



Випробувальний центр
трансформаторного та високовольтного обладнання
Акціонерного товариства
«Український науково-дослідний проектно-
конструкторський та технологічний інститут
трансформаторобудування»



20360
ДСТУ ISO/IEC 17025

ЗАТВЕРДЖЕНО

Директор випробувального центру
трансформаторного та високовольтного
обладнання АТ «ВІТ»



С.К. Бахмач

ЗАТВЕРДЖЕНО

Генеральний директор АТ «ВІТ»



А.М. Сергійчук

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ № И-57-37-22

Об'єкт випробувань: Вимикач вакуумний типу RV-12-25/1250 У2
Вид випробувань, вимоги: Випробування на відповідність вимогам ДСТУ EN 62271-100:2016, п.п. 6.2; 6.4; 6.5; 6.6; 6.7.1; 6.101.2; 6.102 - 6.106; 6.101.3.3; ДСТУ EN 62271-1:2018, п.п. 7.2; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7.1.
Терміни проведення випробувань: Листопад 2022 р.- лютий 2023р.
Кількість випробуваних зразків: 1
Виробник: ТОВ «Рівненські високовольтні апарати» 33024, м. Рівне, вул. Млинівська, буд. 18
Замовник: ТОВ «Рівненські високовольтні апарати»
Юридична адреса: 03124, м. Київ, бул. Гавела Вацлава, буд. 4, корпус 1, кімната 501
Адреса виробництва: 33024, м. Рівне, вул. Млинівська, буд. 18
Підстава: Договір №32/22 від 26.10.2022 р.
Результати випробувань: Вимикач вакуумний типу RV-12-25/1250 У2 випробування та перевірки на відповідність вимогам ДСТУ EN 62271-100:2016 та (ДСТУ EN 62271-1:2018) в частині:
п. 6.2 (п. 7.2) випробування електричної міцності ізоляції напругою повного грозового імпульсу 75 кВ та напругою промислової частоти 42 кВ **витримав**;
п. 6.4 (п. 7.4) вимірювання електричного опору головних кіл **витримав**;
п. 6.5 (п. 7.5) випробування на перевищення температури головних кіл при протіканні номінального струму 1250А **витримав**;
п. 6.6 (п. 7.6) випробування короточасним витримуваним струмом 25,0кА/3с і піком витримуваного струму 63,0 кА **витримав**;
п. 6.7.1 (п. 7.7.1) перевірка ступеню захисту IP20 **витримав**;
п. 6.101.2 випробування на механічну зносостійкість 20000 циклів С-О (клас М2) **витримав**;
п. 6.101.3.3 випробування на холодостійкість при температурі мінус 25°C **витримав**;
п.п. 6.102 - 6.106 випробування на комутаційну здатність **витримав**.

Результати випробувань, наведені в цьому протоколі, стосуються лише випробуваного зразка.

Дата затвердження протоколу 28.02.2023р.

Часткове відтворення даного протоколу дозволяється лише з письмового дозволу випробувального центру трансформаторного та високовольтного обладнання АТ «ВІТ»



ЗМІСТ

1. ІНФОРМАЦІЙНИЙ АРКУШ	3
2. ПОЗНАЧЕННЯ І СКОРОЧЕННЯ	4
3. СПИСОК УЧАСНИКІВ ВИПРОБУВАНЬ	5
4. ОБ'ЄКТ ВИПРОБУВАНЬ	6
5. КРЕСЛЕННЯ	7
6. ОБСЯГ І МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ	10
7. ВИПРОБУВАЛЬНІ СХЕМИ	11
8. РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ	16
9. ОСЦИЛОГРАМИ	34
10. ФОТОГРАФІЇ ОБ'ЄКТУ ВИПРОБУВАНЬ	36

1. ІНФОРМАЦІЙНИЙ АРКУШ

Акредитація:

Випробувальний центр трансформаторного та високовольтного обладнання АТ «ВІТ» акредитований Національним агентством з акредитації України на відповідність вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 (ISO/IEC 17025:2017).

Атестат акредитації №20360, зареєстрований 25.11.2021 р.

Адреси

Випробувальний центр: Дніпровське шосе, 11
м. Запоріжжя 69069, Україна.

Телефон: (061) 284-52-16.

(061) 284-51-86.

E-mail: sepro@vit.zp.ua

Виробник: ТОВ «Рівненські високовольтні апарати»
33024, м. Рівне, вул. Млинівська, буд. 18

Замовник: ТОВ «Рівненські високовольтні апарати»
Юридична адреса: 03124, м. Київ, бул. Гавела Вацлава,
буд. 4, корпус 1, кімната 501.
Адреса виробництва: 33024, м. Рівне, вул. Млинівська, буд.
18

2. ПОЗНАЧЕННЯ І СКОРОЧЕННЯ

I_k	Короткочасний витримуванний струм
t_k	Номінальна тривалість короткого замикання
I_p	Пік витримуваного струму
U_r	Номінальна напруга
ПГІ	Повний грозовий імпульс
U_d	Номінальна короткочасна випробувальна напруга промислової частоти
U_p	Номінальна випробувальна напруга грозового імпульсу
ABC	Верхні виводи
abc	Нижні виводи
P	Атмосферний тиск
h	Відносна вологість
K_t	Поправочний коефіцієнт на атмосферні умови
T_{amb}	Температура навколишнього середовища під час випробувань
«С»	Увімкнення вимикача
«О»	Вимкнення вимикача
t_a	Довільна пауза



3. СПИСОК УЧАСНИКІВ ВИПРОБУВАНЬ

Випробувач(і):

Власик В.О.

Провідний інженер

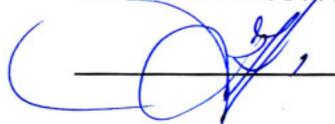
Представник замовника:

Не були присутні

Інші учасники:

Не були присутні

Протокол перевірів
Начальник відділу


_____ П.І. Кізіменко

Протокол розробив
Провідний інженер


_____ В.О. Власик

4. ОБ'ЄКТ ВИПРОБУВАНЬ

Об'єкт випробувань	Вимикач вакуумний типу RV-12-25/1250 У2
Серійний номер	зав. №0002
Рік виготовлення	2022
Документація	Технічні умови ТУ У 27.1-44894663-001:2022 Паспорт РВАА.674152.100-200 ПС

4.1 Основні технічні параметри / паспортні дані об'єкта випробувань, заявлені Замовником

Найменування параметрів	Значення параметрів
Номинальна напруга, кВ	12
Номинальний струм, А	1250
Номинальна частота, Гц	50 (60)
Номинальний струм вимикання, кА	25
Короткочасний витримуваний струм, кА	25
Номинальна тривалість короткого замикання, с	3
Пік витримуваного струму, кА	63
Номинальна короткочасна випробувальна напруга промислової частоти, кВ	42
Номинальна випробувальна напруга грозового імпульсу, кВ	75
Власний час увімкнення, с, не більше	0,050
Власний час вимкнення, с, не більше	0,032
Повний час вимкнення, с, не більше	0,047
Різномасштабність роботи полюсів, с, не більше	0,001
Електричний опір полюсів, мкОм, не більше	45
Механічний ресурс, циклів С-О, не менше	20000 (M2)
Номинальна напруга кіл приводу вимикача, В	~220
Нижнє значення робочої температури, °С	мінус 25
Маса вимикача, кг	68

4.2 Загальний вид вимикача вакуумного типу RV-12-25/1250 У2 – рисунок 10.1, заводська табличка - рисунок 10.2.



5. КРЕСЛЕННЯ

5.1 Замовник гарантує, що об'єкт випробувань був виготовлений згідно з кресленням:

Номер креслення	Найменування	Посилання на креслення
РВАА.674152.100-205 СБ	Складальне креслення	Рисунок 5.1
РВАА.670240.678 ЭЗ	Схема електрична принципова	Рисунок 5.2

5.2 Випробувальний центр перевірів, що надане креслення повною мірою описують об'єкт випробувань.

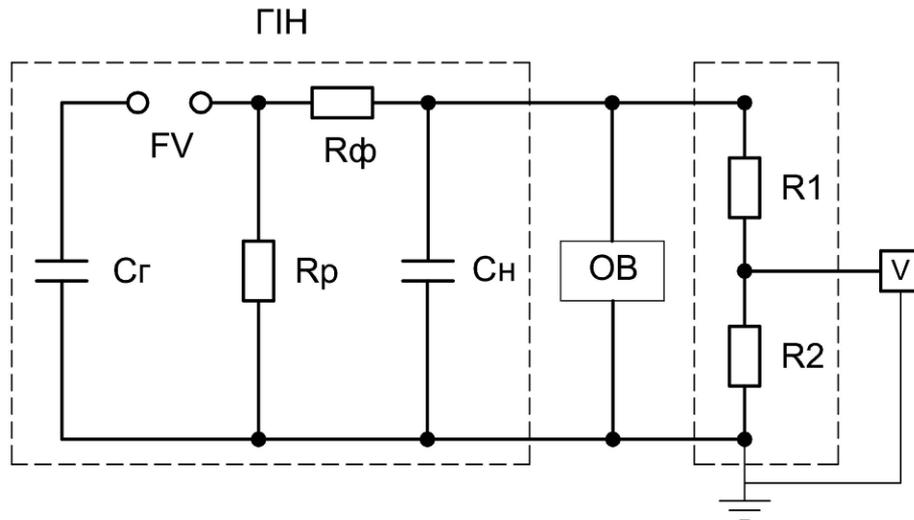
5.3 Креслення, що описують об'єкт випробувань, затверджені та завірені печаткою.

