2 | 18 | 1 | 8 | 2 | 2,3 |
|  | в.) насосы охлаждения | 1 | 6 | 2 | 6 | 1 | 5,5 | 3 | 5 | 1 | 28 | 2 | 4,9 | 1 | 2,7 | 3 | 12 | 1 | 9 | 1 | 5,3 |
|  | г.) вентиляторы | 2 | 3,2 | 3 | 11 | 3 | 2,5 | 2 | 25 | 7 | 1,5 | 2 | 2,5 | 1 | 3,0 | 4 | 22 | 3 | 3,25 | 3 | 2,9 |
| 17 | Нагревательные устройства | - | 6 | - | 9 | - | 8,5 | - | 24 | - | 8 | - | 10 | - | 4 | - | 12 | - | 10 | - | 11,8 |
| 18 | Камбуз (плиты, моторы) | - | 40 | - | 30 | - | 38 | - | 34 | - | 28 | - | 18 | - | 24 | - | 48 | - | 32 | - | 40 |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | Наименование приёмников  электроэнергии | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
| n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт | n | квт |
| 19 | освещение | - | 75 | - | 90 | - | 75 | - | 90 | - | 82 | - | 70 | - | 32 | - | 120 | - | 90 | - | 100 |
| 20 | Прожекторы | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 6 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 21 | Радиооборудование | - | 14 | - | 12 | - | 18 | - | 20 | - | 12 | - | 16 | - | 10 | - | 28 | - | 18 | - | 12 |
| 22 | Навигационное оборудование | - | 8 | - | 10 | - | 7,9 | - | 9 | - | 6 | - | 6 | - | 5,6 | - | 12 | - | 9,4 | - | 8 |
| 23 | Валоповоротное устройство | 1 | 3,2 | 1 | 6 | 1 | 4,5 | 1 | 4 | 1 | 3,0 | 1 | 4 | 1 | 3,0 | 1 | 14 | 2 | 4,5 | 1 | 10 |
| 24 | Мастерская (Электроприборы мех. мастерской) | - | 65 | - | 70 | - | 54 | - | 60 | - | 54 | - | 35 | - | 26 | - | 84 | - | 68 | - | 78 |
| 25 | Технологическое оборудование: |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | а.) механизмы РМУ | - | 37 | - | - | - | 38 | - | 54 | - | 34 | - | - | - | - | - | 123 | - | 54 | - | 78 |
|  | б.) механизмы морозильной установки | - | 45 | - | - | - | 42 | - | 38 | - | 34 | - | 24 | - | 26 | - | 98 | - | 52 | - | 72 |
|  | в.) механизмы рыбного цеха | - | 80 | - | - | - | 72 | - | 96 | - | 65 | - | 56 | - | 46 | - | 246 | - | 98 | - | 127 |
| 26 | Подруливающее устройство | - | - | 1 | 85 | - | - | - | - | - | - | 2 | 24 | - | - | 1 | 89 | - | - | 1 | 78 |
| 27 | Прочая нагрузка | - | 200 | - | 200 | - | 230 | - | 180 | - | 130 | - | 140 | - | 95 | - | 580 | - | 165 | - | 340 |

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ НА РАЗРАБОТКУ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИКИ ЭЛ. СТАНЦИЙ И СЕКЦИЙ ГРЩ.

Таблица 4.3

|  |  |
| --- | --- |
|  | Описание устройств |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10 | Устройство автоматического контроля изоляции судовой сети  Устройство автоматического регулирования частоты и распределения активной нагрузки между параллельно работающими СГ  Устройство распределения реактивных нагрузок  Устройство автоматической точной синхронизации СГ  Устройство автоматической защиты ГА (АГП, УТЗ, РОМ и др.)  Устройство автоматического включения и отключения резервных ГА  Система автоматического регулирования напряжения СГ  Устройство автоматической защиты от обрыва фазы и понижения напряжения  Генераторная секция  Устройство автоматического запуска аварийного ДГ |

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА.

5.1. РАСЧЕТ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ПО РЕЖИМАМ

Для расчета загрузки судовой СЭЭС рекомендуется применить метод постоянных нагрузок (табличный метод). Методика расчета загрузки судовой электростанции указанным методом подробно изложена в Л3; Л4; Л8. Этот метод основан на составлении таблицы» отражающей изменение нагрузок отдельных приемников электроэнергии (ПЭ) в различных режимах эксплуатации судна.

При заполнении таблицы, необходимо ясно представлять в каких, режимах работают различные судовые ПЭ. В общем случае нужно учитывать следующее:

В ходовом режиме работает подавляющее количество ПЭ, за исключением аварийных, резервных, швартовых, погрузочных, спасательных и других специализированных механизмов и средств. При этом должен создаваться полный комфорт для экипажа. Работают механизмы, обеспечивающие движение судна, действуют средства судовождения и связи. Конечно, не все механизмы работают одновременно и одинаково длительно.

Промысловый режим характерен для рыбодобывающих судов (БМРТ, РТМ, CPTМ, РТМ-С, БАТМ, ССТ, ТСМ ) и является наиболее энергоемким. В промысловом режиме работают те же приемники, что и в ходовом режиме. Однако теперь добавляется большая группа механизмов, обеспечивающих добычу рыбы, ее переработку и хранение (поисковое оборудование, траловая лебедка, механизмы рыб цеха, механизмы рефустановки и т.д.).

В режиме стоянки с грузовыми операциями на судне находится большая часть экипажа, которую необходимо обеспечить нормальными условиями обитаемости, грузовые операции производятся на рейде или в районе промысла, то работают все погрузочные средства (краны, грузовые лебедки и т.д.). В порту грузовые операции, как правило, осуществляются средствами порта.

В режиме стоянки без грузовых операций работает незначительное количество ПЭ - средства отопления и освещения, стояночное оборудование, сеть камбузного оборудования, средства связи и общесудовых систем. На борту находится небольшая часть экипажа, которая может заниматься профилактическим ремонтом и осмотром. Механизмы силовой установки в этом режиме не работают и нагрузка электростанции, как правило, является наименьшей. Для обеспечения ПЭ в режиме стоянки без грузовых операций иногда прибегают к установке специального стояночного генератора или получают питание с берега, чтобы исключить не рациональную работу более мощных судовых генераторов.

В режиме съемки с якоря судно полностью подготовлено к ходовому режиму:

- Работает судовая установка, на судне находится весь экипаж. Работают якореподъемные и швартовные устройства.

В аварийном режиме можно отказаться от работы малоответственных приемников электроэнергии, но обязательно должны работать ПЭ, обеспечивающие ход судна, внутреннюю связь, навигационное оборудование, радиостанции, а также пожарные, осушительные и другие спасательные средства.

Расчет СЭЭС табличным способом начинается с расчета таблицы нагрузок. Расчет таблицы нагрузок начинается с определения исходных данных ( графа 1 – 10 ).

**Графа 1-3** заполняется из задания варианта.

**Графа 4 – 7** заполняется из справочных материалов. ( Л7. )

**Графа 8** – Ки - коэффициент использования определяется отношением мощности электродвигателя Рм к заданной мощности механизма Рэд.

Ки = Рм\Рэд

**Графа 9** – активная мощность установленного электрооборудования Ру определяется как суммарная мощность отдельных потребителей данной группы

Ру = n\* Рэд/η.

где – Рэд – активная мощность электродвигателя

η - коэффициент полезного действия эд.

n - количество установленного оборудования

**Графа 10** – реактивная мощность установленного электрооборудования Qу определяется исходя из значения Ру

Q = Ру\*tgφ

где – Ру - активная мощность установленного электрооборудования (графа 9)

tgφ – определяется по таблице Брадиса

или

Реактивную мощность Qу можно также определить исходя из треугольника мощности S,

P (Вт) - Активная мощность; Q (Вар) - Реактивная мощность; S (ВА) – Полная мощность

S = P/cosφ

или

Q= sinφ\*S



**Графа 11** – режим работы приемников

В каждом эксплуатационном режиме приемники электроэнергии необходимо подразделять на непрерывно, периодически и кратковременно работающие.

