**ЗМІСТ**

ВСТУП

Розділ 1. Визначення розрахункового навантаження заводу середнього машинобудування механічного цеху

Розділ 2. Техніко-економічне обґрунтування вибору схеми зовнішнього електропостачання підприємства

2.1 Економічне обґрунтування схеми зовнішнього електропостачання підприємства

2.2 Розрахунок заводського електропостачання

2.3 Вибір високовольтних вимикачів і перерізу провідників

2.4 Вибір схеми і конструктивного виконання цехової мережі

Розділ 3. Розрахунок компенсації реактивної потужності

ВИСНОВОК

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

**ВСТУП**

Електричну енергію у сучасному розвиненому суспільстві широко використовують як у виробничій сфері, так і в побуті. Зараз навіть уявити важко, яким було б існування людей за відсутності електроенергії. Вона за допомогою різного роду пристроїв забезпечує виконання технологічних процесів у виробництві та побуті. Ці пристрої являють собою електроприймачі та споживачі електричної енергії. Приймачем електричної енергії (або електроприймачем) називають апарат, агрегат, механізм, за допомогою якого електрична енергія перетворюється в інший вид енергії (механічну, теплову, світлову, хімічну тощо) або ж у електричну з іншими параметрами. Найхарактернішими електроприймачами єдвигуни, електропечі, прилади освітлення, електротехнологічні пристрої тощо. Споживачем електроенергії називають електроприймач або групу електроприймачів, які об'єднані загальним технологічним процесом та розташовані на деякій визначеній території. Це може бути простий верстат з одним двигуном, або виробнича дільниця, корпус, завод, чи навіть місто загалом.

Вироблена електростанціями електроенергія споживається у промисловості, сільському господарстві, транспорті, комунально-побутовому секторі, а частина її втрачається під час передавання та розподілу в мережах електроенергетичних систем. Більша частина електроенергії (до 60 %) припадає на промисловість, а решта розподіляється між сільським господарством, транспортом, комунально-побутовим сектором та втратами приблизно порівну.

Основними електроприймачами промислових підприємств і різного роду установок є електродвигуни, комплексні електроприводи, зварювальні агрегати, електропечі, електролізні ванни, прилади електричного освітлення, перетворювальні установки тощо. В інших галузях народного господарства застосовують такі ж самі електроприймачі, лише змінюється їхнє співвідношення. Всі ці електроприймачі за ознакою перетворення енергії можна поділити на чотири основні групи:

- електропривод;

- електротехнологічні установки;

- електричне освітлення;

- пристрої керування та оброблення інформації.

Перші дві групи об'єднують під назвою “силові електроприймачі”, вони споживають значну частину електроенергії. Так, на машинобудівних підприємствах основними електроприймачами є електроприводи, на підприємствах електронної промисловості та в електрометалургії - електротехнологічні установки; частка електричного освітлення особливо велика в легкій та харчовій промисловості, а в повністю автоматизованих виробництвах вона може бути досить малою. Пристрої керування та оброблення інформації застосовують не тільки в обчислювальних центрах і на робочих місцях, але й на всіх рівнях керування виробництвом; у споживанні електроенергії вони істотної ролі не мають, але виділення їх в окрему групу пов'язано з особливими вимогами щодо надійності електропостачання та якості електроенергії.

Приймачі електричної енергії промислових підприємств та інших споживачів електричної енергії можна класифікувати за їхніми основними технічними показниками та різними ознаками, серед яких:

- рід струму;

- кількість фаз;

- частота змінного струму;

- номінальна напруга;

- номінальна потужність;

- споживання реактивної потужності;

- пусковий струм;

- ступінь симетрії фаз;

- лінійність електричних кіл приймачів;

- вимоги щодо якості електроенергії;

- стабільність розміщення;

- вимоги щодо надійності тощо.

**Розділ 1. Визначення розрахункового навантаження заводу середнього машинобудування механічного цеху**

Вихідні дані: план цеху, кількість та встановлені потужності електроприймачів.

***Таблиця 1.1***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  на плані | Найменування  електроприймачів | Кількість | Рн,  кВт | соsφ/tgφ | Кв |
| 1-3 | Вертикально фрезерний верстат | 3 | 7 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 4-5 | Фрезерний станок з ЧПУ | 2 | 10 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 6, 7 | Універсально-фрезерний верстат | 2 | 12 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 8-11 | Токарно-револьверний верстат | 4 | 5 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 12, 13 | Токарно-гвинторізний верстат | 2 | 15 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 14-21 | Настільно-сверлильний верстат | 8 | 1,5 | 0,5/1,73 | 0,14 |
| 22-24 | Гвинторізний напівавтомат | 3 | 2 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 25, 26 | Точильний верстат | 2 | 3 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 27 | Машина для згинання листів | 1 | 12 | 0,65/1,2 | 0,17 |
| 28-31 | Точильно-шліфувальний верстат | 4 | 6 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 32-34 | Вертикально-сверлильний верстат | 3 | 1 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 35, 36 | Радіально-сверлильний верстат | 2 | 10 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 37, 38 | Універсально-точильний верстат | 2 | 2 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 39 | Плоскошліфувальний верстат | 1 | 14 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 40, 41 | Полірувальний верстат | 2 | 7 | 0,6/1,33 | 0,16 |
| 42 | Зварювальна машина | 1 | 6 | 0,6/1,33 | 0,25 |
| 43-48 | Зварювальна кабіна | 6 | 5 | 0,6/1,33 | 0,25 |

**РП – 1:**

1. Визначаємо середню активну та реактивну потужності за найбільш завантажену зміну:

Рсм = Кв Рн Qcм = Рсм tgφ,

де Кв – коефіцієнт використання; Рвст = Рн для електроприймачів з тривалим режимом роботи; tgφ – коефіцієнт потужності;

