

Вінницький національний технічний університет
Кафедра електричних станцій та систем

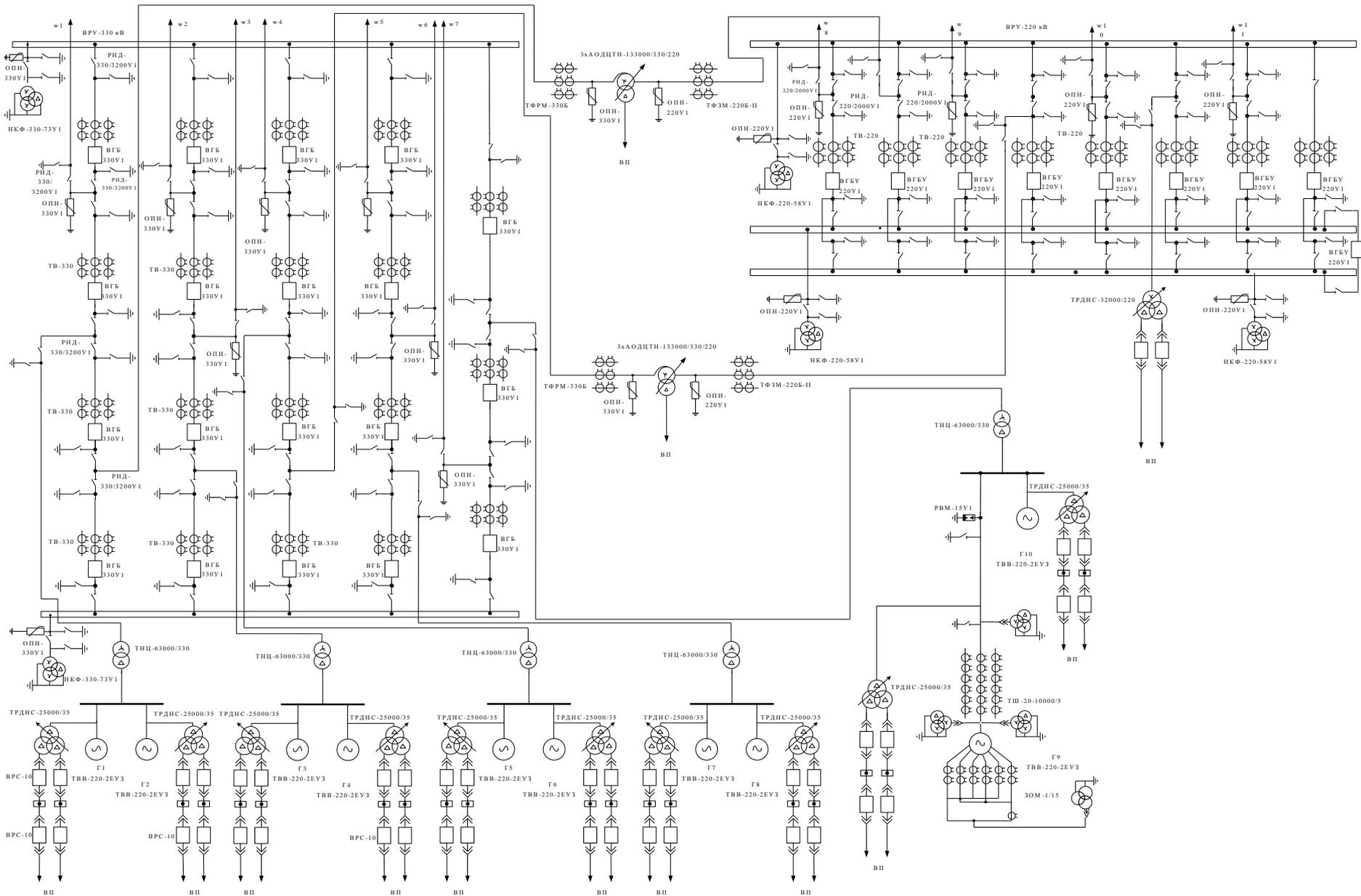
«Електрична частина атомної електричної
станції потужністю 2200 МВт (5xВВЕР–440) з
аналізом елегазового комутаційного
обладнання»

Виконав: ст. гр. ЕС-18м Наритник В.І.
Керівник: к.т.н., доц. Малогулко Ю.В.

