МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

 «Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

 (наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

 (наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

**Выпускная квалификационная работа**

**(бакалаврская работа)**

на тему Проектирование системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обучающийся | А.В. Бушуев(Инициалы Фамилия) | (личная подпись) |
| Руководитель | к.т.н., О.В. Самолина(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия) |

Тольятти 2022

**Аннотация**

Целью данной работы является разработка проекта системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть».

Для решения поставленной задачи, в работе выполнен в работе анализ исходных данных, на основании которого осуществлены мероприятия по проектированию системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть».

На основе полученных результатов расчёта нагрузок потребителей, а также расчёта токов КЗ, в работе выбрана и обоснована схема электроснабжения объекта, осуществлён выбор проводников электрических сетей, электрических аппаратов и системы учёта и контроля электроэнергии на объекте.

Обоснование данных мероприятий в работе подтверждено соответствующими техническими расчётами и проверками, в частности, расчётом технико-экономических показателей разработанного проекта.

Приведены основные мероприятия для безопасного выполнения работ на объекте проектирования.

**Содержание**

[Введение 4](#_Toc100445081)

[1 Краткая характеристика объекта проектирования 6](#_Toc100445082)

[1.1 Характеристика источников питания объекта проектирования 6](#_Toc100445083)

[1.2 Характеристика существующей системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» 8](#_Toc100445084)

[2 Проектирование системы электроснабжения объекта 12](#_Toc100445085)

[2.1 Выбор схемы электроснабжения 12](#_Toc100445086)

[2.2 Расчёт электрических нагрузок 14](#_Toc100445087)

[2.3 Проверка генераторов ГПЭС на допустимую загрузку 17](#_Toc100445088)

[2.4 Выбор сечения проводников 19](#_Toc100445089)

[2.5 Расчёт токов короткого замыкания 24](#_Toc100445090)

[2.6 Выбор и проверка электрических аппаратов 29](#_Toc100445091)

[2.7 Выбор системы учёта и контроля электроэнергии 33](#_Toc100445092)

[2.8 Расчёт экономических показателей проекта 35](#_Toc100445093)

[3 Разработка мероприятий по технике безопасности и охране труда 44](#_Toc100445094)

[3.1 Обеспечение безопасности жизнедеятельности и электробезопасности 44](#_Toc100445095)

[3.2 Обеспечение пожарной безопасности 49](#_Toc100445096)

[3.3 Обеспечение экологической безопасности 50](#_Toc100445097)

[3.4 Расчёт контура заземления ГПЭС 52](#_Toc100445098)

[Заключение 56](#_Toc100445099)

[Список используемых источников 59](#_Toc100445100)

## Введение

В работе рассматривается проектирование системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть», в основе производственной деятельности которой лежит непосредственное обслуживание газопоршневых электростанций газовых и газоконденсатных месторождений Ноябрьского района ЯНАО.

Данный аспект формирует системы электроснабжения объекта проектирования.

Известно, что системы электроснабжения современных газопоршневых электростанций газовых и газоконденсатных месторождений являются важным звеном энергетики регионов и страны в целом.

Они обеспечивают технологический процесс добычи и транспортировки газа и газового конденсата к конечным потребителям по магистральным газопроводам и газоперерабатывающим заводам, обеспечивая таким образом технологический процесс.

Применение современных газопоршневых электростанции (ГПЭС) на газовых и газоконденсатных месторождениях в условиях крайнего Севера Российской Федерации весьма выгодно, так как ГПЭС обеспечивает большими мощностями технологический процесс добычи и транспортировки газа и газового конденсата в условиях, когда невозможно или очень проблематично применение классических понизительных трансформаторных подстанций, что делает ГПЭС с генераторами практически незаменимым инструментом в технологическом процессе.

Одна из таких ГПЭС системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» детально рассматривается и разрабатывается в данной работе.

Целью данной работы является проектирование системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО.

Объектом исследования в данной работе является система электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО.

«Предметом исследования являются схема электрических соединений системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, а также элементы системы электроснабжения объекта исследования: электрические сети и электрические аппараты» [3].

Актуальность исследования в работе также обусловлена и подтверждается необходимостью качественных проектирования, модернизации и реконструкции систем электроснабжения предприятий отечественного энергетического комплекса всех типов согласно программе «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» [1,3,7].

Для реализации указанной основной цели работы, в работе проведено решение основных поставленных задач:

* анализ исходных данных по объекту исследования с рассмотрением основных теоретических положений, необходимых для решения основных задач. На основе полученных данных анализа, проводится обоснование необходимости внедрения соответствующих изменений в исходной схеме электрических соединений объекта проектирования;
* «непосредственное проектирование системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО с конечным выбором схемы электроснабжения, а также электрических сетей и аппаратов. В связи с этим, в работе проводятся необходимые расчёты электрических нагрузок, расчет и выбор силовых трансформаторов на понизительных подстанциях, выбор компенсирующих устройств, выбор и проверка сечения проводников, расчет токов КЗ, выбор и проверка электрических аппаратов» [7];
* «расчёт технико-экономических показателей разработанного проекта» [7];
* «разработка мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности и экологической безопасности в системе электроснабжения» [7] производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО.

# 1 Краткая характеристика объекта проектирования

# 1.1 Характеристика источников питания объекта проектирования

В работе, на основе исходных данных источников питания и потребителей, а также исходной существующей схемы электрических соединений, проводится разработка проекта системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, которая является объектом проектирования.

Так как в условиях крайнего севера весьма затруднительно, а иногда и невозможно, обеспечить питание мощных потребителей электроэнергией, для данной цели в системе электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО применяется независимая газопоршневая электростанция.

Система электроснабжения с применением газопоршневой электростанции производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО необходима для обеспечения электрической и тепловой энергией указанного газоконденсатного месторождения.

Рассматриваемая в работе газопоршневая электростанция (ГПЭС) производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО состоит из четырёх агрегатов (газогенераторных установок – ГГУ) марки C1540N5CC HV6.3 производства фирмы Cummins (Великобритания), «основными элементами которых являются двигатели внутреннего сгорания (ДВС) и генератор переменного тока» [2].

Данные элементы являются источниками питания системы электроснабжения рассматриваемого в работе производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО. В работе краткая техническая характеристика газогенераторных установок марки C1540N5CC HV6.3 производства фирмы Cummins приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Краткая техническая характеристика газогенераторных установок марки C1540N5CC HV6.3 производства фирмы Cummins

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Постоянная мощность, кВт | 1540 |
| Частота тока, Гц | 50 |
| Напряжение, кВ | 6,3 |
| Способ запуска | электростартер |
| Двигатель  | Модель - QSK60G, 1500 об/мин, жидкостное охлаждение |
| Габариты (см)/вес (кг) | 521x199x298/15887 |

Внешний вид газогенераторных установок марки C1540N5CC HV6.3 производства фирмы Cummins, рассматриваемых в данной работе в качестве источников питания объекта проектирования (производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО), представлен на рисунке 1.

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\vladimir\Desktop\cummins_c1540n5cc_hv6.3_1_480x320.jpg | C:\Users\vladimir\Desktop\cummins_c1540n5cc_hv6.3_3_480x320.jpg |
| C:\Users\vladimir\Desktop\cummins_c1540n5cc_hv6.3_2_480x320.jpg | C:\Users\vladimir\Desktop\cummins_c1540n5cc_hv6.3_4_480x320.jpg |

Рисунок 1 – Внешний вид газогенераторных установок марки C1540N5CC HV6.3 производства фирмы Cummins

В результате проведённого в разделе описания объекта исследования можно сделать вывод, что газопоршневая электростанция, которая выступает в роли источника питания, является современной и крайне необходимой для работы и снабжения электроэнергией производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО.

На основании приведённых технических данных газогенераторных установок (ГГУ) марки C1540N5CC HV6.3 производства фирмы Cummins (Великобритания), являющихся основой для рассматриваемой в работе газопоршневой электростанции производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, далее в работе проводится детальный анализ системы электроснабжения данного объекта проектирования.

