2.2 Визначення розрахункових електричних навантажень.

Знання очікуваних електричних навантажень усього підприємства та окремих його об'єктів необхідно для розрахунку всіх елементів системи електропостачання (трансформаторів, ліній та ін.).

Завдання це є досить складним і дотепер цілком невирішеним. Пояснюється це непостійністю навантаження протягом зміни, доби. Коливання навантаження протягом робочої зміни визначаються значною кількістю незалежних один від одного факторів і тому носять випадковий характер.

Основними з них є: кількість одночасно працюючих приймачів, їхня по-тужність, ступінь завантаження та ін.

Реальним розв’язанням цього завдання є вивчення фактичних графіків електричних навантажень на діючих підприємствах в обсягах, достатніх для застосування математичної статистики і теорії ймовірностей при математичній обробці цих графіків. У результаті можна одержати розрахункові вирази і коефіцієнти для визначення очікуваних електричних навантажень підприємства, яке проектується, з умовами, аналогічними на діючому підприємстві.

Інститути, що проектують гірничі підприємства, при визначені електричних навантажень користуються переважно методом коефіцієнта попиту, тому в даному проекті буде використано саме метод коефіцієнта попиту.

Так як для деяких споживачів дана активна потужність, а для інших повна, тому розрахунок буде окремий для двох цих груп.

Таблиця 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Кількість | Потужність одного, кВт | Сумарна потужність, кВт | Коефіцієнт попиту | cosϕ | tgϕ | Розрахункова потужність | |
| Активна, кВт | Реактивна, квар |
| РРМВ Універсал | 1 | 630 | 630 | 0,74 | 0,6 | 1,33 | 466,2 | 621,6 |
| АБК ЖДЦ | 1 | 400 | 400 | 0,7 | 0,65 | 1,17 | 280 | 327,35 |
| Вибухпром | 2 | 630 | 1260 | 0,57 | 0,65 | 1,17 | 718,2 | 839,63 |
| Тягова тр./парк | 1 | 2500 | 2500 | 0,85 | 0,85 | 0,62 | 2125 | 1316,95 |
| Промисловий майданчик | 2 | 400 | 800 | 0,53 | 0,5 | 1,73 | 424 | 734,38 |
| ЕКГ-8 | 10 | 630 | 6300 | 0,45 | 0,85 | 0,62 | 2835 | 1756,97 |
| ЕКГ-5 | 8 | 250 | 2000 | 0,5 | 0,7 | 1,02 | 1000 | 1020,20 |
| ЕКГ-12 | 5 | 1250 | 6250 | 0,5 | 0,8 | 0,75 | 3125 | 2343,75 |
| СБШ-320 | 10 | 500 | 5000 | 0,7 | 0,85 | 0,62 | 3500 | 2169,10 |
| СБО-1/20 | 6 | 120 | 720 | 0,63 | 0,8 | 0,75 | 453,6 | 340,2 |
| Насоси водовідливу | 8 | 400 | 3200 | 0,85 | 0,8 | 0,75 | 2720 | 2040 |
| Всього: |  | | 29060 |  | | | 17647 | 13510,20 |

Розраховую потужність з урахуванням кількості споживачів:

РРМВ Універсал:

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

АБК ЖДЦ:

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

Вибухпром:

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

Тягова тр./парк:

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

Промисловий майданчик:

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

ЕКГ-8:

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

ЕКГ-5:

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

ЕКГ-12:

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

Насоси водовідливу:

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

Бурові верстати СБШ-320:

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

Бурові верстати СБО-1/20:

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

Сумарна розрахункова активна потужність з урахуванням коефіцієнту попиту:

РРМВ Універсал:

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

АБК ЖДЦ:

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

Вибухпром:

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

Тягова тр./парк:

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

Промисловий майданчик:

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

ЕКГ-8:

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

ЕКГ-5:

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

ЕКГ-12:

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

Насоси водовідливу:

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

Бурові верстати СБШ-320:

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

Бурові верстати СБО-1/20:

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

Сумарна розрахункова реактивна потужність з урахуванням коефіцієнту попиту:

РРМВ Універсал:

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

АБК ЖДЦ:

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

Вибухпром:

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

Тягова тр./парк:

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

Промисловий майданчик:

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

ЕКГ-8:

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

ЕКГ-5:

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

ЕКГ-12:

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

Насоси водовідливу:

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

Бурові верстати СБШ-250:

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

Бурові верстати СБО-1/20:

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

Розраховую активну розрахункову потужність:

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

Розраховую активну розрахункову потужність:

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

Розраховую повну розрахункову потужність:

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

Таблиця 2.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Споживач | Кількість | Потужність одного, кВА | Сумарна потужність, кВА |
| Травнсформатор власних потреб (ТМ-40) | 2 | 40 | 80 |
| Їдальня (ТМ-40) | 1 | 40 | 40 |
| Фікальна насосна (ТМ-160) | 1 | 160 | 160 |
| Трансформатор власних потреб для екскаваторів ЕКГ-8 (ТМЕ-100) | 10 | 100 | 1000 |
| Трансформатор власних потреб для екскаваторів ЕКГ-4 (ТМЕ-40) | 8 | 40 | 320 |
| Трансформатор власних потреб для екскаваторів ЕКГ-12.5 (ТМЕ-250) | 5 | 250 | 1250 |
| Всього: |  |  | 2850 |

Розраховую сумарну повну потужність служб або цехів підключених через трансформатор на шину 6кВ:

Трансформатор власних потреб (ТМ-40):

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

Їдальня (ТМ-40):

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

Фекальна насосна (ТМ-160):

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

Трансформатор власних потреб для ЕКГ-8 (ТМЕ-100):

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

Трансформатор власних потреб для ЕКГ-5 (ТМЕ-40):

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

Трансформатор власних потреб для ЕКГ-12 (ТМЕ-250):

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

До трансформаторів власних потреб (ТМ-40) під'єднані такі споживачі:

* Освітлення ЗРУ;
* Обдув трансформатору;
* Освітлення ОРУ;
* Мережа сигналізації;
* Опалення.

