

Вінницький національний технічний університет  
Факультет електроенергетики та електромеханіки  
Кафедра електричних станцій і систем

**Магістерська дипломна кваліфікаційна робота  
на тему:**

«Електрична частина конденсаційної електростанції потужністю  
700 МВт (2×50+6×100) з аналізом методів діагностування силових трансформаторів»

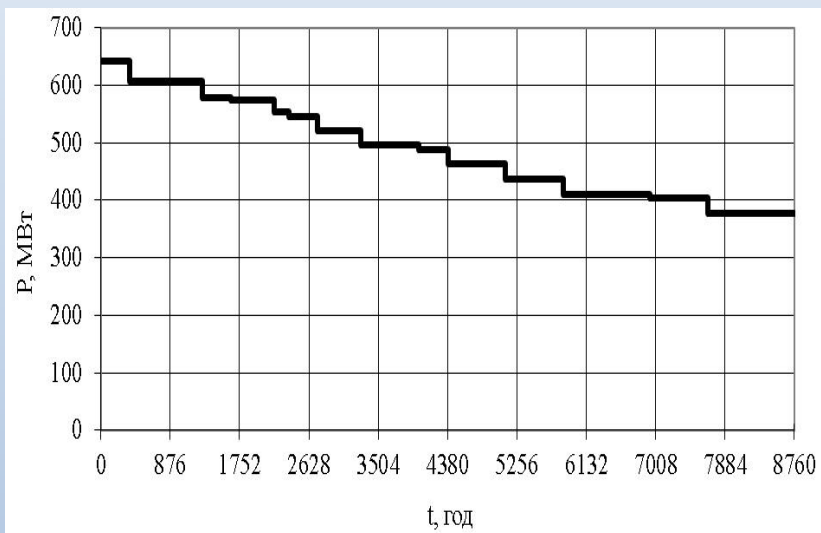
Виконав: студент 2 курсу ОППП магістр,  
групи ЕС-17м **Гороховський В. В**  
Керівник: к.т.н., ст.викл., каф. ЕСС  
**Вишневський С. Я.**

## АКТУАЛЬНІСТЬ

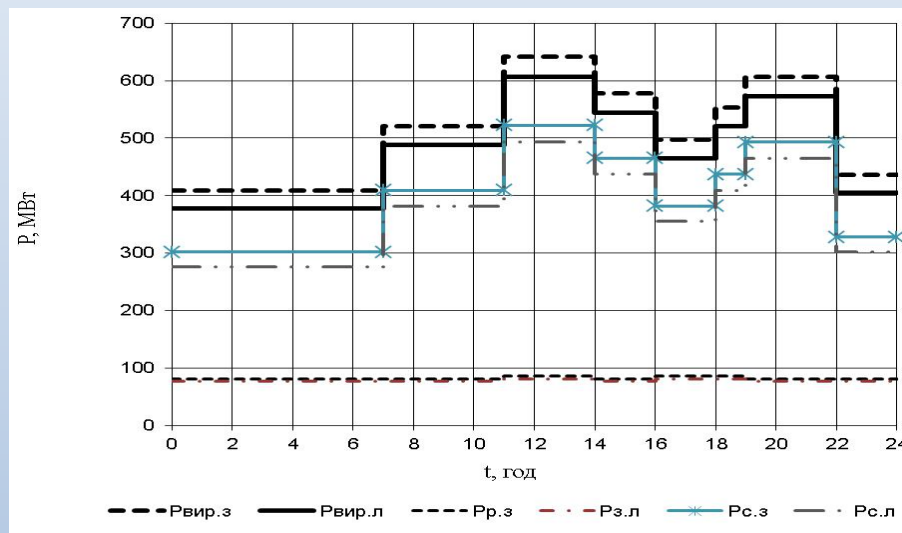
Конденсаційна електрична станція (КЕС) – це особливий вид ТЕС, які призначені виключно для виробництва електроенергії. Головною особливістю КЕС є те, що в них забезпечуються умови максимально повного перетворення енергії пари, виробленої у котлі, шляхом максимально можливого розширення її у робочих циліндрах турбіни у механічну енергію обертання ротора турбогенератора, а потім в електричну енергію.

Головними проблемами енергетики є те, що більш ніж половину потужності, яка генерується, складають теплові електростанції (ТЕС), зношення обладнання яких досягає 45%, а на деяких ТЕС до 90%, дефіцит органічного палива для виробництва тепла і електроенергії, значне скорочення виділення коштів і ресурсів на реконструкцію ТЕС.

