

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра ЕСС

**«ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИКА ДВИГУНІВ ВЛАСНИХ
ПОТРЕБ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ »**

Виконав:
Ст. гр. ЕС-17м
Гончарук М.М.

Керівник МКР:
к.т.н., професор, доц. кафедри ЕСС
Рубаненко О.Є.

Незважаючи на розвиток різних видів джерел енергії, ТЕС продовжує бути головним джерелом енергії та складає близько 47% від загальної генерації. Основну кількість ТЕС складають конденсаційні електростанції, призначені тільки для вироблення електричної енергії, і теплоелектроцентралі, що відпускають споживачам електричну та теплову енергію в вигляді пари та гарячої води.

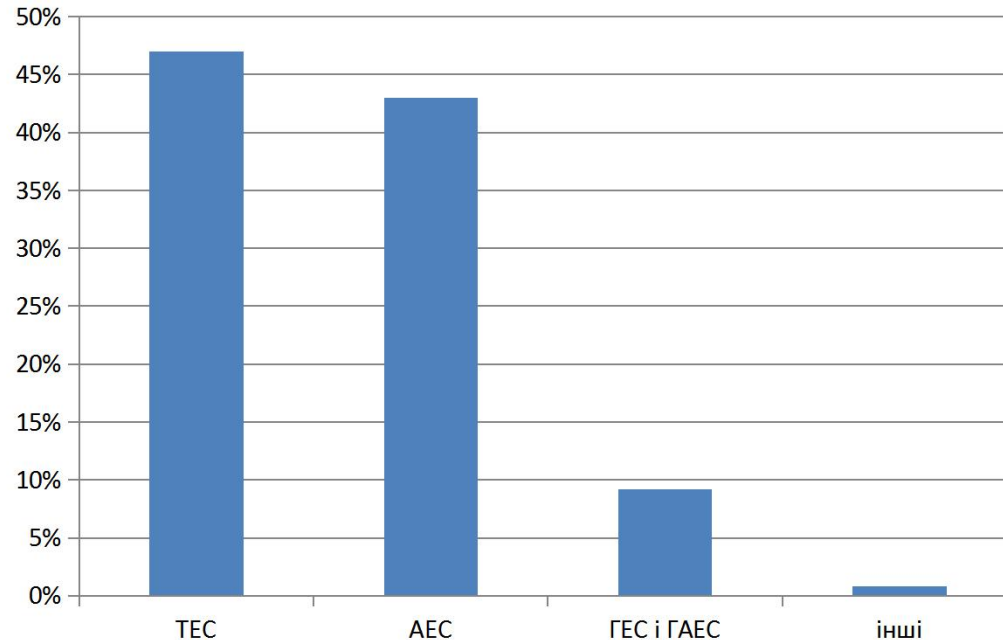


Рисунок 2.1 – Генерація електроенергії в Україні

АКТУАЛЬНІСТЬ

- В процесі експлуатації під впливом навколишнього середовища і експлуатаційних режимів роботи спричиняється зношування обладнання, серед якого є електродвигуни власних потреб (ВП).
- Вихід з ладу такого обладнання може спричинити небезпеку для життя людей, розлад складного технологічного процесу, масовий недовипуск електроенергії та іншу матеріальну шкоду. Тому дослідження захистів та автоматики електродвигунів власних потреб теплових електричних станцій є актуальним завданням.



МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета МКР: дослідження захисту та автоматики двигунів власних потреб теплових електричних станцій

Задачі МКР:

- розгляд схем захисту і управління електродвигунів;
- аналіз схем захисту і автоматики електрообладнання, яке здійснює живлення власних потреб;
- розгляд регульованого електроприводу власних потреб;
- аналіз економічної ефективності впровадження системи регулювання частоти електродвигунів та захисту електродвигуна власних потреб 0,4 кВ, 120 кВт;
- дослідження заходів з охорони праці під час експлуатації електрообладнання власних потреб ТЕС.

Об'єктом дослідження є методи захисту електродвигунів теплових електричних станцій.

Предметом дослідження є обладнання власних потреб та релейного захисту на електричних станціях.