Розраховую повну розрахункову потужність:

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

Додаю потужність трансформаторів 6/0.4 кВ до повної розрахункової потужності:

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

Розраховую струмі на боці 3 і 6 кВ:

На стороні 35 кВ:

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

На стороні 6 кВ:

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

2.3 Компенсація реактивних навантажень.

Передача реактивної електричним мережам зв’язана з негативними явищами, які приводять до погіршення техніко – економічних показників роботи, електромереж та електроприймачів при неприпустимих відхилення напруги від номінальних значень.

Тому компенсація реактивної потужності або підвищення коефіцієнту потужності електроприймачів промислових підприємств має велике значення і є частиною загальної проблеми підвищення ККД роботи систем електропостачання і покращення якості електроенергії, що відпускається споживачам.

Основними технічними засобами, за допомогою яких здійснюється компенсація реактивної потужності на промислових підприємствах, є: статичні конденсатори, синхронні компенсатори, компенсаційні перетворювачі.

При укладанні договорів підприємств з енергосистемою (постачальником електроенергії) оговорюються не тільки показники активної потужності, а і величина реактивної потужності, яку енергосистема має відпускати підприємству в години максимуму енергосистеми

Для мереж промислових підприємств, де склалась визначена система взаємовідносин з енергопостачальниками, установка компенсуючих пристроїв необхідна.

Потужність компенсуючого улаштування визначається як різниця між фактичною найбільшою реактивною потужністю навантаження підприємства і оптимальною реактивною потужністю, що дається підприємству енергосистемою за умовами режиму роботи:

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

Де - потужність активного навантаження підприємства, кВт;

– оптимальний тангенс, що відповідає встановленими підприємством умовами отримання від енергосистемі потухностей навантаження та , який дорівнює 0.1;

– фактичний тангенс, що відповідає потужностям навантаження та , який дорівнює:

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

За формулою 2.47 визначаємо потужність компенсуючого пристрою:

|  |  |
| --- | --- |
| квар |  |

Обираю комплексні конденсаторні установки типу БСК-6.3(10.5)-10000УЗ.

Установки підключається до шин підстанції напругою 6 кВ.

Загальна потужність установок 10000 квар.

Визначаю реактивну потужність з урахуванням компенсуючих установок:

|  |  |
| --- | --- |
| квар |  |

Визначаю повну розрахункову потужність підстанції з урахуванням компенсуючих установок:

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

В визначаю робочий струм з урахуванням компенсації реактивної потужності:

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

Розраховую коефіцієнт потужності з урахуванням компенсації реактивної потужності:

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

Розраховую :

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

2.4 Розрахунок струмів короткого замикання.

Коротке замикання (КЗ) - це ненавмисне електричне з’єднання струмоведучих частин 2-х 3-х фаз ( або однієї фази з землею у разі заземленої нейтралі) внаслідок аварійної ситуації в системі електропостачання (механічне ушкодження, електричний пробій ізоляції і таке ін.)

У разі КЗ опір ланцюга від джерела живлення до точки з єднання струмоведучих частин стрімко знижується, а струми в елементах короткозамкненого ланцюга зростають до небезпечних величин і перевищують струми нормального режиму навантаження в десятки разів. Для того, щоб уникнути ушкодження елементів ланцюга схеми за час його вимкнення вимикачем під дією релейного захисту (долі секунди), визначаю очікувані параметри КЗ (струми, потужність), щоб правильно вибрати апарати за термічною і електродинамічною стійкістю до струмів КЗ.

Струми КЗ залежать від потужності енергосистеми (джерела живлення), від еквівалентного внутрішнього опору джерела та опору ланцюга до точки КЗ. Значення їх опорів зазвичай надаються у відносних одиницях. З цієї причини розрахунок струмів КЗ виконую у відносних базисних одиницях , тобто в одиницях, що приведені до довільної базисної потужності Sб, кратної десяти (100МВА).

За базисні напруги , приймають номінальні напруги трансформаторів кожного зі ступенів напруги системи (0.4-6.3-36.75 кВ).

Визначаю базисні (умовні) струми:

Визначаю базисний струм для напруги 36,75 кВ:

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

Визначаю базисний струм для напруги 6,3 кВ:

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

Визначаю базисний струм для напруги 0,3 кВ:

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

Під розрахунковою схемою розуміють спрощену однолінійну схему електроустановки з вказанням всіх елементів та їх параметрів, які впливають на струм КЗ і тому повинні бути враховані при виконанні розрахунків.

Для визначення опору елементів мережі на розрахунковій схемі вказую їх параметри у відносних одиницях.