# 1.2 Характеристика существующей системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть»

Рассматриваемая в работе существующая система электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО состоит из следующих элементов (графический лист 1):

* четыре генераторных агрегатов ГПЭС (газогенераторных установок – ГГУ) марки C1540N5CC HV6.3 производства фирмы Cummins (Великобритания), выдающим на шины РУ-6 кВ номинальное напряжение 6 кВ и имеющих мощность 1540 кВт каждый. Следовательно, суммарная мощность всей газопоршневой электростанции производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО составляет 4х1540 = 6160 кВт. Все 4 ГГУ подают напряжение на распределительное устройство 6 кВ, причём к первой секции сборных шин 6 кВ подключены первые два ГГУ (G1, G2), а ко второй секции сборных шин 6 кВ подключены остальные два ГГУ (G3, G4);
* «распределительное устройство 6 кВ (КРУ-6 кВ) – выполнено комплектным наружной установки (далее – КРУН) по радиальной схеме электроснабжения с применением секционированной системы сборных шин без резервирования, так как секционный выключатель высокого напряжения в нормальном режиме работы включен, то есть в схеме предусмотрена параллельная работа системы сборных шин» [3];
* потребители, получающие питание на напряжении 6 кВ от КРУ-6 кВ: это – две понизительные двухтрансформаторные подстанции ТП-6/0,4 кВ (НМ и КТПН-6/0,4 кВ), на каждой из которых предусмотрена установка двух силовых трансформаторов марки ТМГ-1000/6, а также трансформаторы собственных нужд (ТСН). «От сборных шин РУ-6 кВ газопоршневой электростанции производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО отходят линии, обеспечивающие питанием потребителей на напряжении 6 кВ (от каждой секции шин – по пять отходящих линий) с последующей трансформацией напряжения 6 кВ до напряжения 0,38/0,22 кВ и непосредственного распределения его потребителям» [7]. При этом висходной схеме от двух секций сборных шин 6 кВ КТПН-6/0,4 кВ получают питание асинхронные двигатели ДЭС-1 и ДЭС-2 мощностью по 400 кВт каждый, а также нагрузка потребителей ГРЩ-0,4 кВ. От секций сборных шин 6 кВ НМ (6/0,4 кВ) получает питание нагрузка потребителей НМ1 и НМ2 на напряжении 0,38/0,22 кВ (технологические системы, узлы и механизмы).

Кроме того, от сборных шин РУ-6 кВ получают питание два трансформатора собственных нужд (ТСН-1 и ТСН-2) марки ТЛС-40/6, от которых получают непосредственное питание на напряжении 0,38/0,22 кВ потребители ШНС (ШНС-1 и ШНС-2).

Также от сборных шин 6 кВ ГПЭС получает питание сторонний потребитель: «Куст 3 ВЗиС» (вводы 1 и 2).

«На секциях шин 6 кВ РУ-6 кВ» [4]:

* «на первой секции сборных шин 6 кВ из пяти отходящих линий в работе находятся только три, остальные две – отключены (резерв)» [7];
* «на второй секции сборных шин 6 кВ из пяти отходящих линий в работе находятся только три, остальные две – отключены (резерв)» [5].

На всех отходящих линиях 6 кВ установлены выключатели высокого напряжения типа ВМГ-133, обеспечивающие защиту и коммутацию потребителей указанных линий.

В схеме применяются силовые алюминиевые кабели высокого напряжения марки АСБ-6.

Они себя очень хорошо зарекомендовали в распределительных сетях высокого напряжения, благодаря надёжности, качеству, удобствам монтажа, а также ценовой категории.

Распределительное устройство 6 кВ системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО «выполнено комплектным с применением ячеек типа КРУ КУ-6С, поэтому видимый разрыв обеспечивается без применения разъединителей» [3].

Установлено, что в связи с расширением производственных возможностей и подключения новых технических мощностей, необходимо подключить к системе электроснабжения газопоршневой электростанции (источник питания) производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО несколько сторонних потребителей («Куст 4 ВЗиС» – вводы 1 и 2), которые предполагается подключить на незанятые ячейки «Резерв» РУ-6 кВ ГПЭС.

Данная возможность учитывается в разработанной схеме электрических соединений и проверяется в работе далее.

Краткая исходная характеристика потребителей системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, с учётом подключения новых потребителей, приведена в таблице 2.

Исходная схема электроснабжения ГПЭС системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО приведена в работе на графическом листе 1.

Таблица 2 – «Краткая исходная характеристика потребителей системы электроснабжения ГПЭС производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| НомерячейкиГПЭС | Потребитель ГПЭС | Установленная номинальная нагрузка потребителей, *Руст*, кВт | Количество потребителей1,2 категории, % |
| 1СШ (6 кВ) |
| 2 | ТСН-1  | 20 | 65 |
| 5 | Т1 НМ | 700 | 60 |
| 6 | Т1 КТПН-6/0,4 кВ | 800 | 80 |
| 7 | Куст 3 ВЗиС (ввод-1) | 300 | 75 |
| 8 | Куст 4 ВЗиС (ввод-1) | 300 | 75 |
| Всего по 1СШ (6 кВ) | 2120 | 75 |
| 2СШ (6 кВ) |
| 12 | Т2 НМ | 700 | 60 |
| 13 | Т2 КТПН-6/0,4 кВ | 800 | 80 |
| 14 | Куст 3 ВЗиС (ввод-2) | 300 | 75 |
| 15 | Куст 4 ВЗиС (ввод-2) | 300 | 75 |
| 19 | ТСН-2  | 20 | 65 |
| Всего по 2СШ (6 кВ) | 2120 | 75 |
| Всего по ГПЭС | 4240 | 71,3 |

Выводы. В результате выполнения раздела, приведён исходный анализ объекта проектирования, существующей схемы электроснабжения, его источников питания, технических характеристик его составляющих, а также потребителей.

Детально рассмотрен источник питания системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» Ноябрьского района ЯНАО РФ, в качестве которого выступает ГПЭС.

На основании приведённых исходных данных, а также нормативных сведений и источников, обоснована необходимость и целесообразность разработки качественного проекта системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» Ноябрьского района ЯНАО РФ.

# 2 Проектирование системы электроснабжения объекта

# 2.1 Выбор схемы электроснабжения

Известно, что современные системы электроснабжения газопоршневых электростанций, применяемые для обеспечения питания месторождений газа и нефти, как правило, относятся к I категории надёжности, поэтому требуют соответствующих проектных решений [6].

Исходя из исходных данных, а также на требованиях нормативных документов, предъявляемых к системам электроснабжения газопоршневых электростанций и систем электроснабжений в целом [7], проводится обоснование необходимости внесения изменений в существующую исходную схему системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО.

В работе предлагается провести следующие изменения в существующую исходную схему системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО с обоснованием их в работе далее:

* в результате проведения анализа исходных данных установлено, что планируется подключение новых потребителей к системе электроснабжения газопоршневой электростанции производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, изначально не предусмотренных проектными условиями. Новые потребители подключаются на ячейки 8 и 15 РУ-6 кВ ГПЭС (бывшие ячейки «Резерв»). Исходя из этого, в работе необходимо проверить нагрузочную способность всей системы электроснабжения газопоршневой электростанции производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО с учётом подключения этих новых потребителей, а также внести соответствующие изменения в исходную существующую схему электроснабжения ГПЭС (графический лист 2);
* согласно рекомендациям нормативных документов, предлагается в разработанной схеме электрических соединений для каждого генераторного агрегата ГПЭС использовать собственную систему сборных шин 6 кВ в РУ-6 кВ. Резервирование в схеме при этом необходимо осуществлять с помощью секционных выключателей. В предлагаемой в работе схеме в нормальном режиме работы они будут отключены, следовательно, в системе электроснабжения газопоршневой электростанции производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО будет применён раздельный режим работы РУ-6 кВ с использованием четырёх секций сборных шин 6 кВ (по числу генераторных агрегатов ГПЭС);
* как было указано при проведении анализа системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, в РУ-6 кВ ГПЭС установлены устаревшие электрические аппараты, а потребители питаются от РУ-6 кВ изношенными кабельными линиями. Исходя из этого, предлагается заменить данные электрические аппараты в РУ-6 кВ и кабельные линии, отходящие от РУ-6 кВ ГПЭС к потребителям, на новые (современные) марки, то есть вместе с предлагаемым изменением исходной существующей схемы электрических соединений, также провести её модернизацию. Замена указанных аппаратов и линий крайне необходима и обоснована с технической и экономической стороны.

Предлагаемая в работе схема электрических соединений системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, полученная в результате внедрения указанных изменений в исходной существующей схеме электрических соединений объекта, «при устранении указанных выше недостатков, будет целиком и полностью соответствовать всем требованиям и нормам» [12].

Предлагаемая преобразованная «схема электрических соединений системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, полученная в результате» [8] внедрения указанных изменений в исходную существующую схему электрических соединений объекта, представлена в работе на графическом листе 2.

# 2.2 Расчёт электрических нагрузок

Согласно приведённым и обоснованным ранее мероприятиям по усовершенствованию исходной существующей схемы электрических соединений системы электроснабжения системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, в работе при расчёте электрических нагрузок, для каждого генераторного агрегата ГПЭС применяется собственная система сборных шин 6 кВ в РУ-6 кВ с учётом резервирования в схеме.

Также предусматривается подключение новых потребителей к системе электроснабжения ГПЭС (Куст 4 ВЗиС (ввод-1 и ввод-2).