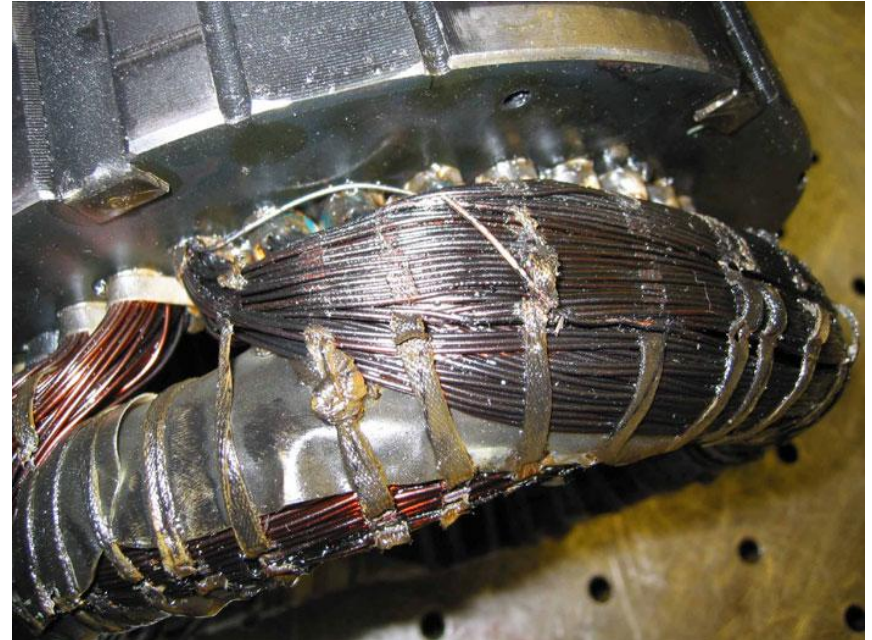


Електродвигун гуде, ротор обертається повільно, струм у всіх трьох фазах відрізняється і навіть на холостому ході перевищує номінальний – обрив одної або декількох стрижнів обмотки ротора; Несправне з'єднання початку і кінця фази обмотки статора (перевернута фаза);

Електродвигун перегрівається при номінальних навантаженнях – міжвиткове замикання в обмотці статора. Погіршення умов вентиляції.

Електродвигун не розвиває номінальної частоти обертання і гуде – одностороннє притягування ротора внаслідок зносу підшипників, перекосу підшипникових щитів або згину валу;

Ротор не обертається або обертається повільно та двигун сильно гуде і нагрівається – обрив фази обмотки статора.



Недопустимо низький опір ізоляції обмотки статора електродвигуна – Зволоження або сильне забруднення ізоляції обмотки; Старіння та пошкодження ізоляції;

Електродвигун вібрує під час роботи і після відключення при частоті обертання ротора близькій до номінальної – порушення співвісності валів, небаланс ротора



Електродвигун сильно вібрує, але вібрація зупиняється після відключення його від мережі, двигун сильно гуде струм у фазах не однаковий, одна із ділянок обмотки статора сильно нагрівається – коротке замикання в обмотці статора електродвигуна.

КЛАСИФІКАЦІЯ ВИДІВ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ



ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПОВОЇ УНІФІКОВАНОЇ СХЕМИ ЗАХИСТУ ОДНОШВИДКІСНОГО АД ПОТУЖНІСТЮ 4000-8000 кВт

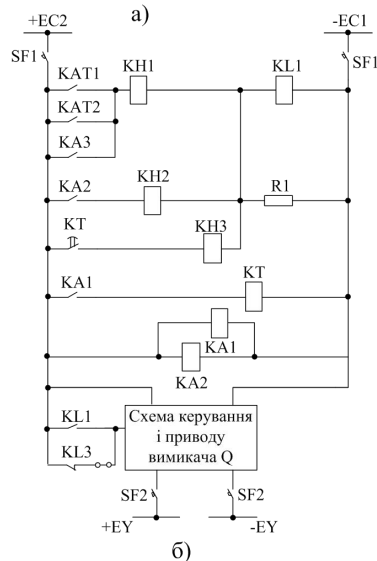
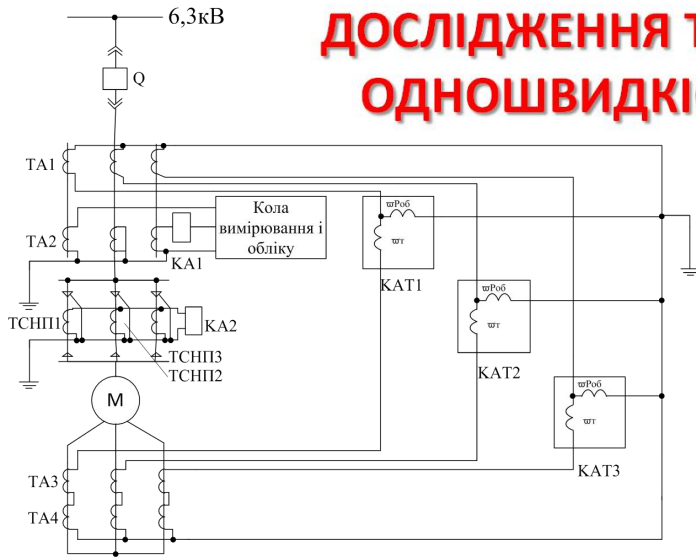


Рис.8.1 – Схема захисту одношвидкісного асинхронного двигуна 6 кВ ВП потужністю 4000-8000 кВт: а - кола змінного струму; б - кола постійного струму.

