



Розвиток Літинських електромереж з врахуванням елегазового комутаційного обладнання

Кучерявий Юрій Володимирович— магістрант кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: *Нетребський Володимир Васильович*— канд., техн. наук, доцент кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Вступ

- **Актуальність теми.** На даному етапі існування, електричні мережі і підстанції в Україні вимагають заміни обладнання, зношеного як фізично так і морально. Зараз проводиться заміна комутаційного обладнання практично на всіх рівнях напруг, так як потреба у цьому виникає як у електростанцій, так і у енергопостачальних компаній і підприємств-споживачів. Вимикачі високої напруги являються важливими комутаційними апаратами в електричних мережах. Вони призначені для відключення і включення кіл у різних режимах: коротких замиканнях (КЗ), номінальні режими, холостий хід, перевантаження та інші. Найбільш важкими і відповідальними перемиканнями є відключення струмів КЗ та включення на існуюче КЗ. Всього в мережах з напругою 110-750 кВ експлуатується приблизно 30 тис. високовольтних вимикачів. Основна частина з них (близько 96%) експлуатується у класі напруг 110-220 кВ.

➤ **Метою данної роботи** є аналіз і перспективи розвитку елегазового комутаційного обладнання в електроенергетиці.

➤ Для досягнення поставленої мети в роботі розв'язано такі **основні задачі**:

- проведено розрахунок та вибір моделі розвитку фрагменту Літинських електричних мереж;
- проаналізовано існуючі види вимикачів;
- теоретичне дослідження використання елегазового обладнання країнами Європи.

➤ **Об'єктом дослідження** є фрагмент Літинських електричних мереж

➤ **Предметом дослідження** є елегазове комутаційне обладнання (вимикачі).

➤ **Методи дослідження.** Для аналізу та розв'язання поставленої задачі використано методи математичного моделювання.

➤ Реалізація розрахунків в даній роботі забезпечувалась використанням прикладних програм, зокрема “ВТРАТИ-110”[19].

➤ **Наукова новизна.** Полягає у підтвердженні перспектив використання елегазового комутаційного обладнання в електричних мережах.

➤ **Особистий внесок.** Усі результати, які складають основний зміст роботи отримані автором самостійно.

Вхідна інформація про мережу

Таблиця 1.1 – Вихідні дані та результати прогнозування навантаження для вузлів існуючої мережі