Основой для расчёта электрических нагрузок системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО является установленная номинальная нагрузка потребителей, *Руст*, которая принимается равной расчётной активной нагрузке [9]

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

Исходя из технических данных потребителей системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, приведённых в таблице 2 работы, проводится расчёт электрических нагрузок объекта проектирования по следующим формулам [9]:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |
|  | (3) |

где *tgφ* – «коэффициент реактивной мощности, соответствующий

значению коэффициента активной мощности *cosφ*» [9];

., *,* – «значения расчётных активной, реактивной и полной

нагрузки, соответственно, кВт, квар, кВА» [9].

Значение расчётной активной нагрузки потребителей системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО секций сборных шин напряжением 6 кВ [10]

|  |  |
| --- | --- |
| , | (4) |

где  – **«**значение коэффициента одновременности максимумов

нагрузки на шинах 6 кВ» [7] в РУ-6 кВ ГПЭС производства ООО

«Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО*.* В работе принимается *Ко* = 0,9 [7].

Значение расчётной реактивной нагрузки потребителей системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО секций сборных шин

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Значение расчётной полной нагрузки потребителей системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО секций сборных шин

|  |  |
| --- | --- |
|   | (6) |

Расчёт электрических нагрузок присоединений потребителей технологического характера системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО проводится на примере первого присоединения первой секции 6 кВ, которую питает генератор G1, по условиям (1) – (3).

При этом активная нагрузки первого присоединения

|  |
| --- |
|  |

Так как генераторы имеют номинальное значение *cosφ*=0,95, принимается соответствующее ему значение *tgφ*=0,33.

Значит

|  |
| --- |
|  |
|  |

Аналогично проведён расчёт электрических нагрузок остальных присоединений потребителей системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты расчёта электрических нагрузок потребителей системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Потребитель ГПЭС | *Рпр*, кВт | *Qпр*,квар | *Sпр*,кВА |
| 1СШ (6 кВ) |
| Т1 НМ | 700 | 231 | 737,1 |
| Куст 3 ВЗиС (ввод-2) | 300 | 99 | 315,9 |
| ТСН-1  | 20 | 6,6 | 21,1 |
| Всего по 1СШ (6 кВ) с учётом Ко | 918 | 302,9 | 966,7 |
| 2СШ (6 кВ) |
| Т1 КТПН-6/0,4 кВ | 800 | 264 | 842,4 |
| Куст 4 ВЗиС (ввод-2) | 300 | 99 | 315,9 |
| Всего по 2СШ (6 кВ) с учётом Ко | 990 | 326,7 | 1042,5 |
| 3СШ (6 кВ) |
| Куст 3 ВЗиС (ввод-1) | 700 | 231 | 737,1 |
| Т2 НМ | 300 | 99 | 315,9 |
| ТСН-2  | 20 | 6,6 | 21,1 |
| Всего по 3СШ (6 кВ) с учётом Ко | 918 | 302,9 | 966,7 |
| 4СШ (6 кВ) |
| Т2 КТПН-6/0,4 кВ | 800 | 264 | 842,4 |
| Куст 4 ВЗиС (ввод-1) | 300 | 99 | 315,9 |
| Всего по 4СШ (6 кВ) с учётом Ко | 990 | 326,7 | 1042,5 |
| Всего по ГПЭС производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО с учётом Ко | 3816 | 1259,2 | 4018,4 |

Результаты расчёта электрических нагрузок потребителей системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО используются в работе далее при проверке генераторов ГПЭС на допустимую загрузку, а также при выборе и проверке электрических аппаратов и проводников системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО.

# 2.3 Проверка генераторов ГПЭС на допустимую загрузку

С учётом внесённых изменений в исходную существующую схему электрических соединений системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, в результате которой в схеме электрических соединений каждый генератор питающей ГПЭС питает нагрузку своей секции шин напряжением 6 кВ, необходимо провести проверку генераторов на допустимую загрузку активной мощностью [11].

Так как генератор сам является компенсатором реактивной мощности, следовательно, проверка на загрузку реактивной мощностью в работе не проводится [12].

Должны выполняться условия проверки, с учётом того, что рекомендуемая загрузка генератора должна быть не более 70% в нормальном режиме работы [12]

|  |  |
| --- | --- |
| , | (7) |

где *Рном.г* – номинальная активная мощность генератора, кВт;

*РС* - суммарная активная нагрузка потребителей секций шин,

которую питает генератор, кВт.

Рекомендуемая загрузка генератора должна быть не более 100% в послеаварийном режиме работы, с учётом подключения дополнительной нагрузки сторонней секции сборных шин

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

Для первой секции шин 6 кВ системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, которую питает генератор G1 на напряжении 6 кВ, по условию (7)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что для первой секции шин 6 кВ системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, которую питает генератор G1, условия проверки на допустимую загрузку в нормальном режиме работы по условию (7) выполняются.

Проверка этого же генератора в послеаварийном режиме работы, с учётом подключения дополнительной нагрузки сторонней секции сборных шин по условию (8)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Условие проверки генератора послеаварийном режиме работы, с учётом подключения дополнительной нагрузки сторонней секции сборных шин по условию (8) выполняется.

Следовательно, генератор G1, питающий нагрузку первой секции шин 6 кВ системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, удовлетворяет условиям проверки на допустимую загрузку в нормальном и послеаварийном режимах работы.

Поэтому данный генератор выдержит указанную проектную и фактическую нагрузку.

Аналогично проведены проверки на допустимую загрузку в нормальном и послеаварийном режимах работы остальных генераторов системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, и результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты проверки на допустимую загрузку в нормальном и послеаварийном режимах работы генераторов ГПЭС системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Нагрузка секций 6 кВ ГПЭС | *РС*, кВт | *1,4∙РС*, кВт | Выполнение условий проверки |
| нормальный режим | ПАВ режим |
| 1СШ (6 кВ) |
| 1СШ (6 кВ) с учётом Ко | 918 | 1285,2 | да | да |
| 2СШ (6 кВ) |
| 2СШ (6 кВ) с учётом Ко | 990 | 1386 | да | да |
| 3СШ (6 кВ) |
| 3СШ (6 кВ) с учётом Ко | 918 | 1285,2 | да | да |
| 4СШ (6 кВ) |
| 4СШ (6 кВ) с учётом Ко | 990 | 1386 | да | да |

Исходя из результатов расчётов можно сделать вывод, что все генераторы ГПЭС системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО удовлетворяют требуемым условиям проверок.

# 2.4 Выбор сечения проводников

Проводится выбор и проверка сечения проводников 6 кВ системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО.

Выбору подлежат следующие проводники напряжением 6 кВ согласно преобразованной схеме электрических соединений системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО:

* питающая сеть 6 кВ – от генераторов до секций сборных шин напряжением 6 кВ;
* распределительная сеть 6 кВ – от секций сборных шин напряжением 6 кВ до потребителей.

В работе вместо морально и физически устаревших кабелей марки АСБ-10, выработавших свой ресурс, выбираются инновационные кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена марки АПвЭгаП.

Кабели марки марки АПвЭгаП – трёхжильные силовые кабели с алюминиевыми жилами, с изоляцией из сшитого полиэтилена, с продольной и поперечной герметизацией от распространения влаги, в наружной оболочке из полиэтилена [13].

Известно, что выбор сечений кабельных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ осуществляется по экономической плотности тока по выражению

|  |  |
| --- | --- |
| , | (9) |

где *Imax* – «рабочий ток нормального режима кабельной линии

электропередачи, А» [14];

*jэ* **–** «экономически выгодная плотность тока, А/мм2» [14].

Рабочий ток нормального режима кабельной линии определяется, исходя из рассчитанной ранее в работе нагрузки [14]

  (10)

где *Sр.*– расчётная полная нагрузка кабельной линии, кВА.

Значение расчётного максимального тока [14]

  (11)

Выбранное сечение кабельной линии электропередачи необходимо проверить по условию нагрева рабочим током нормального режима работы [1]

  (12)

где *Iдоп* – «значение длительно – допустимого тока выбранного

проводника стандартного сечения, А» [4].

«Также выбранное сечение кабельной линии электропередачи необходимо проверить по условию нагрева максимальным током в послеаварийном режиме работы» [4]

  (13)

«Далее выбранное сечение кабельной линии необходимо дополнительно проверить по условию допустимой потери напряжения» [4].

«Известно, что потери напряжения в линиях питающей сети определяется так» [4]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (14) |

Проводится выбор кабельной линии на примере кабеля питающей сети 6 кВ – от генераторов до секций сборных шин напряжением 6 кВ.

«Для кабеля питающей сети 6 кВ – от генератора G1 до первой секций сборных шин напряжением 6 кВ, рабочий ток нормального режима определяется по условию 10» [15]



Сечение кабеля по условию (9)

 

Согласно полученным результатам, для кабеля питающей сети 6 кВ – от генератора G1 до первой секций сборных шин напряжением 6 кВ, в работе выбирается трёхжильный кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена марки АПвЭгаП-6(3х50) с длительно – допустимым током *Iдоп* = 142 А, прокладка – в земле [4].