Непрерывно работающими (НР) являются однократно подключенные приемники, время работы которых соответствует продолжительности рассматриваемого эксплуатационного режима.

Периодически работающими (ПР) являются многократно подключаемые приемники, суммарное время работы которых более 10, но менее 100% от продолжительности режима (в суточном режиме более 2,5 часа, но менее 24).

Эпизодически работающими (ЭР) являются однократно или многократно подключаемые приемники, суммарное время которых менее 10% от продолжительности режима (в суточном режиме до 2,5 часов).

**Графа 12** – коэффициент загрузки механизма Кзм

Коэффициенты загрузки механизма Кзм зависит от режима работы судна, района плавания, времени года и суток, а также его назначения. Длительно работающие механизмы судна - охлаждающие водяные и масляные насосы, насосы, обслуживающие машинно-котельное отделение (циркуляционные, конденсатные, питательные), вентиляторы всех типов, нагревательные устройства, кондиционеры воздуха и т.д. имеют коэффициент загрузки - Кзм = 0,9-1,0.

Особо следует отметить механизмы, работающие в длительном режиме (HP): сепараторы масла и топлива, балластные и топливоперекачивающие насосы, механизмы камбуза, судовое освещение и т.д. Учет мощности, потребляемой этими механизмами, вызывает определенные трудности. Мощность, потребляемая этими механизмами обычно принимается с коэффициентом загрузки 0,3-0,5 в зависимости от режима работы судна.

Работа кратковременно работающих (ПР) механизмов значительной мощности (брашпиль, шпиль, компрессор пускового воздуха, подруливающее устройство и т.п.) выделяется в отдельный режим - маневренный, что позволяет более точно учесть при расчете ЭС их мощность.

Рассматриваемые механизмы могут работать и в других режимах. Коэффициенты загрузки этих механизмов рекомендуется принимать 0,6-0,7.

Коэффициент загрузки механизмов, работающих в повторно-кратковременном режиме (краны, грузовые лебедки, насосы бытовых систем, лифты грузовые, рефрижераторы провизионных камер и др.) определить значительно сложнее, так как потребляемая мощность в конце и начале режима может различаться на 20-40% от номинальной нагрузки. Коэффициент загрузки их может быть принят 0,4-0,8. Для механизмов рулевого устройства коэффициент загрузки может быть принят следующим: для маневренного и аварийного режимов - 0,5-0,7, для ходового режима - 0,3-0,4.

Значения коэффициентов загрузки механизмов Кз приведены в таблице 1 приложения.

**Графа 13** – коэффициент загрузки электродвигателя Кзэд

Коэффициент загрузки электродвигателей можно представить в виде произведения двух составляющих – коэффициента использования электродвигателя – Ки и коэффициента загрузки механизма Кзм:

Кзэд = Ки\*Кзм

**Графа 14** – коэффициент полезного действия приемника электроэнергии η

**Графа 15** – коэффициент мощности приемника электроэнергии cosφ

Для определения КПД и коэффициента мощности в режиме рекомендуется пользоваться прилагаемым графиком (рис.5.1.) приложения.

Для этого на оси Х откладываем значение коэффициента загрузки электродвигателя Кзэд, проводим линию вверх до пересечения с графиком соответствующего мощности электродвигателя и от точки пересечения проводим горизонтальную линию к оси Y.

Точка пересечения с осью определит величину соответственно η и cosφ.

**Графа 16** – Ко - коэффициент одновременности работы приемника

Это отношение количества работающих в данном режиме одноименных потребителей к количеству установленных

Ко = nраб/nуст

**Графа 17** – расчетная потребляемая активная мощность Рр в режиме

Рр = Ру\*Ко\*Кзэд

**Графа 18** - расчетная потребляемая реактивная мощность Qр в режиме

Рассчитывается по методике аналогичной графе 10

Дальнейший расчет таблицы нагрузок по режимам производится аналогично.

После заполнения всех граф и строк таблицы производятся ее итоги.

Вначале путем арифметического сложения определяется суммарная потребляемая мощность по режимам Р∑; Q∑ без учета эпизодически работающих (ЭР)потребителей.

Затем производится выбор коэффициента совместной работы Квср характеризующего вероятность совместной работы ( совпадения максимумов ) приемников электроэнергии в каждом режиме.

Значение коэффициента Квср принимается в следующих пределах:

Для режима стоянки без грузовых операций 0,7 – 0,75

Стоянки с грузовыми операциями 0,75 – 0,8

Маневровый режим 0,75 – 0,8

Ходовой режим 0,8 – 0,9

Аварийный режим 0,9 – 1,0

Наибольшее значение коэффициента соответствует режимам, которые характеризуются большей стабильностью и меньшим количеством работающих потребителей.

Далее определяются фактические ( расчетные ) потребляемые мощности Ррасч, Qрасч, Sрасч, а также средневзвешенное значение коэффициента мощности Квср в каждом режиме.

Ррасч = ( 1,03 – 1,05 ) Р∑ \* Квср

Qрасч = ( 1,03 – 1,05 ) Q∑ \* Квср

Где коэффициент 1,03 – 1,05 учитывает потерю мощности в линиях электропередачи СЭЭС.

ТАБЛИЦА НАГРУЗОК СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Таблица 5.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  приёмников  электроэнергии | Исходные данные | | | | | | | | | Эксплуатационные режимы судна (напр. ходовой) | | | | | | | |
| Количество приёмников шт. | Номинальная мощность  кВт | | Тип ЭД | Коэфф. мощности | КПД | Коэфф. Использования Ки | Суммарная мощность | | Режим работы приёмника | Коэфф. загрузки механизма К2 | Коэфф. загрузки ЭД К3 | КПД приёмника в режиме | Коэфф. мощности приёмника в режиме | Коэфф. одновременности работы приёмника | Расчётная потребл.  мощность | | |
| На валу механизма Рн | На валу э/д Рэ | Активная кВт | Реактивная кВАр | Активная Р кВт | Реактивная кВАр | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| Механизмы машинной группы   * насос забортной воды охлаждения   главного двигателя  - сепаратор масла | 2  2 | 17.5  4 | 17.5  4.5 | АД  81-4  АД  81-4 | 0.88  0.82 | 0.87  0.78 | 1.0  0.89 | 40.2  11.5 | 19.1  8.0 | Нр  Пр | 0.4  0.9 | 0.4  0.8 | 0.84  0.82 | 0.75  0.75 | 0.5  0,5 | 8.04  4.6 | 7.08  4.03 | |

5.2 ВЫБОР КОЛИЧЕСТВА И МОЩНОСТИ ГЕНЕРАТОРОВ.

На основании значений расчетной нагрузки Ррасч, Qрасч, Sрасч полученных в результате

составления таблицы нагрузок выбирают количество и мощность основных и резервных генераторов СЭЭС.

Суммарная ( общая ) мощность основных генераторов СЭЭС выбирается по режиму с наибольшей расчетной нагрузкой. В большинстве случаев таким режимом является ходовой, промысловый или другой рабочий режим эксплуатации судна.

В зависимости от нагрузки в других режимах производится разделение общей мощности на части по отдельным генераторам, т.е. намечается количество и номинальная мощность

основных генераторов.

Согласно требованиям Регистра РФ на случай выхода из строя любого из основных генераторов предусматривается резервный генератор. При этом общая мощность СЭЭС

должна быть достаточной для обеспечения приемников электроэнергии во всех режимах работы судна.

