

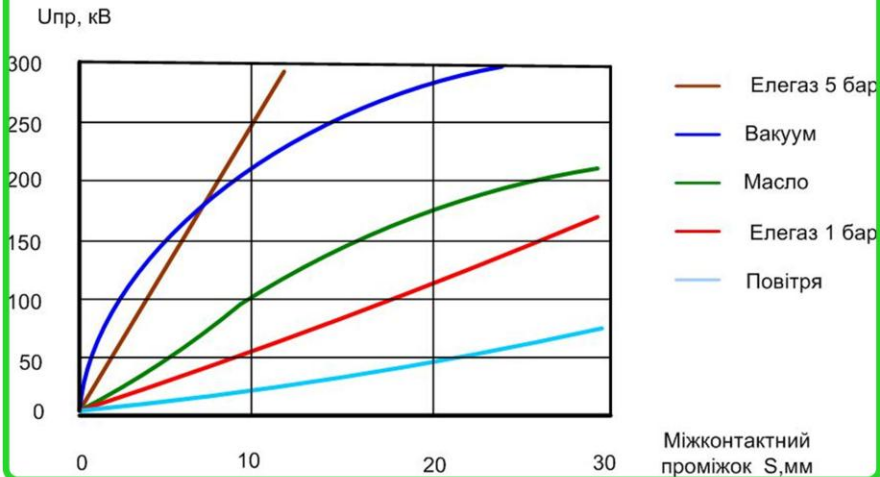
Магістерська кваліфікаційна робота
на тему:
**«АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВАКУУМНОГО
ОБЛАДНАННЯ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ »**

**Виконав: Дмуховський В. А.
Керівник: к.т.н., доцент каф. ЕСС
Нетребський В. В.**

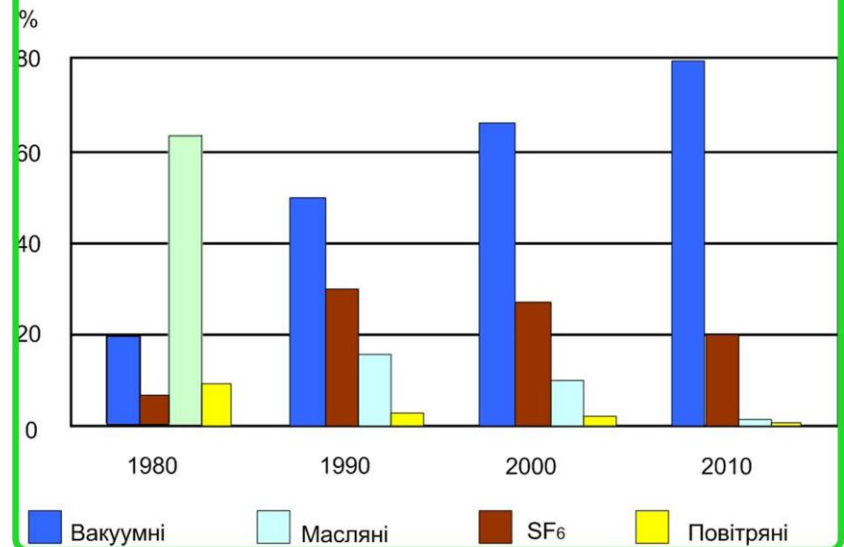
- **Актуальність теми.** Сучасний стан електричних мереж та підстанцій Україні потребує заміни морально та фізично застарілого обладнання. Ведеться велика робота із модернізації та заміни комутаційного обладнання розподільчих установок та електричних мереж всіх рівнів напруг. Потреба практично не обмежена: від електростанцій та теплоелектроцентралей, магістральних електромереж і енергопостачальних компаній до промислових підприємств та організацій.
- Доля електроустаткування, що найбільше потребують ремонту і заміни в мережах напругою 6-10 кВ, досягає 60-70 відсотків. Світова тенденція розвитку електротехнічного устаткування така, що раніше поширені оливні і малооливні вимикачі на напругу 6-10 кВ повсюдно замінюються на вакуумні вимикачі. Співвідношення між різними типами вимикачів, що продаються в світі на середню напругу, складає у відсотках: малоливні – 6-10 , елегазові – 20-25, вакуумні – 65-70.
- В Україні на даний момент прослідковується аналогічна тенденція. Кількість вакуумних вимикачів у нашій країні складає близько 40% від інших типів. Вакуумні комутаційні апарати мають найбільшу динаміку розвитку і є найбільш перспективними в розподільчих установках середньої номінальної напруги.
- **Отже, дослідження вакуумних вимикачів, оптимізація їх проектування є актуальною науково-прикладною задачею.**