«Для кабельной линии ток послеаварийного режима по условию (11)» [17]



Проверка выбранного сечения кабеля в нормальном режиме работы согласно (12)



Условие (12) выполняется.

Проверка выбранного сечения кабеля в послеаварийном режиме работы согласно (13)



Условие (13) выполняется.

Проверка по потере напряжения проводится для питающей кабельной линии напряжением 6 кВ с выбранным сечением кабеля с учётом длины линии



Потери напряжения в кабеле питающей сети 6 кВ – от генератора G1 до первой секций сборных шин напряжением 6 кВ, в нормальном режиме меньше, чем 5 %, следовательно, являются допустимыми согласно установленных норм и допусков [5].

Выбор сечения остальных кабельных линий напряжением 6 кВ питающей и распределительной сети для системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО проведён аналогично и результаты выбора приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты выбора сечения кабельных линий напряжением 6 кВ питающей и распределительной сети для системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Линия | *Sпр*,кВА | *Iн*, A | *Fэ*, мм2 | *Imax*, A | Марка/сечение кабеля | *Iдоп*, A |
| 1СШ (6 кВ) |
| G1 - 1СШ (6 кВ)  | 966,7 | 93,0 | 58,1 | 130,2 | АПвЭгаП-6(3х50) | 142 |
| 1СШ (6 кВ)-Т1 НМ | 737,1 | 70,9 | 44,3 | 98,4 | АПвЭгаП-6(3х35) | 119 |
| 1СШ (6 кВ)-Куст 3 ВЗиС (ввод-2) | 315,9 | 30,4 | 19,0 | 42,6 | АПвЭгаП-6(3х16) | 94 |
| 2СШ (6 кВ) |
| G2 - 1СШ (6 кВ)  | 1042,5 | 100,3 | 62,7 | 140,4 | АПвЭгаП-6(3х50) | 142 |
| 2СШ (6 кВ)-Т1 КТПН-6/0,4 кВ | 842,4 | 81,1 | 50,7 | 113,5 | АПвЭгаП-6(3х50) | 142 |
| 2СШ (6 кВ)-Куст 4 ВЗиС (ввод-2) | 315,9 | 30,4 | 19,0 | 42,6 | АПвЭгаП-6(3х16) | 94 |
| 3СШ (6 кВ) |
| G3 - 1СШ (6 кВ)  | 966,7 | 93,0 | 58,1 | 130,2 | АПвЭгаП-6(3х50) | 142 |
| 3СШ (6 кВ)-Куст 3 ВЗиС (ввод-1) | 737,1 | 70,9 | 44,3 | 98,4 | АПвЭгаП-6(3х35) | 119 |
| 3СШ (6 кВ)-Т2 НМ | 315,9 | 30,4 | 19,0 | 42,6 | АПвЭгаП-6(3х16) | 94 |
| 4СШ (6 кВ) |
| G4 - 1СШ (6 кВ)  | 1042,5 | 100,3 | 62,7 | 140,4 | АПвЭгаП-6(3х50) | 142 |
| 3СШ (6 кВ)-Т2 КТПН-6/0,4 кВ | 842,4 | 81,1 | 50,7 | 113,5 | АПвЭгаП-6(3х50) | 142 |
| 3СШ (6 кВ)-Куст 4 ВЗиС (ввод-1) | 315,9 | 30,4 | 19,0 | 42,6 | АПвЭгаП-6(3х16) | 94 |

Все выбранные в работе силовые инновационные кабели 6 кВ марки АПвЭгаП-6 системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО удовлетворяют всем условиям выбора и проверки.

Все они показаны на предложенной разработанной схеме электрических соединений системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, полученной путём внесения важных изменений в исходную схему (графический лист 2).

# 2.5 Расчёт токов короткого замыкания

«Для расчёта токов КЗ в рассматриваемой системе электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, составляется расчётная схема и схема замещения для данного участка сети» [7], а также для всей схемы в целом [12].

Так как в предложенной в работе схеме электрических соединений каждый генератор работает на свою секцию шин отдельно (применяется раздельный режим работы), с целью упрощения, для расчёта токов КЗ рассматривается один из участков «генератор – шины 6 кВ – нагрузка»: генератор G1 – 1СШ – Т1 НМ (рисунок 2, а), по которой составляется схема замещения (рисунок 2, б).

Для остальных участков схемы величины полученных токов КЗ будут отличаться незначительно, находясь в допустимых пределах принятых погрешностей [12].



Рисунок 2 – Однолинейная расчетная схема и схема замещения сети

«Величина базисного напряжения в системе электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО принимается больше значения номинального напряжения сети на 5%» [7].

Выбираются расчетные точки короткого замыкания К1 (на шинах 6 кВ 1СШ ГПЭС), К2 (на выводах 0,4 кВ силового трансформатора Т1 НМ).

Выбираются базисные условия. «Базисная мощность в работе принята равной полной мощности генератора 1СШ 6 кВ ГПЭС без учёта потерь, базисные напряжения – это номинальные значения напряжений ВН и НН)» [7]:







«Рассчитывается базисный ток для стороны высшего (6 кВ) и низшего (0,4 кВ) напряжения в схеме» [7]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (15) |

«Базисные токи на ступенях напряжений в схеме» [7]:





ЭДС генератора при расчёте в относительных единицах принимается равным *ЕGS* =1 [12].

По справочным данным завода-изготовителя [6], сверхпереходное индуктивное сопротивление генератора в случае принятия его номинальной мощности за базисную, можно принять *xGS* = 0,05 о.е.

«Индуктивное сопротивление кабельной линии» [12]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (16) |

где$ Х\_{w1}$-«удельное сопротивление линии, Ом/км» [12];

*L*-«длина линии, 0,5 км» [12].

«Индуктивное сопротивление питающей кабельной линии W1 (номинальное напряжение – 6 кВ)» [12]:



«Активное сопротивление питающей кабельной линииW1 (6 кВ)» [12]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (17) |

где $R\_{уд.w1}$ – «удельное активное сопротивление линии» [1].

«Активное сопротивление питающей кабельной линии W1 (6 кВ)» [12]:



«Находится «индуктивное сопротивление трансформатора» [12] Т1 НМ (ПС-6/0,4 кВ)» [7]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (18) |



«Проводится расчет токов КЗ в расчётной точке К1 согласно» [12].

«Полное сопротивление цепи короткого замыкания до точки К1» [12]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (19) |



«Расчёт токов КЗ при трёхфазном коротком замыкании в расчётных точках» [12]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (20) |

«Рассчитывается значение трёхфазного тока КЗ в расчётной точке К1» [12]



«Определяется полное сопротивление и ток КЗ в расчётной точке К2» [12]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (21) |





«Значение ударного тока трёхфазного КЗ» [12]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (22) |

где *Куд* – «значение ударного коэффициента (по техническим справочным данным)» [7].

«Определяется значение ударного тока трёхфазного КЗ в расчётной точке К1» [12]



«Определяется значение ударного тока трёхфазного КЗ в точке К2» [12]



Полученные результаты расчётов токов КЗ и ударных токов в расчётных точках схемы в системе электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчётов токов КЗ и ударных токов в расчётных точках схемы в системе электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Точка КЗ | UБ, кВ | IБ, кА | ZΣ | $$К\_{уд}$$ | $$I^{(3)}кА$$ | iуд, кА |
| K1 | 6,3 | 0,15 | 0,054 | 1,4 | 2,78 | 5,5 |
| K2 | 0,4 | 2,35 | 0,240 | 1,0 | 9,8 | 13,9 |

# 2.6 Выбор и проверка электрических аппаратов

В работе выбору и проверке подлежат электрические аппараты напряжением 6 кВ, установленные в РП-6 кВ ГПЭС системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО.

«Выбор аппаратов высокого напряжения в общем виде производится по номинальным значениям напряжения и тока по и формулам» [12]:

  (22)

 (23)

«Кроме того, выбранные аппараты высокого напряжения подлежит следующим проверкам по условиям отключения токов КЗ и ударных токов, а также на термическую и динамическую стойкость по условиям», приведённым ниже [12].

Для «отключающих аппаратов проводится проверка на симметричный ток отключения» [12]:

 (24)

«В данном случае учитывается симметричный (трёхфазный) ток КЗ» [12].

«Для отключающих аппаратов в данной работе должна быть проведена проверка на возможность отключения апериодической составляющей тока» по [12]:

 (25)

где βном – «номинальное значение относительного содержания

апериодической составляющей в отключаемом токе» [12];

iа.ном – «номинальное допускаемое значение апериодической

составляющей в отключаемом токе для времени» [12].

«Проверка электрических аппаратов на электродинамическую стойкость» проводится по двум условиям» [12]:

- «по условию номинального тока отключения» [12]

 (26)

- «по величине ударного тока» [6]:

 (27)

где iдин. – «номинальный ток электродинамической стойкости аппарата».