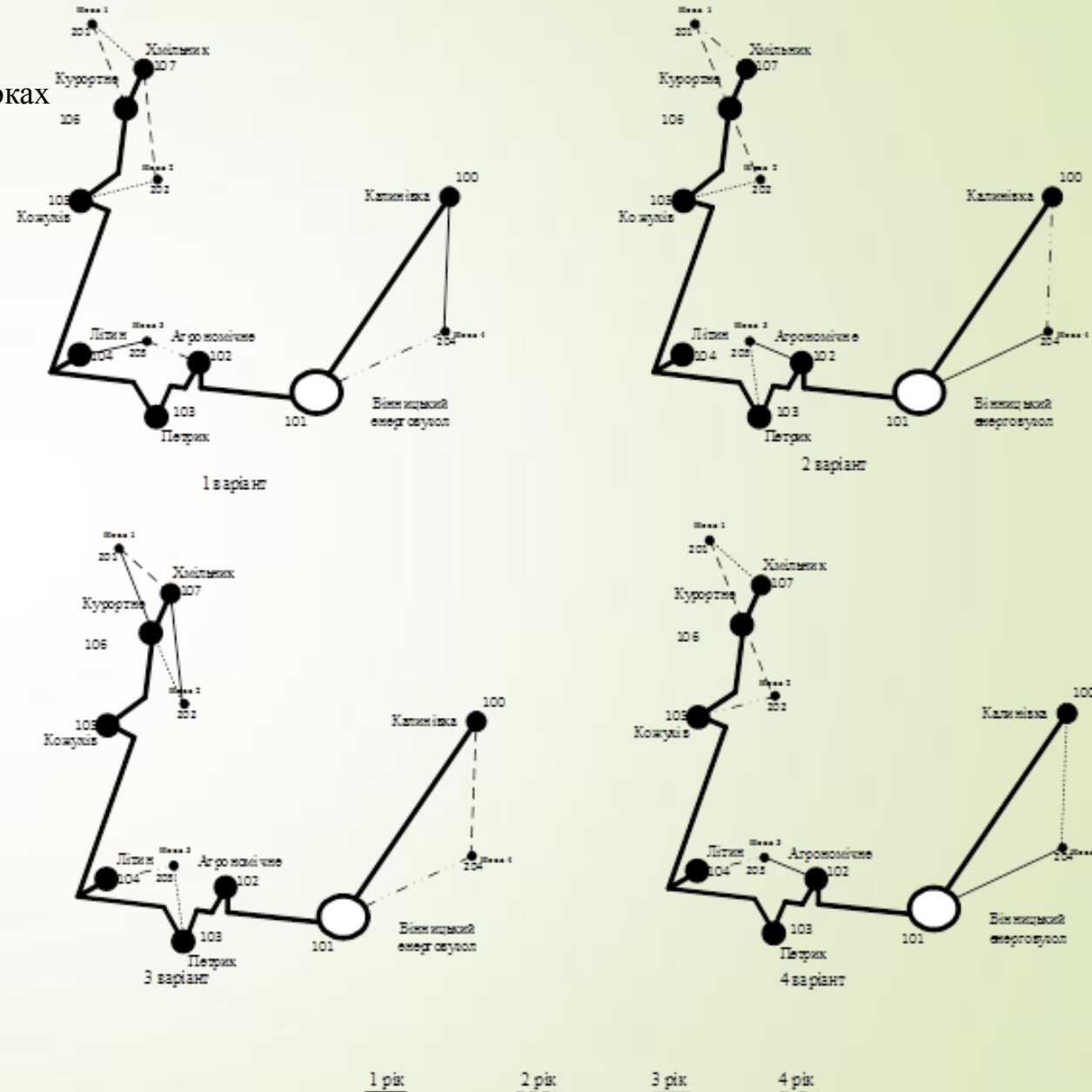


Назва вузла	$n_{\text{вузла}}$	P_n , МВт	Q_n , МВАр	S_n , МВА	P_n прог., МВт	Q_n прог., МВАр	S_n прог., МВА	$n_{\text{тр}}$	$S_{\text{номтр}}$, МВА	$K_{\text{перев}}$
Вінницький ЕВ	101	БАЛАНСУЮЧИЙ ВУЗОЛ								
Калинівка	100	10,8	5,83	12,27	11,8	6,41	13,5	1	25	0,54
Писарівка	5	1,52	0,86	1,75	1,67	0,95	1,93	1	2,5	0,77
Корделівка	4	2,38	1,47	2,8	2,62	1,62	3,08	1	4	0,77
Радовка	3	1,47	0,95	1,75	1,62	1,05	1,93	2	2,5	0,77
Люлинці	2	2,41	1,43	2,8	2,65	1,57	3,08	2	4	0,77
Кривошії	1	1,54	0,83	1,75	1,69	0,91	1,93	1	2,5	0,77
Хмільник	107	БАЛАНСУЮЧИЙ ВУЗОЛ								
Курортна	106	6,23	3,19	7	6,85	3,51	7,70	1	10	0,77
Кожухів	105	3,88	2,09	4,41	4,27	2,30	4,85	1	6,3	0,77
Літин	104	3,79	2,25	4,41	4,17	2,48	4,85	1	6,3	0,77
Петрик	103	3,84	2,17	4,41	4,22	2,39	4,85	1	6,3	0,77
Агрономічне	102	3,88	2,09	4,41	4,27	2,30	4,85	1	6,3	0,77
Іванів	6	1,93	1,14	2,24	2,12	1,25	2,46	2	3,2	0,77
Уладівка	7	2,38	1,47	2,8	2,62	1,62	3,08	2	4	0,77
Брусленів	8	1,05	0,7	1,26	1,16	0,77	1,39	1	1,8	0,77
Міз. Хутора	9	1,51	0,89	1,75	1,66	0,98	1,93	1	2,5	0,77
Лаврівка	10	2,46	1,33	2,8	2,71	1,46	3,08	1	4	0,77
Гушенці	11	0,99	0,53	1,12	1,09	0,58	1,23	2	1,6	0,77