Рсм1 =0,16∙21=3,36 Рсм2 =0,16∙20=3,2 Рсм3 =0,16∙24=3,84

Рсм4 =0,16∙20=3,2 Рсм5 =0,16∙30=4,8

∑ Рсм = Рсм1+ Рсм2+ Рсм3+ Рсм4+ Рсм5=18,4 ∑ Рвст=115

Qcм1 = 3,36∙1,33=4,47 Qcм2 = 3,2∙1,33=4,26 Qcм3 = 3,84∙1,33=5,11

Qcм4 = 3,2∙1,33=4,26 Qcм5 = 4,8∙1,33=6,38

∑ Qcм =23,75

2. Визначаємо Кв для групи електроприймачів:

=18,4∕115=0,16

3. Визначаємо коефіцієнт максимуму Км активної потужності

Км = f(Кв nеф), де 



4. Визначаємо розрахункове активне навантаження , тобто максимальне середнє навантаження за інтервал усереднення:

Рр = Км ∙ ΣРсм, де Км – коефіцієнт максимуму

Рр = 2,1 ∙ 18,4=38,64

5. Знаходимо реактивне розрахункове навантаження:

Qр = Qсм, якщо nеф ≥10,

Qр = 1,1∙Qсм, якщо nеф <10.

Qр =24,47

6. Визначаємо повне розрахункове навантаження:

=45,74

**РП – 2:**

1. Визначаємо середню активну та реактивну потужності за найбільш завантажену зміну:

Рсм1 =0,14∙12=1,68 Рсм2 =0,16∙3=0,48 ∑ Рсм=2,16 ∑ Рвст=15

Qcм1 = 1,68∙1,73=2,9 Qcм2 = 0,48∙1,33=0,63 ∑ Qcм =3,55

2. Визначаємо Кв для групи електроприймачів:

=2,16∕15=0,144

3. Визначаємо коефіцієнт максимуму Км активної потужності

Км = f(Кв nеф), де 



4. Визначаємо розрахункове активне навантаження , тобто максимальне середнє навантаження за інтервал усереднення:

Рр = Км ∙ ΣРсм, де Км – коефіцієнт максимуму

Рр = 2,2 ∙ 2,16=4,75

5. Знаходимо реактивне розрахункове навантаження:

Qр =3,55

6. Визначаємо повне розрахункове навантаження:

=5,93

**РП – 3:**

1. Визначаємо середню активну та реактивну потужності за найбільш завантажену зміну:

Рсм1 =0,16∙6=0,96 Рсм2 =0,16∙6=0,96 Рсм3 =0,17∙12=2,04

Рсм4 =0,16∙24=3,84 Рсм5 =0,16∙20=3,2

∑ Рсм = Рсм1+ Рсм2+ Рсм3+ Рсм4+ Рсм5=11 ∑ Рвст=68

Qcм1 = 0,96∙1,33=1,28 Qcм2 = 0,96∙1,33=1,28 Qcм3 = 2,04∙1,2=2,45

Qcм4 = 3,84∙1,33=5,11 Qcм5 = 3,2∙1,33=4,26

∑ Qcм =14,36

2. Визначаємо Кв для групи електроприймачів:

=11∕68=0,162

3. Визначаємо коефіцієнт максимуму Км активної потужності

Км = f(Кв nеф), де 



4. Визначаємо розрахункове активне навантаження , тобто максимальне середнє навантаження за інтервал усереднення:

Рр = Км ∙ ΣРсм, де Км – коефіцієнт максимуму

Рр = 2,3 ∙ 11=25,3

5. Знаходимо реактивне розрахункове навантаження:

Qр = 1,1∙14,36=15,8

6. Визначаємо повне розрахункове навантаження:

=29,83

**РП – 4:**

1. Визначаємо середню активну та реактивну потужності за найбільш завантажену зміну:

Рсм1 =0,16∙4=0,64 Рсм2 =0,16∙14=2,24 Рсм3 =0,16∙14=2,24

Рсм4 =0,25∙6=1,5 Рсм5 =0,25∙30=7,5

∑ Рсм = Рсм1+ Рсм2+ Рсм3+ Рсм4+ Рсм5=14,12 ∑ Рвст=68

Qcм1 = 0,64∙1,33=0,85 Qcм2 = 3,2∙1,33=2,98 Qcм3 = 2,24∙1,33=2,98

Qcм4 = 1,5∙1,33=1,99 Qcм5 = 7,5∙1,33=9,76

∑ Qcм =18,78

2. Визначаємо Кв для групи електроприймачів:

=14,12∕68=0,208

3. Визначаємо коефіцієнт максимуму Км активної потужності

Км = f(Кв nеф), де 

4. Визначаємо розрахункове активне навантаження , тобто максимальне середнє навантаження за інтервал усереднення:

Рр = Км ∙ ΣРсм, де Км – коефіцієнт максимуму

Рр = 1,84 ∙ 14,12=25,98

5. Знаходимо реактивне розрахункове навантаження:

Qр = 1,1∙18,78=20,66

6. Визначаємо повне розрахункове навантаження:

=33,19

Вихідні дані та результати розрахунку занесемо в таблицю 1.2

***Таблиця 1.2***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № РП та груп ЕП | Кількість | Рвст. | |  | соsφ/tgφ | Cередня потужність | | nеф | Км | Розрахункове навантаження | | |  |
| Кв |
| одного | ∑, |  | Рсм, | Qсм, |  |
| кВт | кВт |  | кВт | кВар | Рр, | Qр, | Sр, |  |
|  |  |  |  |  | кВт | кВар | кВА |
| РП-1 |  | | | | | | | | | | | |  |
| 1, 2, 3 | 3 | 7 | 21 | 0,16 | 0,6/1,33 | 3,36 | 4,47 | 11,16 | 2,10 | 38,64 | 24,47 | 45,74 |  |
| 4, 5 | 2 | 10 | 20 | 0,16 | 0,6/1,33 | 3,2 | 4,26 |  |
| 6,7 | 2 | 12 | 24 | 0,16 | 0,6/1,33 | 3,84 | 5,11 |  |
| 8,9,10,11 | 4 | 5 | 20 | 0,16 | 0,6/1,33 | 3,2 | 4,26 |  |
| 12, 13 | 2 | 15 | 30 | 0,16 | 0,6/1,33 | 4,8 | 6,38 |  |
| Разом | 13 | 49 | 115 | 0,16 |  | 18,4 | 24,47 |  |
| РП-2 |  | | | | | | | | | | | |  |
| 14-21 | 8 | 1,5 | 12 | 0,14 | 0,5/1,73 | 1,68 | 2,91 | 10,71 | 2,20 | 4,75 | 3,54 | 5,93 |  |
| 32-34 | 3 | 1 | 3 | 0,16 | 0,6/1,33 | 0,48 | 0,64 |  |
| Разом | 11 | 2,5 | 15 | 0,14 |  | 2,16 | 3,54 |  |
| РП-3 |  | | | | | | | | | | | |  |
| 22-24 | 3 | 2 | 6 | 0,16 | 0,6/1,33 | 0,96 | 1,28 | 8,93 | 2,30 | 25,30 | 15,80 | 29,83 |  |
| 25, 26 | 2 | 3 | 6 | 0,16 | 0,6/1,33 | 0,96 | 1,28 |  |
| 27 | 1 | 12 | 12 | 0,17 | 0,65/1,2 | 2,04 | 2,45 |  |
| 28-31 | 4 | 6 | 24 | 0,16 | 0,6/1,33 | 3,84 | 5,11 |  |
| 35, 36 | 2 | 10 | 20 | 0,16 | 0,6/1,33 | 3,2 | 4,26 |  |
| Разом | 12 | 33 | 68 | 0,16 |  | 11 | 14,36 |  |
| РП-4 |  | | | | | | | | | | | |  |
| 37, 38 | 2 | 2 | 4 | 0,16 | 0,6/1,33 | 0,64 | 0,85 | 9,48 | 1,84 | 25,98 | 20,66 | 33,19 |  |
| 39 | 1 | 14 | 14 | 0,16 | 0,6/1,33 | 2,24 | 2,98 |  |
| 40, 41 | 2 | 7 | 14 | 0,16 | 0,6/1,33 | 2,24 | 2,98 |  |
| 42 | 1 | 6 | 6 | 0,25 | 0,6/1,33 | 1,5 | 2,00 |  |
| 43-48 | 6 | 5 | 30 | 0,25 | 0,6/1,33 | 7,5 | 9,98 |  |
| Разом | 12 | 34 | 68 | 0,21 |  | 14,12 | 18,78 |  |

Для побудови картограми активних навантажень підприємства методом коефіцієнта попиту визначаємо розрахункові активні навантаження всіх цехів підприємства:

Рр = Кп Рвст.,

де Рр – розрахункова потужність цеху, кВт; Кп - коефіцієнт попиту;

Рвст.- встановлена потужність цеху, кВт.

Розрахункове навантаження електричного освітлення визначаємо за питомою потужністю. Потужність, яка затрачується на освітлення території підприємства, не облікується.

,

де - розрахункова потужність, необхідна для освітлення цеху, кВт;

- питома норма освітленості цеху, кВт/м2;

 - коефіцієнт попиту освітлювального навантаження;

Обираю = 1,5 для люмінесцентних ламп;

=10· 10-3 кВт/м2; Sмех.ц = 6000 м2.

10· 10-3·1,5·6000 = 90 кВт;

Рр1 = 21∙0,2=4,2 Рр7 = 3∙0,2=0,6 Рр13 = 4∙0,2=0,8

Рр2 = 20∙0,2=4 Рр8 = 6∙0,2=1,2 Рр14 = 14∙0,2=2,8

Рр3 = 24∙0,2=4,8 Рр9 = 6∙0,2=1,2 Рр15 = 14∙0,2=2,8

Рр4 = 20∙0,2=4 Рр10 = 12∙0,25=3 Рр16 = 6∙0,25=1,5

Рр5 = 30∙0,2=6 Рр11 = 24∙0,2=4,8 Рр17 = 30∙0,25=7,5

Рр6 = 12∙0,16=1,92 Рр12 = 20∙0,2=4 ∑ Ррі = 55,12

Рр∑=∑

Рр+55,12+90=145,12 =145,12∙1,525=221,3

==264,64

Для вибору місць розташування підстанції побудуємо картограму навантажень цеху та заводу і визначимо центр електричних навантажень підприємства.

Картограму навантажень будуємо на генеральному плані підприємства. Вибираємо масштаб побудови картограми навантажень. Приймемо радіус круга навантаження механічного цеху r = 40 м. Тоді масштаб картограми навантажень:



Визначаємо радіус круга навантаження для цеху при даному масштабі:



Розраховуємо координати центра електричних навантажень цеху, а потім заводу:

****

****

Вихідні дані та розрахунки занесено в таблицю 1.3

***Таблиця 1.3***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Найменування ЕП | Рн,  кВт | Сума Рн,  кВт | Кп | Ррi,  кВт | кВт | квар | Sр,  кВА | R,  мм | Хо | Уо |
| 1-3 | Вертикально фрезерний верстат | 7 | 21 | 0,2 | 4,2 | 90 | 221,3 | 264,6 | 40 | 61,6 | 35,5 |
| 4-5 | Фрезерний станок з ЧПУ | 10 | 20 | 0,2 | 4 |
| 6, 7 | Універсально-фрезерний верстат | 12 | 24 | 0,2 | 4,8 |
| 8-11 | Токарно-револьверний верстат | 5 | 20 | 0,2 | 4 |
| 12, 13 | Токарно-гвинторізний верстат | 15 | 30 | 0,2 | 6 |
| 14-21 | Настільно-сверлильний верстат | 1,5 | 12 | 0,16 | 1,92 |
| 22-24 | Гвинторізний напівавтомат | 2 | 6 | 0,2 | 0,6 |
| 25, 26 | Точильний верстат | 3 | 6 | 0,2 | 1,2 |
| 27 | Машина для згинання листів | 12 | 12 | 0,25 | 1,2 |
| 28-31 | Точильно-шліфувальний верстат | 6 | 24 | 0,2 | 3 |
| 32-34 | Вертикально-сверлильний верстат | 1 | 3 | 0,2 | 4,8 |
| 35, 36 | Радіально-сверлильний верстат | 10 | 20 | 0,2 | 4 |
| 37, 38 | Універсально-точильний верстат | 2 | 4 | 0,2 | 0,8 |
| 39 | Плоскошліфувальний верстат | 14 | 14 | 0,2 | 2,8 |
| 40, 41 | Полірувальний верстат | 7 | 14 | 0,2 | 2,8 |
| 42 | Зварювальна машина | 6 | 6 | 0,35 | 1,5 |
| 43-48 | Зварювальна кабіна | 5 | 30 | 0,35 | 7,5 |
| Разом |  |  | 266 |  | 55,12 |

Розраховуємо координати центра електричних навантажень заводу:

Рр1 = 390∙0,4=156 Рр6 = 200∙0,5=100 Рр11 = 160∙0,5=80

Рр2 = 266∙0,4=106,4 Рр7 = 800∙0,4=320 Рр12 = 190∙0,5=95

Рр3 = 800∙0,4=320 Рр8 = 250∙0,5=125 Рр13 = 33∙0,6=19,8

Рр4 = 500∙0,4=200 Рр9 = 1000∙0,8=800

Рр5 = 300∙0,4=120 Рр10 = 920∙0,8=736

15 10-3·1,5·17500 =393,75 15 10-3·1,5·5500 =123,75

15 10-3·1,5·8400 =189 15 10-3·1,5·5250 =118,13

15 10-3·1,5·6800 =153 15 10-3·1,5·11250 =253,13

15 10-3·1,5·5500 =123,75 15 10-3·1,5·6750 =151,88

15 10-3·1,5·2500 =56,25 15 10-3·1,5·3750 =84,38

15 10-3·1,5·108,75 =244,67 15 10-3·1,5·8700 =195,75

15 10-3·1,5·11250 =253,13

Рр∑= Рр+

Рр∑1= 156 +393,75 =549,75 Рр∑6= 100+253,13 =353,13 Рр∑11=80+324,7=289,6

Рр∑2= 106,4+123,75 =230,2 Рр∑7= 320+123,75 = 443,75 Рр∑12= 95+195,75=290,8

Рр∑3= 320+189 = 509 Рр∑8= 125+151,88 =276,88 Рр∑13= 19,8+253,13 =273

Рр∑4= 200+118,13 =318,13 Рр∑9= 800+56,25 =856,25

Рр∑5= 120+153 =273 Рр∑10= 736+84,38 =820,38 **0,97** , тоді

Qр∑1= 549,75∙0,97 =533,3 Qр∑6= 353,13∙0,97=342,5 Qр∑11= 324,7∙0,97=315

Qр∑2= 230,15∙0,97 =223,3 Qр∑7= 443,75∙0,97=430,4 Qр∑12= 290∙0,97=282

Qр∑3= 509∙0,97=493,7 Qр∑8= 276,88∙0,97=268,6 Qр∑13=273∙0,97=264,7

Qр∑4= 318,13∙0,97=308,6 Qр∑9= 856,25∙0,97=830,6

Qр∑5= 273∙0,97=264,8 Qр∑10= 820,38∙0,97=795,8

  

  

  

  











Вихідні дані та розрахунки занесено в таблицю 1.4

***Таблиця 1.4***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Наймену  вання | Рвст.,  кВт | Кп | Рр,  кВт | ,  кВт | ,  кВт | S,  м2 | tgφ | ,  кВар | R,  мм | Хо | Уо |
| 1 | Ливарний | 390 | 0,4 | 156 | 393,75 | 549,75 | 17500 | 0,33 | 533,26 | 77,70 | 709 | 273 |
| 2 | Механічний | 266 | 0,4 | 106 | 123,75 | 230,15 | 5500 | 1,17 | 223,25 | 50,27 |
| 3 | Інструментальн | 800 | 0,4 | 320 | 189 | 509 | 8400 | 1,17 | 493,73 | 74,76 |
| 4 | Штампувальн. | 500 | 0,4 | 200 | 118,12 | 318,12 | 5250 | 1,17 | 308,58 | 59,11 |
| 5 | Деревообробн. | 300 | 0,4 | 120 | 153 | 273 | 6800 | 1,17 | 264,81 | 54,75 |
| 6 | Складальний | 200 | 0,5 | 100 | 253,12 | 353,12 | 11250 | 1,17 | 342,53 | 62,27 |
| 7 | Ковальський | 800 | 0,4 | 320 | 123,75 | 443,75 | 5500 | 1,17 | 430,44 | 69,81 |
| 8 | Експеримент. | 250 | 0,5 | 125 | 151,87 | 276,87 | 6750 | 0,62 | 268,57 | 55,14 |
| 9 | Компресорна | 1000 | 0,8 | 800 | 56,25 | 856,25 | 2500 | 0,62 | 830,56 | 96,97 |
| 10 | Насосна | 920 | 0,8 | 736 | 84,375 | 820,37 | 3750 | 0,88 | 795,76 | 94,92 |
| 11 | Лабораторія | 160 | 0,5 | 80 | 244,68 | 324,68 | 10875 | 0,62 | 314,95 | 59,71 |
| 12 | Рем-механічн. | 190 | 0,5 | 95 | 195,75 | 290,75 | 8700 | 1,17 | 282,03 | 56,51 |
| 13 | Заводоуправл. | 33 | 0,6 | 19,8 | 253,12 | 272,92 | 11250 | 1,33 | 264,74 | 54,75 |

Визначаємо число та тип трансформаторів цехових ТП. Намічаємо кількість ТП і число трансформаторів в залежності від категорії споживачів.