«Проверка электрических аппаратов на термическую стойкость» согласно [12]

 (28)

где IT – «предельный ток термической стойкости по каталогу» [12];

tТ – «длительность протекания тока термической стойкости, с» [12].

«Выбор выключателей 6 кВ, устанавливаемый в ячейках 6 кВ на питающем РП-6 кВ для защиты и коммутации питающих линий от генераторов G1-G4, а также распределительных линий к потребителям, выполняется по приведённым выше условиям» [17]. «Предварительно выбирается современный инновационный вакуумный выключатель марки BB/TEL-10-20/630-У2-48 и проводится его проверка (таблица 7)» [17].

Таблица 7 – Выбор высоковольтных выключателей в сети 6 кВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Условия | Параметры электрической сети | Каталожные данные выключателя марки BB/TEL-10-20/630-У2-48 |
| *Uуст ≤ Uн* | *Uуст* = 6 кВ | *Uн* = 10 кВ |
| *Iраб.макс ≤ Iн* | *Iраб.макс*=140,4 А | *Iн* = 630 А |
| *iу ≤ iпр.с* | *iу*=5,5 кА | *iпр.с* = 80 кА |
| *Bк ≤ IТ2tТ* | *Bк*=2,782∙3= 23,2 кА2с | *IТ2tТ* = 4000 кА2с |
| *Inτ ≤ Iоткн* | *Inτ =* 2,78 *кА* | *Iоткн* = 20 кА |

«Для питания вторичных цепей (в частности, релейной защиты по току, сигнализации, измерений), в работе необходимо предусмотреть установку трансформаторов тока (далее – ТТ)» [7].

«Выбирается ТТ марки ТПЛ-10 (таблица 8)» [17].

Таблица 8 – Выбор трансформаторов тока в сети 6 кВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Условия | Параметры электрической сети | Каталожныеданные трансформатора тока марки ТПЛ-10-У2 |
| *Uуст ≤ Uн* | *Uуст* = 6 кВ | *Uн* = 10 кВ |
| *Iраб.макс ≤ Iн.1* | *Iраб.макс*=140,4 А | *Iн.1* = 200 А |

«Выбирается трансформатор напряжения 6 кВ для установки в РУ-6 кВ марки НТМИ-6 (таблица 9)» [17].

Таблица 9 – Выбор трансформаторов напряжения в сети 6 кВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Условия | Параметры электрической сети | Каталожныеданные трансформатора напряжения марки НТМИ-6 |
| *Uуст ≤ Uн* | *Uуст* = 6 кВ | *Uн* = 6 кВ |
| *Iраб.макс ≤ Iн* | *Iраб.макс*=140,4 А | *Iн* = 630 А |
| *iу ≤ iпр.с* | *iу*=5,5 кА | *iпр.с* = 80 кА |
| *Bк ≤ IТ2 tТ* | *Bк*=2,782∙3= 23,2 кА2с | *IТ2tТ* = 4000 кА2с |

«На двух двухтрансформаторных ПС-6/0,4 кВ ГПЭС (НМ и КТПН-6/0,4 кВ) во вводных шкафах ВН (6 кВ) устанавливается высоковольтные выключатели нагрузки и предохранители» [17].

Они также подлежат выбору и соответствующим проверкам в работе по приведённым выше условиям.

Результаты выбора и проверки выключателей нагрузки представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Выбор выключателей нагрузки 6 кВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Условия | Параметры электрической сети | Каталожные данные выключателя нагрузкиВНР-10/400-10-УЗ |
| *Uуст ≤ Uн* | *Uуст* = 6 кВ | *Uн* = 10 кВ |
| *Iраб.макс ≤ Iн* | *Iраб.макс*=98,4 А | *Iн* = 400 А |
| *iу ≤ iпр.с* | *iу*=5,5 кА | *iпр.с* = 25 кА |
| *Bк ≤ IТ2 tТ* | *Bк*=2,782∙3= 23,2 кА2с | *IТ2tТ* = 100 кА2с |

Для защиты выбранных ТН напряжением 6 кВ нужны высоковольтные предохранители.

Они защищают сети и оборудование от токов коротких замыканий, которые могут привести к тяжёлым последствиям.

Выбор высоковольтных предохранителей напряжением 6 кВ приведён в таблице 11.

Таблица 11 – Выбор высоковольтных предохранителей в сети 6 кВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Условия | Параметры электрической сети | Каталожные данныепредохранителя ПК103-6-100-31,5/У3 |
| *Uуст ≤ Uн* | *Uуст* = 6 кВ | *Uн* = 6 кВ |
| *Iраб.макс ≤ Iн* | *Iраб.макс*=98,4 А | *Iн.вст* = 100 А |
| *iу ≤ iпр.с* | *iу*=5,5 кА | *iпр.с* = 100 кА |
| *Bк ≤ IТ2tТ* | *Bк*=2,782∙3= 23,2 кА2с | *IТ2tТ* = 100 кА2с |
| *Iном.вык >Iк1* | *Iк1* = 2,78 кА | *Iном.в* = 31,5 кА |

Все выбранные и проверенные электрические аппараты показаны в графической части работы.

# 2.7 Выбор системы учёта и контроля электроэнергии

В современном мире выбор системы учёта и контроля электроэнергии является очень важной составляющей любого проектирования электроустановок, так как обеспечивает непосредственный контроль и учёт электроэнергии, лимиты её потребления, контроль параметров потребляемой продукции (электроэнергии), а также ограничение или полное искоренение краж электроэнергии.

Поэтому к выбору системы учёта и контроля электроэнергии необходимо применять комплексный подход [16].

На ГПЭС системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО «контроль за режимом работы основного и вспомогательного оборудования осуществляется как с помощью традиционных технических средств (контрольно-измерительных приборов), так и с помощью программно-технических комплексов» [20], которые в последние годы полностью вытеснили устаревшие индукционные и электромагнитные системы, обладая значительными преимуществами перед ними, состоящие и выражающиеся в простоте, надёжности, компактности, работоспособности и т.д.

Именно поэтому принимается к внедрению в проектируемой системе электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО «автоматизированная система контроля и управления электроэнергией (АСКУЭ)» [20], выполненная на базе современного электронного счётчика электроэнергии марки Меркурий-234 ARTM-03 PB.G 3x230/400В 5(10) А класса точности 0,5s/1,0, который используется в работе и выбран для установки в РП-6 кВ, что является современным инновационным решением согласно [20].

Питание АСКУЭ осуществляют трансформаторы тока, через которые в сеть и на выводы АСКУЭ поступает нормированный допустимый рабочий ток системы.

Связь между электронным счётчиком и управляющей компанией (связь «компания – потребитель) осуществляется по мобильному каналу связи либо через интернет-канал.

Во многих случаях используются оба эти источники связи, что позволяет создать условия резервирования.

Кроме того, при мобильной (сотовой) передаче данных, во избежание сбоев, крайне рекомендуется использовать сеть нескольких мобильных операторов.

Сигнал со счётчиков потребителя через каналы связи передаются в центр сбора и обработки данных энергоснабжающей компании, где сигнал принимается, обрабатывается и заносится в соответствующую электронную ячейку на сервере.

Далее идёт сравнение полученных данных с предыдущими показаниями, а также их непосредственный контроль и обработка.

Эту процедуру в системе АСКУЭ выполняет информационно – вычислительный комплекс.

В конечном итоге, после приёма, обработки и систематизации информации со счётчиков АСКУЭ, она добавляется в специальную ячейку или записывается в виде файла для долгосрочного хранения и дальнейшего использования.

Выбранная система АСКУЭ для применения в системе электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО характеризуется надёжностью, экономичностью, точностью, экологичностью и безопасностью, а также удобством эксплуатации [20].

Выбранная и описанная схема учёта и контроля электроэнергии для непосредственного её применения в системе электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО в работе представлена на графическом листе 5.

# 2.8 Расчёт экономических показателей проекта

Далее в работе проводится расчёт технико-экономических показателей разработанного проекта системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО по укрупнённым показателям.

В результате выполнения работы, исходя из реальных условий и исходных данных работы, предложены некоторые качественные и необходимые изменения в схеме электрических соединений ГПЭС системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, а также выбраны новые кабели и электрические аппараты в данной системе электроснабжения.

Все они включаются в расчёт технико-экономических показателей разработанного проекта, который в работе проводится по укрупнённым показателям согласно методикам [18,19].

Исходя из принятых решений в работе, суммарные капиталовложения на разработку системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО определяются так [18,19]:

 (29)

где - капиталовложения в электрические аппараты системы

электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть»

ЯНАО;

- капиталовложения в кабельные линии 6 кВ для подключения

потребителей системы электроснабжения производства ООО

«Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО.