## Графіки електричних навантажень електростанції



а) добові графіки електричних навантажень



б) річний графік за тривалістю навантаження

## Параметри обраних турбогенераторів

Параметри	Турбогенератор	
	ТВФ-120-2У3	ТВ-50-2
$n_{\text{ном.}}$ , об/хв	3000	<b>3000</b>
$S_{\text{ном.}}$ , МВА	125	<b>62,5</b>
$P_{\text{ном.}}$ , МВт	100	<b>50</b>
$U_{\text{ном.}}$ , кВ	10,5	<b>10,5</b>
$\cos\varphi_{\text{ном.}}$	0,8	<b>0,8</b>
$I_{\text{ном.}}$ , кА	6,875	<b>3,44</b>
Схема з'єднання обмоток статора	уу	<b>уу</b>
Система збудження	ВЧ	-
$U_{\text{ф.ном.}}$ , В	296	<b>224</b>
$I_{\text{ф.ном.}}$ , А	634	<b>640</b>
$I_{\text{фх.}}$ , А	1715	<b>258</b>
ВКЗ	0,499	<b>0,62</b>
$R_{\text{ст.}}$ , Ом	0,00104	<b>0,00225</b>
$R_{\text{рот.}}$ , Ом	0,12	<b>0,23</b>
Опори, в.о.:		
$X''_d$	0,192	<b>0,135</b>
	0,278	<b>0,2</b>
$X_d$	1,907	<b>1,84</b>
$X_2$	0,234	<b>0,165</b>
$X_0$	<b>0,097</b>	<b>0,056</b>

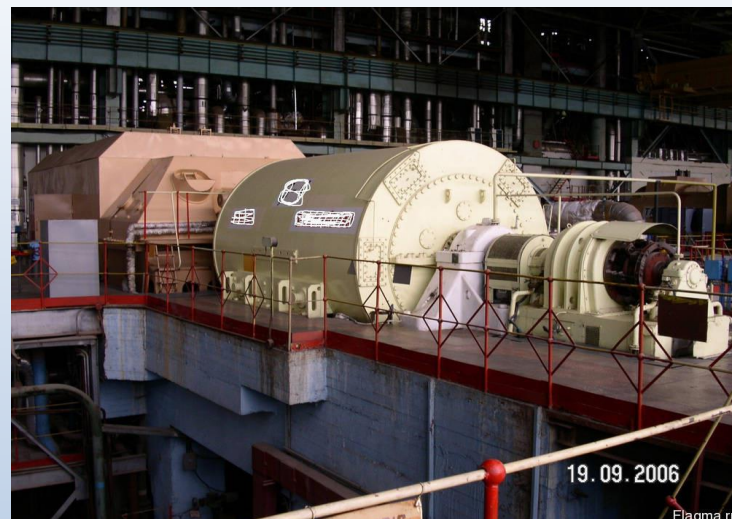
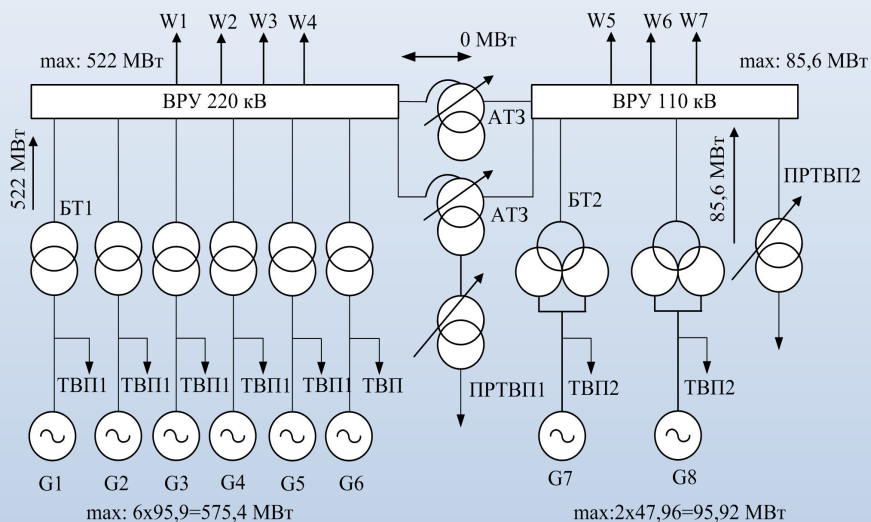