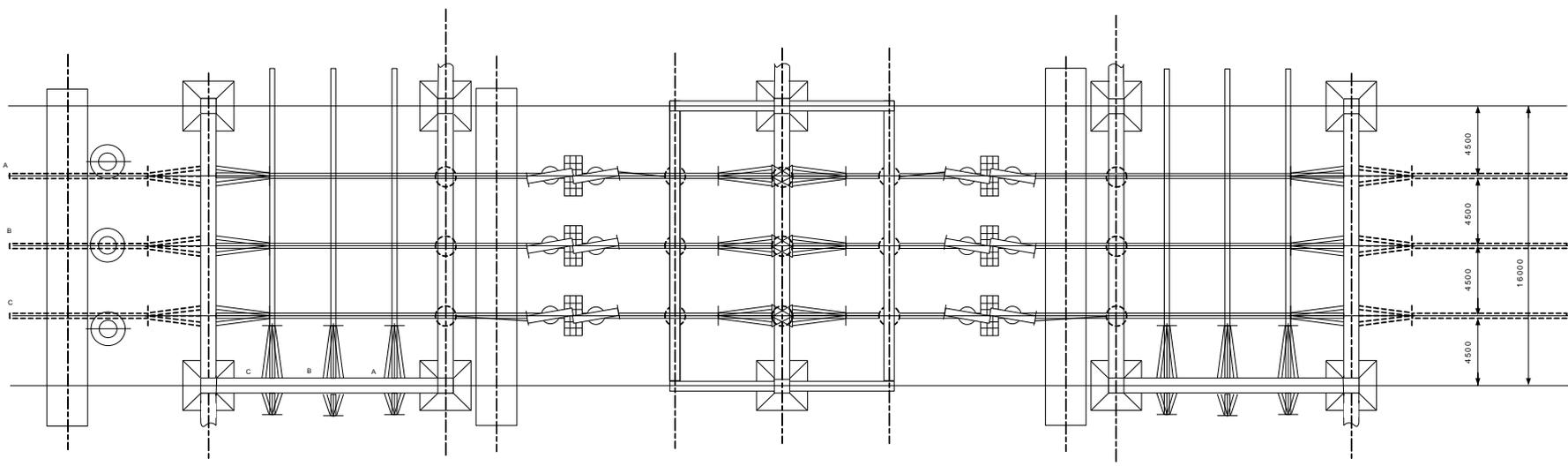
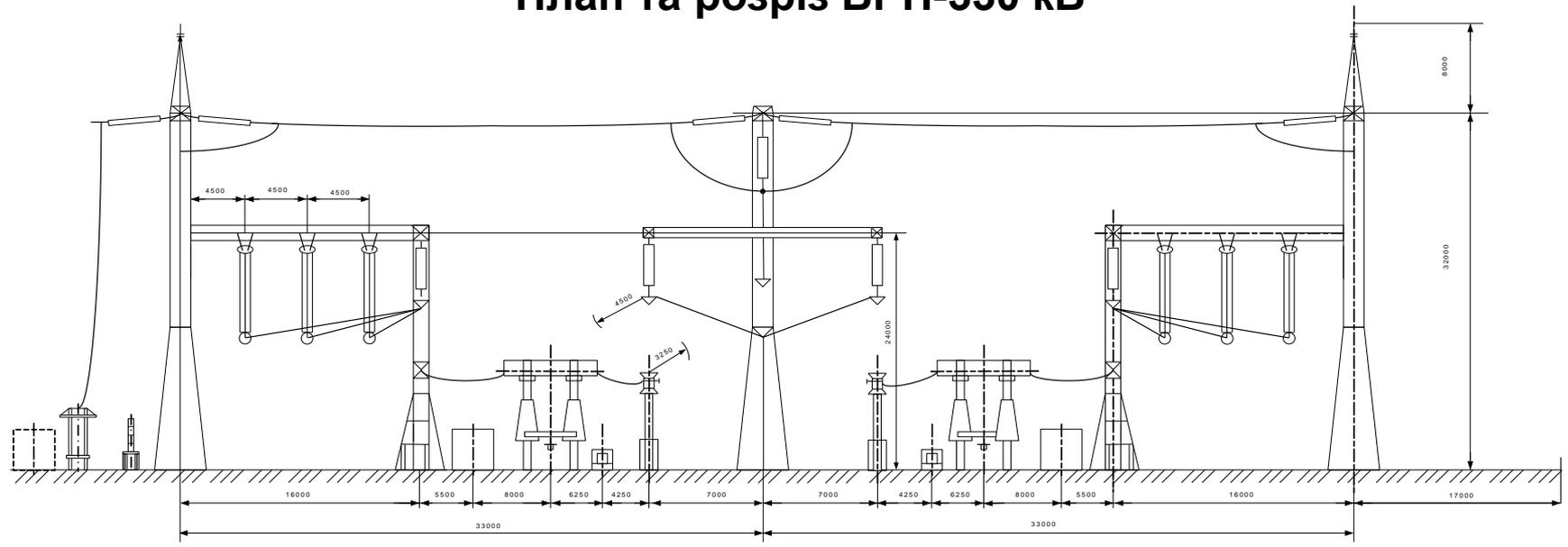
Вінниця 2019