6. ОБСЯГ І МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ

№ п.	Види випробувань	НД на методи	Розділ протоколу
1	Випробування електричної міцності ізоляції	п. 6.2 ДСТУ EN 62271-100:2016 п. 7.2 ДСТУ EN 62271-1:2018	8.1
2	Вимірювання електричного опору головних кіл	п. 6.4 ДСТУ EN 62271-100:2016 п. 7.4 ДСТУ EN 62271-1:2018	8.2
3	Випробування на перевищення температури головних кіл при протіканні номінального струму.	п. 6.5 ДСТУ EN 62271-100:2016 п. 7.5 ДСТУ EN 62271-1:2018	8.3
4	Випробування короткочасним витримуваним струмом і піком витримуваного струму	п. 6.6 ДСТУ EN 62271-100:2016 п. 7.6 ДСТУ EN 62271-1:2018	8.4
5	Перевірка ступеню захисту (IP)	п. 6.7.1 ДСТУ EN 62271-100:2016 п. 7.7.1 ДСТУ EN 62271-1:2018	8.5
6	Випробування на механічну зносостійкість	п.п. 6.101.2 ДСТУ EN 62271-100:2016	8.6
7	Випробування на холодостійкість	п. 6.101.3.3 ДСТУ EN 62271-100:2016	8.7
8	Випробування на комутаційну здатність	п.п. 6.102 - 6.106 ДСТУ EN 62271-100:2016	8.8

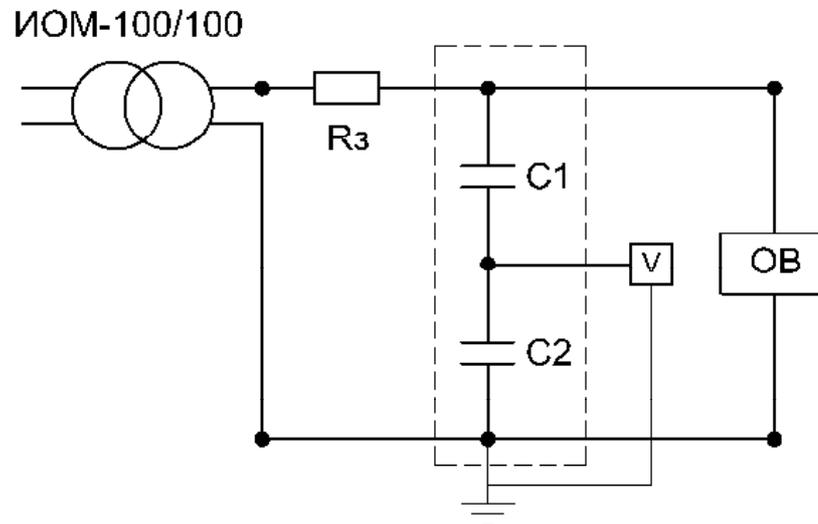
7. ВИПРОБУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

7.1 Принципова електрична схема випробувань напругою повного грозового імпульсу



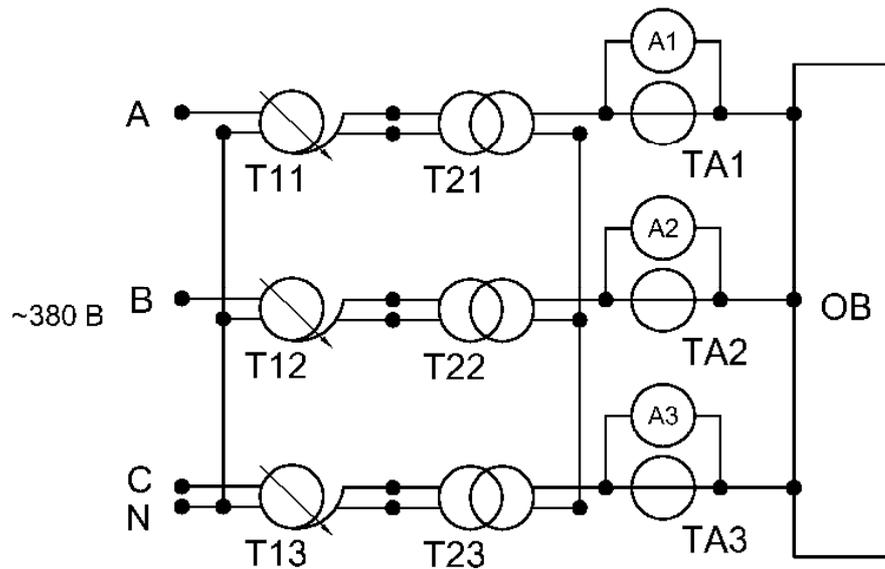
- ОБ - об'єкт випробувань;
 ГІН - генератор імпульсної напруги;
 C_г - ємність ГІН в ударі;
 C_н - навантажувальна ємність;
 R_ф - фронтовий опір;
 R_р - розрядний опір;
 FV - сферичний розрядник;
 R₁, R₂ - подільник напруги імпульсний омичний типу SMR 10/770;
 V - реєстратор напруги – осцилограф типу MTX-1054.

7.2 Принципова електрична схема випробувань напругою промислової частоти



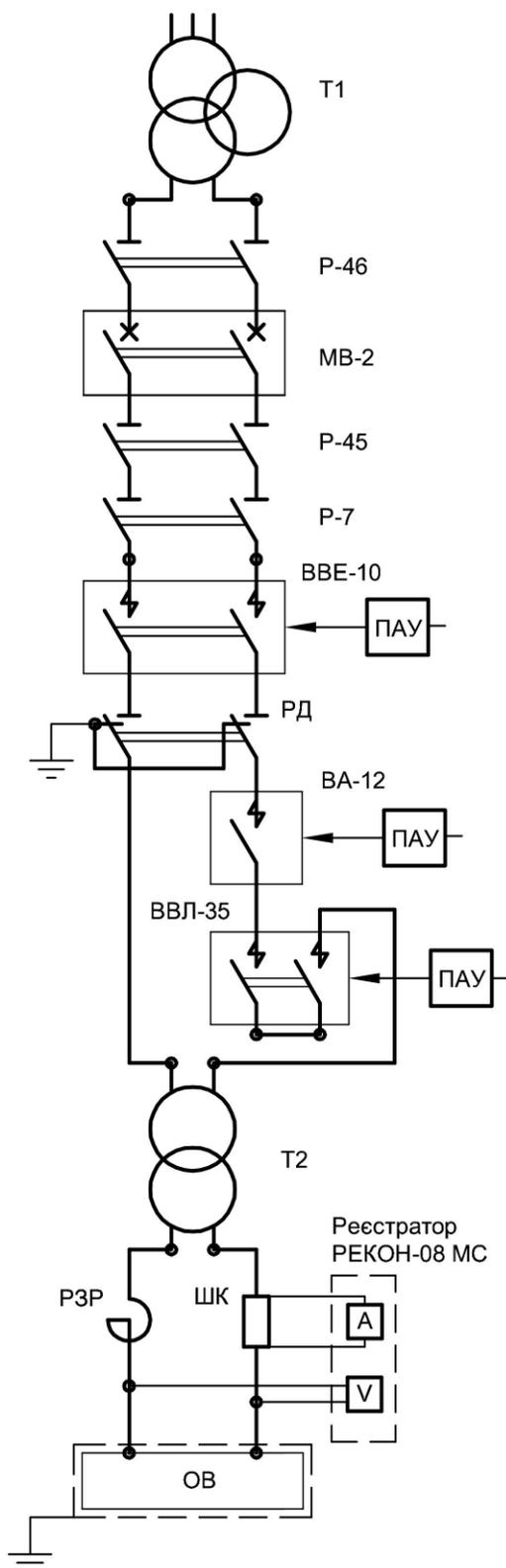
- ОВ - об'єкт випробувань;
ИОМ-100/100 - трансформатор випробувальний однофазний масляний з номінальною напругою 100 кВ типу ИОМ-100/100;
Rз - захисний опір;
C1,C2 - подільник напруги ємнісний типу MCF-75/350;
V - реєстратор напруги – вольтметр типу ВА-11.