Диференційний захист виконується з використанням трьох реле з гальмуванням КАТ 1-КАТ 3 типу ДЗТ-11, причому гальмівна обмотка підключається до ланцюгів послідовно з'єднаних трансформаторів струму ТА 3 і ТА 4, встановлених в нульових виводах обмотки статора електродвигуна. Таке включення дозволяє підвищити надійність неспрацювання диференційного захисту в режимі пуску двигуна, особливо при наявності в початковий момент пуску значною аперіодичної складової струму

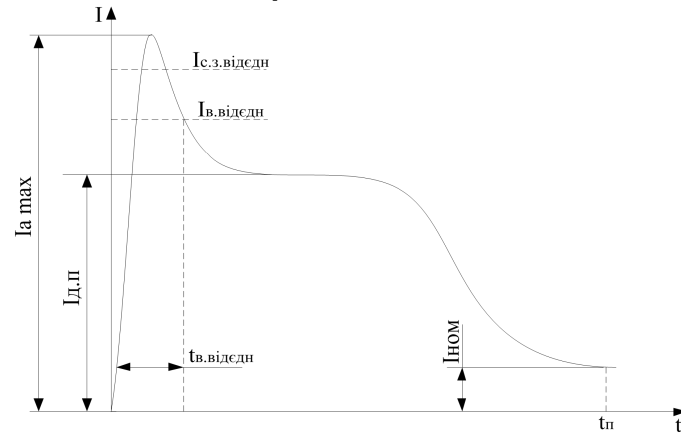


Рис.8.2 – Пусковий струм АД з короткозамкненим ротором

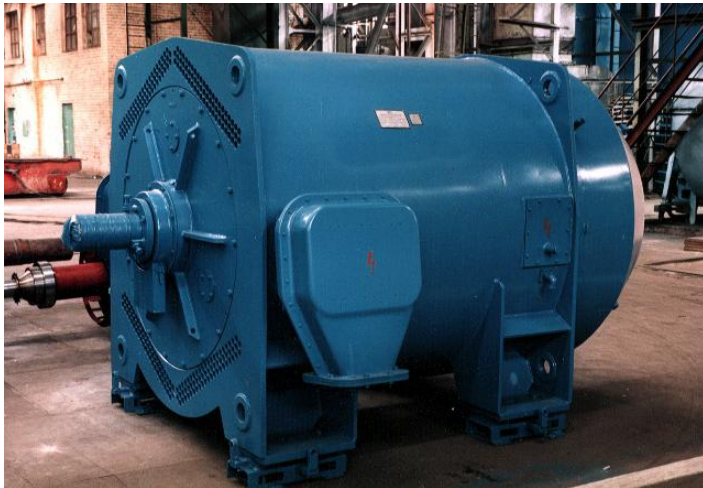
ВЛАСТИВОСТІ ТИПОВОЇ УНІФІКОВАНОЇ СХЕМИ ЗАХИСТУ ОДНОШВИДКІСНОГО АД ПОТУЖНІСТЮ 4000-8000 КВТ

Використання гальмівної обмотки реле навіть з максимальною кількістю витків ($\omega_T = 24$) не знижує чутливості захисту. У режимі пуску по робочим обмоткам $\omega_{роб}$ реле протікає тільки струм небалансу пускового струму, а по гальмівним обмоткам - повний пусковий струм.



У режимі КЗ через робочі обмотки реле протікає сума струмів від системи і від двигуна, а по гальмівній - тільки струм підживлення з боку двигуна, який дорівнює його пусковому струму.

Тому при виконанні диференційного захисту АД за допомогою диференційного реле, на його гальмівній обмотці завжди виставляють $\omega_T = 24$ витка, а розрахунок захисту зводиться тільки до визначення кількості витків робочої обмотки реле.



