

## Лекція 2

### Вибір вимірювальних трансформаторів струму та напруги, трансформаторів власних потреб

#### Вибір вимірювальних трансформаторів струму (ТС) та напруги (ТН)

##### *Вимірювальні ТС вибирають:*

- за напругою установки;
- за номінальним струмом. Номінальний струм ТС повинен бути як можна ближчим до робочого струму установки, оскільки недовантаження первинної обмотки призводить до збільшення погрішностей;
- за конструкцією та класом точності;
- за електродинамічною стійкістю;
- за термічною стійкістю;
- за опором вторинного навантаження.

Таблиця 1 – Параметри вибору ТС

Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
$U_{УСТ} \leq U_{НОМ}$		
$I_{РОЗР} \leq I_{НОМ}$		
$i_{УД} \leq I_{нрСКВ}$		
$B_K \leq I_T^2 t_T$		
$Z_{НАВ} \leq Z_{НОМ}$		

##### *Вибір ТС за опором вторинного навантаження.*

Індуктивний опір струмових кіл невеликий, тому

$$Z_2 \approx r_2.$$

Вторинне навантаження складається з опорів приладів, з'єднувальних проводів і перехідного опору контактів:

$$\mathbf{r}_2 = \mathbf{r}_{\text{прил}} + \mathbf{r}_{\text{пр}} + \mathbf{r}_{\text{к}}.$$

Опір приладів визначається за виразом:

$$r_{\text{прил}} = \frac{S_{\text{прил}}}{I_2^2},$$

де  $S_{\text{прил}}$  – потужність, що споживається приладами;

$I_2$  – вторинний номінальний струм приладу.

Опір контактів приймають рівним 0,05 Ом при двох-трьох приладах і 0,1 Ом – при більшій кількості приладів. Опір з'єднувальних проводів залежить від їх довжини та перерізу. Щоб ТС працював у вибраному класі точності, необхідно витримати умову:

$$\mathbf{r}_{\text{прил}} + \mathbf{r}_{\text{пр}} + \mathbf{r}_{\text{к}} \leq \mathbf{Z}_{2\text{ном}},$$

звідки

$$\mathbf{r}_{\text{пр}} \leq \mathbf{Z}_{2\text{ном}} - \mathbf{r}_{\text{прил}} - \mathbf{r}_{\text{к}}.$$

Знаючи  $\mathbf{r}_{\text{пр}}$ , можна визначити переріз з'єднувальних проводів:

$$q = \frac{\rho l_{\text{розр}}}{r_{\text{пр}}},$$

де  $\rho$  – питомий опір матеріалу проводу. Проводи з мідними жилами ( $\rho = 0,0175$ ) застосовують у вторинних колах основного та допоміжного обладнання потужних електростанцій з агрегатами 100 МВт і більше, а також на підстанціях з вищою напругою 220 кВ і вище. В інших випадках у вторинних колах застосовують проводи з алюмінієвими жилами ( $\rho = 0,0283$ );

$l_{\text{розр}}$  – розрахункова довжина, що залежить від схеми з'єднання ТС.

Довжину з'єднувальних проводів від ТС до приладів (в один кінець) можна прийняти для різних приєднань приблизно рівною, м:

всі кола ГРП 6–10 кВ, крім ліній до споживачів	40-60
кола генераторної напруги блочних електростанцій	20-40
лінії 6–10 кВ до споживачів	4-6
всі кола РП: 35 кВ	60-75
110 кВ	75-100
220 кВ	100-150
330-500 кВ	150-175
синхронні компенсатори	25-40

Для підстанцій вказані довжини знижують на 15–20 %.

В якості з'єднувальних проводів застосовують багатожильні контрольні кабелі з паперовою, резиновою, поліхлорвініловою або поліетиленовою ізоляцією в свинцевій, резиновій, поліхлорвініловій чи спеціальній теплостійкій оболонці.

Робота електричного обладнання пов'язана з вібрацією, тому за умовою механічної міцності переріз не повинен бути менше 4 мм<sup>2</sup> для алюмінієвих жил та 2,5 мм<sup>2</sup> для мідних жил. Переріз більше 6 мм<sup>2</sup> звичайно не застосовується.

Вибір ТН виконують за наступними параметрами:

- за напругою установки;
- за конструкцією та схемою з'єднання обмоток;
- за класом точності;
- за потужністю вторинного навантаження

$$S_{2\Sigma} \leq S_{\text{НОМ}},$$

де  $S_{\text{НОМ}}$  – номінальна потужність у вибраному класі точності, при цьому треба мати на увазі, що для однофазних трансформаторів, з'єднаних у зірку, необхідно взяти сумарну потужність усіх трьох фаз, а для з'єднаних за схемою відкритого трикутника – подвоєну потужність одного трансформатора;

$S_{2\Sigma}$  – навантаження усіх вимірювальних приладів і реле, приєднаних до ТН.

Якщо вторинне навантаження перевищує номінальну потужність у вибраному класі точності, то встановлюють другий ТН і частину приладів приєднують до нього.

Переріз проводів в колах ТН визначають за допустимою втратою напруги. Згідно ПУЕ втрата напруги від ТН до розрахункових лічильників повинна бути не більше 0,5 %, а до щитових вимірювальних приладів – не більше 1,5 % при нормальному навантаженні.

Для спрощення розрахунків можна приймати переріз проводів за умовою механічної міцності 1,5 мм<sup>2</sup> для мідних жил та 2,5 мм<sup>2</sup> для алюмінієвих жил.

### **Вибір трансформаторів власних потреб підстанцій (ТВП)**

Споживачі власних потреб (СВП) ПС: електродвигуни охолодження трансформаторів, обігрів приводів роз'єднувачів, шаф комплектних розподільчих пристроїв (КРП), освітлення ПС, а також – компресорні установки, зарядний та підзарядний агрегати (при оперативному постійному струмі). При наявності синхронних компенсаторів необхідні механізми змащення їх підшипників, насоси систем охолодження.

Потужність СВП невелика, тому вони приєднуються до мережі 380/220 В, яка живиться від понижувальних трансформаторів (ТВП). Потужність ТВП вибирають за навантаженнями ВП з урахуванням коефіцієнтів завантаження та одночасності, при цьому окремо враховують літнє та зимове навантаження, а також навантаження в період ремонтних робіт на ПС.

При проектуванні основні встановлені активні навантаження можна визначити за типовими проектами ПС, каталогами або таблицями. Тоді розрахункове навантаження при  $\cos \varphi = 0,85$ :

$$S_{\text{розр}} = k_{\text{п}} \sqrt{P_{\text{вст}}^2 + Q_{\text{вст}}^2},$$

де  $k_{\text{п}}$  – коефіцієнт попиту, що враховує коефіцієнти одночасності та завантаження. Орієнтовно можна приймати  $k_{\text{п}} = 0,8$ .

Потужність ТВП вибирають:

– при двох ТВП на ПС без постійного чергування та при одному ТВП

$$S_T \geq S_{PO3P};$$

– при двох ТВП на ПС з постійним чергуванням

$$S_T \geq \frac{S_{PO3P}}{k_{ПВ}},$$

де  $k_{ПВ}$  – коефіцієнт допустимого аварійного перевантаження, його можна прийняти рівним 1,4;

– якщо ТВП більше двох, то

$$S_T \geq \frac{S_{PO3P}}{n}.$$