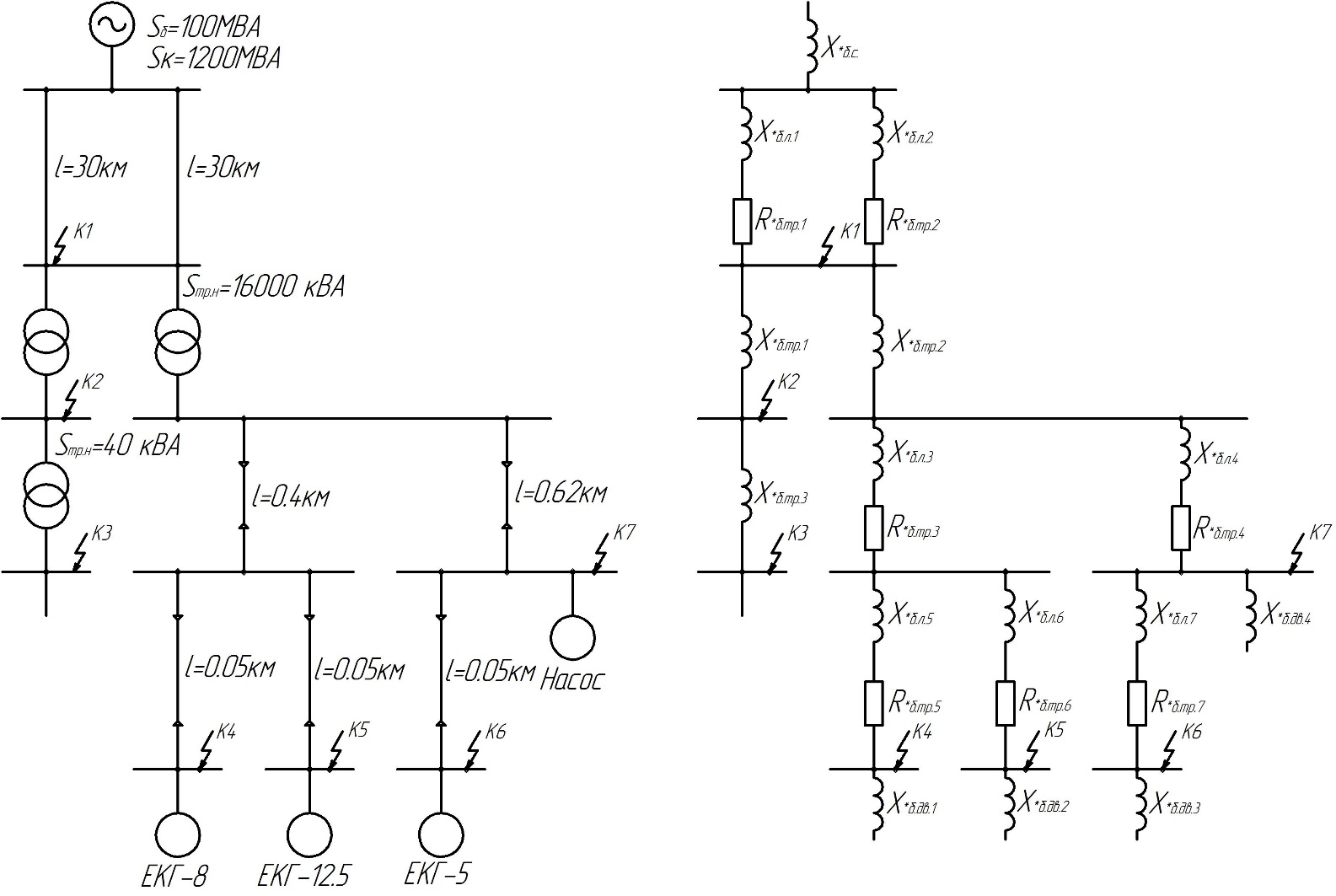


Рисунок 2.1 – Розрахункова та схема заміщання.

Розраховую індуктивний опір системи в базисних відносних одиницях:

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

Розраховую індуктивний опір лінії електропередачі та приведений до базових умов:

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

де l – довжина лінії;

– питомий опір лінії, Ом/км.

Так-як та з’єднанні паралельно, то розраховую їх результуючий опір:

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

Розраховую активний опір лінії електропередачі та приведений до базових умов:

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

де l – довжина лінії;

– питомий опір лінії, Ом/км.

Так-як та з’єднанні паралельно, то розраховую їх результуючий опір:

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

Визначаю опір силових трансформаторів та , що відповідає напрузі КЗ у відносних одиницях:

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

Визначаю опір трансформатору власних потреб , що відповідає напрузі КЗ у відносних одиницях:

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

Розраховую індуктивний опір лінії електропередачі приведений до базових умов:

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

де l – довжина лінії;

– питомий опір лінії, Ом/км.

Розраховую активний опір лінії електропередачі приведений до базових умов:

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

де l – довжина лінії;

– питомий опір лінії, Ом/км.

Розраховую індуктивний опір лінії електропередачі приведений до базових умов:

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

де l – довжина лінії;

– питомий опір лінії, Ом/км.

Розраховую активний опір лінії електропередачі приведений до базових умов:

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

де l – довжина лінії;

– питомий опір лінії, Ом/км.

Розраховую індуктивний опір лінії електропередачі , та приведений до базових умов:

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

де l – довжина лінії;

– питомий опір лінії, Ом/км.

Розраховую активний опір лінії електропередачі , та приведений до базових умов:

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

де l – довжина лінії;

– питомий опір лінії, Ом/км.

