

## ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА НА ОСНОВІ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТКОВИХ РОЗРЯДІВ

Бардик Є.І., к.т.н., доцент, Оксюта В.В., студ.

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії*

**Вступ.** Останні десятиліття характеризуються низьким рівнем інвестицій в технічне переустаткування електричних станцій і електричних мереж. На багатьох енергетичних підприємствах строк служби електрообладнання перевищує 30 років і більш ніж 80% випрацювало свій фізичний ресурс. Існуюча економічна ситуація не дозволяє виконати повномасштабне оновлення електрообладнання в найближчому десятиріччі. Тому на перший план висувуються задачі продовження строку служби електрообладнання. Технічне прогнозування, визначення строку служби електрообладнання і оптимальне планування його ремонтного обслуговування і діагностичних обстежень є одними з найважливіших задач обслуговування за фактичним станом. Силові трансформатори (СТ) є одними з найбільш відповідальних і вартісних елементів основного електрообладнання сучасних електроенергетичних систем (ЕЕС) від надійності функціонування яких в значній мірі залежить надійність як систем електропостачання споживачів так і складної ЕЕС в цілому.

Збільшення частки СТ з терміном експлуатації, що перевищує 25-30 років загострює проблему забезпечення контролю і об'єктивної оцінки технічного стану (ТС) та визначення місця можливої відмови [39], прогнозування ресурсу працездатності СТ.

Система вимірювань СТ, що проводиться в плановому порядку по заданому план-графіку з періодичним уточненням дати аналізу для виявлення виду і характеру дефекту зазвичай включає [39, 42]: хроматографічний аналіз розчинених газів (ХАРГ); фізико-хімічний аналіз масла (ФХАМ); визначення діелектричних характеристик твердої ізоляції; визначення опору обмоток на постійному струмі, втрат неробочого ходу, опору короткого замикання; перевірку коефіцієнта трансформації; тепловізійний контроль; контроль часткових розрядів. При цьому також необхідно враховувати деякі оперативні дані, які можуть бути одержані з датчиків і контрольно-вимірювальних приладів (наприклад, сила струму, температура різних точок трансформатора, вологовміст в маслі, стан пристроїв РПН, введів, системи охолодження, газовміст в маслі). Значна частка дефектів в силових трансформаторах може бути ідентифікована за допомогою аналізу часткових розрядів.

**Мета роботи.** Оцінка технічного стану силового масляного трансформатора енергоблоку потужністю 250 МВт, вимірювання часткових розрядів.

**Матеріали та результати досліджень.** Оцінка технічного стану ізоляції маслонаповнених трансформаторів, за рівнем і розподілом часткових розрядів, є однією з найбільш складних технічних завдань для існуючих методів діагностики і це питання є дуже важливим для служби експлуатації високовольтного обладнання.

Основною проблемою, що виникає при проведенні вимірювань часткових розрядів в ізоляції високовольтних трансформаторів, є дуже складне відсторонення від завад. Основними причинами цього є такі.

По-перше, потужні силові трансформатори, за своїм призначенням, завжди є вузлами енергосистем, безпосередньо навколо яких встановлюється досить багато іншого, допоміжного та вимірювального високовольтного обладнання, в якому також можуть виникати часткові розряди. Всі ці високочастотні імпульси, в тій чи іншій мірі, по з'єднувальним лініях, або шляхом електромагнітного випромінювання, наводяться в контрольованому трансформаторі.

По-друге, практично до кожного трансформатора підключені одна або кілька повітряних ліній електропередачі, «збирають» з великою території грозові і інші високочастотні імпульси. Ці імпульси часто мають велику амплітуду, реєструються вимірювальними приладами, і істотно ускладнюють аналіз «внутрішніх» часткових розрядів, що виникають в ізоляції самого трансформатора.

