**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДВНЗ «ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Факультет комп’ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації,

електроінженерії та радіоелектроніки

**Кафедра електричної інженерії**

**Курсовий проект**

з дисципліни «Електричні системи та мережі»

на тему

Виконав: студент 3 курсу, групи ЕЛК-18

(шифр групи)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Сіденко Максим Олександрович

(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник: Шеїна Ганна Олександрівна

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Чотириб альна шкала:

Кількість балів:

Члени комісії:

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Покровськ – 2021 р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДВНЗ «ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Факультет КІТАЕР

**Кафедра електричної інженерії**

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

**Завідувач кафедри**

(Колларов О.Ю.)

« » 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Сіденко Максим Олександрович

(прізвище, ім’я, по батькові студента)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. Тема проекту: | | | | |
| ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ | | | | |
| 2. Керівник проекту: Шеїна Ганна Олександрівна | | | | |
| (прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  3. Основні пункти завдання: | | | | |
|  | | | | |
|  | | | | |
|  | | | | |
|  | | | | |
|  | | | | |
| 4. Вихідні дані:  Варіант 13 | | | | |
|  | | | | |
| 5. Рекомендована література: | | | | |
|  | | | | |
|  | | | | |
| Студент: | 10/02/21 | | Сіденко М.О |
|  | (дата) | (підпис) | (прізвище та ініціали) |
| Викладач: |  | | Шеїна Г.О |
|  | (дата) | (підпис) | (прізвище та ініціали) |

**ЗМІСТ**

|  |  |
| --- | --- |
|  | С. |
| [ВСТУП](#ВСТУП) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5 |
| 1 [ЗАВДАННЯ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ](#ЗАВДАННЯ_КУРСОВОЇ). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 |
| 1.1 [Розрахунок трифазного трансформатора](#Розрахунок_трифазного_трансформатор). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 |
| 1.2 [Розрахунок двигуна постійного струму](#Розрахунок_двигуна_постійного_струму1_2_). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 7 |
| 2 [РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА](#Розрахункова_частина). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 8 |
| 2.[1 Розрахунок трансформатора](#Розрахунок_трансформатора). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 8 |
| 2.1.1 [Визначення основних параметрів трансформатора](#a_2_1_1). . . . . . . . . | 8 |
| 2.1.2 [Параметри схеми заміщення](#a_2_1_2). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 12 |
| 2.1.3 [Розрахунок залежності ККД від завантаження η(β)](#a_2_1_3) . . . . . . . . | 13 |
| 2.1.4 [Розрахунок зовнішньої характеристики *U2(I2)*](#a_2_1_4) . . . . . . . . . . . . | 14 |
| 2.1.5 [Схеми вмикання трансформатора](#a_2_1_5). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 18 |
| 2.2 [Розрахунок двигуна постійного струму](#a_2_2). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 20 |
| 2.2.[1 Розрахунок параметрів двигуна, схема вмикання](#a_2_2_1). . . . . . . . . . | 20 |
| 2.2.2 [Режими роботи двигуна](#a_2_2_2). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 21 |
| 2.2.3 [Розрахунок природної механічної характеристики  двигуна *n(M*)](#a_2_2_3) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 24 |
| 2.2.4 [Розрахунок штучної реостатної механічної  характеристики двигуна](#a_2_2_4). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 25 |
| 2.2.4 [Розрахунок штучної реостатної механічної  характеристики двигуна](#a_2_2_4). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 25 |
| Висновок . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 27 |

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 89 с., 16 табл., 3 рис., 1 дод., 23 джерела.

ВСТУП

Розвиток електроенергетичної системи визначається зростанням споживання електричної енергії, матеріальними і трудовими ресурсами. Від інженерів-електриків потрібна розумна й ощадлива їх витрата.

Процес проектування є початком реалізації капітальних вкладень у спорудження енергетичних об'єктів, на якому закладаються основи економічної ефективності майбутньої мережі. На кожному етапі проектування необхідно вміти аналізувати й економічно обґрунтовувати прийняті технічні рішення. Найбільш важливими етапами проектування мережі є:

* обґрунтування доцільної конфігурації мережі;
* вибір номінальних напруг, перетинів проводів ліній електропередач;
* визначення потужності трансформаторів підстанцій;
* вибір компенсуючих і регулюючих пристроїв і місць їх розташування.

Найбільш вигідне рішення знаходиться на основі техніко-економічного порівняння ряду варіантів. У процесі проектування користуються провідними вказівками і нормативно-довідковими матеріалами.

Змістом курсового проекту є розробка ескізного проекту районної електричної мережі з номінальною напругою 35-330 кВ. Мережа призначена для постачання електроенергією 6 вузлів навантаження від одного джерела живлення.

Вихідними даними для виконання проекту є:

1. Географічне розташування джерела і вузлів навантаження на плані місцевості.

Координати (X, Y) джерела і пунктів споживання електроенергії щодо умовного початку координат приведені в табл. А.1 (Додаток А). Номер варіанта для студентів очної форми навчання приймається за узгодженням з керівником проекту, а для студентів заочної форми навчання – за двома останніми цифрами номера залікової книжки. Масштаб ситуаційного плану приймається рівним від 3 до 5 км у см (за вказівкою керівника проекту). Умовний початок координат (X, Y) розташовується в нижньому лівому куті стандартного листа пояснювальної записки (формат 297 х 210 мм).

2. Дані про споживачів електроенергії в заданих пунктах.