- **Метою данної роботи** є аналіз і перспективи розвитку сучасного вакуумного обладнання, та доцільність застосування його в електроенергетиці.
- Для досягнення поставленої мети в роботі розв'язано такі **основні задачі**:
 - 1) аналіз конструкції вакуумного комутаційного обладнання;
 - 2) теоретичне дослідження використання вакууму як ізоляційного середовища і середовища для гасіння дуги;
 - 3) встановлення перспектив використання вакуумного комутаційного обладнання ;
 - 4) вибір вакуумної комутаційної апаратури.
- **Об'єктом дослідження** є електрична система з вакуумним комутаційним обладнанням.
- **Предметом дослідження** є режими роботи вакуумного комутаційного обладнання.
- **Методи дослідження**. Для аналізу та розв'язання поставленої задачі використано методи математичного моделювання.

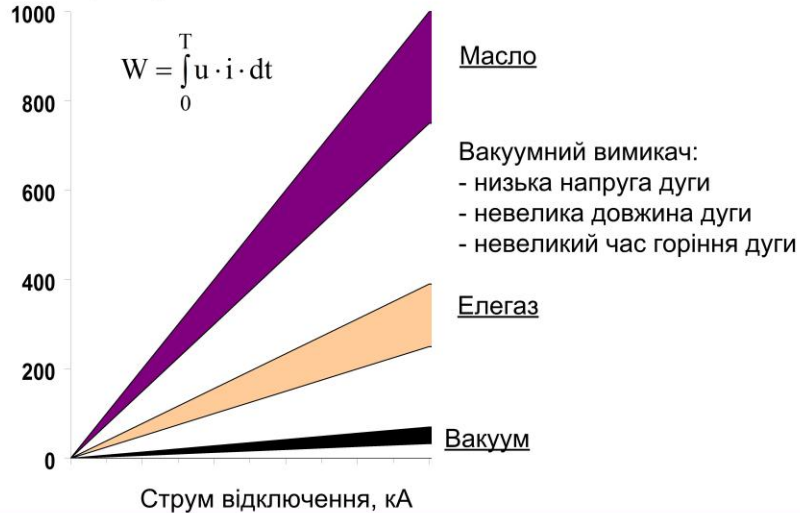
Розрядна імпульсна пробивна напруга Упр в залежності від величини міжконтактного проміжку S в різних дугогасильних середовищах