Визначаю індуктивний опір двигуна ЕКГ-8 приведеного до базисних одиниць:

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

Визначаю індуктивний опір двигуна ЕКГ-12.5 приведеного до базисних одиниць:

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

Визначаю індуктивний опір двигуна ЕКГ-5 приведеного до базисних одиниць:

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

Визначаю індуктивний опір двигуна ЕКГ-8 приведеного до базисних одиниць:

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

Розраховую струм КЗ для точки К1:

Визначаю сумарний реактивний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний активний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний повний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю струм КЗ:

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

Визначаю миттєве значення ударного струму:

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

де – ударний коефіцієнт, 1,6;

Визначаю потужність КЗ:

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

Розраховую струм КЗ для точки К2:

Визначаю сумарний реактивний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний активний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний повний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю струм КЗ:

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

Визначаю миттєве значення ударного струму:

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

де – ударний коефіцієнт, 1,3;

Визначаю потужність КЗ:

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

Розраховую струм КЗ для точки К3:

Визначаю сумарний реактивний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний активний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний повний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю струм КЗ:

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

Визначаю миттєве значення ударного струму:

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

де – ударний коефіцієнт, 1,3;

Визначаю потужність КЗ:

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

Розраховую струм КЗ для точки К4:

Визначаю сумарний реактивний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний активний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний повний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю струм КЗ системи:

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

Визначаю струм підживлення двигуна:

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

Визначаю сумарний струм КЗ:

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

Визначаю миттєве значення ударного струму:

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

де – ударний коефіцієнт, 1,3;

Визначаю потужність КЗ:

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

Розраховую струм КЗ для точки К5:

Визначаю сумарний реактивний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний активний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний повний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю струм КЗ системи:

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

Визначаю струм підживлення двигуна:

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

Визначаю сумарний струм КЗ:

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

Визначаю миттєве значення ударного струму:

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

де – ударний коефіцієнт, 1,3;

Визначаю потужність КЗ:

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

Розраховую струм КЗ для точки К6:

Визначаю сумарний реактивний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний активний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний повний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю струм КЗ системи:

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

Визначаю струм підживлення двигуна:

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

Визначаю сумарний струм КЗ:

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

Визначаю миттєве значення ударного струму:

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

де – ударний коефіцієнт, 1,3;

Визначаю потужність КЗ:

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

Розраховую струм КЗ для точки К7:

Визначаю сумарний реактивний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний активний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю сумарний повний опір окремих елементів, що входять в ланцюг КЗ:

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

Визначаю струм КЗ системи:

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

Визначаю струм підживлення двигуна:

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

Визначаю сумарний струм КЗ:

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

Визначаю миттєве значення ударного струму:

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

де – ударний коефіцієнт, 1,3;

Визначаю потужність КЗ:

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Струм КЗ | Ударний струм | Потужність КЗ | |
| Точка 1 | 2.75 | 6.22 | | 175.32 |
| Точка 2 | 8.72 | 16.03 | | 95.22 |
| Точка 3 | 1.27 | 2.33 | | 0.88 |
| Точка 4 | 6.01 | 11.04 | | 65.58 |
| Точка 5 | 6.29 | 11.56 | | 68.63 |
| Точка 6 | 4.92 | 9.04 | | 53.68 |
| Точка 7 | 5.02 | 9.22 | | 54.77 |

2.5 Вибір електричних апаратів і розподільчих пристроїв

Від правильного вибору електрообладнання залежить надійність і економічність системи електропостачання.

Вибрані апарати повинні працювати не тільки при нормальних режимах роботи і не отримувати пошкоджень при аварійних режимах , наприклад при коротких замиканнях.

Такий вибір усіх елементів електропостачання забезпечується тим, що номінальні параметри електроустаткування не повинні бути більше або дорівнювати розрахунковим параметрам електропостачання.

В той же час забезпечення великого запасу веде до збільшенню великих витрат і тому критерієм вибору є порівняння розрахункових параметрів з номінальними (паспортними) даними.

Згідно з обраної схеми електропостачання вибір електрообладнання підстанції виконується в табличній формі для сторони і

Для перевірки апаратів і струмоведучих частин на термічну стійкість необхідно визначити величину теплового імпульсу КЗ.:

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

де – над перехідний струм КЗ.

– дійсний час протікання струму КЗ, який визначається конкретно для заданої точки схеми.

На боці високої напруги з відокремлювачем та вимикачами:

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

де – час захисту трансформатора;

– час відключення вимикача;

– час дії захисту лінії з боку живлячої підстанції;

– час відключення вимикача на живлячій підстанції;

– стала часу стухання аперіодичної складової струму КЗ.

Для мереж напругою 35, 110, 150 кВ

Для мереж напругою 6 та 10 кВ

За формулою 2.125 визначаємо величину теплового імпульсу КЗ. на боці вищої напруги

|  |  |
| --- | --- |
| 8,2 к×с |  |

За формулою 2.125 визначаємо величину теплового імпульсу КЗ. на боці вищої напруги

|  |  |
| --- | --- |
| 66.53 к×с |  |

За формулою 2.125 визначаємо величину теплового імпульсу КЗ. на боці вищої напруги

|  |  |
| --- | --- |
| 1.08 к×с |  |

**Вибір електрообладнання відкритого розподільчого пристрою**

*Вибір комутаційної апаратури.*

Силові вимикачі розраховані на включення, відключення і перемикання робочих струмів при нормальному режимі і струмів короткого замикання при аварійних режимах, які зазвичай супроводжуються великим збільшенням струмів. Залежно від дугогасительной середовища вимикачі поділяють на рідинні і газові. Основне застосування отримали масляні, повітряні, електромагнітні та вакуумні вимикачі.