Значення активної () і реактивної () потужностей споживачів у максимальному режимі з урахуванням росту електроспоживання на перспективу в 5 років приведені в табл. А.2 (Додаток А). Там же вказана величина часу використання максимального навантаження (), що передбачається однаковою для всіх пунктів. У табл. А.3 (Додаток А) вказана галузь промисловості переважного навантаження у вузлі і її категорія надійності. Приведені значення напруги вторинної мережі ().

3. Дані про джерело живлення (електростанція з розподільними пристроями напругою 35 – 330 кВ).

4. Відомості про кліматичні умови (район за ожеледдю) приведені в табл. А.3 (Додаток А).

1 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

1.1 Стисла характеристика споживачів району

У цьому пункті я охарактеризував вузли навантаження (ВН), для яких має бути спроектована система електропостачання: вказав їх кількість, описав характер. Відомості про вузли навантаження вибирав з вихідних даних і заніс в табл.1.1

Таблиця 1.1 – Відомості про вузли навантаження

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування вузла | Pм, МВт | Qм, Мвар | X, мм | Y,  мм | U2ном,  кВ | Кат.  Над. | Тм, години |
| А | 16 | 12 | 100 | 240 | 6 | I | 7100 |
| Б | 20 | 13 | 95 | 125 | 10 | II |
| В | 35 | 19 | 50 | 260 | 10 | II |
| Г | 32 | 15,5 | 140 | 260 | 10 | II |
| Д | 27 | 13,8 | 75 | 265 | 6 | I |
| Е | 35 | 17 | 130 | 195 | 6 | I |
| ДЖ | - | - | 20 | 90 |  |  |
|  |  |  | 610 | 1435 |  |  |

На рис. 1.1 приводиться ситуаційний план розташування на місцевості споживачів і джерела електроенергії. Біля кожного вузла навантаження записується його назва (А, Б, … Е) і в комплексній формі () споживана потужність у режимі максимального навантаження в . На рисунку вказується масштаб.

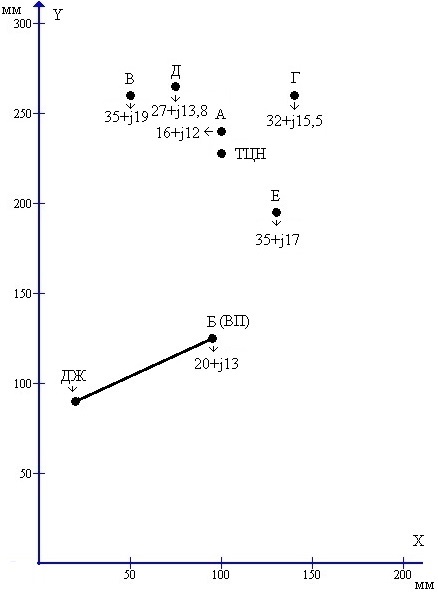


Рисунок 1.1 – Ситуаційний план

1.2 Визначення сумарного розрахункового навантаження району

В якості розрахункових навантажень на цьому етапі проектування приймаються максимальні навантаження зазначені в Завданні на курсовий проект. Сумарне розрахункове навантаження району може бути визначена за формулами:









 коефіцієнт участі споживачів у створенні максимуму навантаження енергосистемою. Для районних підстанцій дорівнює 0,9 – 0,95;

 втрати активної і реактивної потужності в лініях районної мережі і трансформаторах підстанцій споживачів.

До вибору ліній і трансформаторів втрати потужності можуть бути прийняті рівними середньостатистичним значенням: у лініях 3% для активних втрат і 5% для реактивних втрат, у трансформаторах – 2% і 10% відповідно від переданої позирної потужності ().

* 1. Обґрунтування необхідності і вибір місця спорудження вузловий підстанції

Місце спорудження ВП рекомендується вибирати в центрі електричних навантажень (ТЦН) [1], який визначається координатами  і 



де активна потужність ВН, що територіально не тяжіють до ДЖ, ;

 координати розташування цих споживачів на ситуаційному плані, мм.

Координати ТЦН указуються на рис. 1.1

Вузлову підстанцію доцільно споруджувати, якщо виконується умова:



 (1.1)

де відстань від джерела живлення до ТЦН (вимірюється лінійкою на ситуаційному плані);

 середньозважена відстань від ТЦН до вузлів навантаження.

Значення  може бути розраховане за формулою:



де  активна потужність ВН, що не тяжіють територіально до ДЖ, у ;

 відстань від го ВН до ТЦН у мм (вимірюється лінійкою на ситуаційному плані).

Якщо умова (1.1) виконується, то ВП доцільно споруджувати. C метою зменшення капіталовкладень у систему зовнішнього електропостачання ВП сполучають з найближчої до теоретичного центра навантажень підстанцією.

Таблиця 1.2 – Розрахунок місця розташування ВП

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва ПС | МВт | мм | МВт⋅мм | мм | МВт⋅мм | мм | **⋅**,  МВт⋅мм |
| А | 16 | 100 | 1600 | 240 | 3840 | 60 | 960 |
| Б | 20 | 95 | 1900 | 125 | 2500 | 440 | 8800 |
| В | 35 | 50 | 1750 | 260 | 9100 | 250 | 8750 |
| Г | 32 | 140 | 4480 | 260 | 8320 | 220 | 7700 |
| Д | 27 | 75 | 2025 | 265 | 7155 | 200 | 5400 |
| Е | 35 | 130 | 4550 | 195 | 6825 | 190 | 6650 |
| ДЖ |  |  |  |  |  | 690 |  |
| Разом | 165 | - | 16305 | - | 37740 | - | 38260 |