Метод динамічного прогнозування до вибору електричної схеми

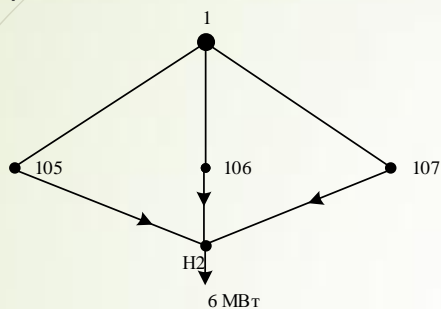
Таблиця 1.2 – Результати розрахунків сумарних витрат по роках

№	Рік будівництва	Ділянка мережі	Довжина ділянки, км	K _{літ}		К	ΔВ	Сумарні витрати 1-го року	Сумарні витрати 2-го року	Сумарні витрати 3-го року	Сумарні витрати 4-го року	Сумарні витрати за 4 роки
				тис. у.о	у.о							
1	1	100-Н4	29,7	13,1	389,07	23,11	105,4761	93,3564	66,04802	80,03532	344,9158	
	1	104-Н3	15,18	13,1	198,86	11,81						
	2	107-Н2	24,42	13,1	319,90	19,00						
	2	106-Н1	18,48	13,1	242,09	14,38						
	3	107-Н1	15,18	13,1	198,86	11,81						
	3	105-Н2	17,6	13,1	230,56	13,70						
	4	101-Н4	31,02	13,1	406,36	24,14						
	4	102-Н3	11,88	13,1	155,63	9,24						
2	1	101-Н4	31,02	13,1	406,36	24,14	100,8227	84,73889	70,92379	83,72947	340,2149	
	1	102-Н3	11,88	13,1	155,63	9,24						
	2	106-Н2	20,46	13,1	268,03	15,92						
	2	106-Н1	18,48	13,1	242,09	14,38						
	3	103-Н3	17,6	13,1	230,56	13,70						
	3	105-Н2	17,6	13,1	230,56	13,70						
	4	100-Н4	29,7	13,1	389,07	23,11						
	4	107-Н1	15,18	13,1	198,86	11,81						
3	1	106-Н1	18,48	13,1	242,09	14,38	100,8249	97,66287	76,68689	86,19188	361,3666	
	1	107-Н2	24,42	13,1	319,90	19,00						
	2	107-Н1	15,18	13,1	198,86	11,81						
	2	100-Н4	29,7	13,1	389,07	23,11						
	3	106-Н2	20,46	13,1	268,03	15,92						
	3	103-Н3	17,6	13,1	230,56	13,70						
	4	101-Н4	31,02	13,1	406,36	24,14						
	4	104-Н3	15,18	13,1	198,86	11,81						
4	1	101-Н4	31,02	13,1	406,36	24,14	100,8227	84,73889	90,42782	61,15538	337,1448	
	1	102-Н3	11,88	13,1	155,63	9,24						
	2	106-Н2	20,46	13,1	268,03	15,92						
	2	106-Н1	18,48	13,1	242,09	14,38						
	3	107-Н1	15,18	13,1	198,86	11,81						
	3	100-Н4	29,7	13,1	389,07	23,11						
	4	105-Н2	17,6	13,1	230,56	13,70						
	4	104-Н3	15,18	13,1	198,86	11,81						



Симплекс метод

Приклад розрахунку підключення вузла:

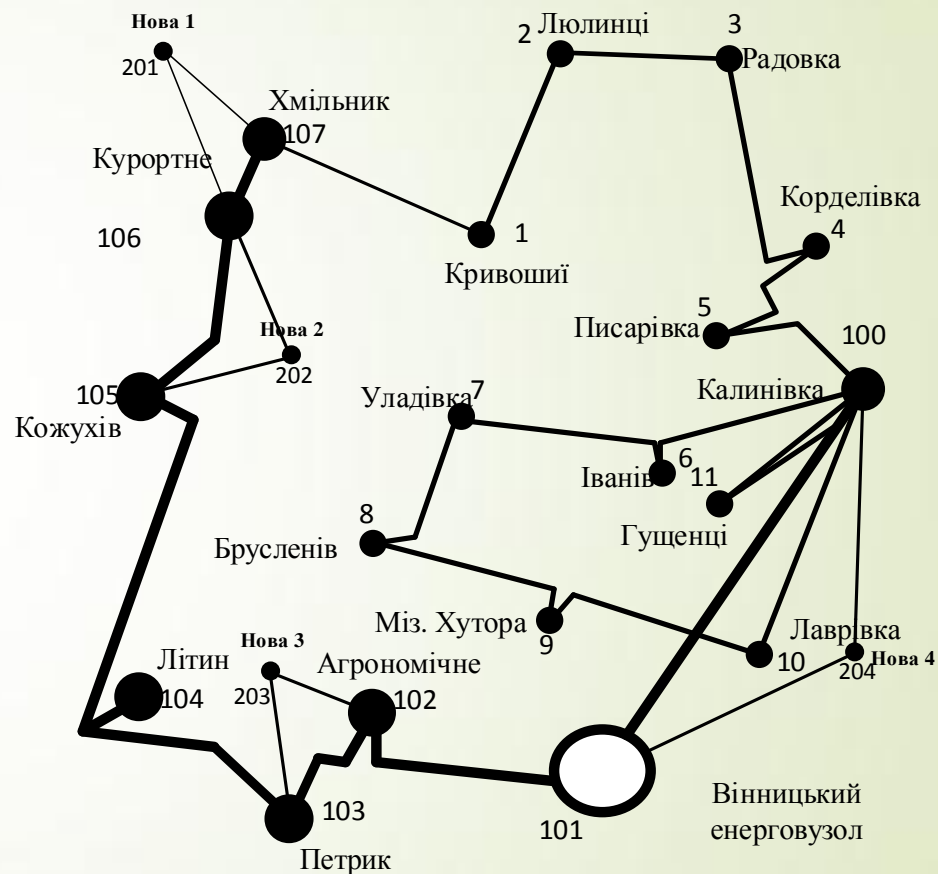


Таблиця.... – Матриця коефіцієнтів

Базова частина				
x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	ВЧ
1	1	1	1	6
0	1	0	1	5
13,904	16,163	19,292	16,163	14,099

