

## 2. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОЖИВЛЯЧОЇ УСТАНОВКИ ПІДПРИЄМСТВА ЗВ'ЯЗКУ

### 2.1. Мета розрахунку

Метою даної роботи є набуття навиків розрахунку установки електроживлення підприємства зв'язку (УЕЖЗ) і випрямних пристроїв типу ВБВ.

### 2.2. Вихідні дані

Вихідними даними для розрахунку є:

- 1)  $U_m = 220B$  - діюче значення напруги мережі живлення;
- 2)  $U_H, B$  – номінальна напруга УЕЖЗ;
- 3)  $f_m = 50 Гц$  - частота мережі живлення;
- 4)  $I_H, A$  – номінальний струм навантаження УЕЖЗ;
- 5)  $t^0, C$  - фактична температура електроліту;
- 6) категорія надійності електропостачання: I – перша; Iос. – перша особлива.

Варіанти вихідних даних наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Вихідні дані для розрахунку

| Цифри номера залікової книжки |          | 0  | 1    | 2  | 3    | 4  | 5    | 6   | 7    | 8  | 9    |
|-------------------------------|----------|----|------|----|------|----|------|-----|------|----|------|
| десятки                       | один.    |    |      |    |      |    |      |     |      |    |      |
|                               | $I_H, A$ | 80 | 100  | 70 | 120  | 60 | 85   | 110 | 75   | 90 | 115  |
|                               | $U_H, B$ | 60 | 48   | 60 | 48   | 60 | 48   | 60  | 48   | 60 | 48   |
| $t^0, C$                      |          | 22 | 23   | 24 | 25   | 26 | 22   | 23  | 24   | 25 | 26   |
| Кат.ЕП                        |          | I  | Iос. | I  | Iос. | I  | Iос. | I   | Iос. | I  | Iос. |

Приклад вибору варіанта для номера залікової книжки 132:

- з колонки 3 маємо -  $t^0 = 25C$ ; категорія надійності ЕП Iос. – перша особлива;  
з колонки 2-  $I_H = 70A$ ;  $U_H = 60B$ .

Необхідно розрахувати електроживлення установки ЕЖУ-60 (ЕЖУ-48) за наступними пунктами:

1. Вибрати тип і кількість акумуляторів у батареї, необхідних для аварійного живлення навантаження. Розшифрувати позначення обраних акумуляторів.
2. Вибрати тип установки електроживлення підприємства зв'язку (УЕЖЗ) і кількість випрямних пристроїв типу ВБВ.
3. Розрахувати енергетичні параметри випрямно-акумуляторної установки.
4. Накреслити електричну функціональну схему ЕЖУ-60 (48) за даними отриманим в п. 1-3. Вказати будову і призначення основного обладнання ЕЖУ.

### 2.3. Теоретичні пояснення

Сучасна апаратура зв'язку висуває жорсткі вимоги до якості і надійності подачі електричної енергії, необхідної для її функціонування.

Усі електроприймачі підприємств і споруд залежно від вимог до надійності подачі електричної енергії поділяють на три категорії.

До першої категорії належать електроприймачі, для яких перерва у подачі електричної енергії (вихід за припустимі межі) може викликати переривання зв'язку та мовлення, тобто порушення передачі важливої інформації. Це технологічні електроприймачі центральних підсилювальних станцій радіо-трансляційних вузлів, міських АТС ємністю від 500 до 3000 номерів включно, сільських АТС, районних вузлів зв'язку для сільськогосподарських районів (РВЗ-СГ).

У цій категорії електроприймачів виділяється особлива група, що потребує підвищених вимог надійності підведення електричної енергії. До групи першої категорії належать електроприймачі, перерва у подачі електроенергії яким може викликати порушення найважливіших зв'язків, особливо важливих оповіщень, а також порушення складного технологічного процесу, що може створити загрозу життю людей. До групи першої категорії входять технологічні електроприймачі міжміських телефонних станцій, телеграфних станцій і вузлів, мережних вузлів і вузлів автоматичної комутації (обслуговуються у підсилювальних пунктах районних вузлів зв'язку для промислових районів, міських автоматичних станцій (АТС) ємністю понад 3000 номерів), а також апаратура аварійного й евакуаційного електроосвітлення.