Капиталовложения по каждому из видов определяется с учётом стоимости единицы, количества единиц, а также расходов на монтаж и наладку (25-35% от стоимости оборудования) и накладных расходов (10-15% от стоимости оборудования).

Капиталовложения в электрические аппараты разработанной системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО в работе определяются так [19]:

 (30)

где *n* - количество единиц электрических аппаратов, шт.;

*Cосн* - стоимость одной единицы оборудования, тыс. руб.;

- расходы на монтаж и наладку электрических аппаратов, тыс.

руб.;

- накладные расходы, тыс. руб.

Принимается в работе [19]:

 (31)

Результаты расчёта стоимости оборудования разработанной системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО с учётом выбранных в работе электрических аппаратов напряжением 6 кВ, а также их количества, сведены в таблицу 12.

В данной таблице также проводится учёт вида амортизации соответствующего оборудования.

Таблица 12 – Стоимость электрических аппаратов разработанной системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип электрооборудования | Кол-во ед., шт. | Стоимость, за единицу,  руб. | Суммарная стоимость, руб. | Амортизация |
| Выключатель BB/TEL-10-20/630-У2-48 | 18 | 250000 | 4500000 | НК |
| Трансформатор тока ТПЛ-10-У2 | 42 | 80000 | 3360000 | НК |
| Трансформатор напряжения НТМИ-6 | 2 | 120000 | 240000 | НК |
| Выключатель нагрузкиВНР-10/400-10-УЗ | 4 | 100000 | 400000 | НК |
| Предохранитель ПК103-6-100-31,5/У3 | 12 | 8500 | 102000 | НК |
| Итого: | 78 | - | 8602000 | НК |

Капиталовложения в электрические аппараты разработанной системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО



Капиталовложения в кабельные линии 6 кВ для подключения потребителей разработанной системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО определяются [19]

 (32)

где - длина кабельной линии, км;

- стоимость 1 км кабельной линии, руб.

Расчеты суммарных капиталовложений в кабельные линии 6 кВ для подключения потребителей разработанной системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО в данной работе сводятся в таблицу 13.

Таблица 13 – Стоимость кабельных линий 6 кВ для подключения потребителей разработанной системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка кабеля | Кол-во, км | Стоимость, за км, руб. | Суммарная стоимость, руб. |
| АПвЭгаП-6(3х16) | 2,0 | 280000 | 560000 |
| АПвЭгаП-6(3х35) | 1,0  | 350000 | 350000 |
| АПвЭгаП-6(3х50) | 1,8 | 400000 | 720000 |
| Итого: | 4 | - | 1630000 |

Суммарные капиталовложения в кабельные линии 6 кВ:



Далее в работе определяются суммарные капиталовложения в реализацию проекта разработанной системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО как алгебраическая сумма составляющих, рассчитанных ранее:



В состав сметной стоимости разработанной системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО входят суммарные капиталовложения, рассчитанных ранее, и суммарные эксплуатационные издержки, расчёт которых проводится в работе далее [18,19].

В общем виде расчетная формула эксплуатационных издержек (затрат) определяется так [18]:

  (33)

В конечном итоге определяются составляющие формулы (33) и их алгебраическая сумма.

Заработная плата за год для работников разработанной системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО [18]

 (34)

где  – «средний месячный оклад работников по организации, руб.»

[18];

 – «количество оперативно – технических работников, чел.» [19];

 – «нормативный коэффициент, учитывающий дополнительную оплату труда» [18];

 – «число месяцев в году» [18].

По условию (34)



Страховые взносы составляют 30,9% от ЗП.

Расчет приведен в таблице 14.

Страховые взносы [18]

 (35)

Таблица 14 – Расчёт страховых взносов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пенсионный фонд РФ (ПФР (22%)) | Фонд обязательного медицинского страхования (ФФОМС (5,1%)) | Фонд социального страхования, нетрудоспособность (ФСС (2,9%)) | ФСС травматизм, 0,9% |
| 2021580 руб. | 468640 руб. | 266480 руб. | 82700 руб. |

По условию (35)



Годовые амортизационные отчисления согласно ([п. 3 ст. 258 НК РФ](http://www.1gl.ru/#/document/99/901765862/ZAP2B5K3LD/)), определяются по укрупнённым показателям так [18]:

 (36)

где *t* – «годовой коэффициент отчислений на амортизацию» [16].

Годовые амортизационные отчисления на электрические аппараты



Годовые амортизационные отчисления на КЛ 6 кВ:



Ремонт и техническое обслуживание [18]

 (37)

где *r* – «годовой коэффициент отчислений на ремонт и ТО» [16].

Годовые отчисления на ремонт и техническое обслуживание системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО проводится по укрупнённым показателям.

Годовые отчисления на ремонт и техническое обслуживание на электрические аппараты системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО



Годовые отчисления на ремонт и техническое обслуживание на КЛ напряжением 6 кВ системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО:



Прочие расходы на внедрение системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО [18]

 (38)



Годовые эксплуатационные издержки на внедрение разработанного проекта



Технико-экономические показатели разработанной системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Сводная таблица технико-экономических показателей системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование затрат | Единица измерения | Числовоезначение  |
| Капиталовложения в электрические аппараты  | руб. | 12042800 |
| Капиталовложения в кабельные линии 6 кВ  | руб. | 2282000 |
| Суммарные капиталовложения  | руб. | 14324800 |
| Заработная плата за год | руб. | 9189000 |
| Страховые взносы  | руб. | 2839400 |
| Годовые амортизационные отчисления на электрические аппараты | руб. | 760277,8 |
| Годовые амортизационные отчисления на кабельные линии 6 кВ | руб. | 158472,2 |
| Суммарные годовые амортизационные отчисления  | руб. | 918750 |
| Годовые отчисления на ремонт и ТО электрических аппаратов | руб. | 563801,5 |
| Годовые отчисления на ремонт и ТО кабельных линий 6 кВ | руб. | 169791,7 |
| Суммарные годовые отчисления на ремонт и ТО  | руб. | 733593,2 |
| Прочие расходы | руб. | 143248 |
| Годовые эксплуатационные издержки на внедрение проекта | руб. | 13823991,2 |

Выводы. В результате выполнения раздела, исходя из результатов анализа исходных технических данных, источников питания, потребителей и схемы электрических соединений, в работе обоснованы и внедрены следующие практические мероприятия по проектированию системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, в результате чего приняты и проверены следующие технические решения:

* исходя из реальных условий и исходных данных работы, предложены и обоснованы некоторые качественные и необходимые изменения в схеме электрических соединений ГПЭС системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, которые значительно улучшат её надёжность, экономичность и безопасность работ;
* проведены выбор и проверка генераторов ГПЭС на потребляемую мощность, а также на допустимую загрузку активной мощностью в нормальном и послеаварийном режимах;
* осуществлён выбор и проверка сечения проводников, в результате чего выбраны современные кабели улучшенной надёжности с изоляцией из сшитого полиэтилена марки АПвЭгаП-6;
* выбраны и проверены современные типы и марки электрических аппаратов напряжением 6 кВ;
* выбрана современная система учёта и контроля электроэнергии на базе электронного счётчика электроэнергии марки Меркурий-234 ARTM-03 PB.G 3x230/400В 5(10) А класса точности 0,5s/1,0, что является современным инновационным решением;
* проведён расчёт технико-экономических показателей разработанного проекта.

Выбор всего оборудования для проектирования системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» в работе проведён на основании результатов расчёта электрических нагрузок и токов короткого замыкания.

# 3 Разработка мероприятий по технике безопасности и охране труда

# 3.1 Обеспечение безопасности жизнедеятельности и электробезопасности

Известно, что обеспечение безопасности работающего персонала и соблюдение трудовой производственной дисциплины лежит в основе любого производственного процесса [6].

При этом на первое место выходит забота о жизни и здоровье людей, которые работают на данном производстве.

В силу различных обстоятельств и производственных факторов, существуют следующие виды опасностей [6]:

* производственные опасности, которые заключаются в нарушении режима и технологии производства, а также установленных правил по технике безопасности. Такие виды опасности приводят к различным видам производственных травм вплоть до летального исхода;
* опасность поражения электрическим током – заключается в соблюдении профилактических, организационных и технических мероприятий, позволяющих обезопасить обслуживающий персонал от поражения электрическим током в электроустановках;
* пожарная опасность – заключается в соблюдении профилактических, организационных и технических мероприятий по недопущению возгорания материалов, зданий и сооружений;
* экологическая опасность – состоит в недопущении или устранении вредного и опасного воздействия на окружающую среду.

Мероприятия по всем видам опасностей, перечисленных выше, имеют цель не допустить появление этих опасностей, а в случае их возникновения – быстро ликвидировать их очаг (очаги).

На любом предприятии для безопасного проведения работ есть человек, ответственный за соблюдение норм охраны труда (как правило, это – руководитель предприятия и инженер по охране труда).