Головна схема електричних з'єднань станції

1



План та розріз ВРП-330 кВ



Витрати палива при нерівномірному режимі роботи блоків

3

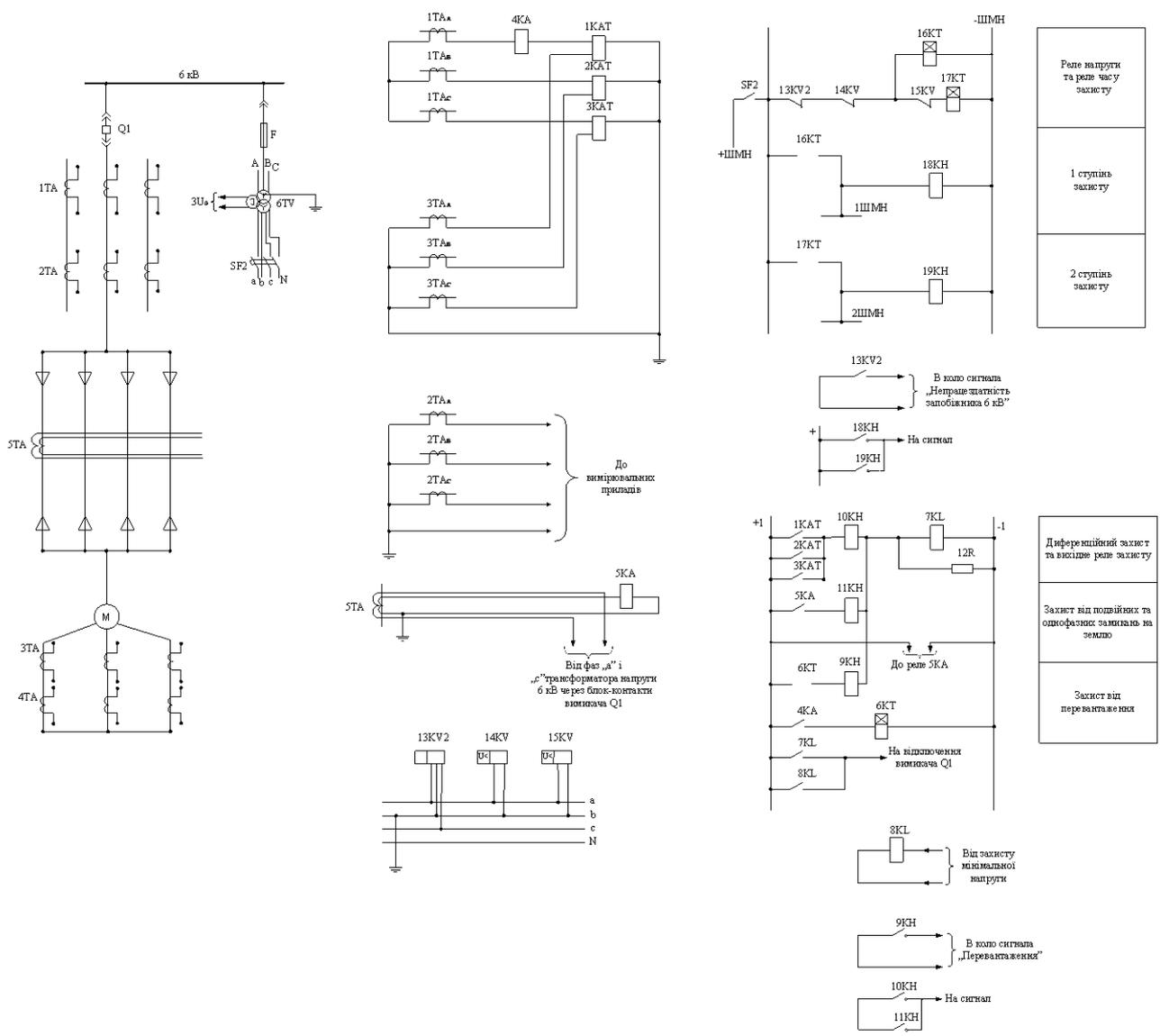
Видача потужності генераторами Ладжинської ТЕС