До другої категорії належать технологічні електроприймачі підстанцій міських телефонних мереж, опорних підсилювальних підстанцій, блоків-станцій і станцій радіотрансляційних вузлів з ламповою апаратурою, перерва у подачі електроенергії яким може викликати перерву передач місцевого мовлення.

До третьої категорії віднесені всі інші електроприймачі.

Підприємства електрозв'язку підключаються до електричних мереж енергосистем, як правило, через лінії електропередач (ЛЕП) і власні трансформаторні підстанції, що перетворюють високу напругу 10 чи 6 кВ у напругу 0,4 кВ трифазного змінного струму з частотою 50 Гц. Однак надійність електричних мереж енергосистем не завжди достатня для забезпечення необхідної надійності подачі електроенергії електроприймачам. Тому електропостачання підприємств електрозв'язку здійснюється від кількох незалежних один від одного джерел електричної енергії, якими можуть бути як електричні мережі енергосистем (джерела зовнішнього електропостачання), так і власні автоматизовані електростанції, обладнані, як правило, дизель-генераторами. Крім того, на підприємствах електрозв'язку передбачається резервування електричної енергії за допомогою акумуляторних батарей (АБ).

Необхідна кількість незалежних джерел електропостачання (зовнішніх і власних), кількість дизель-генераторів власної електростанції, а також кількість груп акумуляторних батарей і розрахунковий час розряду однієї групи встановлюється відомчими нормами технологічного проектування ВНТП 332-81. Згідно з цим документом усі електроприймачі, що належать до особливої групи першої категорії, мають бути забезпечені електропостачанням від трьох незалежних джерел електроенергії трифазного змінного струму.

Для перетворення електричної енергії, одержуваної від джерел електропостачання, її регулювання і стабілізації в заданих межах, резервування за допомогою АБ і апаратів безперебійного живлення (АБЖ), а також розподілу і захисту на підприємстві електрозв'язку обладнується установка електроживлення (ЕЖУ), що є частиною електроустановки (ЕУ). ЕУ - це весь комплекс енергоспоруд, що забезпечує електро-постачання, електроживлення апаратури зв'язку, освітлення, а також роботу різних установок (наприклад, вентиляційних, кондиціонування), від яких залежить нормальна робота апаратури й обслуговуючого персоналу. У разі розміщення в одному будинку АТС, МТС, телеграфних станцій та інших об'єктів повинно передбачатися застосування загальних ЕУ, у тому числі загальних ЕЖУ, якщо це не призводить до підвищення капітальних і експлуатаційних витрат і якщо відсутні спеціальні вимоги на живлення апаратури.

Окремі ЕЖУ виробляють електричну енергію постійного струму номінальних напруг 60 і 24 В, а також електричну енергію три- й однофазного змінного струму з частотою 50 Гц номінальної напруги (фазної) 220В. Якісні показники електричної енергії, які виробляє ЕЖУ, встановлюються ДСТУ 5237-83. Електроживлення сучасної апаратури електрозв'язку, такої, наприклад, як цифрова система передачі, міська, міжміська і телеграфна станція із програмним керуванням, здійснюється або від ЕЖУ, або безпосередньо від джерел електропостачання через власні джерела вторинного електроживлення (ДВЕЖ), що встановлені в стійках апаратури. Ці ДВЕЖ розглядаються як елементи апаратури.

Система електроживлення - це сукупність системи електро-постачання, пристроїв перетворення, регулювання, стабілізації, резервування і розподілу електричної енергії,

необхідної для функціонування апаратури, а також пристроїв контролю, діагностики та захисту як самих пристроїв цієї сукупності, так і апаратури.