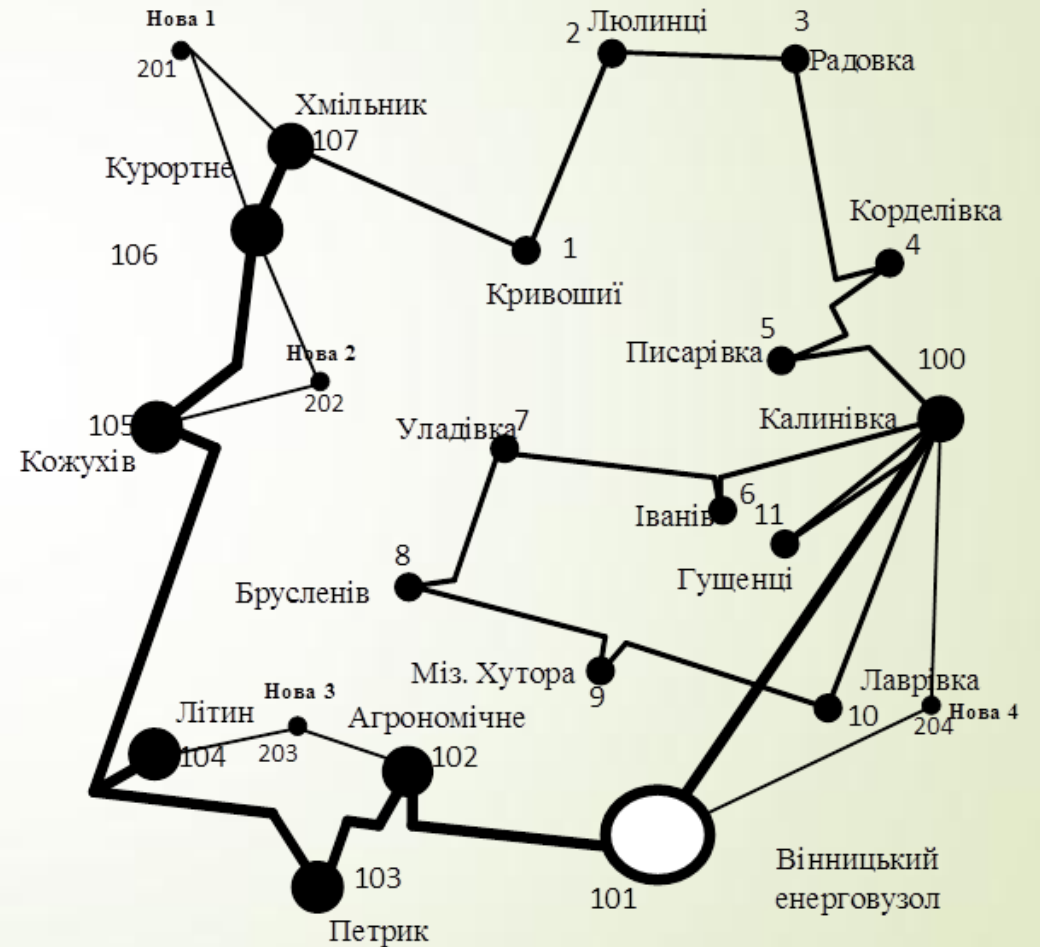
Таблиця.... – Оптимальний розв'язок

Базова частина				
x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	ВЧ
1	0	1	0	1
0	1	0	1	5
13,904	16,163	19,292	16,163	14,099
0	16,163	5,388	16,163	0,195
0	0	5,388	0	-80,62



Розвиток мережі

Вибір оптимальної схеми було зроблено опираючись на результати розрахунків за методом динамічного програмування і симплекс-методу. Перевагу було надано варіанту розрахунку за методом динамічного програмування, так як схема виявилась менш економічно затратною.