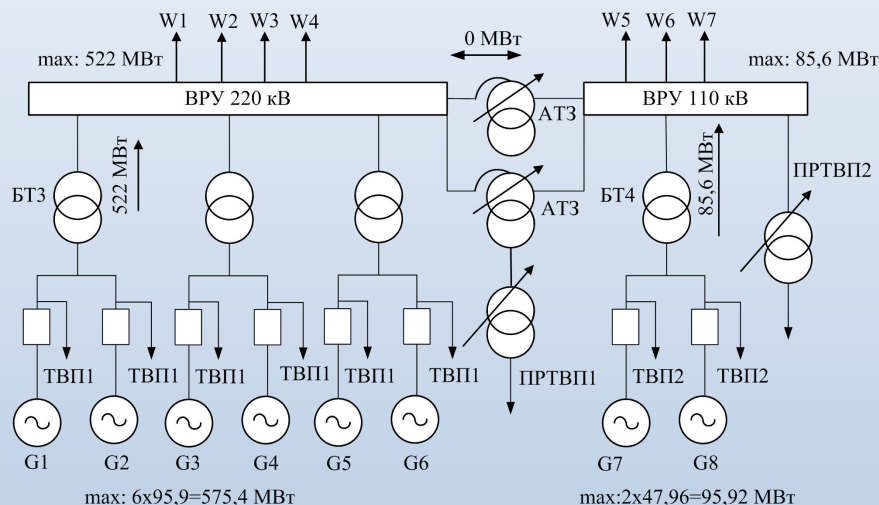
Рисунок – Турбогенератор серії ТВФ

Основне обладнання по можливості потрібно вибирати однотипним, тому що при цьому забезпечується можливість індустріалізації будівництва, покращуються умови експлуатації і ремонту. До основного енергетичного обладнання КЕС відносяться парогенератори та турбіни.

## Варіанти структурної схеми станції



а)



б)

Структурна схема електричної частини станції визначає розподіл генераторів між РУ різних напруг, склад блоків генератор-трансформатор та вид електромагнітних зв'язків між РУ (трансформаторні або автотрансформатори).

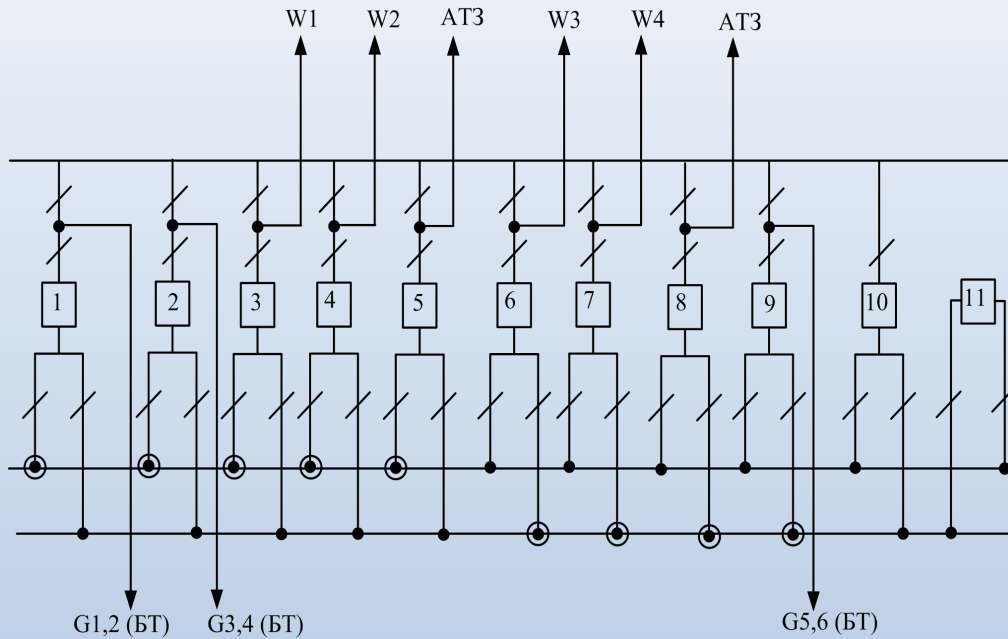


Рисунок – Схема ВРУ-110 кВ  
«дві робочі та обхідна системи збірних шин»