Згідно з відомчими нормами технологічного проектування ВНТП 332-81, залежно від складу обладнання ЕЖУ і способу експлуатації АБ, системи електроживлення класифікують у такий спосіб:

- буферна система електроживлення;
- двопроточна безакумуляторна система електроживлення;
- система електроживлення з відокремленою від навантаження резервною акумуляторною батареєю.

У даній роботі наведено методику розрахунку буферної системи живлення апаратури електрозв'язку. За такої системи при нормальному електропостачанні живлення апаратури електрозв'язку здійснюється від стабілізованих вирівнюючих пристроїв, які забезпечують одночасно безперервне підзарядження АБ (основних груп АБ), що підключені паралельно до навантаження. При перервах в електропостачанні живлення апаратури здійснюється від АБ. Оскільки напруга АБ в міру її розряду зменшується, то для її підтримки в заданих межах застосовуються спеціальні пристрої регулювання або стабілізації. У разі, коли апаратура допускає зміну напруги в межах  $\pm 10\%$  встановленого значення, застосовується регулювання або комутація груп додаткових елементів, або комутація груп кремнієвих вентилів.

Детальніший опис роботи даної системи наведений нижче.

## 2.4. Порядок розрахунку

### 2.4.1. Розрахунок і вибір акумуляторної батареї

#### 2.4.1.1 Розрахунок ємності акумуляторної батареї.

Акумуляторна батарея забезпечує електроживлення навантаження в аварійному режимі. Необхідна ємність свинцево-кислотного батареї  $OPzS$  (з рідким електролітом), приведена до нормальних умов розряду, визначається за формулою,  $A \cdot \text{год}$ :

$$C_{AB} = \frac{I_H \cdot t_p}{\eta_Q \left[ 1 + 0,008(t^0 - 20) \right]}; \quad (2.1)$$

де  $C_{AB}$  - розрахункова ємність батареї в ампер-годинах, приведена до нормальної температури електроліту ( $20^\circ C$ ),  $A \cdot \text{год}$ ;

$I_H$  - струм навантаження, вказаний у вихідних даних,  $A$ ;

$t_p$  - час розряду батареї в годинах, залежить від категорії електропостачання: для споживачів особливої групи першої категорії – 2 години, для споживачів першої категорії - 8 годин;

$\eta_Q$  - коефіцієнт відбору ємності, що залежить від часу розряду: за  $t_p = 2 \text{ год}$ ,  $\eta_Q = 0,94$ ; за  $t_p = 8 \text{ год}$ ,  $\eta_Q = 0,64$ .

$t^0$  - фактична температура електроліту, зазначена у вихідних даних.

#### 2.4.1.2 Вибір типу акумулятора

Оскільки акумуляторна батарея складається з двох паралельних груп, то знайдену величину ємності необхідно розділити на два. Вибирається акумулятор, номінальна ємність  $C_{AB.H}$  якого перевищує розрахункову  $C_{AB} / 2$ .

Вибір типу акумулятора проводиться за таблицею Д4.

Наприклад, розрахункову ємність батареї  $C_{AB} = 800 A \cdot \text{год}$  ділимо на два і вибираємо акумулятор типу 6  $OPzS$  420 з номінальною ємністю  $C_{AB.H} = 420 A \cdot \text{год}$ .

В обраному типі акумулятора перше число коду відповідає кількості позитивних пластин, буквене позначення розшифровується як «стаціонарний, не обслуговуються з трубчастими позитивними пластинами», останнє число показує номінальну ємність  $C_{AB.H}$  акумулятора при 10-годинному розряді номінальним струмом.

Кількість елементів в одній групі акумуляторної батареї:

$$n = \frac{U_H}{2B}, \quad (2.2)$$

де  $U_H, B$  – номінальна напруга на навантаженні;  
 $2B$  – номінальна напруга одного акумулятора.