При компоновке основных электростанций СЭЭС только из дизель – генераторов наиболее целесообразным является вариант их равной мощности ( как основных, так и резервных ).

Количество и номинальные мощности генераторов должны быть такими, чтобы их загрузка при работе в наиболее длительных режимах эксплуатации ( стоянке, ходовом ) была не менее 70 – 80% номинальной. В кратковременных режимах при сьемке с якоря или в аварийном режиме загрузка может быть уменьшена для дизель – генераторов до 50 – 60%, турбогенераторов до 40 – 50%, валогенераторов до любого значения.

Загрузка генераторов будет будет лучшей в том случае, когда принимается решение о компоновке эл.станции из большого количества генераторов относительно небольшой мощности с применением параллельной работы.

Количество генераторов, устанавливаемых на судах, ограниченно возможностью их размещения и принимается в большинстве случаев в пределах от 2 до 4ед.

При этом 2 или 3 генератора эксплуатируются в режиме параллельной работы, один находится в резерве.

Следует также произвести оценку ожидаемых значений токов короткого замыкания в СЭЭС при наибольшем количестве параллельно работающих генераторов электростанции, наметить типы автоматических выключателей, которые устанавливаются на главном распределительном щите, и ориентировочно определить его габариты и массу.

Окончательный выбор состава генераторов СЭЭС производится на основании технико -экономических сравнений нескольких вариантов, которые намечаются, исходя из вышеизложенных требований и условий.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид генератора | Тип генератора | кол | мощность кВт\кВа | номинал напряжение | Cosφ | КПД  η |
| Основной | МСК940-1500 | 2 | 750\940 | 380 | 0,8 | 0,93 |
| Аварийный | МСК102-4 | 1 | 150 | 380 | 0,82 | 0,90 |
| Резервный | МСК940-1500 | 1 | 750\940 | 380 | 0,8 | 0,93 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Нагрузка Р(кВт) | Мощность СГ(кВт) | % |
| Ходовой режим | 615,58 | 750 | 0,82 |
| Стоянка с погрузкой | 556,08 | 750 | 0,74 |
| Промысловый | 1182,58 | 1500 | 0,79 |
| Аварийный | 121,89 | 150 | 0,81 |

В качестве источников электрической энергии аварийной электростанции могут использоваться дизель – генераторы. Мощность аварийного дизель – генератора определяется суммарной мощностью, которую потребляют приемники электроэнергии, подключенные к аварийной электростанции согласно требованиям Регистра РФ.

5.3. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

Для разработки системы генерирования и распределения электроэнергии необходимо знать число и мощность ГА, число и мощность приёмников электроэнергии, количество распределительных щитов, а также место расположения перечисленного электрооборудования на судне.

Разработку СГ и РЭ следует начинать с изучения основных требований, предъявляемых к этим системам, а именно: бесперебойное снабжение ответственных приёмников электроэнергией в необходимом количестве и нужного качества во всех эксплуатационных режимах работы судна;

- манёвренное управление электроснабжением приёмников в нормальных и аварийных режимах функционирования ЭС (минимальное число переключений при переходе с одного режима на другой);

- равномерное распределение нагрузки между ГА;

- защита элементов и участков судовой сети от коротких замыканий;

- перегрузок и недопустимого снижения напряжения;

- применение унифицированных и типизированных схемных узлов;

- возможность производства текущего ремонта и отключения отдельных секций ГРЩ за счёт секционирования шин.

При разработке СГ и РЭ следует обратить внимание на требование к надёжности приёмников электроэнергии в зависимости от степени их ответственности. Все приёмники по степени ответственности следует разделить на три категории.

К первой категории следует отнести приёмники электроэнергии, от которых зависит безопасность мореплавания: - рулевое устройство, радиостанция, навигационные приборы, сигнально-отличительные огни, аварийная и другие виды сигнализации, аварийный пожарный и осушительный насосы и др. Ввиду большой ответственности приёмников первой категории, питание их должно обеспечиваться от двух независимых источников – основной и аварийной электростанций. При этом перерыв в питании для этой категории приёмников электроэнергии разрешается лишь на время запуска аварийного источника электроэнергии и не должно быть более 30 секунд.

К приёмникам второй категории относятся механизмы, от которых зависит движение судна, управление им, сохранность груза и работа главной энергетической установки: - масляные, топливные и охлаждающие насосы, сепараторы топлива и масла, компрессоры пускового воздуха

Основные пожарные и водоотливные насосы и др. Все перечисленные механизмы должны иметь 50 или 100% -ный резерв.

К третьей категории относят группу малоответственных приёмников электроэнергии: - механизма камбуза, систему кондиционирования воздуха, бытовую и трюмную вентиляцию, мастерскую, нагревательные устройства и др. Для этой группы приёмников электроэнергии возможен перерыв питания на время перегрузки генераторов ЭС, ликвидации аварий, ремонта линий и т.п.

В схемах СГ и РЭ рекомендуется часть или все приёмники электроэнергии третьей категории выносить на отдельные секции сборных шин, которые через контакторы подключаются к шинам ГРЩ. При недопустимых перегрузках ГА эти приёмники могут быть отключены, чем достигается снижение загрузки ГА.

Для электроснабжения приёмников электроэнергией судна с берега необходимо предусмотреть кабельную линию, связывающую ГРЩ со специальным щитом питания с берега (ЩПБ).

При выборе системы распределения электроэнергии требуется дать сравнение различных систем для проектируемого судна и обосновать целесообразность выбранной системы.

Перед разбивкой приёмников электроэнергии по фидерам следует ознакомиться с Морским регистром ч.Х.. Типовые схемы генерирования электроэнергии приведены в Л1 и Л2 .

5.4 РАСЧЁТ И ВЫБОР СЕЧЕНИЯ КАБЕЛЕЙ СУДОВОЙ СЕТИ И ШИН РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ.

Методика расчёта и выбора сечения кабеля судовой сети трёхфазного переменного тока подробно изложена в Л3; Л4; Л7 . Согласно этой методике расчёт кабеля производиться исходя из допустимой плотности тока на 1 мм2 сечения медного провода, температуры окружающей среды и условий прокладки кабеля.

Расчёт и выбор сечений кабеля рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

Составляется расчетная схема генерирования и распределения электроэнергии из

нескольких потребителей.

На схеме генерирования и распределения энергии выбирается участок кабельной сети, в состав которого должны входить:

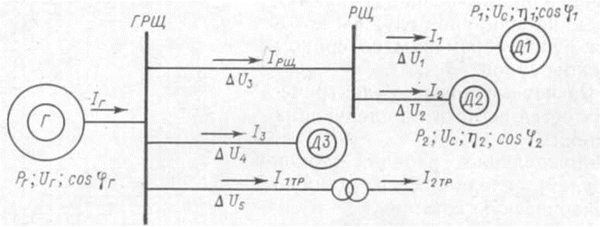
- кабель от генератора до ГРЩ;

- кабель от ГРЩ до одного из РЩ;

- кабели от РЩ до отдельных приёмников, подключенных к его шинам.

- кабель от ГРЩ до отдельных приемников

рис. 5.4.1



По заданным значениям мощности приёмников электроэнергии (таблица нагрузок СЭЭС) определяются расчётные токи кабеля судовой сети участков, перечисленных выше.

Длина кабеля выбирается приблизительно в зависимости от местоположения потребителя электроэнергии на судне. Длинной участков кабельных линий следует задаваться ориентировочно, при этом следует учитывать тип судна и место расположения элементов электрооборудования на судне.

Все ( исходные и расчетные ) данные заносятся в таблицу.