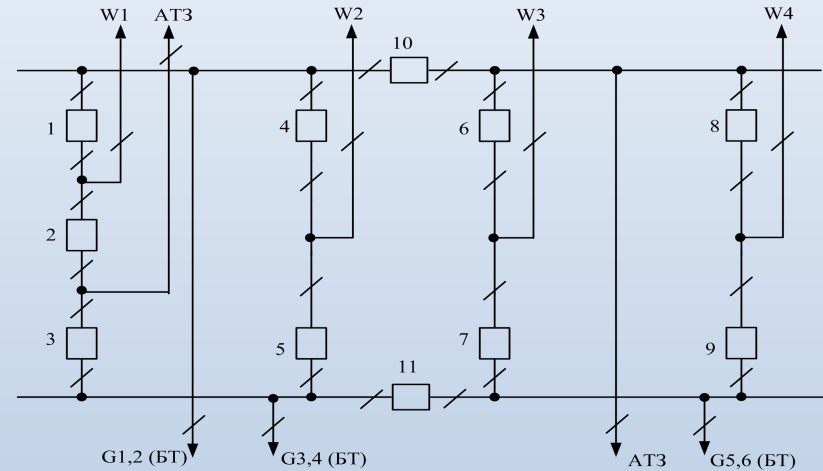
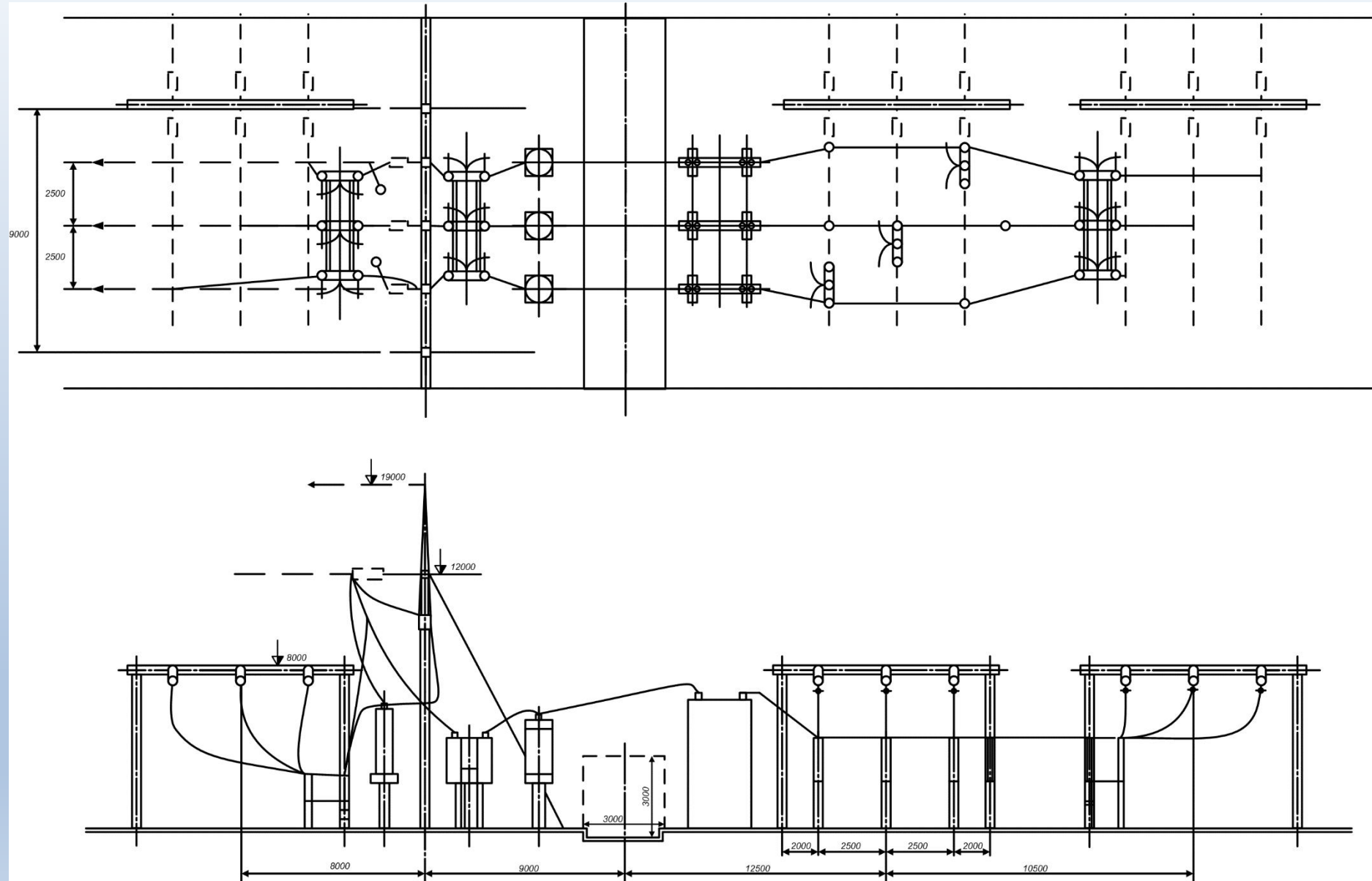