Знаходимо розрахункову реактивну потужність цехів та повну, попереднє визначив значення tgϕ по кожному цеху.

**Для ТП1:**

Рр∑1= 549,75+230,15+509+443,75+820,375= 2553

Qр∑1 = 553,26+223,25+493,73+430,44+795,76= 2476,44

Sp1 == 3556,78

Визначаємо коефіцієнт завантаження трансформаторів в нормальному і аварійному режимах:

Кзнр1=3556,78/2∙2500=0,71; Кзар1=3556,78/2500=1,4;

З урахуванням можливого збільшення навантаження вибираємо два трансформатора Sнтp=2500 кВ А. Характеристики: ΔРхх=5 кВт; ΔРкз=25 кВт; Іхх*=*1%, Uкз=5%, kе=0,12.

Втрати потужності в трансформаторах:

 



Навантаження з врахуванням втрат:

Р\* = Рр∑+ΔРтр = 2553 + 46,48 =2599,5

Q\*= Qр∑ + ΔQтр = 2476,44 +176,5=2652,94

S\* == 3714,2

**Для ТП2:**

Рр∑1= 318,125+273+353,125+276,875+856,25+290,75= 2368,125

Qр∑1 = 308,58+264,81+342,53+268,57+830,56+282,03= 2297,08

Sp1 == 3299,2

Визначаємо коефіцієнт завантаження трансформаторів в нормальному і аварійному режимах:

Кзнр1=3299,2/2∙2500=0,66; Кзар1=3299,2/2500=1,32;

З урахуванням можливого збільшення навантаження вибираємо два трансформатора Sнтp=2500 кВА. Характеристики: ΔРхх=5 кВт; ΔРкз=25 кВт; Іхх*=*1%, Uкз=5%, kе=0,12.

Втрати потужності в трансформаторах:

 



Навантаження з врахуванням втрат:

Р\* = Рр∑+ΔРтр = 2368,125+27,74=2395,9

Q\*= Qр∑ + ΔQтр =2297,08+158,8=2455,88

S\* == 3431

**Для ТП3:**

Рр∑1= 324,68+272,93= 597,61

Qр∑1 =314,95+264,74= 579,69

Sp1 == 832,6

Визначаємо коефіцієнт завантаження трансформаторів в нормальному і аварійному режимах:

Кзнр1=832,6/2∙630=0,66; Кзар1=832,6/630=1,32;

З урахуванням можливого збільшення навантаження вибираємо два трансформатора Sнтp=630 кВА. Характеристики: ΔРхх=1,68 кВт; ΔРкз=7,6 кВт; Іхх*=*2%, Uкз=5%, kе=0,12.

Втрати потужності в трансформаторах:

 



Навантаження з врахуванням втрат:

Р\* = Рр∑+ΔРтр=597,61+16,33=613,94

Q\*=Qр∑ + ΔQтр = 579,69 +52,7=632,4

S\* == 881,4

Знаходимо повну потужність підприємства:

S == 8026,6

Встановлюємо на ГПП два трансформатора з номінальною потужністю 6300 кВА. При цьому коефіцієнти загрузки:

Кзнр=8026,6/2**∙**6300=0,64; Кзар=8026,6/6300=1,27;

Результати розрахунків вносимо в таблицю 1.5

***Таблиця 1.5***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | № цеху | Розрахункове навантаження | | | Кількість  трансф. | Sнтр,  кВА | Кзhp | Кзар | Втрати в трансформаторах | | Навантаження з урахуванням втрат | | |
| Рр∑,  кВт | Qр∑,  квар | Sp, кВ  А | ΔР,  кВТ | ΔQ,  квар | Р\*,  кВт | Q\*, квар | S\*, кВА |
| 1 | 1 | 549,75 | 533,26 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 230,15 | 223,25 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 509 | 493,73 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | 443,75 | 430,44 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 | 820,38 | 795,76 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Разом | | 2553 | 2476,44 | 3556,8 | 2 | 2500 | 0,71 | 1,4 | 46,48 | 176,5 | 2599,5 | 2652,9 | 3714,2 |
| 2 | 4 | 318,13 | 308,58 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 273 | 264,81 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | 353,13 | 342,53 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 | 276,88 | 268,57 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 | 856,25 | 830,56 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12 | 290,75 | 282,03 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Разом | | 2367,13 | 2297,08 | 3299,2 | 2 | 2500 | 0,66 | 1,32 | 27,74 | 158,8 | 2395,9 | 2455,88 | 3431 |
| 3 | 11 | 324,69 | 314,95 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13 | 272,93 | 264,74 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Разом | | 597,61 | 579,69 | 832,6 | 2 | 630 | 0,66 | 1,32 | 16,33 | 52,7 | 613,94 | 632,4 | 881,4 |
| За підприємство: | | | | | | | | | | | 5609,3 | 5741,2 | 8026,6 |

Таким чином, на ГПП і ТП встановлюємо (створюємо таблицю 1.6, в яку вносимо дані обраних трансформаторів):