15.12.10р.	Р _{ген1*} (МВт)	Р _{ген2*} (МВт)	Р _{ген3*} (МВт)	Р _{ген4*} (МВт)	Р _{ген5*} (МВт)	Р _{ген6*} (МВт)
0:00	0	188	0	181	181	0
1:00	0	186	0	184	188	0
2:00	0	186	0	181	188	0
3:00	0	183	0	181	183	0
4:00	0	186	0	181	184	0
5:00	0	183	0	186	186	0
6:00	0	184	0	183	188	0
7:00	0	183	0	186	188	0
8:00	0	232	0	241	231	0
9:00	0	246	0	247	251	0
10:00	0	281	0	279	271	0
11:00	0	286	0	279	277	0
12:00	0	289	0	282	282	0
13:00	0	257	0	247	259	0
14:00	0	256	0	244	256	0
15:00	0	257	0	249	247	0
16:00	0	256	0	254	251	0
17:00	0	254	0	252	256	0
18:00	0	256	0	249	259	0
19:00	0	256	0	249	256	0
20:00	0	252	0	249	251	0
21:00	0	286	0	277	279	0
22:00	0	286	0	284	281	0
23:00	0	194	0	198	196	0

Витрати палива, які залежать від навантаження генератора

15.12.10р.	Генератор 2		Генератор 4		Генератор 5	
	b ₂	B ₂ , (т)	b ₄	B ₄ , (т)	b ₅	B ₅ , (т)
0:00	0,333256	62,51887	0,333984	60,41775	0,333984	60,41775
1:00	0,333438	61,98619	0,333611	61,48456	0,333256	62,51887
2:00	0,333438	61,98619	0,333984	60,41775	0,333256	62,51887
3:00	0,333797	60,95131	0,333984	60,41775	0,333797	60,95131
4:00	0,333438	61,98619	0,333984	60,41775	0,333611	61,48456
5:00	0,333797	60,95131	0,333438	61,98619	0,333438	61,98619
6:00	0,333611	61,48456	0,333797	60,95131	0,333256	62,51887
7:00	0,333797	60,95131	0,333438	61,98619	0,333256	62,51887
8:00	0,329002	76,45999	0,32831	79,02415	0,329147	75,93413
9:00	0,327905	80,56625	0,327777	81,05932	0,327509	82,10647
10:00	0,325309	91,24922	0,325421	90,75987	0,326011	88,21865
11:00	0,324964	92,77736	0,325421	90,75987	0,32554	90,23976
12:00	0,32474	93,78506	0,325191	91,76897	0,325191	91,76897
13:00	0,326999	84,13674	0,327777	81,05932	0,326869	84,65918
14:00	0,327129	83,61409	0,328042	80,04215	0,327129	83,61409
15:00	0,326999	84,13674	0,327643	81,583	0,327777	81,05932
16:00	0,327129	83,61409	0,327252	83,122	0,327509	82,10647
17:00	0,327252	83,122	0,327384	82,59895	0,327129	83,61409
18:00	0,327129	83,61409	0,327643	81,583	0,326869	84,65918
19:00	0,327129	83,61409	0,327643	81,583	0,327129	83,61409
20:00	0,327384	82,59895	0,327643	81,583	0,327509	82,10647
21:00	0,324964	92,77736	0,32554	90,23976	0,325421	90,75987
22:00	0,324964	92,77736	0,325074	92,28854	0,325309	91,24922
23:00	0,332566	64,58424	0,33223	65,61534	0,332392	65,11554