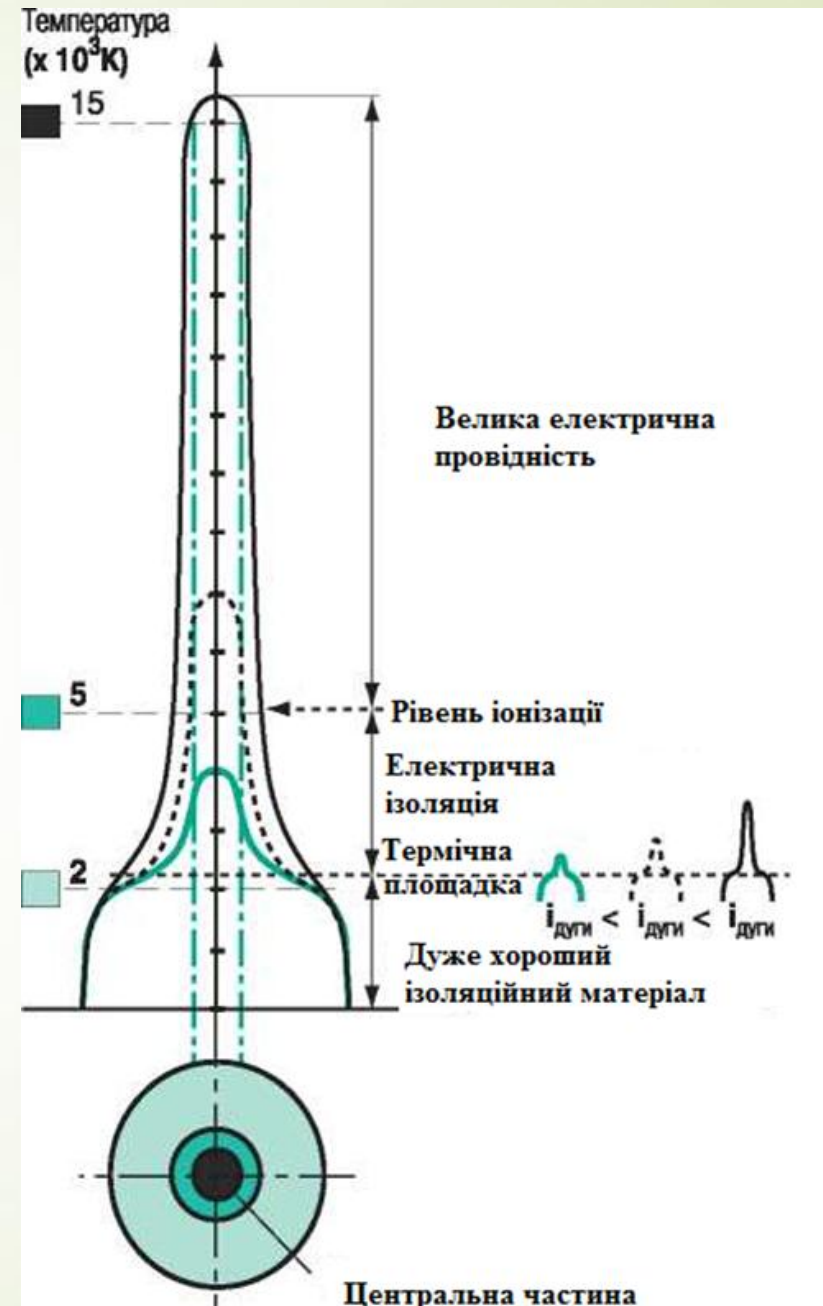


Елегаз як дугогасильне середовище

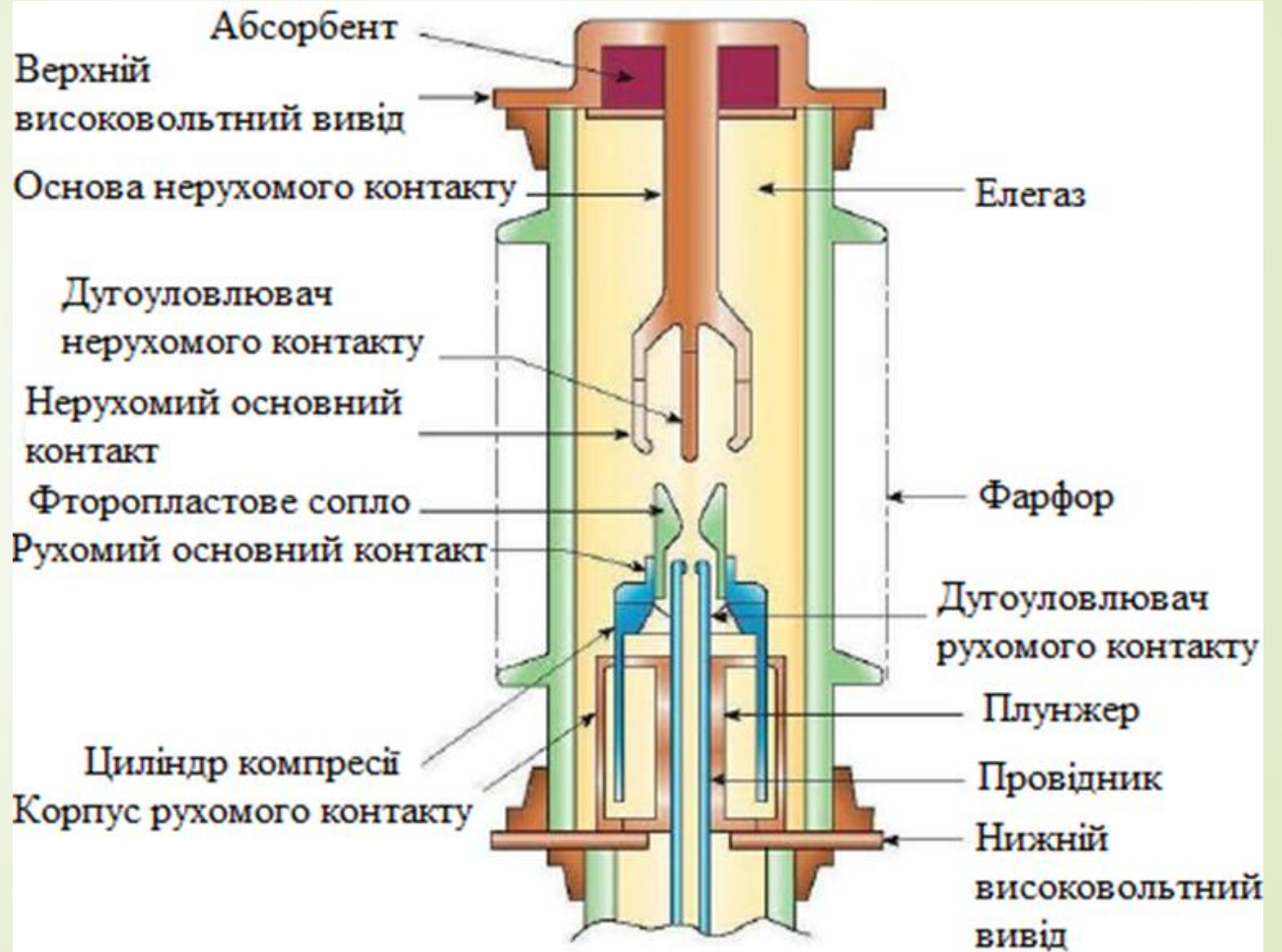
Шестифториста сірка SF₆ (елегаз) відноситься до «електронегативних» газів, які отримали таку назву через здатність їх молекул захоплювати вільні електрони, перетворюючись в важкі і малорухливі негативно заряджені іони. Елегаз при нормальній температурі (20 °С) і тиску 0,1 МПа являє собою газ без кольору і запаху. Щільність його майже в 5 разів більша за густину повітря, швидкість звуку в ньому при температурі 30 °С - 138,5 м/с (330 м/с в повітрі). Елегаз має низьку теплоємність в каналі стовпа дуги і підвищеною теплопровідністю гарячих газів, що оточують стовп дуги (2000 К). Це характеризує елегаз як середовище, що володіє високими теплопровідними властивостями.