***Таблиця 1.6***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Найменування | Номінальна потужність, кВА | Верхня межа номінальної напруги, кВ | Нижня межа номінальної напруги, кВ | Втрати хх, кВт | Втрати кз, кВт | Напруга кз в % номінальна напруга | Струм хх в % номінальний струм |
| 1 | ГПП | 6300 | 35;10;6 | 10,5;6,3 | 8-7,65 | 46,5 | 7,5-6,5 | 0,9-0,8 |
| 2 | ТП-1 | 2500 | 35;10;6 | 10,5;0,69 | 4,35-3,9 | 25-23,5 | 6,5-5,5 | 1,1-1,0 |
| 3 | ТП-2 | 2500 | 35;10;6 | 10,5;0,69 | 4,35-3,9 | 25-23,5 | 6,5-5,5 | 1,1-1,0 |
| 4 | ТП-3 | 630 | 35;10;6 | 3,15;0,69;0,4; | 1,42 | 7,6 | 6,5-4,5 | 2,0 |

**Розділ 2. Техніко-економічне обґрунтування вибору схеми зовнішнього електропостачання підприємства**

**2.1** **Економічне обґрунтування схеми зовнішнього електропостачання підприємства**

Живлення заводу можливо здійснити по повітряній лінії від підстанції, на якій встановлено два трансформатори напругою 110/35/10 кВ, чи від двох секцій шин 10 кВ ТЕЦ сусіднього підприємства по кабельній лінії. Питома вартість втрат потужності і електроенергії Со = 50 грн./кВт. Сумарний відсоток амортизаційних відрахувань в лінії Ел = 2,8%, для силового обладнання Ео = 9,4%. Частота планово-попереджувального ремонту обладнання ηр = 1 раз/рік, час планового ремонтного простою ланцюга tр = 25 годин. Вартість ГПП для 1 варіанту Ко = 130580 грн., для 2 – 226800 грн. Вартість 1 км лінії Кл = 5445 грн. Переріз провідників лінії для обох варіантів вибираю за економічною густиною струму. Довжина лінії вказана на генплані заводу.

Розглянемо два варіанта схем зовнішнього живлення підприємства.

Варіант №1

Визначимо приведені втрати при цьому варіанті. Розрахункова потужність підприємства Sр = 8026,6 кВА, довжину лінії L = 12 км. Переріз провідників вибираємо за економічною густиною струму:

, де

*Jек* – економічна густина струму. Для неізольованих провідників jек = 1 А / мм2. Оскільки Ім = Sр/Uн√3 = 8026,6/110 ∙ 1,73 = 42,2 А, тому = 42,2/1 = 42,2 мм2 .

Для визначення jек і *Тм* скористаємось типовим річним графіком навантаження за тривалістю, який зображено на рис. 2.1.

20

40

60

80

100

Р,%

2000

4000

6000

8000

8760

год

**Рис.2.1. Графік навантаження за тривалістю (річний)**

Час використання максимального навантаження:



По таблиці 5 обираємо jек = 1,0, тип лінії АС-50 (r0 = 0,592 Ом/км)

АС-50

ТДН-6300

**Рис. 2.2.Схема зовнішнього живлення підприємства**

Для визначення вартості втрат визначимо опір ланцюга. Для цього визначимо активні опори трансформатора та лінії:



де ΔРк – втрати потужності КЗ в трансформаторі;

Uн – номінальна напруга;

Sтр – номінальна потужність трансформатора;

Лінії:

Rл = r0 ⋅ l = 0,592∙12 = 7,1 (Ом),

де r0 – активний опір l – го км лінії;

l – довжина лінії;

Мережі:

Rм = Rтр. + Rл = 14,2 + 7,1 = 21,3 (Ом)

Розраховуємо втрати потужності в мережі:



де Uн – номінальна напруга;

Вартість втрат потужності:

 грн.,

де Со - питома вартість втрат потужності і електроенергії грн. /кВт;

ΔРі – втрати активної потужності в системі електропостачання,кВт.

Параметри потоку відмов мережі. Для мережі, що складається з одного ланцюга послідовно з'єднаних елементів ωм можна визначити по формулі:

ωм = ωл = , де ωі - параметр потоку відказів і-го елемента мережі:

ωм = ∑ωі = 0,03+0,7·12/100+0,006+0,01=0,13

Час відновлення мережі: ,

де tві - час відновлення і-го елемента мережі, год.

Твм = 1 / 0,13 (0,03 ∙25 + 0,084∙ 10 + 0,006 ∙15 + 0,01∙ 90 ) = 19,8 (год),

Збитки від перерви електропостачання У = (у1 + у2Твм)ωм,

де у1 - збиток від факту перерви електропостачання;

у2 - збиток на одиницю тривалості перерви електропостачання;

Твс – сумарний час перерви електропостачання;

ωм– параметр потоку відмов мережі.

У = (У1 + У2 ТВМ) · ωМ = (29000 + 10000 ∙19,8) ∙0,13 = 29510 (грн),

де У1-збитки від факту перерви електропостачання;

У2 - збитки на одиницю тривалості перерви електроспоживання;

ТВМ – сумарний час перерв електроспоживання (час відновлення мережі);

ωМ – параметр потоку відмов мережі.

Приведені затрати по 1 – му варіанту:

З1 = кл. lл Ел+Ко·Е0+Сп+У= 5445∙ 12∙ 0,028 + 130580∙ 0,094 + 5670 + 29510 = =49284 **(**грн),

де Кл, Ко- капітальні вкладення в ЛЕП та силове обладнання ГПП;

Ел, Е0-сумарний процент амортизаційних відрахувань від капітальних вкладень в лінії і в силове електрообладнання відповідно.

Варіант №2

Оскільки Ім = Sр/2 Uн√3 = 8026,6/2∙ 110 ∙1,73 =21,1 А, тому = =21,1/1 = 21,1 мм2 .

Для визначення jек і *Тм* скористаємось тим же типовим річним графіком навантаження за тривалістю, який зображено на рис. 2.1.