Схема захисту двигуна циркуляційного насоса



Поз.	Позначення на схемі	Назва елемента	Тип	Технічні дані
1-3	1KAT-3KAT	Реле струму	РНТ-565	
4	4KA	Реле струму	АЛ-2	
5	5KA	Реле струму	АЛ-2	
6	6KT	Реле часу	ВЛ-81	
7,8	7KL,8KL	Проміжне реле	ПЗ-40	~220В
9-11	9KH-11KH	Вказівне реле	ЕЛ-20	
12	12R	Резистор	ПЗВ-50	4700 Ом
13	13KV2	Фільтр-реле напруги зворотної послідовності	РНФ-1М	
14,15	14KV-15KV	Реле напруги	НЛ-7	
16	16KT	Реле часу	ВЛ-69	
17	17KT	Реле часу	ВЛ-69	
18,19	18KH-19KH	Вказівне реле	ЕЛ-20	
1-4	1TA-4TA	Реле струму	ВЛ-81	
5	5TA	Трансформатор струму нульової послідовності	ТНП-4	
6	6TV	Трансформатор напруги	ЗНОЛ.09-6.02	
1	Q1	Вимикач	ВЭМ-6-3200/40-125	
2	SF2	Автоматичний вимикач	А3700	

Витратна характеристика станції

Витратна характеристика станції

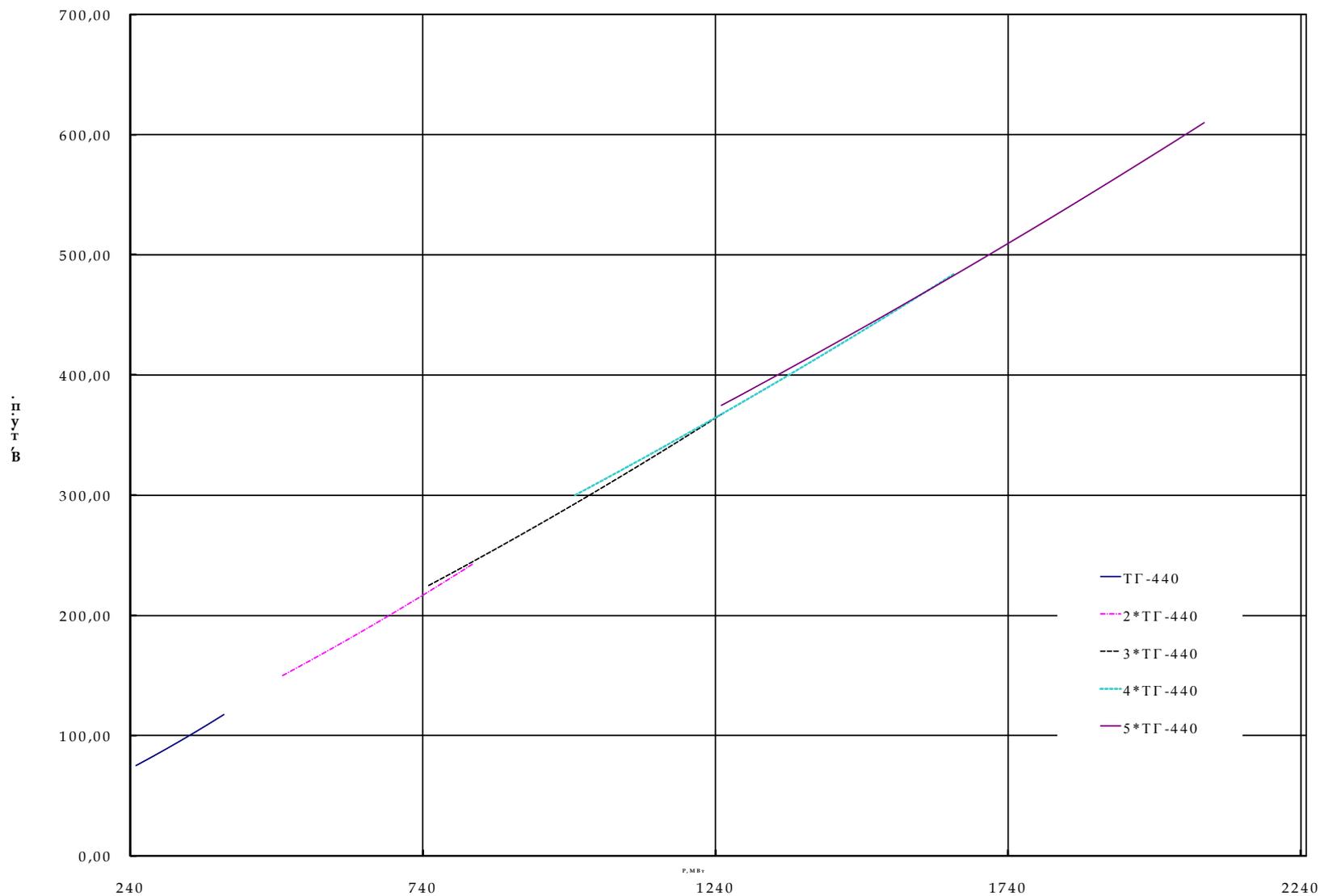
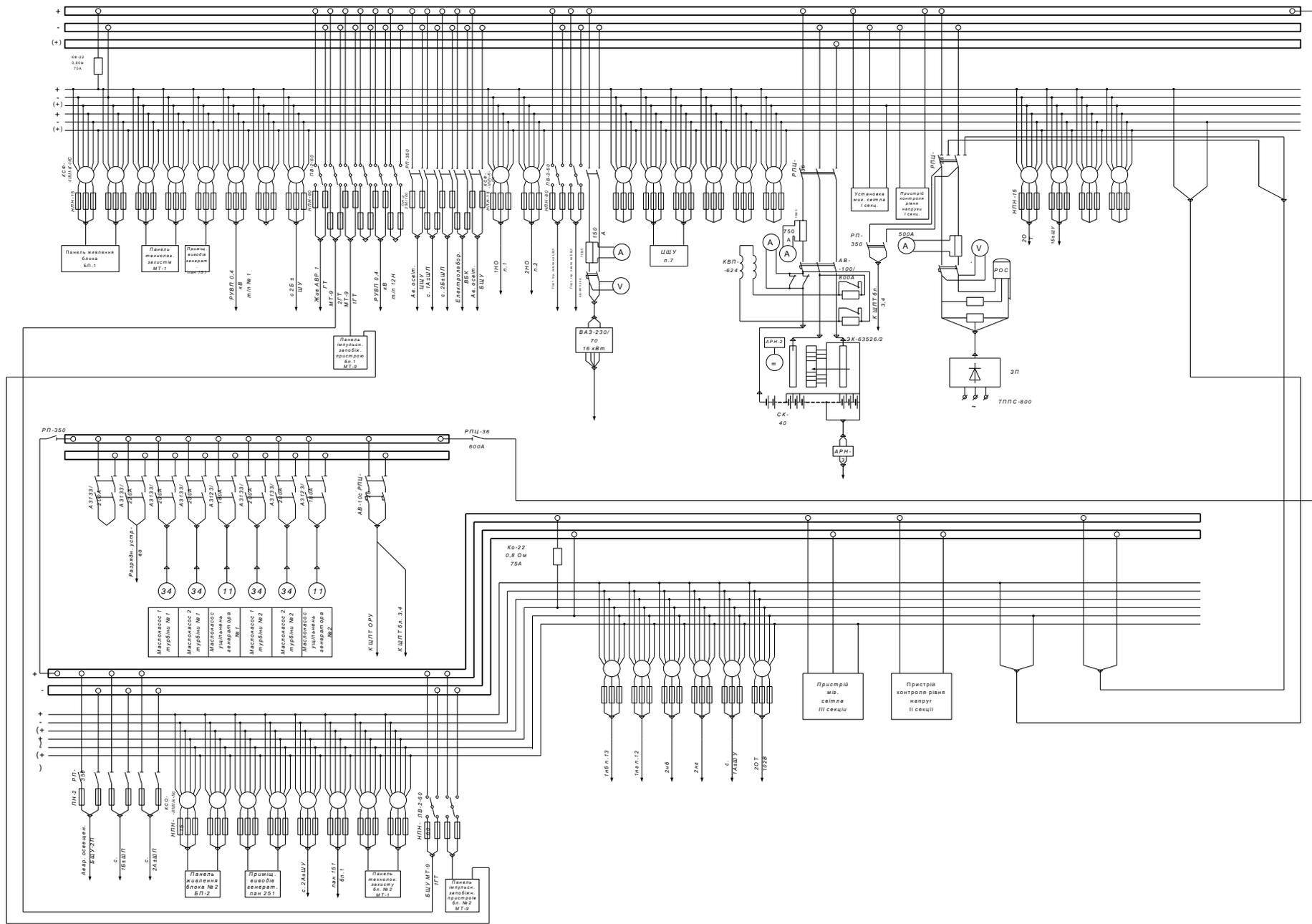