Таблица 5.4.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование кабеля  приемника электроэнергии | Ном. Мощность  Рэд(кВт). | Cosφ ЭД  в режиме | КПД ЭД  в режиме | Длина кабеля (М) | Эквивалентный ток  Іэкв.,(А) | Сечение кабеля  мм2 | потеря напряжения в кабеле |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Генератор – ГРЩ  ГРЩ – М3  РЩ – М1 (н-с забортной воды)  РЩ – М2 ( сепаратор масла )  ГРЩ - РЩ | P  P  17.5  4.5 | cosφ  0.75  0.75 | η  0.84  0.82 | L  L  60  70  L | IГ  I3  42.25  11.13  IРЩ | 3\*S  3\*S  3\*10  3\*1  3\*S | ∆Uг  ∆U3  ∆U1  ∆U2  ∆Uрщ |

 (1)

 (2)

 (3)

 (4)

При определении расчётного тока в кабеле на участке ГРЩ – РЩ, он определяется как геометрическая сумма активных Ia и реактивных Ip токов всех приёмников электроэнергии этого РЩ с учётом коэффициента одновременности их работы и необходимого запаса по току, ток запасных ответвлений от РЩ рекомендуется выбирать равным току, потребляемым наиболее мощным приёмником, подключенным к рассматриваемому.

  (5)

  (6)

  (7)

  (8)

 (9)

Ірщ = ко \* Іп + Ізап (10)

где Ко – коэффициент одновременности

Iзап – ток запаса 20%Iрщ

По полученным значениям расчётных токов каждого фидера выбирается сечение кабеля по таблице 2 приложения допустимых нагрузок в Морском Регистре, с учётом способов прокладки кабеля, его жильности вида изоляции жил, температуры окружающей среды и характера нагрузки.

В таблице 2 , приложения приводятся нормы электрических нагрузок на судовые кабели и провода с резиновой изоляцией, установленных для следующих условий:

- температура токовой жилы равна длительно допустимой для кабеля с резиновой изоляцией – 65° С;

- температура окружающей среды - 45° С;

- род тока – переменный 50 Гц;

- режим нагрузки – длительный;

- способ прокладки – одиночный.

Условия работы выбираются курсантом ориентировочно на основании анализа возможностей температуры окружающей среды, места прокладки кабеля, режима его работы, способа прокладки и др. Выбранные данные заносятся в таблицу.

Сечения кабеля из–за сложности монтажных работ не рекомендуется брать более 240мм2. Если требуется большее сечение, то лучше иметь несколько кабелей, приложенных параллельно. В этом случае необходимо учитывать способ прокладки в пучке.

5.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ.

На основании выбранных сечений кабелей и известных длин участков сети определяются потери напряжения от генераторов до ГРЩ и от ГРЩ до отдельных приёмников электроэнергии.

Согласно установленным нормам Морского Регистра (Л6) потеря напряжения в сетях переменного тока от ГРЩ до приёмников электроэнергии при номинальной их нагрузке не должны превышать: для силовой сети 7% от номинального напряжения

- 7% UH – для силовой сети;

- 5% UH – для осветительной сети;

- 10% UH – для механизмов, работающих в КВ и ПКВ режимах, независимо от номинального напряжения ;

- I% UH – потеря напряжения на кабелях, соединяющих генераторы с ГРЩ.

Результаты рекомендуется свести в таблицу 5.4.1

= \* 100% (11)

= \* 100% (12)

где γ – удельная проводимость меди - γ = 48м/Ом\*мм²

l – длинна кабеля ( м )

S – сечение кабеля (мм² )

Суммарные потери напряжения на участке от ГРЩ до приемников

∆U = ∆U1 + ∆Uрщ (13)

где ∆U1 – потери напряжения от потребителя до РЩ ∆Uрщ - потери напряжения от ГРЩ до РЩ

Если вычисленные потери напряжения получились более 7% на участке от ГРЩ до приёмника электроэнергии, то рекомендуется увеличить сечение кабеля на участке с наименьшим сечением.

5.6 РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ СЭЭС ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Простым и удобным для практики методом определения токов К.З. в электроэнергетических системах переменного тока является метод расчетных кривых. Расчетные кривые представляют собой в относительных единицах зависимость действующего значения периодической составляющей тока короткого замыкания IПКЗ от величины результирующего сопративления ZРЕЗ до расчетной точки короткого замыкания Приложение - рис.10.3; (Л 4).

Расчёт коротких замыканий СЭЭС сводится, главным образом, к определению максимальных значений тока при коротких замыканиях в различных точках сети.

Это позволяет произвести правильный выбор аппаратов, проверить динамическую стойкость шин, правильно построить защиту СЭЭС и т.п.

При расчёте токов КЗ учитывают активные и реактивные сопротивления генераторов и кабелей, активные сопротивления шин, контактов и т.п.

Расчёт ТКЗ начинают с составления исходной схемы электроэнергетической системы с указанием длины и сечения кабелей и шин, трансформаторы тока и напряжения, автоматы и другие элементы, сопротивления которых предполагается учитывать. Затем на схему наносятся предполагаемые точки КЗ в количестве, позволяющим проверить основные коммутационные и защитные аппараты.

На основании исходной схемы составляются схемы замещения с указанием сверхпереходных индуктивных сопротивлений и активных сопротивлений статорных обмоток генераторов, а также все другие активные и реактивные сопротивления элементов исходной схемы, предварительно приведённых к принятым в расчете базисным условиям.

За базисную мощность принимается суммарная мощность всех генераторов, включенных в исходную схему, а за базисное напряжение – номинальное напряжение на шинах электростанции.

При расчёте токов КЗ любым методом следует обратить внимание на правильный выбор расчётного режима. Проверка электрооборудования должна производиться по наиболее тяжелому (максимальному) в отношении токов КЗ режиму работы СЭЭС, который характеризуется следующими условиями:

- наиболее суммарной мощностью генераторов, работающих параллельно;

- наибольшей суммарной мощностью асинхронных двигателей (АД), работающих в момент КЗ.

Составляется расчетная схема содержащая номинальные параметры всех входящих в нее элементов с указанием всех предполагаемых точек короткого замыкания.

Рис. 5.6.1

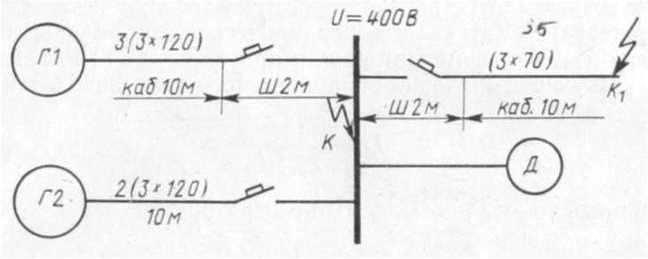


Таблица 5.6.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Мск-113-4**  **Mck-103-4** | **Мощ-ть**  **S**  **кВА** | **ra**  **Ом** | **x″d** | **U**  **B** | **r**  **Ом** | **X**  **Ом** |
| **Генератор 1**  **Генератор 2**  **Кабель СГ1-ГРЩ**  **Кабель СГ2-ГРЩ**  **Кабель ГРЩ-К1**  **Контакты, шины и др.** | **375**  **250** | **0.0185**  **0.0254** | **0.122**  **0.176** | **400**  **400** | **0.0018/3**  **0.0018/2**  **0.003**  **0.001** | **0.00073/3**  **0.00073/2**  **0.00076**  **0.0001** |

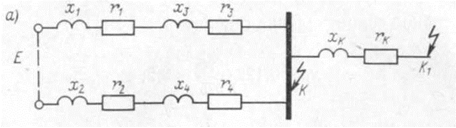
Вычисляем базисную мощность:

Sб = S1 + S2 (14)

Базисный ток

 (15)

Определяем сопротивления участков схемы (рис. а) приведенные к базисным условиям.