Вакуумний вимикач - високовольтний вимикач, в якому вакуум служить середовищем для гасіння електричної дуги. Вакуумний вимикач призначений для комутацій (операцій включення-відключення) електричного струму - номінального і струмів короткого замикання (КЗ) в електроустановках.

Принцип дії. Оскільки розріджений газ (10-6 ... 10-8 Н / см²) має електричну міцність, в десятки разів перевищує міцність газу при атмосферному тиску, то ця властивість широко використовується в високовольтних вимикачах: в них при розмиканні контактів в вакуумі відразу ж після першого проходження струму в дузі через нуль ізоляція відновлюється, і дуга знов не загоряється.У момент розмикання контактів в вакуумному проміжку комутований струм ініціює виникнення електричного розряду - вакуумної дуги, існування якої підтримується за рахунок металу, яка випаровується з поверхні контактів в вакуумний проміжок.  У момент переходу струму через нуль дуга гасне, а що залишилися пари металу миттєво (за 7-10 мікросекунд) конденсуються на поверхні контактів і на інших деталях дугогасящей камери, відновлюючи електричну міцність вакуумного проміжку. У той же час на розведених контактах відновлюється прикладена до них напруга .

Переваги:

* простота конструкції;
* простота ремонту - при виході з ладу камери вона замінюється як єдиний блок;
* можливість роботи вимикача в будь-якому положенні в просторі;
* надійність;
* висока комутаційна зносостійкість;
* малі розміри;
* пожежо- та вибухобезпечність;
* відсутність шуму при операціях;
* відсутність забруднення навколишнього середовища;
* малі експлуатаційні витрати.

Недоліки:

* порівняно невеликі номінальні струми і струми відключення;
* можливість комутаційних перенапруг, обумовлених зрізом струму, при відключенні малих індуктивних струмів - нове покоління вакуумного вимикача з можливістю синхронної комутації вирішує цю проблему;
* невеликий ресурс дугогасного пристрої з відключення струмів короткого замикання;
* відносна висока вартість на увазі складності технології виготовлення.

Силові вимикачі обирають по номінальному струму, напрузі, типу, роду установки і перевіряють по електродинамічній, термічній і здатності відключення в режимі КЗ.

Вибір та перевірку комутаційної апаратури ВРУ – 35 кВ виконую в табличній формі шляхом порівняння каталожних параметрів з розрахунковими.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Умови вибору | Розрахункові данні. | Роз’єднувач РНДЗ-2-35/1000 | Вимикач ВР-35 |
| Вибір по напрузі  (кВ) | 35 | 35 | 35 |
| Вибір по робочому струму  (кА) | 413.62 | 1000 | 630 |
| Вибір за вимикаючою здібністю  (кА) | 2.75 | 25 | 20 |
| Перевірка на динамічну стійкість  (кА) | 6.22 | 63 | 80 |
| Перевірка на термічну  стійкість  () | 8.2 |  |  |

Вибранні комутаційні пристрої відповідають перевірці.

*Вибір трансформаторів струму для ВРУ-35 кВ*

Вибір та перевірку виконую в табличній формі.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Умови вибору | Розрахункові данні. | ТФМ-35-700-II-У1 |
| Вибір по напрузі  (кВ) | 35 | 35 |
| Вибір по робочому струму  (А) | 413.62 | 750 |
| Перевірка на динамічну стійкість  (кА) | 6.22 | 42 |
| Перевірка на термічну  стійкість  () | 8.2 |  |

Трансформатор струму відповідає вимогам перевірки і приймається до установки.

*Вибір трансформаторів напруги для ВРУ-35 кВ*

Вибір трансформатору виконується за такими умовами:

* Напруга ступені

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

* Навантаження вторинної обмотки

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

Розраховую навантаження на вторинну обмотку трансформатору напруги:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вимірювальний пристрій | Тип | , ВА |  |  |  |  | Р, Вт | Q, вар |
| Вольтметр | Э335 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2.0 | 0 |
| Ватметр | Д335 | 1.5 | 2 | 1 | 0 | 1 | 3.0 | 0 |
| Варметр | Д335 | 1.5 | 2 | 1 | 0 | 1 | 3.0 | 0 |
| Лічильник Wh | ЦЭ6822 | 5 | 1 | 0.38 | 0.925 | 1 | 1.9 | 4.6 |
| Лічильник varh | ЦЭ6811 | 1 | 1 | 0.38 | 0.925 | 1 | 0.38 | 0.925 |
| Реєструючий вольтметр | Н393 | 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 10 | 0 |
| Частотомір | Н393 | 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | 7 | 0 |
| Всього: |  | | | | | | 27.3 | 5.525 |

Розраховую активну потужність приладу враховуючи кількість обмоток:

Вольтметр:

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

Ватметр:

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

Варметр:

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

Лічильник Wh:

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

Лічильник varh:

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

Реєструючий вольтметр:

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

Частотомір:

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

Розраховую реактивну потужність приладу враховуючи кількість обмоток:

Вольтметр:

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

Ватметр:

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

Варметр:

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

Лічильник Wh:

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

Лічильник varh:

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

Реєструючий вольтметр:

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

Частотомір:

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

Розраховую активний опір, що споживається усіма вимірювальними пристроями:

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

Розраховую реактивний опір, що споживається усіма вимірювальними пристроями:

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

Розраховую повний опір, що споживається усіма вимірювальними пристроями:

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

Після всіх розрахунків, табличним методом обираю трансформатор напруги:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Розрахункові данні | Каталожні данні ЗНОЛ-СЭЩ-35 |
| Напруга ступені | 35 кВ | 35 кВ |
| Навантаження вторинної обмотки | 27.85 ВА | 75 ВА |

Трансформатор струму відповідає вимогам перевірки і приймається до установки.

