4. Проверка соответствия характеристик электрических проводов (кабелей) и аппаратов защиты.

В данном разделе курсовой работы приведены проверочные расчеты для электрических проводников и аппаратов защиты, используемых в рассматриваемой электрической сети. В перечень проверочных расчетов для проводников входят расчет рабочих токов на участках электрической сети, проверка проводников по условию нагрева и допустимого падения напряжения. Аппараты защиты проверяются по условию нагрева, по защите от кратковременных и длительных (при необходимости) перегрузок. Также электрические сети проверяются на защищенность от воздействия токов короткого замыкания и токов перегрузки.

4.1. Проверка проводников по условию нагрева на участках электрической сети.

4.1.1. Расчет рабочих токов на участках электрической сети.

В данном подразделе производится расчет рабочих токов на различных участках электрической сети. Рабочие токи на участках сети принимаются по условию задания на курсовую работу с учетом заданной схемы электрической сети.

Рабочие токи на участках электрической сети имеют следующие значения:

Участок 1: 1КРУ-2РП

Участок 2: 2РП-4ЩС

Участок 3: 4ЩС-2двигатель

Участок 4: 2РП-4ЩО

Участок 5: 4ЩО-рабочее освещение

4.1.2. Проверка проводников по условию нагрева.

На основе полученных результатов проводим сравнение допустимых токов на участках электрической цепи с фактическими. Условие нагрева представляет собой соотношение допустимых и фактических токов. Условие считается выполненным, если допустимый ток проводника превышает или равен фактическому значению силы тока. Для взрывоопасных зон по ПУЭ (кроме зон классов В-Iб и В-Iг), фактическое значение силы тока следует увеличивать до 125% от заданного (п.7.3.97. [2]).

Результаты сравнительного анализа приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение фактических и допустимых токов в проводниках электрической сети.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование участка | Маркировка и способ прокладки проводника | Допустимое значение электрического тока, А | Фактическое значение электрического тока, А | Вывод о соответствии |
| Участок 1  1КРУ-2РП | АСБВнг-LS 4×120-1 На тросах | 200, т.1.3.18 [2] |  | Не соответствует |
| Участок 2  2РП-4ЩС | АПВГ 3×50+1×25  В в газ.тр. | 110, т.1.3.7 [2] |  | Не соответствует |
| Участок 3  4ЩС-двигатель | КВВГ 4×6О в газ.тр. | 145, т.1.3.6 [2] |  | Не соответствует |
| Участок 4  2РП-4ЩО | ПвБбШнг-LS 3×50+1×25 На тросах | 160, т.1.3.8. [2] |  | Соответствует |
| Участок 5  4ЩО-раб. освещ. | АпсВГ 2×6 В газ. скрыто | 32, т.1.3.7. [2] |  | Соответствует |

Вывод: согласно результатам анализа проводник на участке 1,2,3 не соответствует требованиям норм по условию нагрева.

На участках 1,2, 3 кабель следует заменить на аналогичный с большим сечением жилы либо изменив способ прокладки.

4.2. Проверка сечения проводников по допустимой потере напряжения.

Согласно заданию на курсовое проектирование, допустимая потеря напряжения в проводниках должна составлять не более 5%. Таким образом, в данном разделе будет приведен расчет фактической потери напряжения на участках сети и сравнение потерь с допустимыми.

Расчет потерь напряжения на проводниках.

Фактическая потеря напряжения рассчитывается по формуле:

где Pр – расчетная или рабочая мощность нагрузки в конце соответствующего участка сети, кВт;

li – расстояние от начала рассматриваемого участка сети до нагрзки, м;

Si – сечение проводника данного участка сети, мм2;

Ci – коэффициент, учитывающий напряжение, систему питания и материал проводника этого участка, определяется по табл. П 2.2. [3].

Таким образом потери напряжения на различных участках сети составляют:

Участок 1: 1КРУ-2РП

Участок 2: 2РП-4ЩС

Участок 3: 4ЩС-двигатель

Участок 4: 2РП-4ЩО

Участок 5: 4ЩО-раб.освещ.

Суммарная потеря напряжения

Исходя из результатов расчета, делаем вывод о том, что потери напряжения в электрической сети превышают допустимые значения. Для разрешения данной проблемы следует заменить кабель на участке 3 на аналогичный с большим сечнием токоведущей жилы.

4.3. Проверка аппаратов защиты проводников от токов КЗ.

Проверка аппаратов защиты на способность защитить сеть от воздействия токов КЗ проверяется расчетным методом. В зависимости от количества фаз в электрической сети КЗ подразделяются на однофазные, двухфазные и трехфазные. Чем больше количество фаз тока в сети, тем выше максимальная сила тока, возникающая при КЗ. Таким образом целесообразно проверять аппараты защиты трехфазных силовых сетей на способность защиты от трехфазного КЗ, а двухфазных осветительных сетей – от двухфазного КЗ. Мощность тока КЗ определяется по формулам:

- двухфазного

- трехфазного

где Uл – линейное напряжение, В;

Zф –полное сопротивление фазы, Ом.

Значение Zф определяется по формуле:

где – активное сопротивление проводника фазы участка цепи, Ом;

– *ρ* – расчетное удельное сопротивление (19 – для меди, 32 – для аллюминия), (Ом.мм2)/км;

– *l* – длина участка цепи, км;

– *Sф* – сечение проводника фазного провода, мм2;

– индуктивное сопротивление проводника фазы участка цепи, Ом;

– *a* – среднее значение индуктивного сопротивления одного проводника, Ом/км равное:

0,07 – для кабелей;

0,09 – для проводов, проложенных в трубе;

0,25 – для изолированных проводов, проложенных открыто;

0,3 ­– для воздушных линий низкого напряжения.