Активное сопротивление обмотки статора генераторов СГ1 и СГ2:

**** (16)

**** (17)

Реактивное сопротивление генераторов СГ1 и СГ2:

**** (18)

 (19)

Сопротивление участков от генераторов СГ1 и СГ2 до шин ГРЩ:

Активное

**** (20)

**** (21)

Реактивные

**** (22)

**** (23)

Сопротивление участка кабеля от ГРЩ до точки К1:

Активное

**** (24)

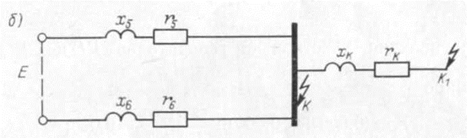
Реактивное

**** (25)

Полное

**** (26)

Общее сопротивление генераторных цепей (рис. б)



Активные

 (27)

 (28)

Реактивные

 (29)

 (30)

Для определения эквивалентного сопротивления 2-х параллельных генераторных цепей (рис. в) воспользуемся символическим методом (комплексной формой) их выражения:



 (31)

 (32)

 (31)

Освободимся от комплексного числа в знаменателе (умножением на сопряженный комплекс):

 = 0.048+j0.14 =  (32)

Полученное сопротивление является результирующим при коротком замыкании в точке К ( на шинах ГРЩ ).

Отношение x7/r7 = 0.14/0.048=2.9 определяет ударный коэффициент Куд согласно

рис.10.4 приложение

Куд = 1.4

Полное сопротивление

 =  = 0.15 (33)

Соответственно этому по расчетным кривым рис.10.3 находим I0; I0.01; I0.25; I∞

I0 = 6.4; I0.01= 5.7; I0.25 = 4.2; I∞ = 3.8;

При КЗ на шинах ГРЩ ∆U = 0, поэтому ток подпитки двигателей равен

**** (34)

где ЕДВ – в относительных единицах ЕДВ = 0.9

 (35)

 (36)

Ударный ток КЗ при коротком замыкании в точке К равен

iУД = √2\*IБ[I0,01+I0( KУД – 1) + IДВ] (37)

Действующее значение ударного тока КЗ равно

**** (38)

При коротком замыкании в точке К1 результирующее сопротивление (рис. г)



По сечению кабеля выбираем сопротивление кабеля от ГРЩ до точки К.З. К1

Таблица ! приложение rк Хк – ед. измерения - Ом/км

**** (39)

**** (40)

Отношение xрез/rрез

Ударный коэффициент Куд выбираем из рис.10.4 Куд =

Полное сопротивление

**** (41)

По данному значению ZРЕЗ из рис. 10.3 выбираем I0; I0.01; I0.25; I∞

Соответственно значения будут I0 = 6.2; I0.01= 5.6 I0.25 = 3.8 I∞ = 3.6

Остаточное напряжение на шинах ГРЩ

∆U = I0 \* ZКАБ (42)

Ток подпитки эл.двигателей

 (43)



IДВ = 3

Ударный ток к.з. при коротком замыкании в точке К1

iУД = √2\*IБ[I0,01+I0( KУД – 1) + IДВ] (44)

Действующее значение ударного тока к.з. равно

**** (45)

5.7 ВЫБОР КОММУТАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ.

Методические указания.

При разработке проекта необходимо выбрать выключатели генераторные, секционные и фидерные на участке судовой сети, для которой выполнялся расчёт на выбор сечения кабеля.

Выбор выключателей автоматических выключателей (АВ) производиться по техническим условиям на их постановку, каталогам или справочникам. Прежде всего необходимо, чтобы АВ удовлетворяли требованиям Регистра по температуре, ударо- и вибро прочности, влажности и т.п. Затем производится выбор АВ по основным номинальным параметрам: - роду тока, напряжению, току нагрузки и частоте. Далее выполняется расчёт установок и защитных характеристик, в процессе которых может быть откорректирован выбор АВ по номинальным параметрам. Подробные рекомендации по выбору АВ приведены в Л4; Л5.

При определении выдержек времени (установок на время срабатывания) АВ в зоне КЗ следует исходить из условия по быстродействию и избирательности с учётом схем СГ и РЭ и возможностей аппаратов защиты. Не рекомендуется использовать выдержки времени свыше 0.3 : 0.50 во избежание значительного разрушения АВ электрической дугой.

В общем случае уставки АВ по времени их срабатывания должны возрастать в такой последовательности : - индивидуальная защита приёмников э/энергии – групповая защита – фидерный АВ на ГРЩ – АВ на перемычке – АВ секционный – АВ генераторный.

Основные параметры АВ серий АВ 71, АВ 74, АС-25, АК 50 приведены в табл. приложения.

В пояснительной записке необходимо привести сводную таблицу, в которой должны быть указаны типы выбранных автоматов и их основные параметры и характеристики.

Литература (Л4; Л7 Т.2).

ПРОВЕРКА КОММУТАЦИОННО – ЗАЩИТНОЙ АППАРАТУРЫ И ШИН РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПО РЕЖИМУ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.

Расчёт токов короткого замыкания (ТКЗ) в СЭС с целью проверки коммутационно – защитной аппаратуры и шин распределительных устройств рекомендуется выполнять одним из следующих методов :

- аналитическим ;

- методом расчётных кривых ;

- методом расчёта на ЭВМ.

Сравнительная характеристика этих методов и область их применения приведены в (Л7 т 2). Методы расчёта задаются преподавателем.

Автоматические выключатели избирательного действия должны проверяться :

а) на включающую способность и электродинамическую устойчивость по условию

Iy ≤ Iy доп ,

где Iy – расчётное значение ударного ТКЗ (амплитудное значение)

Iy доп – допустимое значение ударного ТКЗ (амплитудное значение) по техническим условиям – кА.

б) на отключающую способность по условию:

It ≤ It доп

где It – расчётное действующее значение полного ТКЗ в момент расхождения дугогасительных контактов автоматического выключателя – кА ;

It доп – допустимое действующее значение полного ТКЗ в момент расхождения дугогасительных контактов АВ – кА.

Для автоматических выключателей с мгновенным срабатыванием в зоне КЗ и селективных автоматических выключателей, имеющих устройство, отличающее селективную приставку в момент включения, значения It определяется для времени, равного минимальному времени срабатывания выключателей. Для селективных АВ без устройства, отключающего селективную приставку, значение It определяется для времени, равного установке на срабатывание селективного выключателя.

в) на термическую устойчивость по условию :

I2 tф ≤ I2t доп

где Iр – расчётное значение установившихся ТКЗ – кА

I2t доп – допустимое значение термической устойчивости по техническим условиям – кА2

tф – фиктивное время К.З. с

Установочные автоматы для сетей 50 Гц должны проверяться на включающую и отключающую способность по первому условию (а).

Значение I доп принимаются по техническим условиям.

Выключатели автоматические, установленные для защиты наиболее удалённого от ГРЩ асинхронного двигателя, необходимо также проверить на чувствительность к минимальным токам КЗ и установку включателя на ток срабатывания в зоне КЗ, по условию:

I уст ≥ 1.5 I кз, где:

I уст. – ток установки автомата в зоне КЗ ;

Iкз – действующее значение периодической составляющей ТКЗ

Если это условие не выполняется, необходимо увеличить сечения питающих кабелей в сети или применить АВ с меньшим током трогания.

Рекомендуемая методика расчёта токов КЗ подробно изложена в литературе Л (6).

Точки короткого замыкания для проверки выключателей автоматических следует выбирать на выходных клеймах АВ, т.к. в этом случае протекающей через АВ ток КЗ достигают максимального значения.