**Вибір електрообладнання закритого розподільчого пристрою**

Обираю комірку ШВВП6-40-09-2500 з вимикачами викатного типу, порівняння технічних даних яких з розрахунками приведено в таблиці.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Умови вибору | Розрахункові дані | Каталожні дані  ШВВП6-40-09-2500 |
| Вибір по напрузі  (кВ) | 6 | 6 |
| Вибір по робочому струму  (А) |  | 2500 |
| Перевірка на динамічну стійкість  (кА) | 16.03 | 40 |
| Перевірка на термічну  стійкість  () | 66.53 |  |

Вибранні комутаційні пристрої відповідають перевірці.

**Вибір шин ЗРУ -**

Шина - провідник з низьким опором. Термін «шина» не поширюється на геометричну форму, габарити або розміри провідника. У низьковольтних електричних установках шини використовують для під'єднання декількох окремих електричних ланцюгів. У високовольтних установках шинами, як правило, з'єднують між собою високовольтні пристрої в тих місцях, де потрібно низький активний і реактивний опір; це дозволяє істотно скоротити площу установки, витрата матеріалу і трудовитрати. У відкритих установках - електричних підстанціях і високовольтних розподільних пристроях - шини можуть експлуатуватися на відкритому повітрі без захисних кожухів. Жорсткі шини виготовляють з міді, сталі або алюмінію, в формі пластин (смужок), прутків і профілів трубчастого, прямокутного або іншого перетину. Гнучка шина може являти собою металеву пластину з міді (або комплект пластин) або кабельний виріб зі скручених жив. Шини можуть випускатися оголеними або в захисній оболонці.

Шинопровод являє собою пристрій з неізольованих або ізольованих провідників, ізоляторів і конструкцій, які служать для передачі і розподілу електроенергії в виробничих приміщеннях, на територіях промислових підприємств. У порівнянні зі звичайними видами електропроводок шинопроводи мають високу надійність електропостачання та менші витрати часу і коштів при монтажних роботах, вони дають можливість перемістити в цеху електроприймачі в будь-яке місце і безпечно від'єднати і приєднати їх без перерви в електропостачанні інших електроприймачів. Крім того, вони займають мало місця і не вимагають особливого догляду. Найбільшого поширення шинопроводи отримали в установках до 1 000 В у вигляді комплектних магістральних або розподільних ліній. Поряд з цим в пристроях 6, 10, 35 кВ кабельні і звичайні шинні магістралі також стали замінюватися комплектними шинопроводами. Їх встановлюють на електростанціях (у блоці генератор-трансформатор), на великих підстанціях (як шинних магістралей), на промислових підприємствах (для живлення енергоємних установок) і ін.

Конструкція шинопроводу залежить від розмірів шин, їх форми і взаємного розташування, типу ізоляторів і способу захисту шин від впливу навколишнього середовища. Шинопроводи можуть бути відкритими (неізольовані шини на опорних ізоляторах) або закритими, з ізоляційним або металевим корпусом. Найбільше застосування комплектні закриті шинопроводи знаходять в мережах низької напруги. У шинопроводах найчастіше використовують плоскі алюмінієві шини. Шинопроводи різних серій і типів комплектуються з окремих секцій різної конфігурації. Секції можуть бути прямі, кутові, відгалужувальні і іншої форми. До складу комплектного шинопроводу, крім секцій можуть входити: відгалужувальні коробки, що містять захисну апаратуру відгалужень; перехідні вузли для з'єднання між собою шинопроводов різного типу та інші конструктивні елементи.

За призначенням шинопроводи поділяють на магістральні, розподільні, освітлювальні і тролейні. магістральні шино проводи.

Магістральними називаються шинопроводи, призначені для спорудження магістральних ліній, зв'язку підстанцій по стороні низької напруги, для живлення розподільних шинопроводів, розподільних пунктів, окремих великих електроприймачів напругою до 1 000 В частотою 50 Гц. Шинопроводи являють собою комплектну електричну мережу, що складається з конструкцій для кріплення і окремих секцій, що з'єднуються між собою передбаченим способом. Вони виготовляються окремими секціями нормализованной довжини - прямі і фігурні (кутові і відгалужувальні), що дозволяє зібрати шинопровод будь-якої конфігурації.

Розподільні шинопроводи розподільні шинопроводи - це шинопроводи з меншими номінальними струмами (зазвичай 250, 400, 630 А) і великим числом відгалужень. Служать для безпосереднього приєднання до них електроприймачів. Для запобігання випадкових механічних пошкоджень розподільні шинопроводи прокладають на висоті 2,5 - 3м від статі, з використанням наступних варіантів кріплення:

* безпосереднє кріплення до стелі;
* підвішування до стелі або фермам за допомогою жорстких підвісок;
* безпосереднє кріплення до стіни або колон будівлі;
* спирання на опори, прикріплені до підлоги.

Освітлювальні шинопроводи застосовують для підключення освітлювальних приладів або споживачів невеликої потужності і випускають на струми від 25 до 40 А.

Тролейні шинопроводи застосовують для харчування цехових електроприймачів рухомого складу (наприклад, кранів, кран-балок, монорейкових доріг, підлогових візків, установок для розкрою тканин) і випускають на струми від 35 А до 1 кА.