Кроме того, имеется отделы по охране труда, работниками которых проводится разъяснительная и предупредительная работа среди рабочего персонала предприятия: разработка документации, проведения инструктажей, а также дней охраны труда и соответствующих мероприятий по охране труда в зависимости от направлений (электробезопасность, пожарная безопасность и т.д.).

Кроме того, непосредственную ответственность за соблюдение охраны труда в подразделениях несут и руководители этих подразделений: начальники служб, смен, участков, мастера и прочие ответственные работники, которые назначаются приказами по предприятию [6].

Особое место занимают инструктажи по технике безопасности и охране труда. В зависимости от назначения и инструктируемых работников, они могут быть следующих видов: первичные инструктажи, инструктажи на рабочем месте, повторные инструктажи [6].

Из числа первичных инструктажей выделяется вводный инструктаж, который имеет целью осветить общий принцип и порядок работы на предприятии.

Любой инструктаж должен быть доведён под подпись того, кому он предназначен.

Также должна стоять подпись ответственного лица, проводившего данный инструктаж.

Без проведения всех необходимых инструктажей и отсутствия соответствующих подписей в установленных журналах, инструктируемое лицо к работам не допускается [6].

Производственные опасности заключаются в нарушении режима и технологии производства, а также установленных правил по технике безопасности.

Такие виды опасности приводят к различным видам производственных травм вплоть до летального исхода.

Для каждого предприятия в зависимости от специфики и характера работы производственные опасности имеют различный характер.

На объекте исследования производственные опасности заключаются в получении травм различной степени тяжести при выполнении работ по монтажу, ремонту и обслуживанию оборудования, получение ожогов частей тела и слизистых оболочек, падение с высоты при выполнении работ, травмы, обусловленные попаданием частей тела под различные трущиеся и вращающиеся поверхности и т.п.

Профилактическими мероприятиями при производственных видах опасностей являются их недопущение применением организационных и технических мероприятий.

К таким мероприятиям относятся проведение инструктажей, ограждение рабочих и опасных мест, контроль выполнения работы несколькими членами бригады и т.п.

Следующий вид опасности – это опасность поражения электрическим током.

Для объекта исследования в работе в виду его специфики он представляется наиболее важным и вероятным, поэтому данному виду опасности следует уделить особое внимание.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности в электроустановках многогранны и, как правило, носят следующий характер [6]:

* профилактический;
* организационный;
* технический.

Профилактические мероприятия по недопущению и предупреждению поражения электрическим током заключаются в проведении разъяснительной работы среди персонала, установки защитных средств, изоляции опасных участков электрической сети.

Также к профилактическим мероприятиям относятся установка световой и звуковой сигнализации, а также релейной защиты и автоматики на объектах энергетики.

Организационные мероприятия по недопущению поражения электрическим током заключаются в организации выполнения работ строго по инструкции и нормам охраны труда, назначение ответственных лиц для контроля выполнения работ и норм безопасности, выдачу нарядов и распоряжений для выполнения работ, допуск персонала к работе, организацию работ на рабочем месте, премирование исполнительных работников и наказание злостных нарушителей.

Технические мероприятия по недопущению поражения электрическим током заключаются во внедрении технических мер при строгом соблюдении всех нормативов.

К таким мероприятиям относятся, например, установка запрещающих, предписывающих и информационных плакатов на месте работы, ограждение рабочего места, проведение оперативных переключений, заземление оборудования и т.д.

Особое внимание следует уделить средствам защиты от поражения электрическим током при работе в электроустановках.

К таким средствам относятся перчатки, диэлектрические коврики и подставки, инструменты, защитные маски и очки. Все они должны быть проверены непосредственно перед началом работ. Кроме того, срок их эксплуатации должен быть в норме.

Просроченный рабочий и защитный инструмент ни в коем случае использовать нельзя, так как это является прямой угрозой жизни и здоровью людей.

Кроме того, для уменьшения поражения электрическим токов людей, в электроустановках необходимо заземлять и занулять (только в сетях до 1 кВ) оборудование.

Применение переносных заземляющих устройств для безопасного проведения работ целесообразно только после проведения оперативных переключений коммутационных аппаратов и проверки отсутствия напряжения на шинах электроустановок.

Далее следует привести краткий алгоритм порядка выполнения работ в электроустановках при неукоснительном соблюдении мероприятий по охране труда.

Перед началом любых работ в электроустановках персонал обязан пройти инструктаж на рабочем месте, в котором указываются как его обязанности, так и обязанности других членов бригады, а также характер и расположение опасностей.

Далее старший (руководитель работ) даёт команду на подготовку рабочего места.

Рабочее место подготавливают, как правило, опытные работники с соответствующими группами по электробезопасности (в электроустановках до 1 кВ – не ниже третьей, а в электроустановках выше 1 кВ – не ниже четвёртой группы).

После этого проводятся оперативные переключения и отключения, которые согласовываются с диспетчером сетей.

Затем указателями напряжения соответствующих классов проверяют отсутствие напряжения на токоведущих частях оборудования, где будут проводиться работы.

После этого накладывается переносное заземление на токоведущие части либо включаются заземляющие ножи оборудования (если таковые предусмотрены конструкцией).

Затем ограждается рабочее место и вывешиваются плакаты по технике безопасности.

Только после всех перечисленных мероприятий бригада может приступить к выполнению работ.

В процессе выполнения работ при необходимости можно организовать перерыв, для чего бригада полностью выводится с места работ, а двери электроустановок закрываются на ключ.

Допуск посторонних лиц на объект работ при этом категорически запрещён [6].

# 3.2 Обеспечение пожарной безопасности

«Возникновения пожара на объектах возможно при следующих обстоятельствах» [6]:

* «при коротких замыканиях» [6];
* «при прямых попаданиях молнии» [6];
* «при разрушении и перегрева изоляции с последующим возгорания» [16];
* «при перегреве масла в трансформаторе» [6];
* «при перегреве токоведущих частей от перегрузки при неправильном их выборе» [6].

Пожарная безопасность объекта исследования в работе обеспечивается применением и использованием следующих мероприятий [6]:

* применением негорючих материалов в электроустановках и несгораемых конструкций оборудования, зданий и сооружений;
* наличием средств пожаротушения на объекте (пожарный щит, огнетушители, гидранты и т.п.);
* профилактическими проверками и инспекциями, выявляющих общее состояние пожарной безопасности оборудования;
* работой пожарной дружины на объекте, а также постоянным источником связи с пожарной инспекцией.

С точки зрения пожаробезопасности, наибольшую опасность представляет на объекте силовой трансформатор и прочее маслонаполненное оборудование, в котором существует высокая вероятность пожара и взрыва.

Поэтому данные объекты необходимо контролировать самым тщательным образом как во время обходов (плановых и неплановых), так и во время проверок.

Как показывают статистические исследования [20], также для обеспечения пожарной безопасности очень важное значение играет поддержание территории объекта в чистоте.

Для этого необходимо скашивать сухую траву, утилизировать ветошь, поддерживать чистоту на объекте.

Указанные мероприятия позволят не допустить самовозгорание на объекте в сухую жаркую погоду, а также не допустить распространение пожара на объекте и быстро его локализовать.

# 3.3 Обеспечение экологической безопасности

При выполнении работ на ГПЭС производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, необходимо строго соблюдать мероприятия по нормам экологической безопасности [6].

Среди опасностей также следует упомянуть и экологическую опасность, актуальность которой всё больше приобретает смысл в последние годы.

Загрязнение окружающей среды в свете изменения климата стало злободневной темой.

На объекте наибольшую опасность с экологической точки зрения представляют следующие возможные факторы [6]:

* утечка масла в грунт из маслонаполненного оборудования;
* загрязнение септиками и химикатами окружающей среды;
* загрязнение и запылённость воздуха;
* опасность для флоры и фауны;
* влияние шумов на живые организмы;
* влияние высоких напряжений на биосферу.

Экологический риск от перечисленных факторов должен быть сведён к минимуму путём внедрения качественных мероприятий, к которым относятся такие мероприятия, как-то [6]:

* проведения организационных мероприятий, направленных на обеспечение экологической безопасности;
* техническое обеспечение экологической безопасности;
* профилактические меры по обеспечению экологической безопасности;
* законодательное обеспечение экологической безопасности.

Все указанные мероприятия обязательны к применению и внедрению в систему электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть».

Экологическая безопасность на ГПЭС производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО при нормальных стандартных условиях находится под контролем руководства согласно [1,6,9,17].

Законодательная база регламентирует как административную, так и уголовную ответственность за нарушение закона.

Однако при условии наступления серьезных повреждений вследствие выхода ситуации из-под контроля (сильное землетрясение, авария, террористический акт, военные действия) энергетические объекты наносят значительный ущерб как окружающей среде, так и здоровью людей.

Такое развитие ситуации необходимо предусмотреть и бороться с её возникновением и возможными последствиями на законодательном уровне.