По таблиці обираємо jек = 1,0, тип лінії А-35 (r0 = 0,83 Ом/км)

Для визначення вартості втрат визначимо опір ланцюга. Для цього визначимо активні опори трансформатора та лінії:



де ΔРк – втрати потужності КЗ в трансформаторі;

Uн – номінальна напруга;

Sтр – номінальна потужність трансформатора;



**Рис. 2.3.Схема зовнішнього живлення підприємства**

Лінії:

Rл = r0 ⋅ l = 0,83 ∙12 = 9,96 (Ом),

де r0 – активний опір l – го км лінії;

l – довжина лінії;

Опір ланцюга: Rлан. = Rтр. + Rл = 14,2 + 9,96 = 24,16 (Ом)

Мережі:

Rм = Rлан.. /2 = 24,16/ 2 = 12,08 (Ом)

Розраховуємо втрати потужності в мережі:





де Uн – номінальна напруга;

Вартість втрат потужності:

 грн.,

де Со - де Со - питома вартість втрат потужності і електроенергії грн./кВт;

ΔРі – втрати активної потужності в системі електропостачання,кВт.

Для визначення значень ωм і Тв.м по 2 – му варіанту розрахуємо значення коефіцієнтів аварійного і ремонтного простою кола і відносне число накладань відмов одного кола на ремонт в другому.







де Тр.л, Тв.л – час відповідно планового ремонту і відновлення ланцюга живлення;

Визначимо параметр потоку відмов мережі і час відновлення мережі:

ωм = 2 ⋅ωл ⋅ (кр.л + кв.л ) = 2 ⋅ 0,13 ⋅ (2,9 ⋅ 10-3 + 0,29 ⋅ 10-3) = 0,8 ⋅ 10-3

Час відновлення мережі:



Визначимо збитки:

У = (У1 + У2 · ТВМ) · ωМ = (29000 + 10000∙ 11,2)∙ 0,8 ⋅ 10-3 = 112,8 (грн)

Приведені затрати по 2 – му варіанту:

З2 = 2 кл lл Ел + Ко Е0+Сп+У= 2∙ 5445 ∙12∙ 0,028 + 226800· 0,094 + 3215 + +112,8 = 28306 (грн),

де Кл, Ко - капітальні вкладення в ЛЕП в ГПП; Ел, Е0-сумарний процент амортизаційних відрахувань від капітальних вкладень в лінії і в силове електрообладнання відповідно .

Приведені затрати по першому варіанту більші ніж по другому варіанту. Другий варіант в даному випадку більш економічний. Цей варіант являється більш надійним і більш перспективним при збільшенні потужності підприємства, тому ми приймаємо двотрансформаторну ГПП з трансформаторами ТДН ‑ 6300.

**2.2 Розрахунок заводського електропостачання**

**Вибір схеми електропостачання**



**Рис. 2.4. Радіальна схема електропостачання**

**2.3 Вибір високовольтних вимикачів і перерізу провідників**

Високовольтні вимикачі вибираються за номінальною напругою і розрахунковим струмом з врахуванням після аварійних режимів.



Переріз провідників вибираємо за економічною густиною струму:

, де *Jек* – економічна густина струму.

Визначимо струм для нормального і післяаварійного режимів для ліній підприємства напругою 110 кВ:



Для установки на стороні 110 кВ вибираємо масляні вимикачі типу ВМК – 110 в якого Іном. = 1000 (А). Повний час відключення вимикача 0,05 с.

Перевіримо вибраний вимикач за умовою:



В нашому випадку встановлена двотрансформаторна ГПП і в нормальному режимі через секційний вимикач струм протікати не буде. У випадку, коли один з трансформаторів на ГПП вийде з ладу, то через секційний вимикач протікає струм, що рівний половині всього струму, який протікає через трансформатори ГПП (навантаження секцій розподілено майже рівно).



Для вибору провідників заводської мережі та захисної апаратури визначимо струми приєднань:

*а)*. ТП 1 

*б)*. ТП 2 

*в)*. ТП 3 

Вибір провідників виконується за економічною густиною струму. Для ізольованих провідників з паперовою ізоляцією jек= 1,2 при Тм>5000 год.

Визначаємо економічний переріз для лінії живлення:

;

;

;

Для заводської мережі вибираємо броньовані кабелі з паперовою ізоляцією в алюмінієвій оболонці типу ААБ. Згідно ПУЕ в землі (траншеях) рекомендується прокладати броньовані кабелі, наприклад ААБ (алюмінієва жила, ізоляція з просоченого паперу, алюмінієва оболонка, броньований двома стальними смужками, зовнішнє покриття). Результати розрахунків зводимо до таблиці 2.1

***Таблиця. 2.1***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Лінія** | **Sрозр.,**  **кВА** | **Ірозр.,А** | **Іmаx.,А** | **Sек.,мм2** | **Марка проводу** | **Ідоп.,А** | **Марка вимикача** |
| ТП1 | 3714,2 | 107,2 | 214,4 | 89 | ААБ-95 | 205 | ВМП-10 |
| ТП2 | 3431 | 99 | 198 | 82,5 | ААБ-95 | 205 | ВМП-10 |
| ТП3 | 881,4 | 25,44 | 50,88 | 21,2 | ААБ-16 | 75 | ВМП-10 |
| ГПП | 8026,6 | 231 | 462 | 193 | АС-185/43 | 515 | ВМП-10 |

**2.4 Вибір схеми і конструктивного виконання цехової мережі**

В залежності від схеми цехові мережі поділяють на радіальні, магістральні і змішані.

*Радіальними* називають мережі, в яких для передачі електричної енергії до споживача використовується окрема лінія.

*Магістральними* називають мережі, в яких для передачі електроенергії до декількох споживачів використовується одна лінія електропередачі.

На основі аналізу розміщення технологічного обладнання вибираємо змішану схему цехової мережі. Передбачається використання комплектних розподільних шинопроводів; кабелі від ТП до шинопроводів і РП прокладені в землі у трубах. Приєднання ЕП до шинопровода (РП) здійснюється проводом, прокладеним в трубах.