7.3 Принципова електрична схема випробувань на перевищення температури головних кіл.



- | | |
|----------------|--------------------------------------|
| OB | - об'єкт випробувань; |
| T11, T 12, T13 | - автотрансформатори типу АОМН-40; |
| T21, T22, T23 | - трансформатори типу ТВК-75; |
| TA1, TA2, TA3 | - трансформатори струму типу УТТ-6М; |
| A1, A2, A3 | - амперметри типу Э526; |

7.4 Принципова електрична схема випробувань короточасним витримуваним струмом і піком витримуваного струму



ОВ	- об'єкт випробувань;
T1	- трансформатор типу ТДТНІ-45000/35;
T2	- трансформатор типу ОМІ-10000/10;
Р-45, Р-46, Р-7, Р-9, РД	- роз'єднувачі;
МВ-2, ВВЕ-10, ВВЛ-35	- вимикачі;
ВА-12	- вмикаючий апарат типу ВА-12;
ПАУ	- прилад автоматичного керування;
ШК	- шунт вимірювальний типу ШК-63;
РЗР	- реактор захисно-регульовальний;
А	- реєстратор струму;
V	- реєстратор напруги.

7.5 Прилади та випробувальні установки:

Найменування приладу / обладнання	Заводський номер	Свідоцтво про калібрування чинне до
Термопари хромель-копель (ТХК; 100°C; 2,0)	500-520	03.2025
Мультиметр SDM3055 (0,1 В; 0,001)	SDM35CA4161033	10.2025
Баротермогігрометр SAM700BAR; (-30..+200; 0-100%)	9800216	07.2026
Вимірвальний реєструючий прилад «РЕКОН» 08 МС (багатограничний)	090448	10.2025
Стенд випробувань на нагрівання (0-5000 А)	2	02.2028
Шунт вимірвальний без індуктивний ШК-63	21	02.2028
Генератор імпульсної напруги ГИН-750 (1Р 30/750 КН, U _p ≤750 кВ)	851422	12.2025
Трансформатор випробувальний однофазний масляний ИОМ-100/100 (1-100 кВ)	1231157	12.2024
Вольтметр ВА-11	90	04.2023
Мегомметр М6	1070150	07.2025
Осцилограф МТХ-1054	132531НFH	07.2025
Стенд електродинамічних випробувань (діюче знач. до 80кА; пік до 200 кА)	1	02.2024
Камера холоду (-60°C)	0002-958	12.2023
Щуп доступности – дріт довжиною 100 мм, Ø1,0 мм	3	09.2023

8. РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

8.1 Випробування електричної міцності ізоляції

8.1.1 Принципова електрична схема випробувань напругою повного грозового імпульсу наведена у п. 7.1.

8.1.2 Схеми і нормовані параметри напруги ПГІ наведено у таблиці 8.1.1

Таблиця 8.1.1 - Схеми і нормовані параметри напруги ПГІ

№ схеми	Стан вимикача	Умови			Ur, кВ
		Напруга прикладена до	Заземлено	Стан рами вимикача	
1	увімкнений	Aa	BbCc	заземлена	75
2	увімкнений	Bb	AaCc		
3	увімкнений	Cc	AaBb		
4	вимкнений	A	aBbCc		
5	вимкнений	a	ABbCc		
6	вимкнений	B	BAaCc		
7	вимкнений	b	AaBCc		
8	вимкнений	C	CAaBb		
9	вимкнений	c	CAaBb		

8.1.3 Підбір параметрів випробувального імпульсу та перевірка схеми вимірювання (градуювання) виконувались на ступені напруги $0,9 \cdot U_p$ перед випробуваннями по схемі 1 (таблиця 8.1.1).

8.1.4 Метод випробувань – п'ятнадцятиударний. До відповідних виводів кожної схеми 1 – 9 (таблиця 8.1.1) прикладалося 15 імпульсів випробувального напруги 75,0 кВ позитивної та негативної полярностей, перерва між імпульсами не менше однієї хвилини. За високовольтною схемою та об'єктом досліджень велося візуальне спостереження.

8.1.5 Результати випробувань напругою ПГІ негативної та позитивної полярності наведено у таблиці 8.1.2.

Таблиця 8.1.2 - Результати випробувань напругою ПГІ

№ схеми (таблиця 8.1.1)	Ur, кВ	Полярність	Кількість імпульсів / кількість повних розрядів	Результати випробувань
1	75,0	негативна полярність	15 / 0	Без зауважень
		позитивна полярність	15 / 0	Без зауважень
2	75,0	негативна полярність	15 / 0	Без зауважень
		позитивна полярність	15 / 0	Без зауважень
3	75,0	негативна полярність	15 / 0	Без зауважень
		позитивна полярність	15 / 0	Без зауважень
4	75,0	негативна полярність	15 / 0	Без зауважень
		позитивна полярність	15 / 0	Без зауважень
5	75,0	негативна полярність	15 / 0	Без зауважень
		позитивна полярність	15 / 0	Без зауважень
6	75,0	негативна полярність	15 / 0	Без зауважень
		позитивна полярність	15 / 0	Без зауважень
7	75,0	негативна полярність	15 / 0	Без зауважень
		позитивна полярність	15 / 0	Без зауважень
8	75,0	негативна полярність	15 / 0	Без зауважень
		позитивна полярність	15 / 0	Без зауважень
9	75,0	негативна полярність	15 / 0	Без зауважень
		позитивна полярність	15 / 0	Без зауважень

8.1.6 Принципова електрична схема випробувань однохвилинною напругою промислової частоти наведена у п. 7.2.

8.1.7 Результати випробувань однохвилинною напругою промислової частоти наведено у таблиці 8.1.3.

Таблиця 8.1.3 - Результати випробувань однохвилинною напругою промислової частоти

№ схеми (таблиця 8.1.1)	Ud, кВ	Результати випробувань
1	42,0	Без зауважень
2	42,0	Без зауважень
3	42,0	Без зауважень
4	42,0	Без зауважень
5	42,0	Без зауважень
6	42,0	Без зауважень
7	42,0	Без зауважень
8	42,0	Без зауважень
9	42,0	Без зауважень

8.2 Вимірювання електричного опору головних кіл

8.2.1 Вимірювання опору струмопровідного контуру виконано методом вольтметра – амперметра постійним струмом 100 А.

8.2.2 Результати вимірювання наведені в таблиці 8.2.1.

Таблиця 8.2.1 – Опір струмопровідного контуру

Фаза	Вимірний опір струмопровідного контуру, мкОм		
А	33	30	31
В	31	29	29
С	27	28	29
Норма	Не більше 45		

8.3 Випробування на перевищення температури

8.3.1 Принципова електрична схема випробувань наведена у п. 7.3.

8.3.2 Підключення вимикача до джерела живлення виконано мідними кабелями перерізом 800 мм² до верхніх виводів вимикача. Закорочуюча перемичка з мідної шини перерізом 800 мм² встановлена на мідних шинах підключених до нижніх виводів вимикача. Фотографія вимикача на стенді випробувань у відповідності з рисунком 10.3.

8.3.3 Вимірювання температури проводилося за допомогою хромель-копелевих термопар. Місця встановлення термопар у відповідності з рисунком 8.3.1.