Переваги шино проводів:

* простота монтажу;
* гнучкість в експлуатації - на відміну від кабельних, шинні системи можна легко змінювати, доповнювати або переносити в інше приміщення, будівлю і встановлювати заново без особливих капітальних витрат;
* компактність конструкції, простота огляду і висока експлуатаційна надійність;
* шинопроводи в меншій мірі горючі порівняно зі звичайними силовими кабелями.

До недоліків шинопроводов можна віднести їх більш високу вартість у порівнянні з кабелями. Однак, якщо порівнювати в цілому проект системи електропостачання з використанням шинопроводів і кабельних ліній, враховуючи витрати на виконання монтажних робіт і експлуатаційні витрати, то застосування шинопроводів виглядає економічно виправданим.

Для РУ – 6 кВ приймаю мідні шини прямокутного перерізу.

Передбачаю до установки шини перерізом S = (120×10)мм з .

При розміщенні шин на опорних ізоляторах плошиною погіршуються умови охолодження і .

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

Умови вибору по нагріву робочим струмом:

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

Умови вибору виконуються.

Перевіряю шини по умові термічної стійкості:

Розраховую мінімально допустимий переріз шин по нагріву струмом КЗ.

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

Умова термічної стійкості:

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

де -переріз вибраних шин.

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

Шини відповідають термічній стійкості.

При перевірці шин на динамічну стійкість розраховується механічна напруга в матеріалі шин порівнюється з допустимим значенням = 82 МПа .

Визначаю силу, діючу на шину середньої фази при трифазному КЗ:

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

де - коефіцієнт форми шин, для прямокутних шин

а – відстань між осями фаз, визначається безпосередньо для прийнятого до установки типу шафи.

l – відстань між сусідніми опорними ізоляторами, яка дорівнює розміру шафи по фасаду (мм) = 900 мм

|  |  |
| --- | --- |
| H |  |

Визначаю вигинаючий момент шин:

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

Визначаю момент опору шин відносно осі перпендикулярної дії її зусилля:

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

Напруга в матеріалі шин, яке виникає при впливі вигинаючого моменту:

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

Умови динамічної стійкості:

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

Шини динамічно стійкі. Остаточно приймаю до установки шини мідні односмугові з перерізом (100×10) .

**Вибір ізоляторів ЗРУ -6 кВ**

Ізолятори в розподільних пристроях і підстанціях призначені для механічного кріплення і електричної ізоляції шин і струмоведучих частин високовольтних апаратів. За способом установки і призначенням ізолятори поділяються на підстанційні і апаратні, опорні, прохідні і підвісні (останні називають також лінійними). Крім того, ізолятори виготовляють для внутрішньої і зовнішньої установок.

У розподільних пристроях на напругу 6 10 кВ застосовують опорні ізолятори серії ІО і прохідні серії ІП.

Опорний ізолятор складається з трьох частин: фарфорового полого тіла, покритого глазур'ю металевих фланця і ковпачка. Фланець служить для кріплення ізолятора одним, двома або чотирма болтами до основи, а ковпачок - для кріплення шин болтами через наявне в ковпачку отвір з різьбленням. Фарфорове порожнисте тіло є ізолюючої деталлю. Металеві деталі з'єднані з порцеляною цементною зв'язкою. Фланці виготовляють з немагнітних матеріалів (чавун, силумін). Ізолятори застосовують порцелянові і епоксидні.

Прохідний ізолятор складається з фарфорового корпусу з отвором для проходу токопроводящей шини. У середній частині він армований чавунним фланцем з отворами для кріплення болтами. Торці корпусу закриті армованими ковпачками - власниками. Ізолятори серії П на номінальний струм до 2000 А виготовляють з алюмінієвої струмопровідної шиною, яка закріплена шайбами, встановленими у внутрішній порожнині ізоляторів.

Опорні і прохідні ізолятори вибирають і перевіряють на руйнівний вплив від ударного струму КЗ. Найгіршим видом навантаження для ізоляторів є зусилля. яке створює найбільший згинальний момент. На розтягування і стиснення фарфор має значно більше руйнівне зусилля, ніж на вигин. Допустиме зусилля визначають множенням руйнівного зусилля на коефіцієнт запасу.

*Вибір опорних ізоляторів:*

Передбачаю до установки ізолятори типу ИОР-6-3,75

Номінальні параметри ізолятора:

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

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

Перевіряю ізолятор:

По напрузі:

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

На механічну цінність:

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

Ізолятор відповідає вимогам вибору. Остаточно приймаю до установки ізолятори опорні типу ИОР-6-3.75.

*Вибір прохідних ізоляторів:*

Передбачаю до установки прохідні ізолятори типу ИП-10/4000-4250У.

Номінальні параметри ізолятора:

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

Перевіряю ізолятори:

По напрузі:

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

По струму:

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

На механічну міцність:

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

Ізолятор відповідає вимогам вибору. Остаточно приймаю до установки прохідні ізолятори типу ИП-10/4000-4250У.