– активное сопротивление фазы питающего трансформатора, Ом;

– С – коэффициент, равный:

4 – для трансформатора мощностью до 60 кВ.А;

3,5 – для трансформатора мощностью до 180 кВ.А;

2,5 – для трансформаторов мощностью до 1000 кВ.А;

2,2 – для трансформаторов мощностью до 1800 кВ.А;

*SТ*– мощность трансформатора, кВ.А;

– индуктивное сопротивление фазы питающего трансформатора, Ом;

– *β* – коэффициент, равный:

2 – для транформаторов до 180 кВ.А;

3 – до 1000 кВ.А;

4 – до 1800 кВ.А;

*rд* – добавочное сопротивление переходных контактов (принимаем по данным на с. 33 [3]).

Таким образом величина КЗ на различных участках сети равна:

Участок 1: 1КРУ-2РП

;

;

;

;

.

.

.

.

Участок 2: 2РП-4ЩС

;

;

;

;

.

.

.

.

Участок 3: 4ЩС-двигатель

;

;

;

;

.

.

.

.

Участок 4: 2РП-4ЩО

;

;

;

;

.

.

.

.

Участок 5: 4ЩО-раб.освещ.

;

;

;

;

.

.

Результаты проведения анализа соответствия установленных аппаратов защиты и предохранителей приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнение фактического исполнения аппаратов защиты элетрической сети с требуемым.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование участка сети | Маркировка устройства защиты | Тип АЗ | Условия соответствия | Фактические параметры  *Iср.эл.м*.; *Iпр.А.* | Вывод о соответствии |
| 1КРУ-2РП | А3144 | Выключатель электромагнитный | 1,25 | 600;4200 | Не соответствует по предельному току отключения, п.3.1.8 [2] |
| 2РП-4ЩС | А3124 | Выключатель электромагнитный | 1,25 | 100;800 | Соответствует |
| 4ЩС-двиг. | АЕ2056 | Выключатель комбинированный | 1,4 | 240;6000 | Не соответствует по надежности отключения токов КЗ, п.3.1.8 [2] |
| 2РП-4ЩО | ПР-2 | Предохранитель с плавкой вставкой | 4 | 160(*Iн.вст.*);11000 | Не соответствует по предельному току отключения, п.3.1.8 [2] |
| 4ЩО-раб.осв. | АЕ1031-13 | Выключатель электромагнитный | 1,4 | 192;1000 | Соответствует |

Таким образом следует заменить аппараты защиты на аналогичные с учетом следующих требований:

Участок 1КРУ-2РП: повысить предельный ток отключения;

Участок 2ЩС-двиг.: снизить величину тока срабатывания расцепителя;

Участок 2РП-4ЩО: повысить предельный ток отключения.

4.4. Проверка аппаратов защиты на надежность при перегрузках и нагреве.

Согласно п.3.1.4, 3.1.10-12 аппараты защиты, устанавливаемые для защиты электрической сети должны соответствовать следующим требованиям:

1) Рабочая сила тока сети не должна превышать номинальную силу тока аппарата защиты (условие нагрева);

2) Отношение рабочей силы тока к номинальной силе тока аппарата защиты не должно превышать номинальную силу тока аппарата защиты, умноженную на значения, указанные в п.3.1.11 [2] (условие защиты от длительных перегрузок);

3) Рабочая сила тока сети не должна превышать 125% от значения номинальной силы тока аппарата защиты (условие защиты от кратковременных напряжений).

Результаты анализа соответствия установленных аппаратов защиты предъявляемым требованиям приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Анализ соответствия аппаратов защиты предъявляемым требованиям по защите от нагрева и перегрузок.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование участка сети | Маркировка устройства защиты | Тип АЗ | Условия соответствия | Фактические параметры  *Iср.эл.м ;Iр.* | Вывод о соответствии |
| 1КРУ-2РП | А3144 | Выключатель электромагнитный |  | 600;245 | Соответствует |
| 2РП-4ЩС | А3124 | Выключатель электромагнитный |  | 100;46,7 | Не соответствует по защите от длительных перегрузок, п. 3.1.11 [2] |
| 4ЩС-двиг. | АЕ2056 | Выключатель комбинированный |  | 240;48,3 | Не соответствует по защите от длительных перегрузок, п. 3.1.11 [2] |
| 2РП-4ЩО | ПР-2 | Предохранитель с плавкой вставкой |  | 160(*Iн.вст.*);101 | Не соответствует по защите от длительных перегрузок, п. 3.1.11 [2] |
| 4ЩО-раб.осв. | АЕ1031-13 | Выключатель электромагнитный |  | 192;20,2 | Не соответствует по защите от длительных перегрузок, п. 3.1.11 [2] |

4.5. Проверка селективности защиты электрической сети.

Селективность защиты обеспечивается выполнением следующих условий [3]:

1) для линии, защищенной только автоматами

2) для линии, защищенной только предохранителями

3) для линии, защищенной автоматами и предохранителями

Таким образом, производится проверка имеющихся АЗ:

Линия 1КРУ-2РП-4ЩО

Линия 1КРУ-2РП-4ЩС

Линия 2РП-4ЩС-двиг.

Линия 2РП-4ЩО-раб.осв.

Вывод: селективность защиты обеспечена на всех аппаратах защиты электрической сети.