Справочные данные, необходимо для расчётов ТКЗ, приведены в приложении

Литература: (Л 4, Л 5, Л 8).

5.9. АВТОМАТИЗАЦИЯ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.

Методические указания.

В этом разделе проекта необходимо в соответствии с заданием разработать функциональную схему автоматизации, выбрать унифицированные устройства автоматизации СЭС, систему дистанционного и автоматического управления дизель-электрическими агрегатами (ДАУ,ДГ), контрольно - измерительные приборы, а также привести описание функциональной схемы автоматизации ЭС.

Разработку функциональной схемы автоматизации рекомендуется начинать с изучения отдельных процессов в судовой ЭС, которые необходимо автоматизировать в соответствии с заданием на проектирование, а также унифицированных устройств, позволяющих автоматизировать эти процессы. Примеры функциональных схем автоматизированных ЭС приведены в (Л1, Л5).

Системы ДАУ ДГ должны обеспечивать вторую степень автоматизации.

Объём операций автоматического и дистанционного управления ДГ, для различных степеней автоматизации приведены в ГОСТ 14228-50. Основные данные отечественных ДГ и унифицированных систем ДАУ ДГ приведены в (Л7).

Параметры аварийной и предупредительной сигнализации, а также параметры защиты для различных типов отечественных ДАУ ДГ приведены в (Л7).

В проекте необходимо привести : - основные технические данные выбранной ДАУ ДГ; указать параметры защиты и контроля состояния ДГ; разработать функциональную схему ДАУ ДГ; построить алгоритмы пуска, остановки и защиты ДГ.

Выбор контрольно - измерительных приборов СЭС должен производиться в соответствии с требованиями и рекомендациями, изложенными в (Л7 и Л8).

Щитовые электроизмерительные приборы должны иметь класс не ниже 2.5, а контрольные – не ниже 1,0. Классы точности шунтов и измерительных трансформаторов (ТА) и напряжении (ТУ) должны соответствовать классу точности самих приборов, подключенных к ним. Чаще всего катушки напряжения измерительных приборов подключаются на 127 В , а токовые катушки – через ТА, вторичный номинальный ток которых равен 5А.

Для сокращения количества ТА и ТУ рекомендуется во вторичную цепь измерительного трансформатора подсоединить несколько приборов: последовательно с трансформатором тока и параллельно с трансформатором напряжения . Обычно судовые измерительные ТА типа ТС-0.5 имеют мощность 40ВА при вторичном 5А. Внутреннее сопротивление обычных судовых амперметров – 0.2 Ом. Исходя из этого, несложно определить допустимое количество приборов, которое можно подключить на один ТА, не нарушая его класс точности, а также определить минимальное сечение проводов для подключения приборов, учитывая только активные сопротивления.

Измерительные ТУ выбираются по напряжению, классу точности и вторичной нагрузке.

Все электроизмерительные приборы для контроля за работой СЭС следует свести в таблицу 5.3

Литература (Л4, Л5, Л6)

ПРИЛОЖЕНИЕ

КОЭФФИЦИЕНТЫ ЗАГРУЗКИ Кзм

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| н\пп | Механизмы | Режимы |  | | | |
| Ходовой | Промыслов | Аварийный | Стоянка без погрузки | Стоянка с погрузкой | |
| 1 | Рулевая машина | 0,3-0,4 | 0,5-0,7 | 0,5-0,8 |  |  | |
| 2 | Шпиль, брашпиль |  | 0,6-0,8 |  | 0,4-0,7 | 0,4-0,7 | |
| 3 | Насосы: | | | | | | | |
| Охлаждения гл.двигателя | 0,8-0,9 | 0,9-1,0 |  |  |  | |
| Масляные гл. двигателя | 0,8-0,9 | 0,7-0,9 | 0,7-0,8 |  |  | |
| 4 | Насосы котельной установки: | | | | | | | |
| Конденсатные | 0,7-0,9 | 0,9-1,0 |  |  | 0,4-0,6 | |
| Циркуляционный | 0,8-0,9 | 0,9-1,0 |  |  |  | |
| Питательного котла | 0,5-0,8 | 0,9-1,0 |  |  |  | |
| 5 | Насосы пожарные | 0,4-0,6 | 0,6-0,7 | 0,8-0,9 | 0,2-0,4 |  | |
| 6 | Баластно-осушительные. | 0,3-0,5 | 0,3-0,5 | 0,8-0,9 |  |  | |
| 7 | Насосы бытовых систем | 0,6-0,8 | 0,6-0,8 |  | 0,4-0,7 | 0,4-0,7 | |
| 8 | Сепараторы топлива, масла | 0,6-0,8 | 0,6-0,8 |  | 0,3-0,5 | 0,3-0,5 | |
| 9 | Компрессоры воздушные | 0,4-0,5 | 0,6-0,9 |  |  |  | |
| 10 | Вентиляторы | 0,8-1,0 | 0,8-1,0 |  | 0,8-1,0 | 0,8-1,0 | |
| 11 | Рефрижераторная уст-ка | 0,8-0,9 | 0,8-0,9 |  | 0,5-0,7 |  | |
| 12 | Кондиционеры | 0,9-1,0 | 0,9-1,0 |  | 0,9-0,1 | 0,9-0,1 | |
| 13 | Провиз. камеры | 0,6-0,8 | 0,6-0,8 |  | 0,4-0,7 | 0,4-0,7 | |
| 14 | Лебедки траловые (кошельковые) |  | 0,6-0,9 |  |  |  | |
| 15 | Грузовые лебедки, краны | 0,3-0,5 | 0,4-0,6 |  |  | 0,5-0,7 | |
| 16 | освещение | 0,6-0,7 | 0,8-0,9 | 0,2-0,3 | 0,4-0,5 | 0,4-0,5 | |
| 17 | Нагреват уст-ва | 0,9-1,0 | 0,9-1,0 |  |  |  | |
| 18 | мастерские | 0,3-0,4 | 0,4-0,6 |  | 0,3-0,4 | 0,3-0,4 | |
| 19 | Навигационное оборудование | 0,6-1,0 | 0,7-1,0 | 0,4-0,6 |  |  | |
| 20 | Подруливающее уст-во |  | 0,6-0,7 |  |  |  | |
| 21 | Лифты грузовые |  | 0,4-0,7 |  |  |  | |
| 22 | Камбузное эл.оборудование | 0,8-0,9 | 0,9-1,0 |  | 0,4-0,6 | 0,4-0,6 | |

Рис 5.1 1 - двигатель мощностью до 10 кВт.