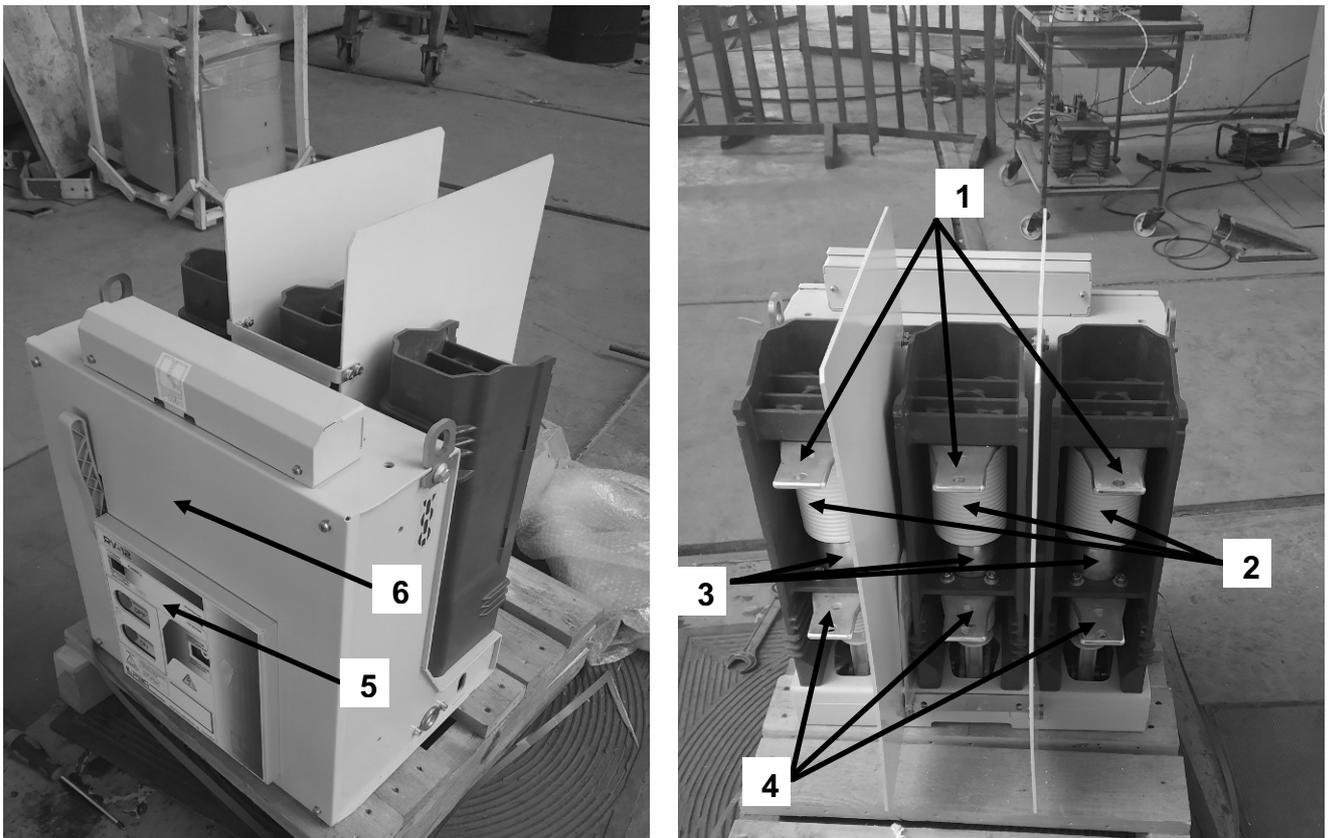


Рисунок 8.3.1 - Місця встановлення термопар

8.3.4 Температура навколишнього повітря контролювалася трьома термометрами, встановленими в ємності з трансформаторним маслом та розташованими на відстані 800 мм від вимикача посередині висоти вимикача. Температура визначалася як середнє значення показань трьох термометрів.

8.3.5 До і після випробувань на перевищення температури вимірювався опір струмопровідного контуру вимикача. Результати вимірювання наведені в таблиці 8.3.1.

Таблиця 8.3.1 – Опір струмопровідного контуру до та після випробувань на перевищення температури

Фаза	До випробувань, мкОм	Після випробувань, мкОм
А	33	31
	30	30
	31	33
В	31	29
	29	30
	29	30
С	27	29
	28	29
	29	28

8.3.6 Випробування проведені при протіканні по головних колах вимикача номінального струму 1250 А, до досягнення сталого теплового режиму (температура струмопровідного контуру в точках вимірювання температури не змінювалася більш ніж на 1°C протягом 1 год.).

8.3.7 Різниця перевищень температур на виводах вимикача та на тимчасових приєднаннях на відстані 1 м від виводів вимикача складала не більше 5°C.

8.3.8 Результати випробувань на перевищення температури головних кіл вимикача наведені в таблиці 8.3.2.

8.3.9 Після випробувань проведено перевірки та зовнішній огляд вимикача, за результатами яких встановлено:

- загальний опір головних кіл змінився в межах норми 20%;
- при зовнішньому огляді не виявлено пошкоджень, що можуть перешкоджати справній роботі об'єкта випробувань.

Таблиця 8.3.2 – Результати випробувань на перевищення температури

Випробувальний струм	1250 А	Тривалість випробувань	7 год.	Атмосферні умови	$T_{amb} = 15^{\circ}\text{C};$ $P=753 \text{ мм. рт. ст};$ $h = 54\%$
Місце вимірювання (рисунок 8.3.1)	Опис	Контакт/з'єднання (покриття). Матеріал	Фаза	Значення перевищення температури, К	Допустиме перевищення температури, К
1	Підключення до верхніх виводів вимикача	З'єднання. Мідь без покриття – алюмінієвий сплав із покриттям сріблом	A	41	75
			B	46	
			C	43	
2	Корпус вакуумної камери	Матеріал. Кераміка	A	35	80
			B	35	
			C	36	
3	Контакт вакуумної камери	Матеріал. Мідь із покриттям сріблом	A	49	80
			B	51	
			C	49	
4	Підключення до нижніх виводів вимикача	З'єднання. Мідь без покриття - алюмінієвий сплав із покриттям сріблом	A	42	75
			B	43	
			C	45	
5	Панель керування	Матеріал. Пластик	-	1	25
6	Корпус вимикача	Матеріал. Сталь з покриттям емаллю	-	3	30

8.4 Випробування короточасним витримуваним струмом і піком витримуваного струму

8.4.1 Принципова електрична схема випробувань наведена у п. 7.4.

8.4.2 До та після випробувань виміряно опір струмопровідного контуру вимикача. Результати вимірювання наведені у таблиці 8.4.1.

Таблиця 8.4.1 – Опір струмопровідного контуру до та після випробувань короточасним витримуваним струмом і піком витримуваного струму

Фаза	До випробувань, мкОм	Після випробувань, мкОм
А	31	33
	30	31
	33	31
В	29	29
	30	30
	30	29
С	29	27
	29	28
	28	30

8.4.3 До і після випробувань виміряно значення власних часів увімкнення та вимкнення, та різночасності роботи полюсів вимикача при номінальній напрузі приводу. Результати вимірювання наведені у таблиці 8.4.2.

Таблиця 8.4.2 – Часові характеристики вимикача

Фаза	До випробувань		Після випробувань	
	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс
А	30,4	21,4	31,4	24,8
	29,0	21,6	30,0	22,2
	28,4	21,8	29,2	24,6
	32,2	21,8	28,6	23,0
	29,6	21,8	31,2	22,0
В	30,2	21,4	31,2	25,0
	28,8	21,6	29,8	22,4
	28,2	21,8	29,0	24,8
	32,0	21,8	28,4	23,2
	29,4	21,8	30,8	22,0
С	30,0	21,6	31,0	25,0
	28,6	21,6	29,6	22,4
	28,0	22,0	28,8	24,8
	32,0	21,8	28,2	23,2
	29,2	22,0	30,8	22,0
Найбільша різночасність роботи полюсів, мс	0,4	0,2	0,4	0,2

8.4.4 Послідовність дослідів:

Дослід №1 – Випробування піком витримуваного струму 63,0кА головних кіл фаз А і В.

Дослід №2 – Випробування короткочасним витримуваним струмом 25,0кА головних кіл фаз А і В.

Дослід №3 – Випробування піком витримуваного струму 63,0кА головних кіл фаз В і С.

Дослід №4 – Випробування короткочасним витримуваним струмом 25,0кА головних кіл фаз В і С.

8.4.5 Підключення вимикача до джерела живлення виконано алюмінієвими шинами перерізом 1000 мм² до верхніх виводів вимикача. Закорочуюча перемичка з мідної шини перерізом 800 мм² встановлена на мідних шинах підключених до нижніх виводів вимикача. Фотографія вимикача на стенді випробувань у відповідності з рисунком 10.4.

8.4.6 Результати випробувань наведені у таблиці 8.4.3.

8.4.7 Після випробувань проведені перевірки функціонування та зовнішній огляд вимикача, за результатами яких встановлено:

- деформація об'єкта випробувань відсутня;
- загальний опір головних кіл змінився в межах норми 20%;
- часи спрацювання не перевищили норми;
- відключення вакуумного вимикача виконано з першої спроби;
- при зовнішньому огляді не виявлено пошкоджень, що можуть перешкоджати справній роботі об'єкта випробувань.

Таблиця 8.4.3 - Результати випробувань короткочасним витримуваним струмом і піком витримуваного струму

№ дослідю	Параметр	Значення		Осцилограма
		Нормоване	Виміряне	
випробування головних кіл фаз А і В				
1	Пік витримуваного струму, кА	63,0 ^{+5%}	63,8	Рисунок 9.1
	Час протікання струму, не менш, с	0,3	0,324	
2	Короткочасний витримуваний струм, кА	25,0	25,6	Рисунок 9.2
	Час протікання струму, с	3	3,024	
	Інтеграл Джоуля, кА ² с	1875 ^{+10%}	1979	
випробування головних кіл фаз В і С				
3	Пік витримуваного струму, кА	63,0 ^{+5%}	63,1	Рисунок 9.3
	Час протікання струму, не менш, с	0,3	0,315	
4	Короткочасний витримуваний струм, кА	25,0	25,1	Рисунок 9.4
	Час протікання струму, с	3	3,017	
	Інтеграл Джоуля, кА ² с	1875 ^{+10%}	1901	
Температура навколишнього середовища під час випробувань – плюс 16°С				

8.5 Перевірка ступеню захисту IP

8.5.1 Перевірка захисту від доступу до небезпечних частин проведена шляхом притискання до кожного отвору фасаду вимикача із зусиллям $10N \pm 10\%$ щупа $\varnothing 12\text{мм}$ (шарнірний палець довжиною 80мм). Щуп залишався на достатньої відстані від небезпечних частин.