ВЛАСТИВОСТІ ТИПОВОЇ УНІФІКОВАНОЇ СХЕМИ ЗАХИСТУ ОДНОШВИДКІСНОГО АД ПОТУЖНІСТЮ 4000-8000 КВТ

Струм спрацьовування реле має бути відлагоджений від небалансу пускового струму. Ряд проведених досліджень показав, що відносне діюче значення вторинного струму небалансу залежить від схеми з'єднання трансформаторів струму, довжини і перетину кабелів. Для схем з'єднання ТС повна зірка завжди забезпечується відношення $I_{нб} \leq 0,3$ відн.од. до номінального струму, тому вторинний струм небалансу в реле в перехідному режимі пуску дорівнює виразу (10.1), А,

$$I_{нб.втор} = \frac{0,3K_{п}I_{Д.ном}}{K_I}, \quad (10.1)$$

де K_I - коефіцієнт трансформації трансформаторів струму ТА 3 (ТА 4); $K_{п}$ – пусковий коефіцієнт.

Гальмівний струм в реле дорівнює, А

$$I_{T.встоп} = \frac{K_{II} I_{Д.ном}}{K_I},$$

З умови надійного гальмування реле в режимі пуску двигуна число витків робочої обмотки реле рівне

$$\omega_{роб} \leq \frac{\omega_T \operatorname{tg} \alpha}{K_{от} I_{нб}}$$

або, якщо виразити струм небалансу в відносних одиницях (однаковий для первинного та вторинного кола),

$$\omega_{роб} \leq \frac{I_{T.встоп} \omega_T \operatorname{tg} \alpha}{K_{от} I_{нб.встоп}}$$

де $K_{от} = 1,5$; $\operatorname{tg} \alpha = 0,87$ - кут нахилу гальмівної характеристики реле. При $\omega_T = 24$ витка і $I_{нб} = 0,3$ відн.од отримуємо $\omega_{роб} < 46,2$ витка. Приймаєм:

$$\omega_T = 46 \text{ витків}$$

При двофазному КЗ на виходах електродвигуна в зоні дії диференційного захисту магніторушійна сила (МРС) робочої обмотки реле дорівнює

$$F_{роб} = \frac{0,87 U_{c.\phi \min} \omega_{роб}}{x_c K_I},$$

де x_c - опір системи на виводах електродвигуна, а МРС гальмівної обмотки реле дорівнює

$$F_T = \frac{0,87 U_{Д.\phi} \omega_T}{x_D K_I} = \frac{0,87 K_{II} I_{Д.ном} \omega_T}{K_I},$$

де x_c - пусковий опір електродвигуна $I_{Д.ном}$ - номінальний струм електродвигуна; K_{II} - кратність пускового струму електродвигуна.

де x_d - пусковий опір електродвигуна, $I_{д.ном}$ - номінальний струм електродвигуна; K_p - кратність пускового струму електродвигуна.

Враховуючи, що мінімальна напруга на виводах електродвигуна при його пуску має бути $U_{д.ост} \geq 0,8$ відн.од. звідки в найгіршому випадку $(X_d/X_c)_{max}=4$, і приймаючи $U_{с.фmin}=U_{д.ф}$, а первинний струм трансформатора струму ТА 3 і ТА 4 рівний подвійному номінальному струму АД, отримуємо мінімальний коефіцієнт чутливості

$$k_{чmin} = \frac{F_{роб} - F_{Ttg\alpha}}{F_{с.р}} = \frac{0,87U_{д.ф}}{x_d K_I \cdot 100} \times (4\varpi_{роб} - tg\alpha \varpi_T) = \frac{0,87K_{II} I_{д.ном} \cdot 5}{2I_{д.ном} \cdot 100} \times$$

$$\times (4\varpi_{роб} - tg\alpha \varpi_T) = 0,0217K_{II} (4 \cdot 46 - 0,87 \cdot 24) = 3,48K_{II},$$

де $F_{с.р}=100A$ – МРС реле.

З останньої формули випливає, що коефіцієнт чутливості диференційного захисту при двофазних КЗ на виводах електродвигуна свідомо більше двох і може не перевірятись.

Призначення і виконання захисту від перенавантаження на реле КА 1 і КТ, захисту від замикань на землю на реле КА 2, ланцюгів відключення від захистів (реле КЛ 1) і від групового захисту мінімальної напруги реле (КЛ 3) для двигунів потужністю 4000-8000 кВт таке ж, як і для електродвигунів потужністю менше 4000 кВт

ВИЗНАЧЕННЯ РІЧНИХ ПОТОЧНИХ ВИТРАТ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ

Річні перерви в кабельній лінії власних потреб електропостачання через неспрацьовування захистів складають $t_{\text{відкл}}=20$ год. Річний обсяг відпуску електроенергії споживачам: $W_{\text{год}}=433000$ Вт·год.; тариф на електроенергію $T_e=2,5$ грн./кВт·год.; вартість нового мікропроцесорного захисту типу РС83-А2.0 становить $K_{\text{зах}}=25000$ грн.