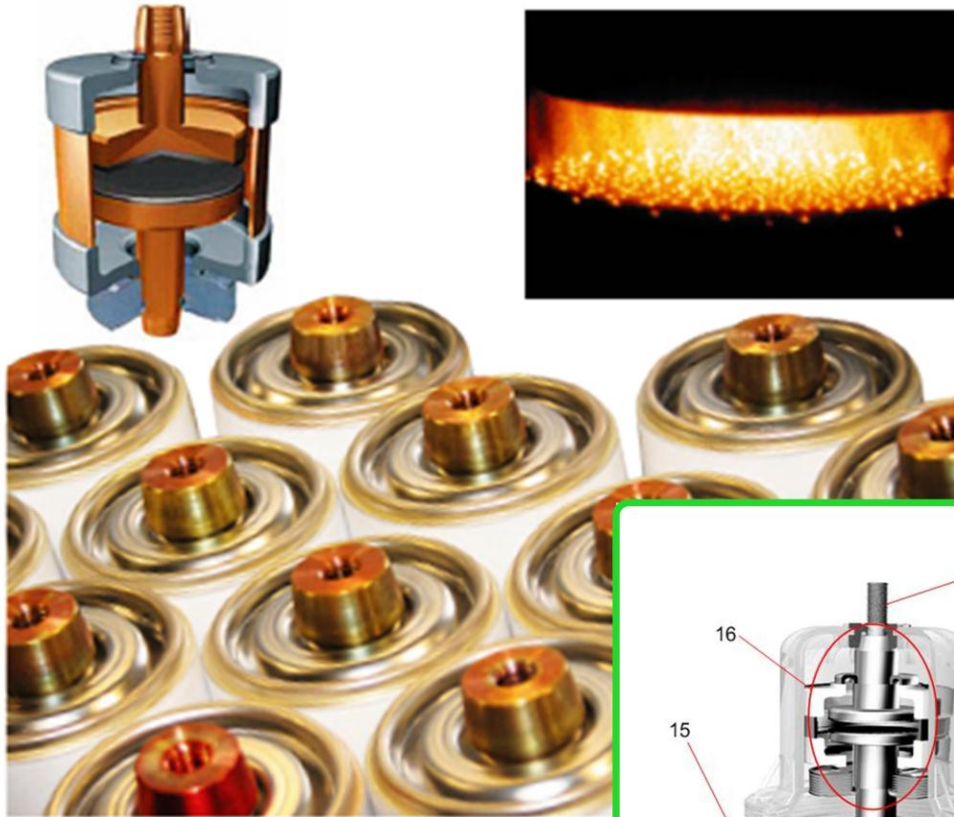


Розвиток високовольних вимикачів 6-35 кВ

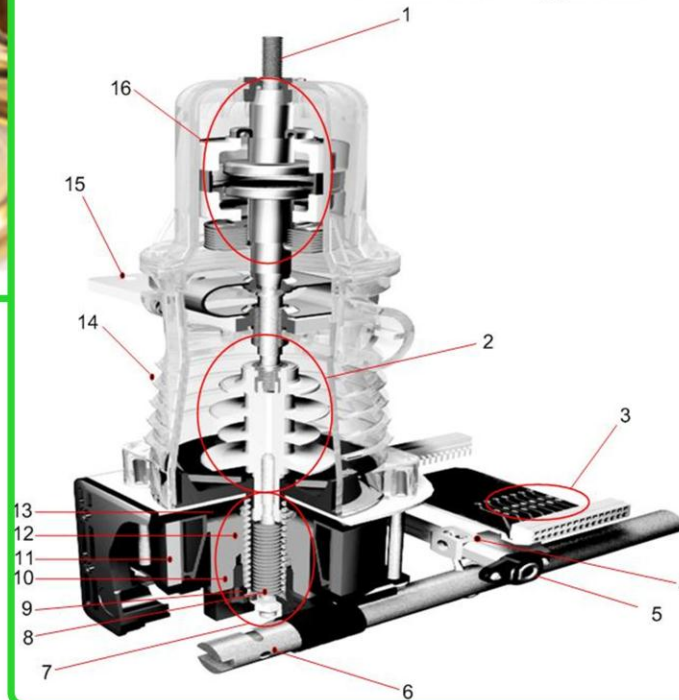


Енергія дуги, кВт.с





Вимикач вакуумний серії ВВ/TEL

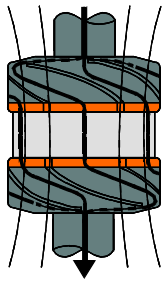


- 1-верхній вивід
- 2-вакуумна дугогасильна камера
- 3-допоміжні контакти
- 4-кулачок
- 5-блокувальна тяга
- 6-синхронізуючий вал
- 7-електромагнітний привід
- 8-пружина допоміжного підтягування контактів
- 9-вимикаюча пружина
- 10-якір привода
- 11-кільцевий постійний магніт
- 12-катушка електромагнітного привода
- 13-плоский магнітопровід
- 14-тяговий ізолятор
- 15-опорний ізолятор
- 16-нижній вивід