8.5.2 До щупа доступності та небезпечних частин був підключений мультиметр (в режимі звукового індикатора). Спрацювання звукового індикатора не зафіксовано.

8.5.3 Ступінь захисту вимикача з фасадного боку відповідає IP20.

8.6 Випробування на механічну зносостійкість

8.6.1 До та після випробувань виміряний опір струмопровідного контуру вимикача. Результати вимірювання наведені у таблиці 8.6.1.

Таблиця 8.6.1 – Опір струмопровідного контуру до та після випробувань на механічну зносостійкість

Фаза	До випробувань, мкОм	Після випробувань, мкОм
А	33	43
	31	43
	31	44
В	29	41
	30	42
	29	42
С	27	40
	28	39
	30	40

8.6.2 До та після випробувань виконані наступні операції:

- 5 циклів «С– t_a –О– t_a » при номінальній напрузі живлення приводу;
- 5 циклів «С– t_a –О– t_a » при мінімальній напрузі живлення приводу;
- 5 циклів «С– t_a –О– t_a » при максимальній напрузі живлення приводу.

8.6.3 Під час виконання операцій по п.8.6.2 виміряні значення власних часів увімкнення та вимкнення, та різночасності роботи полюсів вимикача при номінальній (220 В), мінімальній (185 В) та максимальній (242 В) напрузі живлення приводу. Результати вимірювання до випробувань на механічну зносостійкість наведені у таблиці 8.6.2.

Таблиця 8.6.2 – Часові характеристики вимикача до випробувань на механічну зносостійкість

Фаза	При номінальній напрузі живлення приводу		При мінімальній напрузі живлення приводу		При максимальній напрузі живлення приводу	
	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс
А	30,8	24,2	34,4	23,8	28,4	21,0
	30,0	22,2	31,4	22,2	27,0	23,2
	29,2	24,6	34,2	24,8	27,0	20,6
	28,6	23,0	34,0	23,2	27,2	23,2
	31,2	22,0	33,8	26,4	30,0	20,6
В	30,6	24,2	34,2	24,0	28,2	21,0
	29,8	22,4	31,2	22,4	26,8	23,2
	29,0	24,8	33,8	24,8	26,8	20,6
	28,4	23,2	33,8	23,4	27,0	23,2
	30,8	22,0	33,6	26,4	29,8	20,6
С	30,4	24,2	34,0	24,0	28,0	21,0
	29,6	22,4	31,0	22,4	26,6	23,4
	28,8	24,8	33,6	25,0	26,6	20,6
	28,2	23,2	33,6	23,4	26,8	23,4
	30,8	22,0	33,4	26,4	29,6	20,8
Найбільша різночасність роботи полюсів, мс	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2

8.6.4 Під час випробувань виконано 10 серій операцій по 2000 циклів увімкнення - вимкнення. Кожна серія операцій виконана при різних напругах живлення приводу вимикача:

- 500 циклів «С– t_a –О– t_a » при номінальній напрузі живлення приводу;
- 500 циклів «С– t_a –О– t_a » при мінімальній напрузі живлення приводу;
- 500 циклів «С– t_a –О– t_a » при максимальній напрузі живлення приводу.
- 500 циклів «С–О– t_a » при номінальній напрузі живлення приводу.

8.6.5 Температура навколишнього середовища під час випробувань – плюс 16°C.

8.6.6 Через кожну серію з 2000 циклів виміряні значення власних часів увімкнення та вимкнення, та різночасності роботи полюсів вимикача. Результати вимірювання наведені у таблиці 8.6.3.

Таблиця 8.6.3 – Часові характеристики вимикача під час випробувань на механічну зносостійкість

Напруга живлення приводу	Часові характеристики вимикача ¹⁾ , мс						Різночасність роботи полюсів ²⁾ , мс
	Фаза А		Фаза В		Фаза С		
	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс	
Після 2000 циклів							
185 В	34,0	25,2	34,2	25,0	33,8	25,2	0,4/0,2
220 В	30,0	23,6	29,6	23,0	29,6	23,6	0,4/0,6
242 В	27,8	22,8	27,6	22,6	27,6	22,8	0,2/0,2
Після 4000 циклів							
185 В	34,2	25,4	34,4	25,2	34,0	25,4	0,4/0,2
220 В	30,2	23,8	30,0	23,2	29,8	23,8	0,4/0,6
242 В	27,8	22,8	27,6	23,0	27,6	22,8	0,2/0,2
Після 6000 циклів							
185 В	34,2	25,4	34,6	25,2	34,0	25,4	0,4/0,2
220 В	30,2	23,8	30,0	23,4	29,8	23,8	0,4/0,4
242 В	28,0	23,0	27,8	23,0	27,8	23,0	0,2/0,0
Після 8000 циклів							
185 В	34,4	25,4	34,6	25,2	34,2	25,4	0,4/0,2
220 В	30,2	24,0	30,2	23,8	30,0	24,0	0,2/0,2
242 В	28,2	23,2	28,0	23,2	28,0	23,2	0,2/0,0
Після 10000 циклів							
185 В	34,6	25,6	34,6	25,4	34,4	25,6	0,2/0,2
220 В	30,4	24,2	30,4	24,0	30,2	24,0	0,2/0,2
242 В	28,4	23,4	28,2	23,6	28,2	23,4	0,2/0,2
Після 12000 циклів							
185 В	34,8	26,0	35,0	25,8	34,6	26,0	0,4/0,2
220 В	30,4	24,4	30,4	24,0	30,2	24,0	0,2/0,4
242 В	28,4	23,4	28,2	24,0	28,4	23,8	0,2/0,6
Після 14000 циклів							
185 В	35,0	26,4	35,4	25,8	34,8	26,2	0,6/0,6
220 В	30,6	24,4	30,6	24,2	30,4	24,2	0,2/0,2
242 В	28,6	23,6	28,2	24,2	28,4	24,0	0,4/0,6
Після 16000 циклів							
185 В	35,4	26,6	35,4	26,0	35,0	26,6	0,6/0,6
220 В	30,6	24,6	30,6	24,2	30,4	24,2	0,2/0,4
242 В	28,6	24,0	28,4	24,6	28,6	24,4	0,6/0,2
Після 18000 циклів							
185 В	35,4	26,6	35,8	26,4	35,2	26,6	0,6/0,2
220 В	30,8	24,8	30,8	24,4	30,6	24,2	0,2/0,4
242 В	28,6	24,4	28,8	25,0	28,6	24,6	0,2/0,6
Після 20000 циклів							
185 В	35,6	27,0	36,0	26,6	35,4	26,8	0,4/0,2
220 В	31,0	25,0	31,4	24,6	30,8	24,6	0,6/0,4
242 В	28,8	24,8	30,2	25,4	28,8	24,8	0,6/0,6

¹⁾ – вказані середні значення часів увімкнення та вимкнення за результатами п'ятьох вимірювань, виконаних при кожному значенні напруги живлення приводу;

²⁾ - в чисельнику вказана різночасність при увімкненні, в знаменнику – при вимкненні.

8.6.7 Результати випробувань однохвилинною напругою промислової частоти після випробувань на механічну зносостійкість наведено у таблиці 8.6.4.

Таблиця 8.6.4 - Результати випробувань однохвилинною напругою промислової частоти

№ схеми (таблиця 8.1.1)	Ud, кВ	Результати випробувань
1	42,0	Без зауважень
2	42,0	Без зауважень
3	42,0	Без зауважень
4	42,0	Без зауважень
5	42,0	Без зауважень
6	42,0	Без зауважень
7	42,0	Без зауважень
8	42,0	Без зауважень
9	42,0	Без зауважень

8.6.8 За результатами перевірок вимикача після випробувань на механічну зносостійкість встановлено:

- деформація об'єкта випробувань відсутня;
- загальний опір головних кіл змінився в межах норми 20%;
- випробування однохвилинною напругою промислової частоти – без зауважень;
- часові характеристики знаходяться в межах норм;
- при зовнішньому огляді не виявлено пошкоджень, що можуть перешкоджати справній роботі об'єкта випробувань.

8.7 Випробування на холодостійкість

8.7.1 Випробування вимикача на холодостійкість проведені у камері холоду.

8.7.2 До та після випробувань виміряно опір струмопровідного контуру вимикача. Результати вимірювання наведено у таблиці 8.7.1.