## 2.4.2 Розрахунок і вибір установки електроживлення підприємства зв'язку (УЕЖЗ)

### 2.4.2.1 Розрахунок струму навантаження УЕЖЗ.

Випрямна установка повинна забезпечити живлення навантаження і заряд акумуляторної батареї після її розряду при відключенні електроенергії. Тому сумарний струм випрямлювальної ( $I_{BV}$ ) повинен складатися з суми струму навантаження ( $I_H$ ) і струму заряду батареї ( $I_{ЗАР}$ ).

Струм заряду двох груп батареї розраховується за формулою, А

$$I_{ЗАР} = 0,1 \cdot C_{AB.H} \cdot 2 \quad (2.3)$$

де  $C_{AB.H}$  - номінальна ємність вибраного акумулятора, А·год.

Струм навантаження випрямлювальної установки, А:

$$I_{BV} = I_H + I_{ЗАР} \quad (2.4)$$

### 2.4.2.2 Вибір установки електроживлення підприємства зв'язку (УЕЖЗ).

З таблиці 2.2 слід вибрати пристрій типу УЕЖЗ-3 або УЕЖЗ-3К на  $U_H = 60V$  або  $48V$  і величину  $I_{BV}$  з випрямлячами ВБВ (випрямні пристрою з безтрансформаторним входом).

Таблиця 2.2 – Технічні параметри пристрою типу УЕЖЗ.

| Тип пристрою         | Випрямлячі ВБВ |           |
|----------------------|----------------|-----------|
|                      | Тип            | Кількість |
| УЕЖЗ-3 60/150-0606-М | ВБВ 60/25-3К   | 6         |
| УЕЖЗ-3 60/300-1212-М | ВБВ 60/25-3К   | 12        |
| УЕЖЗ-3К 60/80-44     | ВБВ 60/20-3К   | 4         |
| УЕЖЗ-3 48/180-0606-М | ВБВ 48/30-3К   | 6         |
| УЕЖЗ-3 48/360-1212-М | ВБВ 48/30-3К   | 12        |
| УЕЖЗ-3 48/100-44-М   | ВБВ 48/25-3К   | 4         |

Наприклад, за розрахункового струму  $I_{BV} = 120A$ , і номін. напрузі  $U_H = 60V$  вибираємо УЕЖЗ-3 60/150-0606-М.

В обраному типі УЕЖЗ-3 прийняті такі позначення:

- цифра 60 означає - номінальну напругу, В;
- цифра 150 максимальний вихідний струм за повної комплектації випрямлячами, А;
- цифри 06 - максимальну кількість випрямлячів, що встановлюються в пристрої;
- цифри 06 - кількість випрямлячів, встановлених в пристрої;
- індекс М - модернізований.

### 2.4.2.3. Вибір числа випрямлячів для комплектації УЕЖЗ.

Кількість випрямлячів (модулів), що необхідні для комплектації УЕЖЗ, вибирається за умови:

$$N_{BY} \geq \frac{I_{BY}}{I_{BBB}} \quad (2.5)$$

де  $N_{BY}$  - число паралельно включених випрямлювальних модулів;

$I_{BBB}$  - максимальний струм одного випрямляча, А

Типи і основні електричні характеристики випрямлячів наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Основні електричні характеристики випрямлячів типу ВБВ.

| Тип випрямляча | Основні електричні характеристики        |                                    |                                                |                  |                                             |
|----------------|------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------|
|                | Діапазон регулювання вихідної напруги, В | Діапазон зміни вихідного струму, А | Максимальна вихідна потужність, $P_{max}$ , Вт | ККД $\eta_{BBB}$ | Коефіцієнт потужності, $\cos \varphi_{BBB}$ |
| ВБВ 60/25-3К   | 54 ÷ 72                                  | 0 ÷ 25                             | 1800                                           | 0,92             | 0,99                                        |
| ВБВ 60/20-3К   | 54 ÷ 72                                  | 0 ÷ 20                             | 1200                                           | 0,92             | 0,99                                        |
| ВБВ 60/30-3К   | 40,5 ÷ 72                                | 0 ÷ 30                             | 1800                                           | 0,92             | 0,99                                        |
| ВБВ 48/30-3К   | 43 ÷ 56                                  | 0 ÷ 30                             | 1680                                           | 0,92             | 0,99                                        |
| ВБВ 48/25-3К   | 43 ÷ 56                                  | 0 ÷ 25                             | 1200                                           | 0,92             | 0,98                                        |