На ліквідацію аварій в системі енергопостачання бригада з двох електриків і одного електромеханіка затратила $t=20$ год. понаднормової роботи, середня годинна ставка двох електриків - 28 грн./год.; електромеханіка - 27 грн./год. Вартість матеріалів і запасних частин, що використовуються під час ліквідації аварій, $C_{\text{мат}}=10000$ грн.

1. Визначаємо річні поточні витрати ($C_{\text{витр}}$) на експлуатацію нового захисту при нормі витрат на поточне обслуговування ($H_{\text{обсл}}=0,5\%$) та терміні служби нового захисту - 12 років.

$$C_{\text{витр}} = K_{\text{зах}} \frac{0,5}{100} = 125 \text{ грн.}$$

$$C_a = \frac{K_{\text{зах}}}{12} = 2073 \text{ грн.}$$

РОЗРАХУНОК ТЕРМІНУ ОКУПНОСТІ УДОСКОНАЛЕНОЇ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ КАБЕЛЬНОЇ ЛІНІЇ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ

14

Визначаємо річні поточні витрати на обслуговування нового захисту

$$C_{\text{пот.обсл}} = C_{\text{витр}} + C_a = 2208 \text{ грн.}$$

2. Визначаємо збитки від недовідпуску електроенергії при відмові старого захисту

$$\Delta D_e = \frac{W_{\text{год}}}{8760} \cdot t_{\text{відкл}} \cdot T_e = 2471 \text{ грн.}$$

3. Визначаємо витрати на ліквідацію аварій.

$$C_{\text{зн}} = ((28 \cdot 2) + 27) \cdot 20 = 1660 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{лкв}} = C_{\text{зн}} + C_{\text{мат}} = 11660 \text{ грн.}$$

4. Визначаємо термін окупності установки нового мікропроцесорного захисту, років:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{зах}}}{\Delta D_e + C_{\text{лкв}} - C_{\text{пот.обсл}}} = 2,097 \text{ років}$$

Не дивлячись на велику вартість нового обладнання, необхідно мати впевненість в надійності захисту і достовірну інформацію про стан і залишковий строк служби наявного в роботі обладнання, що неможливо без впровадження нових досягнень науки.

1. Проведені дослідження основних схем захисту і управління синхронних електродвигунів 6 кВ свідчать проте що для релейного захисту і управління електродвигунів ВП застосовують, як правило, типові схеми, побудова яких залежить в першу чергу від потужності двигуна та його типу.

2. Аналіз релейного захисту ввідних фідерів, що живлять електричні двигуни ВП свідчить про те що для якісної їх експлуатації потрібно визначати уставки і зони дальнього резервування захистів фідерів секцій ВП

Дослідженнями векторних діаграм струмів і напруг на секції ВП 6,3 кВ доведено можливість їх використання під час визначення уставок спрацювання реле напрямку потужності при КЗ в мережах живлення ВП ТЕС.

Для релейного захисту ввідних фідерів секцій РП ВП, які здійснюють живлення від ТВП, що живляться пристрої РЗА і управління використовуються електромеханічні або напівпровідникові реле, які потребують заміни на мікропроцесорні і розташовуються в релейних відсіках вводів комірок КРУ 6,3 кВ.

ВИСНОВКИ

3. Аналіз спрощеної схеми приводу дутевого вентилятора на базі МДП свідчить про те, що на деяких ТЕС використовується застаріла принципова схема асинхронно – вентильного каскаду

4. Розрахунками доведено ефективність застосування на ТЕС тиристорних електроприводів змінного струму для двигунів, яка особливо велика при оснащенні ними електричних двигунів живильних насосів потужністю 2500-17000 кВт з номінальною частотою обертання від 3000 до 6000 об/хв

Розрахунками доведено, що для енергоблоку 200 МВт ТЕС економія електроенергії на ВП при впровадженні регульованого електроприводу на механізмах ВП становить 8-10%.

Результати аналізу нормативної документації з охорони праці підтвердили необхідність дотримання вимог охорони праці під час експлуатації електрообладнання власних потреб

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ
ДОПОВІДЬ ЗАКІНЧЕНО