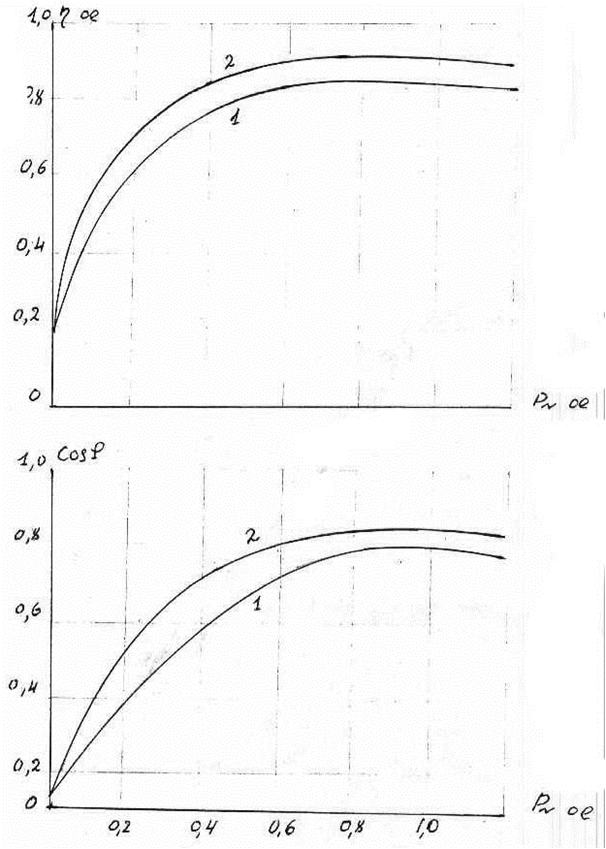
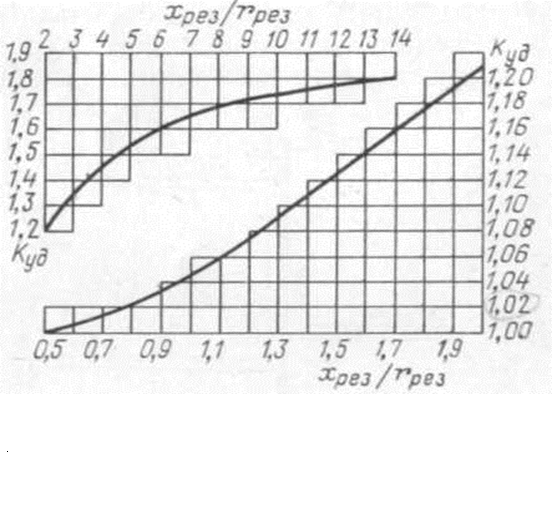
 2 - двигатель мощностью до 75 кВТ

Рис. 10.4.

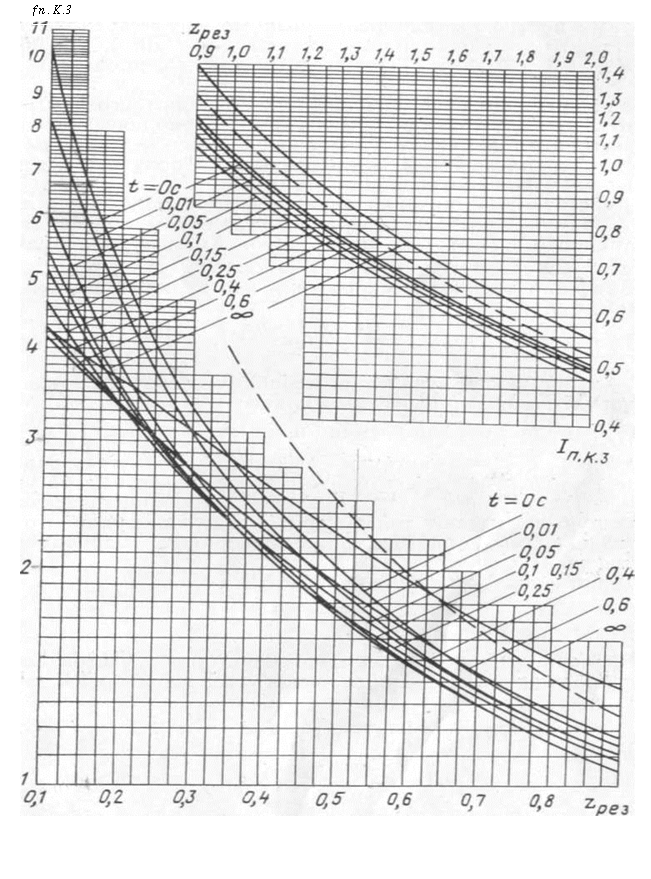
Зависимость ударного коэффициента Кул от отношения

Хрез/Г рез



.

Рис. 10.3. Расчетные кривые для определения периодической составляющей тока к. з. СЭЭС в зависи-мости от результирующего сопротивления и времени



Нормы электрических нагрузок одиночно проложенных кабелей марок

КНРП, КНРЭ и КНР, соответствующие нагреву токопроводящей жилы до 65° С

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число жил и сечение  мм2 | Длитель­ный  I(А) | Кратковременный | | | повторно-кратковременной **с** длительностью цикла 10 мин | |
| 15 мин | 30 мин | 60 мин | ПВ-25% | ПВ-40% |
| 1X 1,0 | 18 | 24 | 21 | 19 | 36 | 28 |
| 1X 1,5 | 24 | 33 | 28 | 26 | 48 | 38 |
| 1X 2,5 | 32 | 44 | 39 | 35 | 64 | 51 |
| 1X 4 | 42 | 58 | 51 | 47 | 84 | 66 |
| 1X 6 | 52 | 77 | 66 | 60 | 108 | 85 |
| 1X 10 | 75 | ПО | 94 | 79 | 150 | 118 |
| 1X 16 | 100 | 151 | 128 | 114 | 200 | 158 |
| 1X 25 | 135 | 221 | 180 | 158 | 270 | 213 |
| 1X 35 | 165 | 275 | 223 | 195 | 330 | 260 |
| 1X 50 | 194 | 328 | 266 | 223 | 388 | 307 |
| 1X 70 | 250 | 447 | 352 | 303 | 500 | 395 |
| 1X 95 | 304 | 563 | 447 | 375 | 608 | 480 |
| 1X 120 | 348 | 670 | 528 | 447 | 696 | 550 |
| IX 150 | 405 | 825 | 633 | 526 | 810 | 640 |
| 1X 185 | 454 | 980 | 720 | 698 | 908 | 716 |
| 1X 240 | 541 | 1200 | 918 | 742 | 1082 | 855 |
| 2 Х 1 | 16 | 23 | 20 | 18 | 32 | 25 |
| 2 Х 1,5 | 20 | 29 | 25 | 23 | 40 | 25 |
| 2 X 2,5 | 27 | 41 | 35 | 31 | 54 | 33 |
| 2 X 4 | 36 | 56 | 47 | 42 | 72 | 57 |
| 2 X 6 | 45 | 75 | 61 | 53 | 90 | 71 |
| 2 X 10 | 60 | 107 | 86 | 75 | 120 | 95 |
| 2 X 16 | 79 | 146 | 116 | 99 | 158 | 125 |
| 2 X 25 | 100 | 200 | 156 | 130 | 200 | 158 |
| 2 X 35 | 123 | 250 | 199 | 162 | 246 | 194 |
| 2 X 50 | 152 | 346 | 258 | 208 | 304 | 240 |
| 2 X 70 | 183 | 425 | 321 | 258 | 366 | 289 |
| 2 X 95 | 219 | 548 | 406 | 322 | 438 | 346 |
| 2 X 120 | 249 | 673 | 480 | 378 | 498 | 394 |
| 2 Х 150 | 283 | 785 | 578 | 450 | 566 | 447 |
| 2 X 185 | 323 | 920 | 688 | 521 | 646 | 510 |
| 2 X 240 | 375 | 1135 | 852 | 626 | 750 | 592 |
| Число жил и сечение  мм2 | Длитель­ный  I(А | Кратковременный | | | повторно-кратковременной **с** длительностью цикла 10 мин | |
| 15 мин | 30 мин | 60 мин | ПВ-25% | ПВ-40% |
| З Х 1 | 14 | 21 | 18 | 16 | 28 | 22 |
| 3 X 1,5 | 18 | 27 | 23 | 20 | 36 | 28 |
| 3 X 2,5 | 24 | 37 | 31 | 25 | 48 | 38 |
| 3 X 4 | 32 | 53 | 43 | 39 | 64 | 51 |
| 3 X 6 | 40 | 67 | 55 | 48 | 80 | 63 |
| З Х 10 | 55 | 102 | 81 | 69 | 110 | 87 |
| З Х 16 | 70 | 132 | 104 | 89 | 140 | 111 |
| 3 X 25 | 95 | 198 | 151 | 125 | 190 | 15 |
| 3 X 35 | 118 | 262 | 194 | 157 | 236 | 186 |
| 3 X 50 | 143 | 332 | 256 | 204 | 292 | 231 |
| 3 X 70 | 178 | 415 | 318 | 258 | 356 | 282 |
| 3 X 95 | 214 | 685 | 412 | 330 | 428 | 338 |
| 3 X 120 | 245 | 645 | 446 | 377 | 490 | 387 |
| З Х 150 | 281 | 800 | 586 | 454 | 562 | 444 |
| З Х 185 | 316 | 960 | 687 | 527 | 632 | 500 |
| 3 X 240 | 372 | 1120 | 865 | 651 | 744 | 588 |