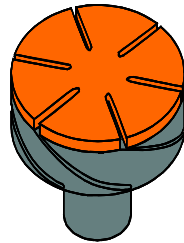
Процес комутації у вакуумній камері

Процес комутації у вакуумній камері залежить:

**Матеріал
контактів**



впливає на



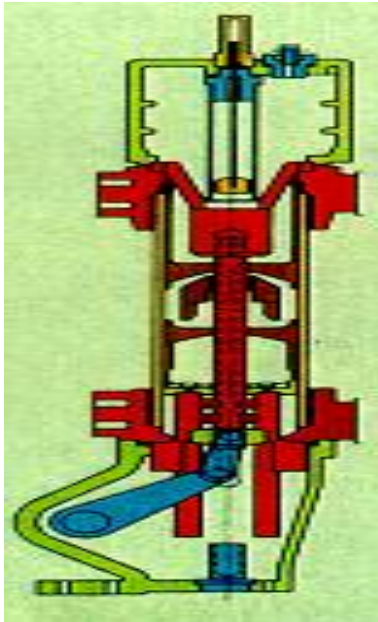
Діелектрична міцність.
Напруга пробою.
Термін служби та ерозія.
Максимально допустимий струм навантаження.
Струм відключення.
Стійкість при зварюванні.

**Геометрія
контактів**

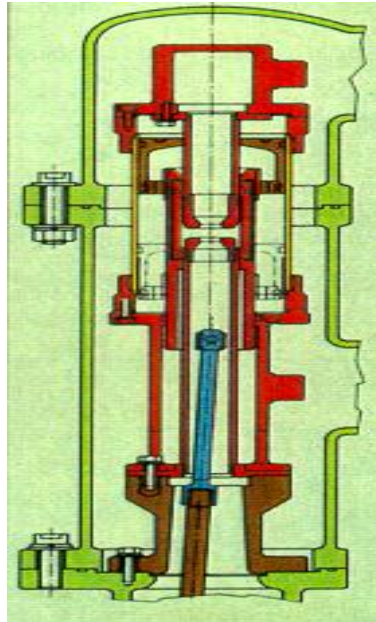
впливає на

Напруга пробою.
Стійкість контактної системи.

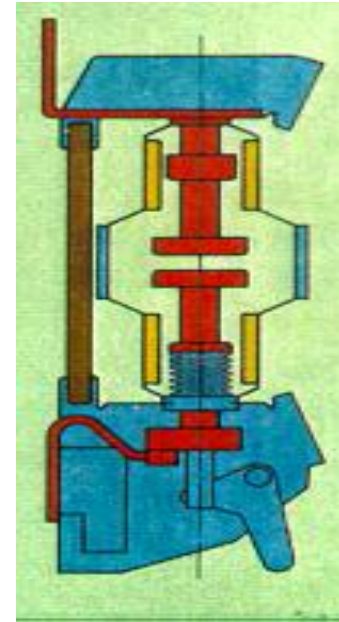
Порівняння кількості складових частин комутаційної камери маломасляного, елегазового та вакуумного вимикача.



Маломасляний
разом частин: 43
в камері: 17



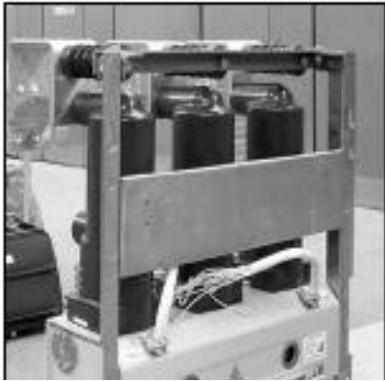
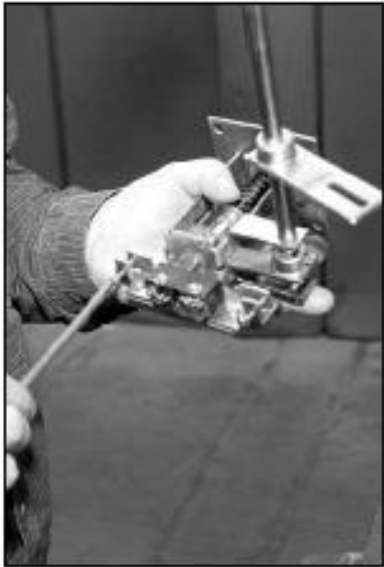
Елегазовий
разом частин : 52
в камері : 24