*Вибір трансформаторів струму вводу РУ-6кВ.*

Передбачаю до установки трансформатору струму типу ТПШЛ-10УЗ.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Умови вибору | Розрахункові данні | Каталожні данні |
| Вибір по напрузі  (кВ) | 6 | 10 |
| Вибір по робочому струму  (А) | 2412.82 | 4000 |
| Перевірка на динамічну стійкість  (кА) | 16.03 | 17.6 |
| Перевірка на термічну  стійкість  () | 66.53 |  |

Виконую перевірку за класом точності. Повинна бути забезпечена робота трансформатора в класі точності 0.5.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування приладу | Тип | Навантаження, ВА | | |
| А | В | С |
| Амперметр | Э-336 | 0,5 | - | - |
| Лічильник активної потужності | U-680 | 2,5 | - | 2,5 |
| Лічильник реактивної потужності | U-676 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Загалом |  | 5,5 | 2,5 | 5 |

Веду розрахунок за найбільшим навантаженою фазою А.

Загальний опір обмоток приладів:

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

де – вторинний струм трансформатора струму, дорівнює 5А.

Опір контактних з’єднань приймаю рівним

Розрахункова довжина з’єднувальних проводів при схемі неповної зірки:

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

де l – відстань від трансформаторами струму до приладів шафи, приймаю 4 м.

За умовами механічної міцності приймаю 2,5 .

Визначаю опір провідників:

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

Опір на вторинній обмотці трансформатора струму.

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

Величина вторинних кіл, при якій трансформатор струму, буде працювати в заданому класі точності =0,4 Ом.

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

Тобто трансформатор буде працювати в класі точності 0,5.

Остаточно приймаю до установки трансформатор струму типу TПШЛ-10У3.

*Вибір трансформаторів струму напруги РУ-6кВ.*

Передбачаю до установки трансформатору напруги типу НТМИ-10-66УЗ.

Відповідність класу точності перевіряю шляхом порівняння номінального навантаження вторинного кола з фактичним навантаження від підключенних приладів.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва приладу | Тип | Потужн. котушок, ВА | Кілкість котушок | cos | sin | Кількість приладів | Загальна потужність | |
| Р, Вт | Q, вар |
| Вольтметр | Э-335 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| Лічильник активної енергії | U-680 | 2 | 2 | 0,38 | 0,925 | 5 | 20 | 48,68 |
| Лічильник реактивної енергії | U-676 | 3 | 2 | 0,38 | 0,925 | 2 | 12 | 29,2 |
| Реле напруги | РН-51 | 0,15 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0,6 | 0 |
| Загалом |  | | | | | 12 | 34,6 | 77,88 |

Визначаю повну сумарну потужність вимірювальних приладів.

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

Перевіряю виконання умови:

|  |  |
| --- | --- |
| ; |  |
| . |  |

Умова виконується. Остаточно приймаю до установки трансформатор напруги НТМИ-10-66УЗ.

2.6 Вибір перетинів ЛЕП

Повітряні лінії використовуються переважно для зовнішнього електропостачання, а також для живлення віддалених від промислового майданчика об’єктів.

Лінії зовнішнього електропостачання можуть бути одноланцюговими або дволанцюговми, тобто з підвіскою проводів двох ліній (кіл) на загальних опорах.

Останнє рішення приймають з економічних міркувань у випадках, які не потребують забезпечення особливо високої надійності електропостачання. Живлення двома одноланцюговими лініями є обов'язковим, наприклад, для над категорнійних шахт і шахт, розташованих в IV і особливому по ожеледі районах.

Найбільшого поширення при спорудженні повітряних ліній знайшли твердотянуті алюмінієві, сталеві і сталеалюміневі дроти (останні в основному при напрузі 6 кВ і вище), а також дроти з алюмінієвих сплавів. Мідні дроти в даний час, як правило, не застосовують. Сталеві дроти застосовують у випадках, коли вони виконують умову електричного розрахунку мережі. При необхідності забезпечення корозійної стійкості при підвищеному вмісті в атмосфері хімічних реагентів (сірчистого газу або хлористих солей) в особливих випадках застосовують алюмінієві і сталеалюміневі дроти спеціальних марок (з заповненням між дротяного простору нейтральним мастилом підвищеної термостійкості).

Оголенні провідники позначають наступними літерами: мідні - М, алюмінієві - А, сталеві одне дротові - ПСО, сталеві багато дротяні - ПС і ПМС (обміднені), сталеалюміневі- АС і дроти з алюмінієвих сплавів - АН і АЖ. До буквеного позначення додають цифру, що вказує площу поперечного перерізу проводу в мм2 (для сталеалюміневих проводів окремо по алюмінію і сталі), а для сталевих одне дротяних проводів - діаметр дроту в мм.

Визначаю сумарну потужність трансформаторів:

|  |  |
| --- | --- |
| *.* |  |

Визначаю розрахунковий струм ЛЕП:

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

За умовами нагріву робочим струмом до установки підходять сталеалюміневі провода АС-240/32 .

|  |  |
| --- | --- |
| . |  |

Перевіряю вибрані провід по економічній щільності струму струму. Цю перевірку виконую по тривалому систематичному навантаженні при якому працюють обидві лінії. Струм однієї ЛЕП:

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

Визначаю переріз проводу по економічній щільності:

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

де – економічна щільність струму.

Перевіряю провід на термічну стійкість:

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

Умова термічної стійкості:

|  |  |
| --- | --- |
| ; |  |

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

Перевіряю провід на втрати напруги в аварійному режимі:

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

де – питомий активний опір проводу, 0,12 Ом;

- питомий реактивний опір проводу, 0,075 Ом;

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

Перевіряю на відповідність умові:

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

В нормальному режимі втрати будуть вдвічі менші .

Умови виконуються. Остаточно приймаю АС-240/32.

2.7 Енергозбереження