Таблиця 8.7.1 – Опір струмопровідного контуру вимикача до та після випробувань на холодостійкість

Фаза	До випробувань, мкОм	Після випробувань, мкОм
А	33	34
	31	31
	33	33
В	30	32
	30	30
	31	32
С	29	31
	30	31
	28	32

8.7.3 До випробувань виміряні значення власних часів увімкнення та вимкнення, та різночасності роботи полюсів вимикача. Результати вимірювання наведені у таблиці 8.7.2.

Таблиця 8.7.2 – Часові характеристики вимикача до випробувань на холодостійкість

Фаза	При номінальній напрузі живлення приводу		При мінімальній напрузі живлення приводу		При максимальній напрузі живлення приводу	
	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс
А	29,4	23,4	33,8	25,0	28,0	21,6
	30,0	23,0	34,0	24,2	27,2	22,2
	31,2	22,0	33,8	26,4	29,0	21,6
В	29,2	23,6	33,6	24,8	27,8	21,6
	29,6	23,2	33,8	24,4	27,0	22,2
	30,6	22,0	33,6	26,4	28,8	21,6
С	29,0	23,6	33,6	25,0	27,6	21,6
	29,8	23,2	33,6	24,4	26,8	22,4
	30,8	22,0	33,4	26,4	28,6	21,8
Найбільша різночасність роботи полюсів, мс	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2

8.7.4 Перед випробуваннями вимикач встановлений на технологічну підставку висотою 0,5 м від підлоги камери холоду.

8.7.5 Вимикач в увімкненому стані встановлений на технологічній підставці в камеру холоду, температуру, в якій встановили температуру мінус $(25\pm 3)^{\circ}\text{C}$ і витримали протягом 24 годин.

8.7.6 Після витримки виміряні значення власних часів увімкнення та вимкнення, та різночасності роботи полюсів вимикача при номінальній напрузі живлення приводу. Результати вимірювання наведені у таблиці 8.7.3.

Таблиця 8.7.3 – Часові характеристики вимикача при температурі мінус $(25\pm 3)^{\circ}\text{C}$ після витримки у увімкненому стані

Фаза	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс
А	33,8	25,8
	34,0	25,2
	35,4	25,2
В	33,4	26,0
	33,6	25,4
	34,6	25,0
С	33,2	25,6
	33,8	25,2
	34,8	24,8
Найбільша різночасність роботи полюсів, мс	0,6	0,4

8.7.7 Вимикач у вимкненому стані витримали протягом 24 годин при температурі мінус $(25\pm 3)^{\circ}\text{C}$.

8.7.8 Після витримки виконано 50 циклів «С– t_a –О» за номінальної напруги живлення приводу. При першому циклі «С– t_a –О» виміряні значення власних часів вмикання та відключення та різночасності полюсів вимикача при номінальній напрузі живлення приводу. Результати вимірювання наведені у таблиці 8.7.4.

Таблиця 8.7.4 – Часові характеристики вимикача при температурі мінус $(25\pm 3)^{\circ}\text{C}$ після витримки у вимкненому стані

Фаза	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс
А	35,8	26,6
	35,0	26,2
	36,0	26,4
В	35,4	26,0
	35,6	26,4
	35,6	26,0
С	35,2	25,8
	35,4	26,2
	35,4	26,2
Найбільша різночасність роботи полюсів, мс	0,6	0,4

8.7.9 Після завершення 50 циклів «С– t_a –О». температура в камері холоду підвищена до 0 температури навколишнього повітря.

8.7.10 Після випробувань виміряно опір струмопровідного контуру вимикача (таблиця 8.7.1) та виміряні значення власних часів вмикання та відключення та різночасності роботи полюсів вимикача, результати вимірювання наведено у таблиці 8.7.5.

Таблиця 8.7.5 – Часові характеристики вимикача після випробувань на холодостійкість

Фаза	При номінальній напрузі живлення приводу		При мінімальній напрузі живлення приводу		При максимальній напрузі живлення приводу	
	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс	Час увімкнення, мс	Час вимкнення, мс
А	29,6	23,6	34,0	24,8	28,0	21,6
	30,0	23,0	34,0	24,4	27,2	23,2
	31,2	22,4	33,8	26,4	30,0	21,6
В	29,4	23,8	34,0	24,8	27,8	21,6
	29,6	23,2	34,0	24,6	27,0	23,2
	30,6	22,4	34,0	26,4	29,8	21,6
С	29,2	23,6	33,6	25,0	27,6	21,6
	29,6	23,2	33,6	24,4	26,8	23,4
	30,8	22,4	33,4	26,4	29,6	21,8
Найбільша різночасність роботи полюсів, мс	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2

8.7.11 Після випробувань проведено перевірки функціонування та зовнішній огляд вимикача, за результатами яких встановлено:

- деформація об'єкта випробувань відсутня;
- загальний опір головних кіл змінився в межах норми 20%;
- часові характеристики знаходяться в межах норм;
- при зовнішньому огляді не виявлено пошкоджень, що можуть перешкоджати справній роботі об'єкта випробувань.

8.8 Випробування на комутаційну здатність

8.8.1 До випробувань та після кожного режиму випробувань проведено зовнішній огляд вимикача, виконано операції включення – відключення без навантаження, перевірку справності дії механізму вимикача та механічних характеристик. Зауважень немає.

8.8.2 Режими випробувань наведено у таблиці 8.8.1.

Таблиця 8.8.1 - Режими випробувань на комутаційну здатність

Номер режиму	Позначення режиму	Струм вимкнення		Пік струму увімкнення, кА	Кількість дослідів
		Діюче значення, кА	β , %		
1	T10	3,15	≤ 20	-	6
2	T30	9,45	≤ 20	-	6
3	T60	18,9	≤ 20	-	6
4	T100a	31,5	35	-	3
5	T100s	31,5	≤ 20	81	1

8.8.3 Результати випробувань на комутаційну здатність в режимі 1 (T10) наведено у таблиці 8.8.2.

Таблиця 8.8.2 - Результати випробувань на комутаційну здатність в режимі 1

Операція		«О»	«О»	«О»	«О»	«О»	«О»
Напруга перед увімкненням, кВ	A	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-
Струм увімкнення, кА: - початкове діюче значення:	A	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-
- найбільший пік/поліус		-	-	-	-	-	-
Ефективне значення періодичної складової струму вимкнення, кА	A	4,1	4,1	4,0	4,1	4,1	4,1
	B	4,0	3,9	3,9	4,0	4,0	4,0
	C	3,9	3,9	3,9	4,0	4,0	4,0
Середнє значення		4,0	4,0	3,9	4,0	4,0	4,0
Відносний вміст аперіодичної складової, %		≤ 20					
Відновлювальна напруга, кВ	A	6,8	6,9	6,9	6,8	6,7	6,8
	B	6,9	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8
	C	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,7
Середнє значення		6,8	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8
Тривалість дуги, мс		5,3	6,9	7,6	9,5	8,6	7,2

8.8.4 Результати випробувань на комутаційну здатність в режимі 2 (T30) наведено у таблиці 8.8.3.

Таблиця 8.8.3 - Результати випробувань на комутаційну здатність в режимі 2

Операція		«О»	«О»	«О»	«О»	«О»	«О»
Напруга перед увімкненням, кВ	A	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-
Струм увімкнення, кА: - початкове діюче значення:	A	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-
- найбільший пік/поліус		-	-	-	-	-	-
Ефективне значення періодичної складової струму вимкнення, кА	A	10,2	10,4	10,3	10,2	10,3	10,3
	B	9,8	10,0	10,1	10,1	10,1	10,1
	C	9,9	10,0	10,1	10,0	10,0	10,1
Середнє значення		10,0	10,1	10,2	10,1	10,1	10,2
Відносний вміст аперіодичної складової, %		≤20	≤20	≤20	≤20	≤20	≤20
Відновлювальна напруга, кВ	A	6,7	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
	B	6,7	6,8	6,9	6,8	6,8	6,8
	C	6,6	6,7	6,8	6,7	6,8	6,8
Середнє значення		6,7	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Тривалість дуги, мс		7,4	5,8	7,9	6,1	7,8	6,2

8.8.5 Результати випробувань на комутаційну здатність в режимі 3 (Т60) наведено у таблиці 8.8.4.

Таблиця 8.8.4 - Результати випробувань на комутаційну здатність в режимі 3

Операція		«О»	«О»	«О»	«О»	«О»	«О»
Напруга перед увімкненням, кВ	A	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-
Струм увімкнення, кА: - початкове діюче значення:	A	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-
- найбільший пік/поліус		-	-	-	-	-	-
Ефективне значення періодичної складової струму вимкнення, кА	A	19,4	19,6	19,5	19,4	19,5	19,5
	B	19,1	19,1	19,0	19,0	19,0	19,0
	C	10,9	19,1	19,0	19,0	19,0	19,0
Середнє значення		19,2	19,3	19,2	19,1	19,2	19,2
Відносний вміст аперіодичної складової, %		≤20	≤20	≤20	≤20	≤20	≤20
Відновлювальна напруга, кВ	A	6,6	6,6	6,7	6,7	6,7	6,8
	B	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,8
	C	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,7
Середнє значення		6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,8
Тривалість дуги, мс		6,6	7,8	6,1	6,0	6,1	6,8

8.8.6 Результати випробувань на комутаційну здатність в режимі 4 (Т100а) наведено у таблиці 8.8.5.