Вакуумний
разом частин : 22
в камері : 2

- В даний час в країнах-партнерах, та країнах колишнього СРСР в експлуатації знаходиться велика кількість розподільних пристроїв 10 (6) кВ колишніх років випуску (60-х і, навіть 50-х і кінця 40-х років минулого століття). Типовою є ситуація, коли для заміни старих комірок потрібен великий обсяг будівельних робіт, що не завжди можливо без виведення об'єкта з експлуатації та припинення електропостачання, або коли конструкція старих комірок, хоч і застаріла, але не настільки критично, щоб вимагати негайної заміни. Чого не скажеш про вимикачі - масляні і електромагнітні, які не тільки виробили свій ресурс, але і застарілі морально і більше не гарантують **н а д і й н і с т ь е н е р г о п о с т а ч а н н я .**

- Ретрофітом (**retrofit** від англійського **retro** - «застаріле, старе» і **fit** - «приспосовувати, вбудовувати») називається оновлення обладнання, що знаходиться в експлуатації, за допомогою сучасних компонентів без зміни конструкції і оболонки. У багатьох країнах Ретрофіт є ключовою частиною державних програм з відновлення, модернізації та **п о д а л ь ш о г о р о з в и т к у е н е р г о с и с т е м .**



Поставки обладнання на АЕС

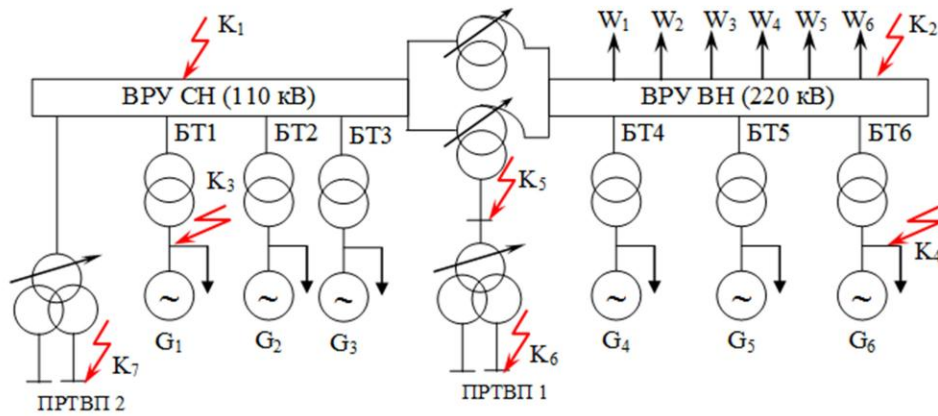
- Вакуумні вимикачі серії ВР6В:
після “Ретрофіта” з 1985р.
Хмельницька АЕС – 129 шт.
- Рівненська АЕС – 159 шт.



Порівняльний аналіз ремонтних робіт, придбання нового КРУ і Ретрофіта

Критерій	Ремонт	Ретрофіт	Нове КРУ
Вартість, порівнюючи із Ретрофітом	1/4	1	3
Строк введення у дію однієї комірки, дні	5	2	14
Термін роботи, років	2-5	25	25
Функціональні можливості, порівнюючи з новим КРУ	15%	95%	100%