У порівнянні з повітрям цей газ має наступні переваги [3]:

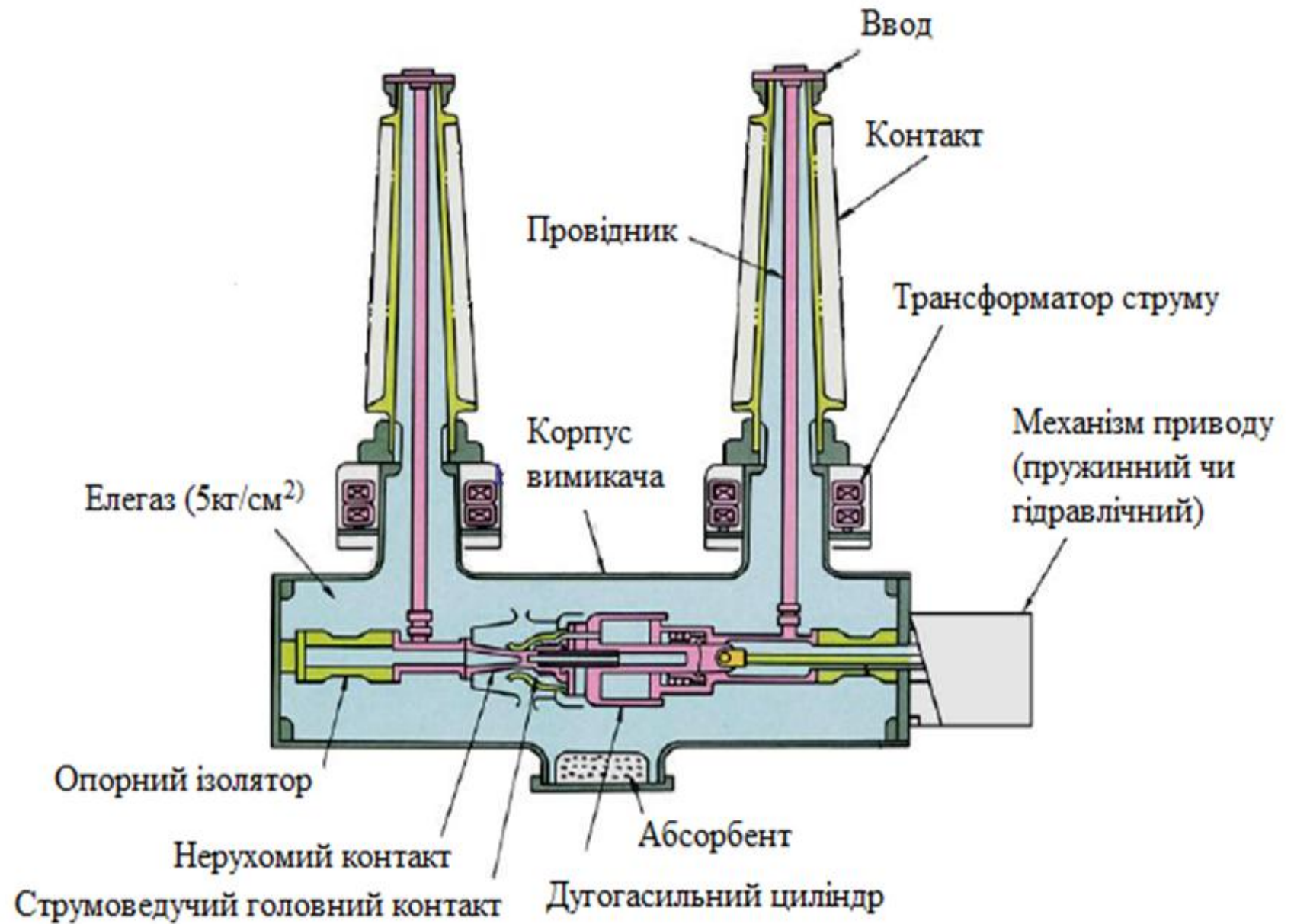
- 1) електрична міцність в 2,5 рази вище, ніж у повітря (при тиску 0,2 МПа електрична міцність елегазу наближається до міцності трансформаторного масла);
- 2) висока питома об'ємна теплоємність (майже в 4 рази вище, ніж у повітря) дозволяє збільшити навантаження струмоведучих частин і зменшити масу міді в вимикачі;
- 3) номінальний струм відключення камери поздовжнього дугтя з елегазом в 5 разів вище, ніж з повітрям;
- 4) мала напруженість електричного поля в стовпі дуги (завдяки цьому різко скорочується ефект термодинамічної закупорки сопла, що дозволяє збільшити відстань між контактами, підвищити напругу на кожному контактом проміжку і допустиму швидкість відновлення на-напруги);
- 5) елегаз є інертним газом, що не вступає в реакцію з киснем і воднем, слабо розкладається дугою. Елегаз нетоксичний, хоча деякі продукти розкладання небезпечні.