Схема установки постоянного струму



Основні техніко-економічні показники АЕС

Результати розрахунків собівартості електроенергії

Елементи затрат	Сума річних затрат, грн	Собівартість енергії	
		коп/кВт год	%
Амортизація	663446700	4,65	6.84
Заробітна плата	195082098,75	1.3	1,9
Паливо	895338092.33	61.5	90.4
Інші витрати	85852886.875	0,55	0.86
Разом	9894719847.9	68	100

Основні техніко-економічні показники ЕС

Показник	Одиниця вимірювання	Значення
Потужність станції	МВт	2200
Річний виробіток електроенергії	кВт год	15285293180
Коефіцієнт витрат електроенергії на власні потреби		0,05
Коефіцієнт обслуговування	МВт/чол	0,95
Кошторисна вартість промислового будівництва	млн. грн	4300,44384
Питомі капітальні вкладення	грн/кВт	1954,75
Середня глибина вигорання в стаціонарному режимі	МВтдоба/т	26000
Собівартість відпущеної енергії	коп./кВт.год	68

Аналіз використання елегазового комутаційного обладнання на АЕС

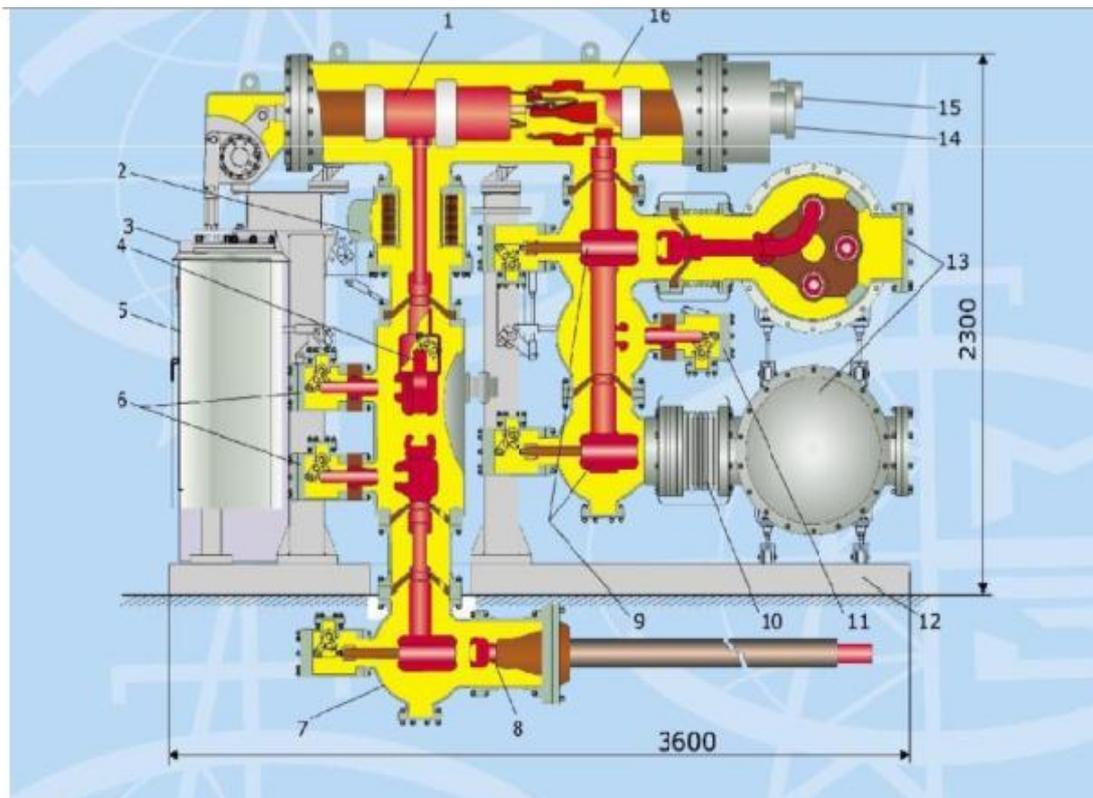


Рисунок 2 - КРПЕ до 550 кВ серії ELK3 (ABB)