Таблиця 8.8.5 - Результати випробувань на комутаційну здатність в режимі 4

Операція		«О»	«О»	«О»	«О»	«О»	«О»
Напруга перед увімкненням, кВ	A	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-
Струм увімкнення, кА: - початкове діюче значення: - найбільший пік/полюс	A	-	-	-	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-
Ефективне значення періодичної складової струму вимкнення, кА	A	31,1	32,5	32,4	33,2	33,6	33,5
	B	30,0	32,2	32,1	31,2	32,7	32,6
	C	30,1	31,3	31,1	31,6	32,1	31,8
Середнє значення		30,4	32,0	31,9	32,0	32,8	32,6
Відносний вміст аперіодичної складової, %		≤20	35	≤20	≤20	37	37,7
Відновлювальна напруга, кВ	A	6,6	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
	B	6,7	6,8	6,8	6,8	6,8	6,7
	C	6,6	6,7	6,7	6,7	6,8	6,7
Середнє значення		6,6	6,7	6,7	6,7	6,8	6,7
Тривалість дуги, мс		7,1	7,0	7,0	6,8	6,6	6,8

8.8.7 Результати випробувань на комутаційну здатність в режимі 5 (T100s) наведено у таблиці 8.8.6.

Таблиця 8.8.6 - Результати випробувань на комутаційну здатність в режимі 5

Операція		«О-0,3с-СО-20с-СО»		
Напруга перед увімкненням, кВ	A	-	6,7	6,9
	B	-	6,8	7,0
	C	-	6,7	6,9
Струм увімкнення, кА: - початкове діюче значення: - найбільший пік/полюс	A	-	32,7	33,8
	B	-	31,6	33,0
	C	-	31,1	32,5
		-	80,4/A	83/A
Ефективне значення періодичної складової струму вимкнення, кА	A	31,7	30,0	31,2
	B	31,3	29,0	30,0
	C	31,3	29,0	29,8
Середнє значення		31,4	29,3	30,0
Відносний вміст аперіодичної складової, %		≤20	≤20	≤20
Відновлювальна напруга, кВ	A	6,5	6,5	6,5
	B	6,4	6,6	6,6
	C	6,5	6,5	6,6
Середнє значення		6,5	6,5	6,6
Тривалість дуги, мс		8,3	9,6	9,3

9. ОСЦИЛОГРАМИ

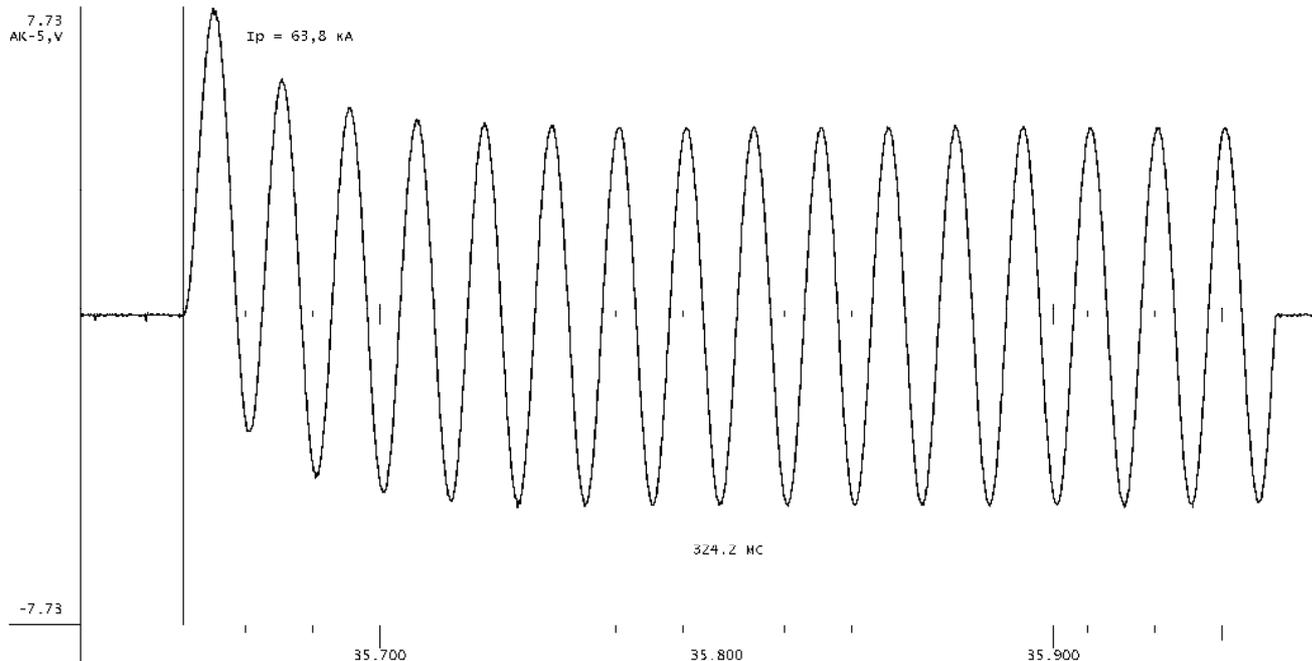
РЕКОНФайл: RECON681.190 Об'єкт: ТОВ "РВА", RV-12-25/1250 у2
Дата процесу: 11/01/2023 Час процесу: 13:17:35.6110 с

Рисунок 9.1 – Осцилограма випробування піком витриманого струму 63,0кА головних кіл фаз А і В.

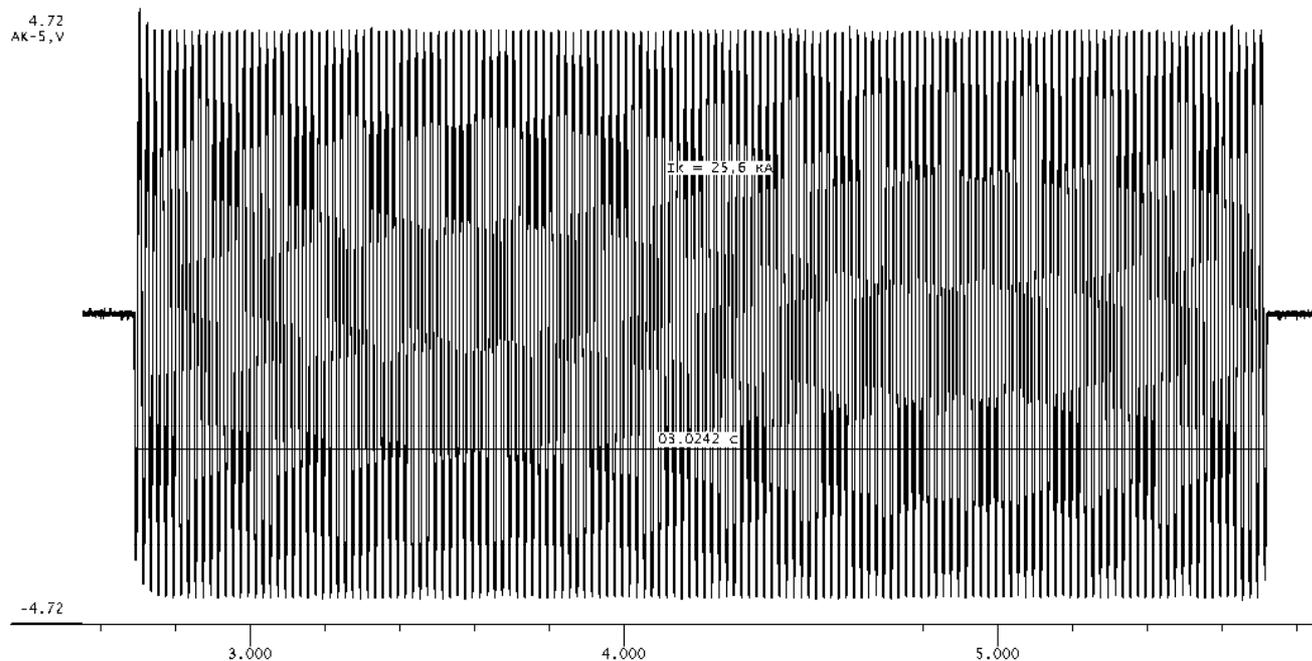
РЕКОНФайл: RECON681.191 Об'єкт: ТОВ "РВА", RV-12-25/1250 у2
Дата процесу: 11/01/2023 Час процесу: 13:24:02.5499 с

Рисунок 9.2 – Осцилограма випробування короточасним витриманим струмом 25,0кА головних кіл фаз А і В