Рисунок – Схема ВРУ – 220 кВ  
«схема зв'язаних багатокутників»

Оптимальне рішення – це рішення, яке задовольняє вимоги до якості об'єкта, що проектується, за мінімально можливих затрат матеріалів, фінансових і трудових ресурсів. Воно повинно бути отримане за комплексного розгляду об'єкта в цілому з урахуванням взаємозв'язків з його частинами.

# План та поперечний розріз ВРУ 110 кВ





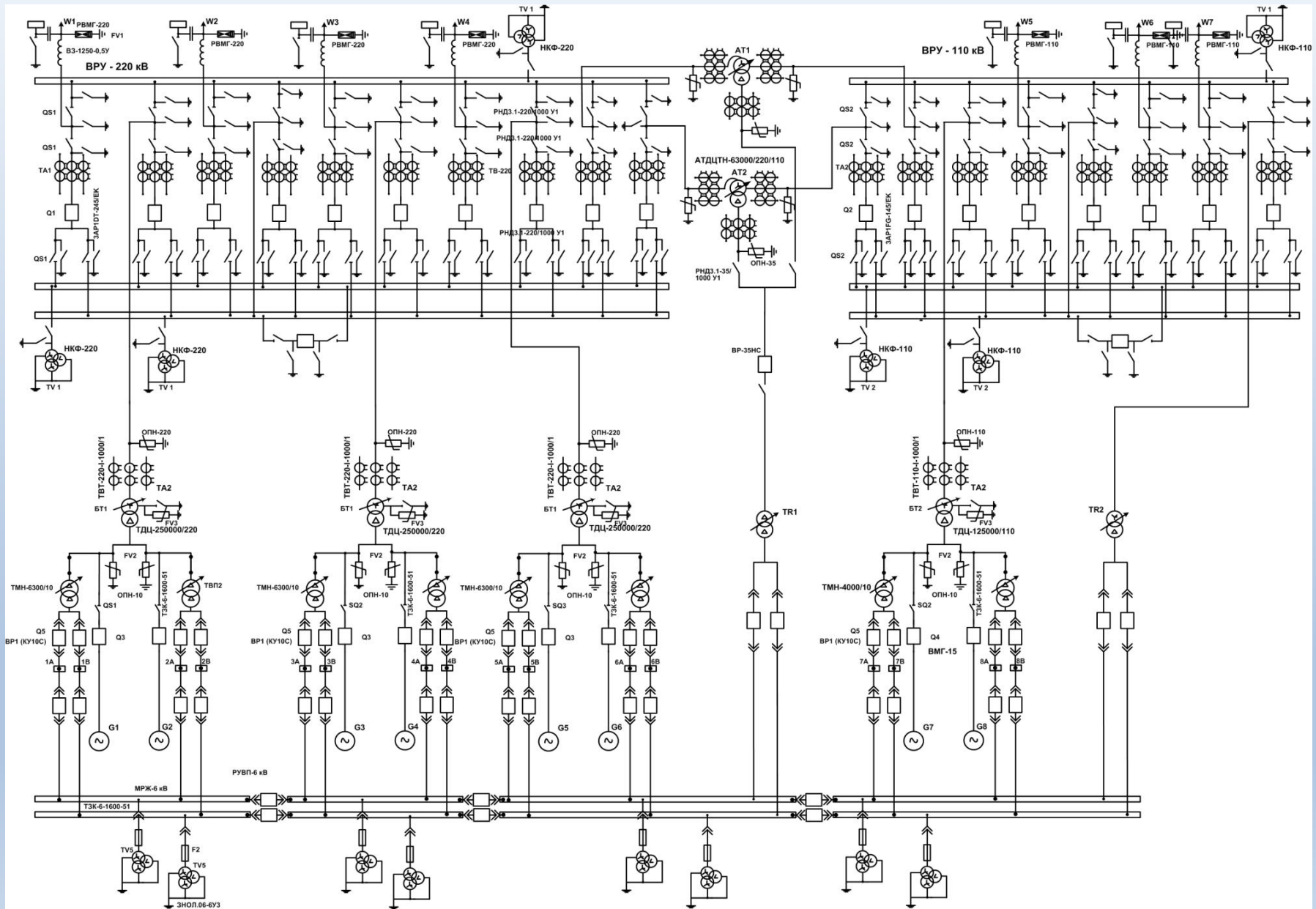






Рисунок – Трансформатор  
напруги типу ТДЦ-125000/110



Рисунок - Трансформатор  
власних потреб ТМН 4000/35

## **Хроматографічний аналіз розчинених газів у маслі (ХАРГ).**

Треба відзначити, що при виявленні та оцінюванні розвитку за допомогою ХАРГ таких дефектів силових трансформаторів, як електричні розряди в маслі, перегріву в струмоведучих з'єднаннях і елементах конструкції остова, разом з ознаками, які мають незалежну детерміновану діагностичну цінність (концентрації водню, метану, етану, етилену й ацетилену), використовуються ознаки з умовною діагностичною цінністю (відношення концентрацій різних пар названих газів, швидкість зростання концентрації газів, відношення концентрацій оксиду й діоксиду вуглецю).

## **Оцінка стану паперової ізоляції обмоток по наявності фуранових сполучень в маслі**

Виявлення небезпечних деформацій, розпресовки обмоток та оцінка механічної стійкості виткової ізоляції в комплексі визначають стан основного елемента – обмотки. В зв'язку з цим посилюється можливість оцінки спрацьовування паперової ізоляції обмоток трансформатора. Для цього останнім часом в енергосистемах отримала розповсюдження методика оцінки стану паперової ізоляції по наявності фуранових сполучень у маслі.