Примітка: умовне позначення типу випрямляча, наведеного в таблиці 2.3, розшифровується так:

- ВБВ - випрямні пристрої з безтрансформаторним входом;
- цифра в чисельнику - номінальна вихідна напруга, В;
- цифра в знаменнику - максимальний струм навантаження, А;
- цифра 3 (2 або 5) - номер виконання;
- буква К наявність коректора коефіцієнта потужності.

До вибраного робочого комплекту ВБВ слід додати один резервний того ж типу.

#### 2.4.3 Розрахунок енергетичних параметрів випрямно-акумуляторної установки

Максимальна споживана потужність УЕПЗ-3 від мережі змінного струму, з урахуванням ККД випрямного пристрою, розраховується за формулою, кВт:

$$P_{max} = \frac{I_{BY} \cdot U_H}{\eta_{BBB}} \quad (2.6)$$

де  $\eta_{BBB}$  - ККД випрямлювального пристрою.

Повна потужність, що споживається установкою від мережі змінного струму, розраховується за формулою, кВ·А:

$$S_{max} = \frac{P_{max}}{\cos \varphi_{BBB}}, \quad (2.7)$$

де  $\cos \varphi_{ВВВ}$  - коефіцієнт потужності вибраного типу ВВВ.

#### 2.4.4. Побудова електричної функціональної схеми ЕЖУ

Типова схема ЕЖУ-60 наведена на рис. 2.1.

На схемі слід зобразити ту кількість випрямних модулів (ВВВ), які отримали в результаті Вашого розрахунку.

Типова схема ЕЖУ-48 будується аналогічно.

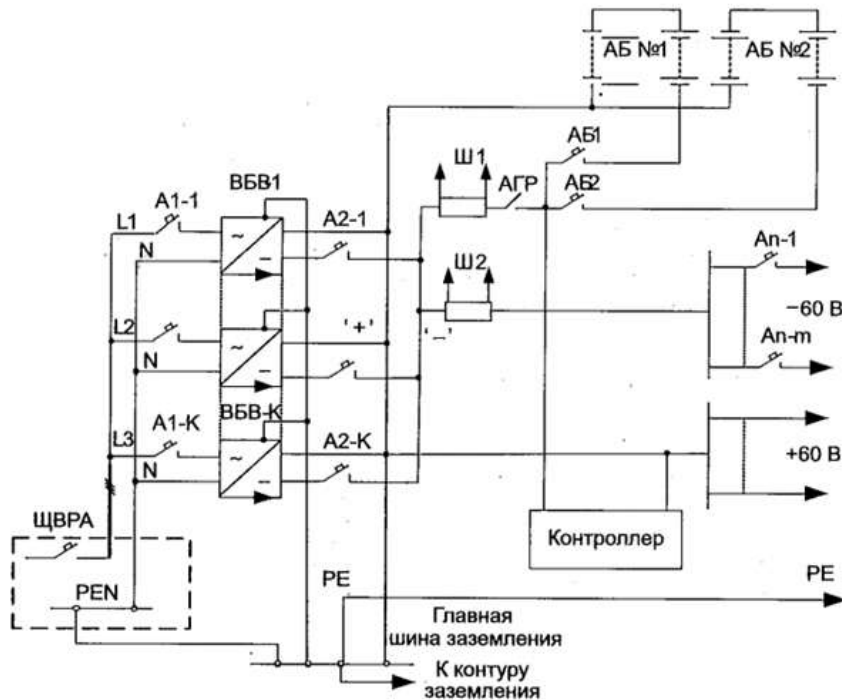


Рис. 2.1 - Структурна схема ЕЖУ-60 з буферною модульною системою електроживлення

Представлена структурна схема ЕЖУ-60 називається буферною модульною системою електроживлення. Особливістю таких систем є паралельне підключення акумуляторної батареї до виходу випрямлячів і живлячого навантаження.