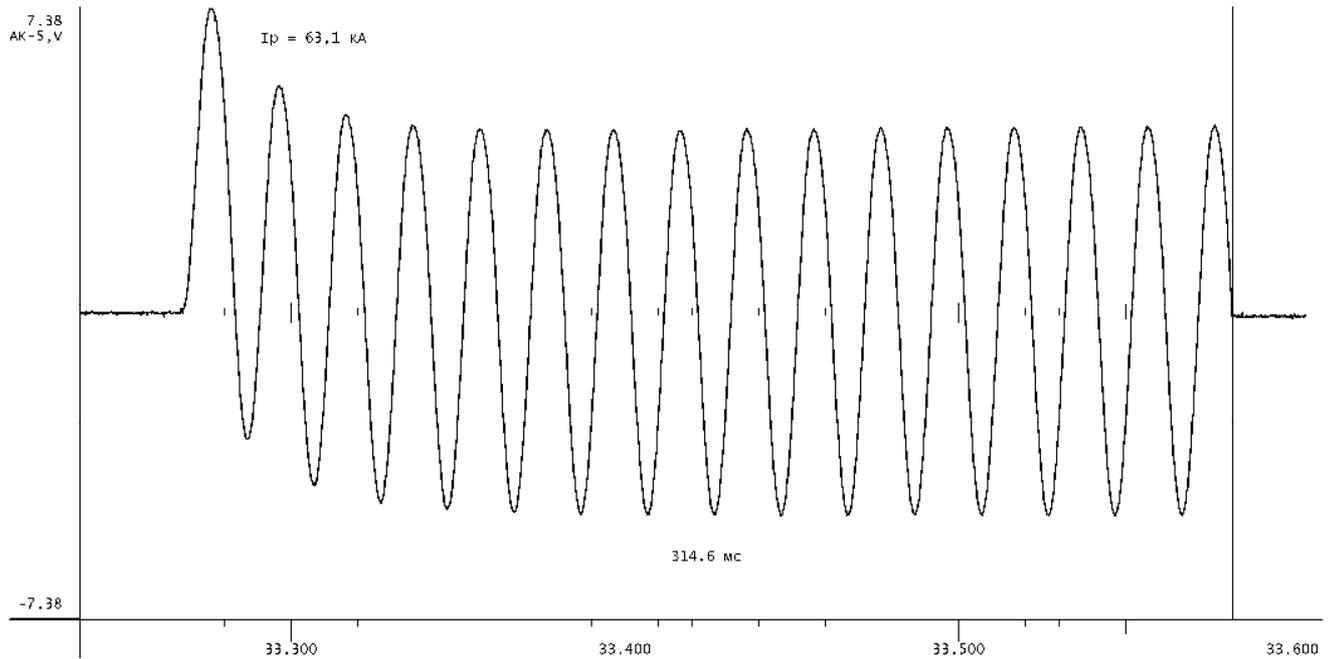
РЕКОНФайл: RECON681.192 Об'єкт: ТОВ "РВА", RV-12-25/1250 У2
Дата процесса: 11/01/2023 Время процесса: 13:44:33.2367 с

Рисунок 9.3 – Осцилограма випробування піком витриманого струму 63,0кА головних кіл фаз В і С.

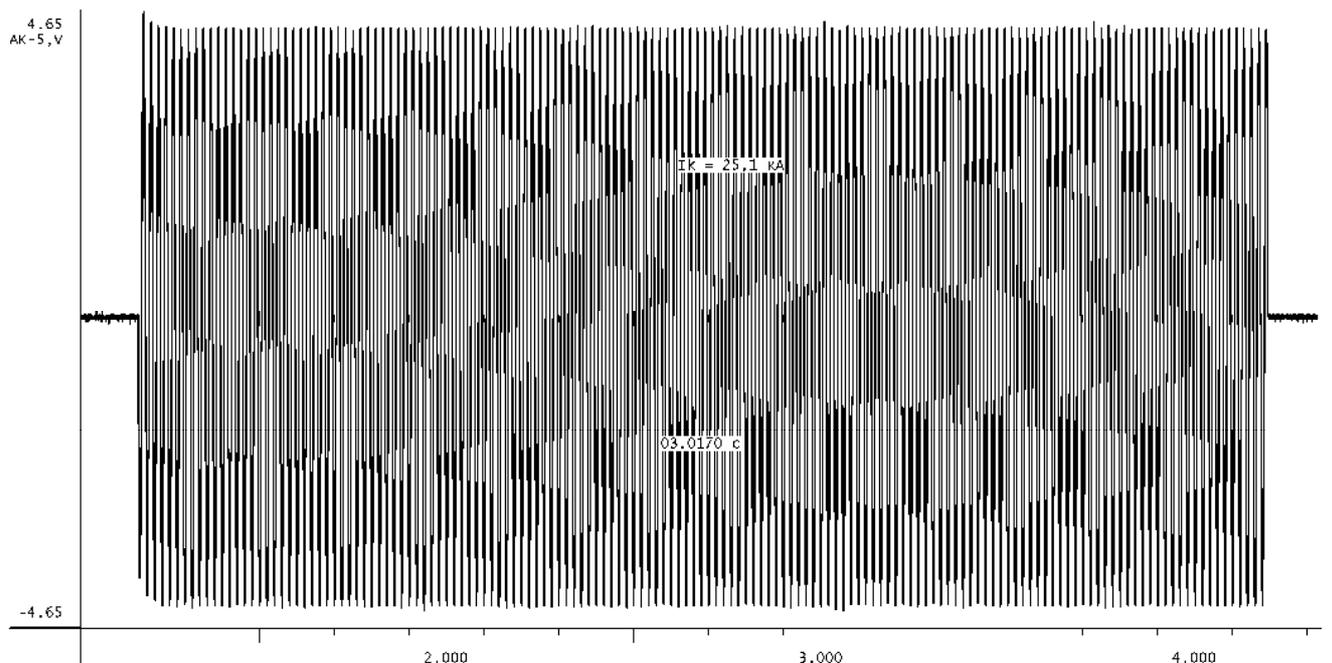
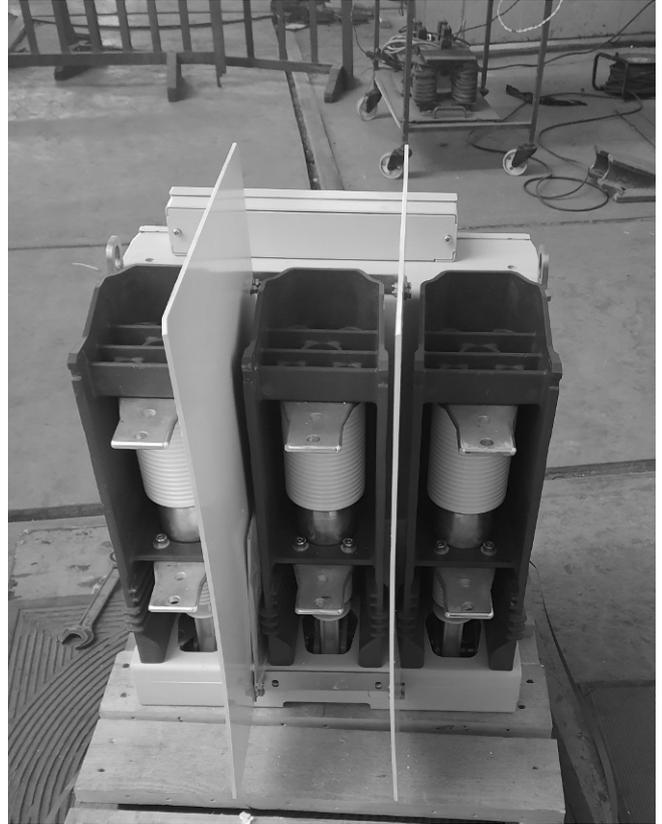
РЕКОНФайл: RECON681.193 Об'єкт: ТОВ "РВА", RV-12-25/1250 У2
Дата процесса: 11/01/2023 Время процесса: 13:51:01.0223 с

Рисунок 9.4 – Осцилограма випробування короточасним витриманим струмом 25,0кА головних кіл фаз В і С

10. ФОТОГРАФІЇ ОБ'ЄКТУ ВИПРОБУВАНЬ



а) спереду



б) позаду

Рисунок 10.1 – Загальний вид вимикача



Рисунок 10.2 – Заводська табличка вимикача

Часткове відтворення даного протоколу дозволяється лише з письмового дозволу випробувального центру трансформаторного та високовольтного обладнання АТ «ВІТ»



Рисунок 10.3 – Вимикач при випробуваннях на перевищення температури



Рисунок 10.4 – Вимикач на стенді електродинамічних випробувань

Часткове відтворення даного протоколу дозволяється лише з письмового дозволу випробувального центру трансформаторного та високовольтного обладнання АТ «ВІТ»