Для захисту ліній живлення електроприймачів передбачаємо використання селективних вимикачів.

**Лінія ТП-РП1:**

Розрахунковий максимальний струм:



де Sм = 45,74 кВА (табл. 1.2) - розрахункова максимальна потужність.

Найбільший пусковий струм:

Iп.макс = 5⋅Iн.макс = 5⋅21 = 105 A,

де Iн.макс - номінальний струм ЕП, пусковий струм якого найбільший.

Піковий струм лінії ТП1-РП1:

Iп ≈ Iм + Iп.макс = 62,9 + 105 = 167,9 А

Вибираємо автоматичний вимикач АВМ-4 з номінальним струмом

Iном.в = 400 А і номінальним струмом розчеплювача Iн.розч = 200 А.

Для АВМ - 4 струм спрацювання миттєвого розчеплювача 20 кА.

Вибираємо кабель типу ААБГ 3×70 + 1×25.

**ТП-РП2:**



Iп ≈ Iм + Iп.макс = 9 + 105 = 114 А

**ТП-РП3:**



Iп ≈ Iм + Iп.макс = 45,32 + 105 = 150,32 А

**ТП-РП4:**



Iп ≈ Iм + Iп.макс = 50,4 + 105 = 155,4 А

Заносимо дані в таблицю 2.2

***Таблиця 2.2***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лінія | *Ім,* А | *Іп,* А | Тип захисного апарата | *Iном.в,* А | *Iн.розч,* А | *Iн.відк,* кА | Тип прові-дника | Спосіб прокла-дання | *S,* мм2 | *Iдоп* А |
| ТП-РП1 | 69,2 | 167,9 | АВМ-4 | 400 | 200 | 20 | ААБГ | КРІПЛЯТЬСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СКОБ | 3х70+1х25 | 200 |
| ТП-РП2 | 9 | 114 | АВМ-4 | 400 | 200 | 20 | ААБГ | 3х50+1х25 | 165 |
| ТП-РП3 | 45,32 | 150,32 | АВМ-4 | 400 | 200 | 20 | ААБГ | 3х50+1х25 | 165 |
| ТП-РП4 | 50,4 | 155,4 | АВМ-4 | 400 | 200 | 20 | ААБГ | 3х50+1х25 | 165 |

**Розділ 3. Розрахунок компенсації реактивної потужності**

Перевіряємо мінімально необхідне число трансформаторів в цехову ТП1:

=  Вибираємо Nо = 1

 =  квар

Перевіряємо значення коефіцієнта потужності Cosϕ:



При такому значенні коефіцієнта потужності можливі значні втрати. Слід підвищувати потужність батарей конденсаторів, щоб добитися співвідношення Cosϕ = 0,85 - 0,98

Знаходимо різницю реактивних потужностей, яку необхідно компенсувати:

Qбк =( QрΣ - Qв) = 2476,44 - 2394 = 82,44 квар

По таблиці вибираємо тип конденсаторної установки для мережі U = 380 В, найближчу по потужності до 82,44 квар.: УК - 0,38 - 110Н.

ТП2:

=  Вибираємо Nо = 1

 квар



Qбк = 2297,08 – 2299,3= 88 квар УК - 0,38 - 110Н

ТП3:

=  Вибираємо Nо = 1

 =  квар



Qбк = 579 - 523= 56 квар УК - 0,38 - 110Н

ГПП:

=  Вибираємо Nо = 1

 =  квар



Qбк = 5741,2 – 5711,3= 29,9 кВар УК - 0,38 - 110Н

Результати розрахунків відображаємо в таблиці 3.1

***Таблиця 3.1***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування | РрΣ,  кВт | QрΣ,  квар | Qв,  квар | Qбк,  квар | Тип конденсаторної установки | Номінальна потужність, квар | Число х потужність регульованих ступенів, квар |
| ТП1 | 2553 | 2476,44 | 2394 | 82,44 | УК-0,38Н | 110 | 1х110 |
| ТП2 | 2367,1 | 2297,08 | 2299,3 | 88 | УК-0,38Н | 110 | 1х110 |
| ТП3 | 597,6 | 579,69 | 523 | 56 | УК-0,38Н | 110 | 1х110 |
| ГПП | 5603,3 | 5741,2 | 5711,3 | 29,9 | УК-0,38Н | 110 | 1х110 |

**ВИСНОВОК**

Одним з найбільш важливим елементом для системи електропостачання підприємства є ГПП, яка забезпечує електроенергією всіх споживачів підприємства. Метою курсового проекту є здійснення розрахунку та вибір силового трансформатора для ГПП. В ході виконання роботи було здійснено розроблення та вибір принципової електричної схеми електропостачання автозаводу при цьому було розглянуто порядок вибору системи електропостачання та техніко-економічне обґрунтування вибраної схеми системи електропостачання на підставі економічного аналізу. Проведені розрахунки максимально забезпечують надійне електропостачання проектованого підприємства. При цьому гарантується також забезпечення нормальних економічних і технічних показників системи електропостачання.

В результаті проведених розрахунків було визначено розрахункове навантаження підприємства з урахуванням втрат, яке складає S\*=8026,6 кВА.

На підставі проведених розрахунків було здійснено вибір силового трансформатора ГПП, з огляду на величини навантажень, в якості силового трансформатора ГПП вибрано трансформатор TДН × 6300.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию /Под ред. А.А. Федорова. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - Т.1 - 580 c., т.2 - 591 с.

2. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Проектирование и расчет /А.С. Овчаренко и др. - Киев: Техніка, 1985.-185с.

3. Методичні рекомендації по виконанню курсової роботи з дисципліни «Електропостачання промислових підприємств»- Житомир: ЖВІРЕ, 2007-25с.