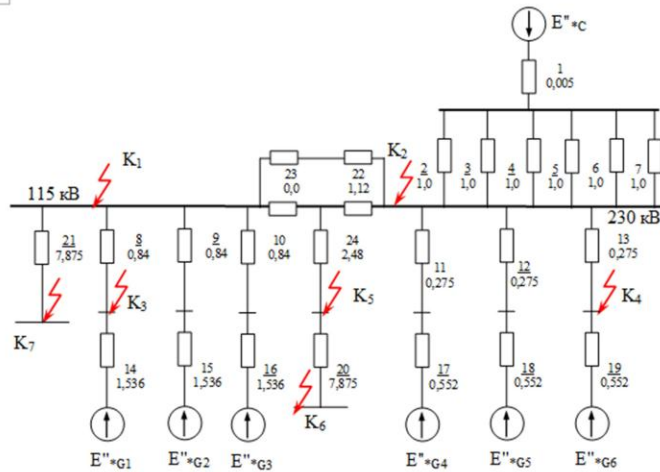
Розрахункова схема станції



Таблиця – Вибір вимикачів та роз'єднувачів

Розрахункові дані	Марка вимикача	Марка роз'єднувача
ВРУ-110	ВБП-110	РНД-110/1000 У1
1	2	3
$U_{ном} = 110 \text{ кВ}$	$U_{ном} = 110 \text{ кВ}$	$U_{ном} = 110 \text{ кВ}$
$I_{р, max} = 0,984 \text{ кА}$	$I_{ном} = 2,0 \text{ кА}$	$I_{ном} = 1,0 \text{ кА}$
$I_{гр} = 14,194 \text{ кА}$	$I_{к, max} = 31,5 \text{ кА}$	-
$i_{gr} = 12,11 \text{ кА}$	$i_{k, ном} = 19,8 \text{ кА}$	-
$I_{но} = 15,054 \text{ кА}$	$I_{ном} = 40 \text{ кА}$	-
$i_{вз} = 40,169 \text{ кА}$	$i_{ном} = 80 \text{ кА}$	$i_{ном} = 80 \text{ кА}$
$B_x = 117,84 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I^2 \cdot t_r = 40^2 \cdot 2 = 3200 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I^2 \cdot t_r = 31,5^2 \cdot 3 = 2976,75 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

Заступна схема станції



- **Наукова новизна.** Полягає у підтвердженні перспектив використання вакуумного комутаційного обладнання в електроенергетичній системі

ВИСНОВКИ

- Для номінальної напруги 6-10 кВ на сучасному рівні розвитку електроапаратобудування
- оптимальним є вакуумний вимикач, а не елегазовий (порівнюючи їх експлуатаційні та цінові характеристики).
- Вакуумні вимикачі вітчизняних виробників, в першу чергу «РЗВА – Електрик», зарекомендували себе як дуже надійні, прості в обслуговуванні (точніше – не потребують обслуговування) апарати. Їх класичне компонування, наявність механічної заціпки, різноманітні конструкції приводів давно здобули симпатії у багатьох енергетиків України, Росії, Естонії, Білорусі, Казахстану та в далекому зарубіжжі.
- Без сумніву, оливний вимикач дещо дешевший. Проте він вже став архаїзмом через обмежені технічні можливості й необхідність якимось чином утилізувати відходи оливи. Вітчизняними виробниками розроблено викатні елементи з вакуумними вимикачами для модернізації таких комірок КРУ та КРУН.

До переваг вакуумних вимикачів можна віднести:

- - широкий діапазон температур навколишнього середовища в якому можлива робота (від -70 до +200°C);
- - підвищена стійкість до ударних і вібраційних навантажень;
- - довільне робоче положення вакуумної дугогасильної камери в просторі;
- - можливість організації високоавтоматизованого виробництва;
- - термін служби до 25 років.
- При масовому виробництві вартість вакуумних вимикачів всього на 5 - 15 % більше вартості малооливних і менше вартості електромагнітних однакової номінальної напруги. Велика економія при експлуатації робить ці вимикачі високоефективними, що обумовлює їх все більш широке розповсюдження в розподільних мережах 6 – 10 кВ та 35 кВ.