КОЛОНКОВИЙ ВИМИКАЧ



Баковий елегазовий вимикач



Баккові вимикачі фірм ABB і Siemens



PASS 220 kV – ABB Italy



DTC 110 кВ – Siemens AG

Порівняння схем ВРП із повітряною ізоляцією та компактними елегазовими вимикачами

Одним з переваг в застосуванні компактних вимикачів в порівнянні з традиційним застосуванням РП є економія займаної площі до 40%



ВРП типової підстанції



ВРП з компактними вимикачами

ВИСНОВКИ

В даній магістерській роботі було спроектовано розвиток електричної мережі 110/35/10 кВ.


До існуючої схеми потрібно було підключити 4 додаткових навантаження . Було прийнято, що до даних пунктів під'єднані споживачі 1 категорії надійності електропостачання, тому електропостачання зазначених пунктів виконується по одноланцюговим лініям від двох джерел та на споживаючих підстанціях передбачене встановлення двох трансформаторів.

Оптимальна схема електричної мережі вибиралась за допомогою двох методів: динамічного програмування та симплекс методу. На базі цих методів оптимальна схема визначалася за мінімальними приведеними витратами.

Також було розглянуто елегазові вимикачі, їх переваги і недоліки застосування, порівняння їх з іншими видами вимикачів, проаналізовано види даних вимикачів та їх застосування в мережах., приведені приклади і описи робочих частин вимикачів.

В ході проведеної роботи було виявлено такі переваги елегазових вимикачів:

- – Висока надійність;
- – Вибухо- і пожежобезпека;
- – Швидкодія і можливість роботи в будь-якому циклі АПВ;
- – Швидкий монтаж і ввід в експлуатацію;
- – Можливість здійснення синхронного розмикання контактів безпосередньо перед переходом струму через нуль;
- – Висока відключаюча здатність при особливо важких умовах розмикання (відключення неусунутих коротких замикань і т. д.);
- – Надійне відключення ємнісних струмів холостих ліній;
- – Мале зношування дугогасильних контактів;
- – Легкий доступ до дугогасителів і простота їх ревізії;
- – Відносно мала вага (порівняно з баковими масляними).



Дякую за увагу!