Итак, возможный экологический риск от негативного влияния ГПЭС производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО на элементы окружающей среды, жизни и здоровья людей, заключается в возможном загрязнении атмосферного воздуха химическими веществами и физическими факторами, загрязнении водных и земельных объектов химическими веществами и отходами.

Указанные мероприятия по охране окружающей среды должны быть приняты к сведению и внедрены в систему электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО.

# 3.4 Расчёт контура заземления ГПЭС

Проводится расчёт контура заземления ГПЭС системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО.

Рассчитывается контур защитного заземления, к которому будут непосредственно подключены все электроустановки номинального класса напряжения 6 кВ, а также системы собственных нужд объекта проектирования напряжением 0,38/0,22 кВ.

Все расчёты проводятся согласно методике, представленной в литературе [5].

«Сопротивление грунта Ом» [5]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (39) |
|  |  | (40) |

где *ρуд* – «величина удельного сопротивления грунта (для суглинка)»,

Ом [5];

*Кп.г* и *Кп.в*  – «нормируемые коэффициенты использования

горизонтальных и вертикальных электродов» [5].





«Для стержневого вертикального заземлителя сопротивление растеканию определяется так» [5]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (41) |



«Число вертикальных заземлителей (электродов)» [5]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (42) |



«Принимается *N* = 27 шт» [5].

«Сопротивление растеканию горизонтальных электродов» [5]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (43) |



«Уточненное значение сопротивления вертикальных заземлителей в рассчитываемом контуре заземления» [5]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (44) |



«Уточненное число вертикальных заземлителей» [5]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (45) |



«Сопротивление вертикальных заземлителей Ом» [5]:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (46) |



«Общее сопротивление заземлителей (электродов) спроектированного контура заземления» [5]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (47) |



«Окончательно принимается к установке в контуре заземления на ГПЭС двадцать пять вертикальных заземлителей (электродов)» [5].

Конструкция контура заземления газопоршневой электростанции системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО приведена в графической части работы.

Выводы. «В результате выполнения данного раздела работы, осуществлена разработка мероприятий по технике безопасности, а также пожарной и экологической безопасности при выполнении работ на электрооборудовании и в электрических сетях системы электроснабжения» [17] производства ООО «Ноябрьскэнергонефть».

Путём проведения выборочного анализа, в работе установлены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на безопасность проведения работ, а также на факторы пожарной и экологической безопасности.

Особое внимание уделено обязанностям обслуживающего персонала системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть», обеспечивающие электробезопасность и сводящие травматизм к минимальным показателям.

На основании проведённого анализа, разработан комплекс мероприятий, позволяющих качественно повысить критерии безопасности жизнедеятельности, а также пожарной и экологической безопасности при выполнении работ в электроустановках и сетях системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть».

##

## Заключение

«В результате выполнения работы разработан проект системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО при соблюдении заданных требований к надежности схемы электроснабжения и качеству электроэнергии, передаваемой потребителям».

Разработка данного проекта системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО связана с одной стороны, с внесением необходимых качественных изменений в исходную существующую схему электрических соединений объекта проектирования, а с другой – модернизацией электрических сетей и аппаратов рассматриваемой системы электроснабжения объекта.

Исходя из проведённого анализа технических характеристик объекта исследования, установлено, что источником питания системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО является газопоршневая электростанция (ГПЭС), содержащая четыре агрегата марки C1540N5CC HV6.3 производства фирмы Cummins (Великобритания).

В работе внесены следующие изменения в существующую исходную схему системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО с применением следующих мероприятий:

* подключение новых потребителей на ячейки 8 и 15 РУ-6 кВ ГПЭС (бывшие ячейки «Резерв»). Исходя из этого, в работе проверена нагрузочная способность всей системы электроснабжения газопоршневой электростанции производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО с учётом подключения этих новых потребителей, а также внесены соответствующие изменения в схему электроснабжения ГПЭС;
* в схеме электрических соединений для каждого генераторного агрегата ГПЭС используется собственная система сборных шин 6 кВ в РУ-6 кВ с резервированием с помощью секционных выключателей, которые в нормальном режиме работы будут отключены. В системе электроснабжения ГПЭС производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО применён раздельный режим работы РУ-6 кВ с использованием четырёх секций сборных шин 6 кВ (по числу генераторных агрегатов ГПЭС);
* проведена модернизация кабельных линий и электрических аппаратов системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, заключающаяся в замене устаревших и изношенных аппаратов и кабелей на современные марки, обладающие повышенной надёжностью.

Для реализации основной цели работы, в работе также проведено последовательное решение следующих поставленных задач:

* анализ исходных данных по объекту исследования с рассмотрением основных теоретических положений, необходимых для решения основных задач. На основе полученных данных анализа, проведено обоснование необходимости внесения качественных технических изменений в схему электрических соединений объекта проектирования, а также модернизации проводников и электрических аппаратов;
* непосредственная разработка системы электроснабжения газопоршневой электростанции производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО, заключающаяся в обосновании внесения в исходную существующую схему электрических соединений объекта исследования. В связи с этим, в работе проведены расчёты электрических нагрузок, выбор и проверка генераторов ГПЭС на допустимую загрузку в нормальном и аварийном режимах работы, выбор и проверка сечения проводников с последующей их модернизацией, расчет токов КЗ, выбор и проверка электрических аппаратов, выбор системы учёта и контроля электроэнергии на объекте проектирования;
* расчёт технико-экономических показателей разработанного проекта с определением величины капитальных затрат и величины суммарных издержек;
* путём проведения выборочного анализа, в работе установлены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на безопасность проведения работ, а также на факторы пожарной и экологической безопасности. Особое внимание уделено обязанностям обслуживающего персонала системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть», обеспечивающие электробезопасность и сводящие травматизм к минимальным показателям.

На основании проведённого анализа, разработан комплекс мероприятий, позволяющих качественно повысить критерии безопасности жизнедеятельности, а также пожарной и экологической безопасности при выполнении работ в электроустановках и сетях системы электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть».

Разработанные мероприятия в системе электроснабжения производства ООО «Ноябрьскэнергонефть» ЯНАО значительно повысят надёжность схемы электрических соединений ГПЭС, уменьшат затраты на обслуживание и ремонт, сократят межремонтный период до минимума, позволят повысить показатели энергоэффективности объекта проектирования и его потребителей.

Результаты работы соответствуют всем требованиям основных документов.

# Список используемых источников

1. Будзко И.А., Зуль Н. М. Электроснабжение сельского хозяйства. – М.: Агропромиздат, 2018. 496 с.
2. Водянников В.Т. Экономическая оценка проектных решений в энергетике АПК. – М.: Колос, 2008. 263с.
3. Газовая (газопоршневая) электростанция Cummins C1540N5CC HV6.3. URL. Режим доступа: <https://www.grandmotors.ru/cummins_c1540n5cc_hv6.3.php> Дата обращения: 09.04.2022.
4. Кадомская К.П., Лавров Ю.А. Электрооборудование высокого напряжения нового поколения. Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. 343 c.
5. Курдюмов В.И., Зотов Б.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности. – М.: Колос, 2016. 184 с.
6. Михайлов Ю.М. Охрана труда при эксплуатации электроустановок. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2015. 224 с.
7. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - М.: Энергоатомиздат, 2016. 356 с.
8. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Учеб. пособие для ВУЗов. – 5-е издание, перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2014. 608 с.
9. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) / под общ. ред. В.В. Дрозд. - 7-е изд-е. - М.: Альвис, 2018. 252 с.
10. Рогалев Н.Д., Зубкова А.Г., Мастерова И.В. Экономика энергетики: учебное пособие для ВУЗов / под ред. Н.Д. Рогалева. М.: «МЭИ», 2018. 288 с.
11. Рогалев Н.Д. Экономика энергетики: учебное пособие для ВУЗов. М.: «МЭИ», 2019. 288 с.
12. Рожкова Л.Д., Карнеева Л.К., Чиркова Т.В. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник для студентов учреждений профессионального образования. - М.: 2016. 448 c.
13. Самарин О. Д. Энергосбережение. Энергоэффективность. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2019. 296 c.
14. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. 328 c.
15. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЭНАС, 2012.
16. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Ю.Г. Барыбина и др.- М.: Энергоатомиздат, 2016. 576 с.
17. СТО 70238424.27.100.056-2009 Дизельные и газопоршневые электростанции. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. URL. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200093678> Дата обращения: 09.04.2022.
18. Фролов Ю. М., Шелякин В.П. Основы электроснабжения. - М.: Лань, 2015. 480 c.
19. Шкрабак В.С., Луковников А.В., Тургиев А.К. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – М.: Колос, 2019. 360 с.
20. IEC 60287–2–2:1995 Electric cables–Calculation of the current rating–Part Thermal resistance – Section 2. A method for calculating reduction factors for groups of cables in free air, protected from solar radiation.