## **Застосування оптичної каламутності масла для оцінки стану високовольтних герметичних ввідів трансформатора**

Розвиток методів контролю стану масляного каналу для виявлення дефектів герметичних високовольтних ввідів на ранній стадії їх розвитку потребує вести пошук методів і засобів, основаних на дослідженні колоїднодисперсних процесів, що мають місце в трансформаторному маслі при експлуатації. Застосування оптичних методів, основаних на явищі розсіявання малими частками (Релеївське розсіявання), є універсальним і ефективним засобом визначення стану колоїднодисперсних систем, який дозволяє визначати кількісні показники, що характеризують наявність колоїдних часток у досліджуваній рідині.

## **Оцінка ступеню старіння ізоляції обмоток силових трансформаторів по вимірюванню ступеня полімерізації**

Шостим виданням РД 34.45-51.300-97 для оцінки стану паперової ізоляції обмоток силових трансформаторів передбачено вимірювання ступеню полімерізації її зразків. При цьому вказано, що ресурс паперової ізоляції обмоток вважається вичерпаним при зниженні ступеню полімерізації паперу до 250 одиниць. Для оцінки зносу паперової ізоляції ступінь полімерізації є досить об'єктивним показником. При цьому зниження ступеню полімерізації паперової ізоляції має монотонну залежність на протязі усього строку експлуатації, що зумовлює високу діагностичну цінність даного показника.

## Висновки:

В роботі розглянуто питання проектування електричної частини КЕС потужністю 700 МВт, яка має зв'язок з енергетичною системою по чотирьом ЛЕП-220 кВ, а з районом – по трьом ЛЕП-110 кВ.

В проекті виконано розрахунок графіків електричних навантажень, вибір силового обладнання, структурної схеми станції, схем ВРУ різних напруг, схеми власних потреб, комутаційної апаратури, струмопровідних частин, вимірювальних трансформаторів, засобів обмеження перенапруг, а також заземлення ВРУ-220 кВ, також було розглянуто основні засоби проведення діагностики трансформаторного обладнання.

Дякую за увагу!