ИНДУКТИВНОЕ (Х) И АКТИВНОЕ (r) СОПРОТИВЛЕНИЕ КАБЕЛЕЙ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 650 С **ОМ/КМ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сечение жилы мм2 | Частота тока 50 Гц | | Частота тока 400Гц | |
| x | r | x | r |
| 0.75 |  | 28.8 |  | 28.8 |
| 1 | 0.118 | 21.6 | 0.94 | 21.6 |
| 1.5 | 0.110 | 14.4 | 0.89 | 14.4 |
| 2.5 | 0.108 | 8.65 | 0.86 | 8.65 |
| 4 | 0.101 | 5.4 | 0.81 | 5.4 |
| 6 | 0.095 | 3.6 | 0.76 | 3.6 |
| 10 | 0.092 | 2.16 | 0.74 | 2.16 |
| 16 | 0.087 | 1.35 | 0.70 | 1.35 |
| 25 | 0.085 | 0.085 | 0.68 | 0.874 |
| 35 | 0.082 | 0.617 | 0.65 | 0.629 |
| 50 | 0.078 | 0.432 | 0.62 | 0.449 |
| 70 | 0.076 | 0.309 | 0.60 | 0.337 |
| 95 | 0.075 | 0.227 | 0.60 | 0.263 |
| 120 | 0.073 | 0.18 | 0ю59 | 0.225 |
| 150 | 0.073 | 0.144 | 0.59 | 0.193 |
| 185 | 0.073 | 0.118 | 0.59 | 0.169 |
| 240 | 0.073 | 0.092 | 0.58 | 0.146 |

Основные параметры установочных автоматов серии АЗ100 переменного тока (50Гц)

Таблица 8

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Номинальный ток автомата,А | Номинальный ток расцепления. А | Допустимый ударный ток к/з, А | |
| 230 В | 400В |
| АЗ100Р | 100 | 15 | 4 000 | 3 200 |
| 20 | 5 000 | 4 000 |
| 25 | 6 500 | 5 000 |
| 30 | 9 000 | 7 000 |
| 40 | 10 000 | 8 500 |
| 50 | 12 000 | 10 000 |
| 60 | 13 000 | 11 000 |
| 80 | 14 000 | 11 500 |
| 100 | 15 000 | 12 000 |
| АЗ120Р | 100 | 15 | 7 000 | 5 500 |
| 20 | 7 500 | 6 000 |
| 25 | 11 000 | 9 000 |
| 30 | 12 000 | 10 000 |
| 40 | 15 000 | 13 000 |
| 50 | 22 000 | 19 000 |
| 60 | 23 000 | 20 000 |
| 80 | 26 000 | 22 000 |
| 100 | 30 000 | 23 000 |
| АЗ130Р | 200 | 120 | 20 000 | 19 000 |
| 150 | 30 000 | 23 000 |
| 200 | 35 000 | 30 000 |
| АЗ140Р | 600 | 250 | 35 000 | 32 000 |
| 300 | 40000 | 35 000 |
| 400 | 40 000 | 35 000 |
| 500 | 50 000 | 50 000 |
| 600 | 50 000 | 50 000 |

Примечание.

Автоматы снабжаются электромагнитным или комбинированным расцеплением с установкой тока трогания в зоне к.з 10/ном в зоне перегрузок 2/ном

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип | Номинальный ток автомата,А | Номинальный ток расцепления,А | Допустимое значение ударного тока к.з., А |
| АЗ710 | 40  80  160 | 20,25,32,40  40,50,63,80  80,100,125,160 | 18 000  36 000  75 000 |
| АЗ720 | 250 | 160  200  250 | 75 000 |
| АЗ730 | 400 | 160  200  250  320  400 | 100 000 |
| АЗ740 | 630 | 250  320  400  500  630 | 100 000 |

Основные параметры установочных автоматов

серии А3700 переменного тока (50 ГЦ)

Таблица 9а

Примечания.

1. Автоматы снабжены электромагнитным и полупроводниковыми расцеплениями.2.Ток трогания в зоне перегрузки 1,25 Iном 3.Ток трогания в зоне к.з равен 3; 5; 7; 10Iном

2.Автоматы А3730,А3740 могут иметь замедлитель, обеспечивающий в зоне к.з.выдержку времени 0.1; 0.25 ;0.4 с.

Основные параметры универсальных автоматов избирательного

действия серии АМ переменного тока (400В, 50Гц)

Таблица 9 б

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип автомата | Номинальный ток автомата, А | Номинальный ток расцепления,А | Допустимое значение ударного тока к.з., А | Термическая стойкость, 10-6А2 с |
| АМ-8 | 800 | 130  190  260  375  500  625  800 | 30  50  55  63  70  110  110 | 51  100  170  340  580  1300  1300 |
| АМ-15 | 1500 | 1250  1500 | 110  110 | 300  3000 |
| АМ-30 | 3000 | 2000  2500  3000 | 120  120  120 | 3000  3000  3000 |
| АМ-55 | 5500 | 4000  5500 | 120  120 | 3000  3000 |

Примечания.

1. Установка на полное время срабатывания составляет 0.18 ; 0.38 ; 0.63; 1 с.

2..Действующие значение предельного тока к.з. в момент расхождения дугогасящих контактов для автоматов типа АМ-8 должно быть не более 45 кА, типов А-15, АМ-30 не более 50кА.

Основные параметры установочных автоматов избирательного действия серии АЗ500 переменного тока (400В, 50Гц)

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Номинальный ток автомата, А | Номинальный ток расцепителя, А | Допустимый ток, к.з., А | | Термическая стойкость 10-“A” c |
| ударный | действующий |
| АЗ510 | 160 | 30 | 2 500 | 1 400 | 2.4 |
| 40 | 2 500 | 1 400 | 2.4 |
| 50 | 4 000 | 2 300 | 5.0 |
| 60 | 4 000 | 2 300 | 5.0 |
| 80 | 7 000 | 4 100 | 12.8 |
| 100 | 10 000 | 5 700 | 20 |
| 120 | 17 000 | 10 000 | 36 |
| 160 | 20 000 | 11 000 | 45 |
| АЗ520 | 250 | 120 | 25 000 | 14 000 | 39 |
| 160 | 30 000 | 17 000 | 58 |
| 200 | 30 000 | 17 000 | 58 |
| 250 | 35 000 | 20 000 | 80 |
|  |  | 250 | 40 000 | 22 500 | 80 |
| 300 | 40 000 | 22 500 | 100 |
| 400 | 40 000 | 22 500 | 125 |
| АЗ540 | 600 | 250 | 45 000 | 25 500 | 125 |
| 300 | 45 000 | 25 500 | 125 |
| 400 | 50 000 | 28 000 | 125 |
| 500 | 50 000 | 28 000 | 180 |
| 600 | 50 000 | 28 000 | 180 |

Примечания.

1. ток трогания в зоне перегрузок составляет 1.4 Iном в зоне к.з. – 2 Iном или 7Iном

2.установка на время срабатывания равна 0.15 или 0.33 с.