Рисунок 1 - Елегазова триполюсна комірка: 1 – вимикач, 2 – трансформатор струму, 3 – шафа апаратний, 4 – роз'єднувач лінійний, 5 – гідропривод, 6 – заземлювач лінійний, 7 – роз'єднувач кабельного вводу, 8 – кабельний ввід, 9 – шинні роз'єднувачі, 10 – компенсатор, 11 – заземлювач шинний, 12 – рама, 13 – збірні трифазні шини, 14 – мембрана, 15 – датчик щільності елегазу, 16 - елегаз

ВИСНОВКИ

Спроековано електричну станцію типу АЕС, встановлена потужність якої 2200 МВт. Спорудження такої електростанції являється складовою частиною стратегічного плану розвитку енергетики України

В роботі були розраховані графіки навантаження електростанції, а також техніко-економічні показники роботи станції.

Для встановлення на спроектованій АЕС було обрано п'ять реакторних установок типу ВВЕР-440; десять турбогенераторів ТВВ – 220 2ЕУЗ ($P_{ном} = 220$ МВт). Було обрано структурну схему станції на підставі техніко-економічного порівняння двох варіантів. Для встановлення прийнято 5 трансформаторів типу 5х ТНЦ-630000/330 на стороні 330 кВ та групу з шести однофазних автотрансформаторів типу АОДЦТН-133000/750/220.

Обрана схема власних потреб забезпечує надійне, безперебійне живлення усіх споживачів ВП, а також запуск генераторів. Живлення систем ВП станції здійснюється через трансформатори типу ТРДНС-25000/35 і резервний трансформатор типу ТРДНС-32000/220, який приєднаний до РУ СН,

Надійність живлення власних потреб забезпечує надійну і безпечну роботу станції в цілому. Видача електроенергії в систему відбувається на напрузі 330 кВ по семи ПЛЕП. Живлення місцевих споживачів – на напрузі 220 кВ по чотирьом лініям.

Обидва розподільчі пристрої - виконані відкритими. На підставі техніко-економічного порівняння двох варіантів схем ВРУ 330 кВ, обрано варіант «4/3». Проведено розрахунок струмів КЗ.

Розрахунок виконується за допомогою методів еквівалентних ЕРС і типових кривих. Розраховано вибір струмоведучих частин, комутаційної та контрольної апаратури, розрядників, високочастотних загороджувачів, шунтуючих реакторів та акумуляторної батареї. Розраховано блискавкозахист та заземлюючий пристрій ВРП 330 кВ.

В розділі спеціальна частина «Розрахунок економічної ефективності вирівнювання графіка навантаження теплової електричної станції» було розраховано економічний ефект від зниження затрат палива при вирівнюванні графіка навантажень.

В розділі релейний захист вибраний захист обладнання, виконаний розрахунок та вибрані уставки спрацювання захистів блоку «Генератор-трансформатор». В розділі АСК було проведено оптимізацію розподілу навантаження між блоками станції. Використання сучасних засобів обробки інформації дозволяє достатньо швидко й ефективно зробити всі необхідні розрахунки. Таким чином, необхідність наявності комп'ютерної техніки, а також необхідних програмних розробок. Особливо необхідна точна і швидка оптимізація розподілу навантажень для економії енергоресурсів.

В економічній частині було проведено розрахунок техніко-економічних показників АЕС, в тому числі собівартості виробленої електроенергії, визначено кошторисну вартість спроектованої станції. Проаналізувавши отримані результати, можна зазначити, що собівартість виробленої електроенергії складає 68 коп/кВт год. Така станція є економічно доцільною, оскільки значення собівартості електроенергії входить в межі середніх значень собівартості електроенергії на АЕС.

В розділі охорона праці були розглянуті технічні рішення, які забезпечать безпеку персоналу ЕС, а також проведено аналіз потенційно шкідливих та небезпечних факторів, що діють на персонал в приміщенні реакторного відділення.