До складу ЕЖУ-60 (48) входять:

- комплект випрямних пристроїв типу ВВВ, що складається з К модулів для електроживлення апаратури зв'язку, заряду і підзарядки акумуляторної батареї;
- автоматичні вимикачі A1-1 ... A1-K для підключення випрямлячів до ввідної шафи змінного струму ЩВРА;
- автоматичні вимикачі A2-1 ... A2-K для підключення виходу випрямлячів до акумуляторної батареї і навантаження;
- двогрупову акумуляторну батарею АБ№1 і АБ№2;
- автомат (контактор) глибокого розряду АГР для відключення акумуляторної батареї від апаратури при глибокому розряді;
- батарейні автоматичні вимикачі АБ1, АБ2 для підключення акумуляторної батареї до навантаження;
- струмові шунти для вимірювання струму в колі акумуляторних батарей Ш1 і в колі навантажень Ш2;
- автоматичні вимикачі An-1 ... An-m для підключення навантаження;
- контролер для контролю за станом випрямлячів, автоматичних вимикачів, запобіжників; для контролю за напругою і струмом акумуляторної батареї і навантаження; її відключенням при глибокому розряді; температурою навколишнього середовища; за ємністю

аккумуляторної батареї, наявністю всіх трьох фаз мережі живлення. При відключенні будь-якого з автоматів або спрацюванні захисту на дисплеї контролера з'являється відповідна інформація.

Робота ЕЖУ. У нормальному режимі електроживлення апаратури зв'язку та безперервний підзаряд аккумуляторної батареї здійснюється від робочих ВБВ. Автоматичні вимикачі А1-1 ... А1-К і А2-1 ... А2-К замкнуті.

В аварійному режимі живлення апаратури здійснюється від аккумуляторних батарей АБ. Для того, щоб не допустити сульфатації аккумуляторів в результаті недопустимого їх глибоко розряду, в систему електроживлення вводиться контактор АГР, що відключає батарею від апаратури.

За відновлення електропостачання випрямні пристрої забезпечують живлення апаратури і заряд аккумуляторної батареї без відключення її від навантаження.

Переваги такої буферної модульної системи електроживлення:

- висока якість виробленої енергії, так як використовуються згладжувальні стабілізуючі властивості аккумуляторної батареї, підключеної паралельно до навантаження;
- мінімальна кількість пристроїв, що входять до складу ЕЖУ, що забезпечує низьку вартість і високу надійність;
- високий ККД, практично рівний ККД ВБВ;
- високий коефіцієнт потужності (в разі застосування випрямлячів з коректором коефіцієнта потужності).

## **2.5. Контрольні питання**

1. Поясніть, як класифікують електроприймачів залежно від категорії надійності електропостачання?
2. Поясніть, як підключаються підприємства електрозв'язку до електричних мереж енергосистеми?
3. Поясніть особливість підключення електроприймачів першої категорії надійності електропостачання і першої особливої?
4. Що таке система електроживлення?
5. Як класифікують системи електроживлення підприємств зв'язку залежно від складу обладнання і способу його експлуатації.
6. Наведіть формулу для розрахунку ємності аккумуляторної батареї і дайте характеристику її складових?
7. Розшифруйте умовне позначення аккумуляторної батареї, заданої викладачем?
8. Розшифруйте умовне позначення установки електроживлення підприємства зв'язку типу УЕЖЗ, заданого викладачем?
9. Розшифруйте умовне позначення випрямного пристрою типу ВБВ, заданого викладачем?
10. Поясніть принцип роботи електричної функціональної схеми ЕЖУ, розрахованої Вами?