По-третє, найчастіше, високовольтні трансформатори розташовуються на відкритих підстанціях, тому їх роботу завжди супроводжує велика кількість коронних розрядів, інтенсивність яких залежить від багатьох параметрів - температури і вологості повітря, стану поверхонь ізоляторів і т. Д. Чим вище робоча напруга трансформатора, тим більше проблем від коронних розрядів виникає при проведенні вимірювань.

По-четверте, робота трансформаторів часто супроводжується суттєвими змінами навантажувальних і теплових режимів. Крім того, в трансформаторах присутні пристрої, що змінюють їх параметри в процесі роботи, наприклад РПН. В результаті часткові розряди в ізоляції трансформаторів можуть мати нестационарний характер, збільшуватися і зменшуватися, і навіть з'являтися і зникати.

Тільки правильно зібрані вимірювальні схеми, що дозволяють, в максимальному ступені, відбудувати від перешкод, можуть бути рекомендовані для проведення вимірювань. Якщо в результаті вимірювань вдається зареєструвати часткові розряди, то в цьому випадку, бажано, провести додаткові виміри і дослідження, включаючи в аналіз технічний стан поруч розташованого високовольтного обладнання.

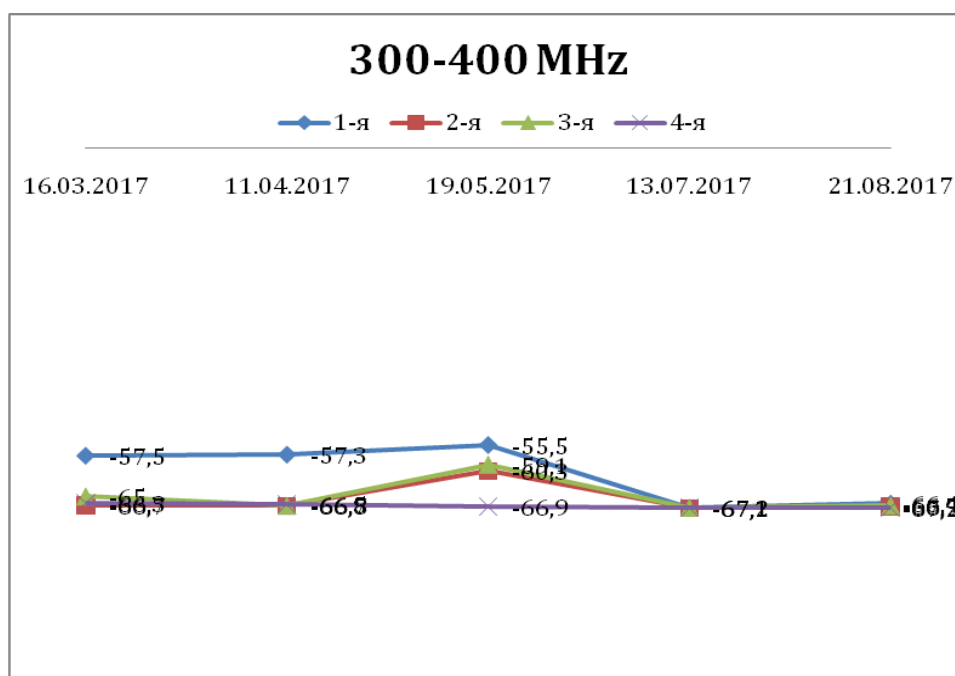
У трансформаторному обладнанні найбільш інформативним місцем для установки датчиків часткових розрядів є високовольтні вводи і бак. Це, практично єдині місця трансформатора, через яке можливе проведення реєстрації електромагнітної інформації про технічний стан внутрішньої ізоляції, і на якому можна стаціонарно, або тимчасово, змонтувати датчик часткових розрядів.

В період з 16.03.2017 по 21.08.2017 на трансформаторі енергоблоку потужністю 250 МВт було проведена серія вимірювання часткових розрядів на корпусі трансформатора. Максимальні значення інтенсивності ЧР в діапазонах від 200МГц до 1000МГц, отримані в результаті вимірювань наведені в таблиці 1.

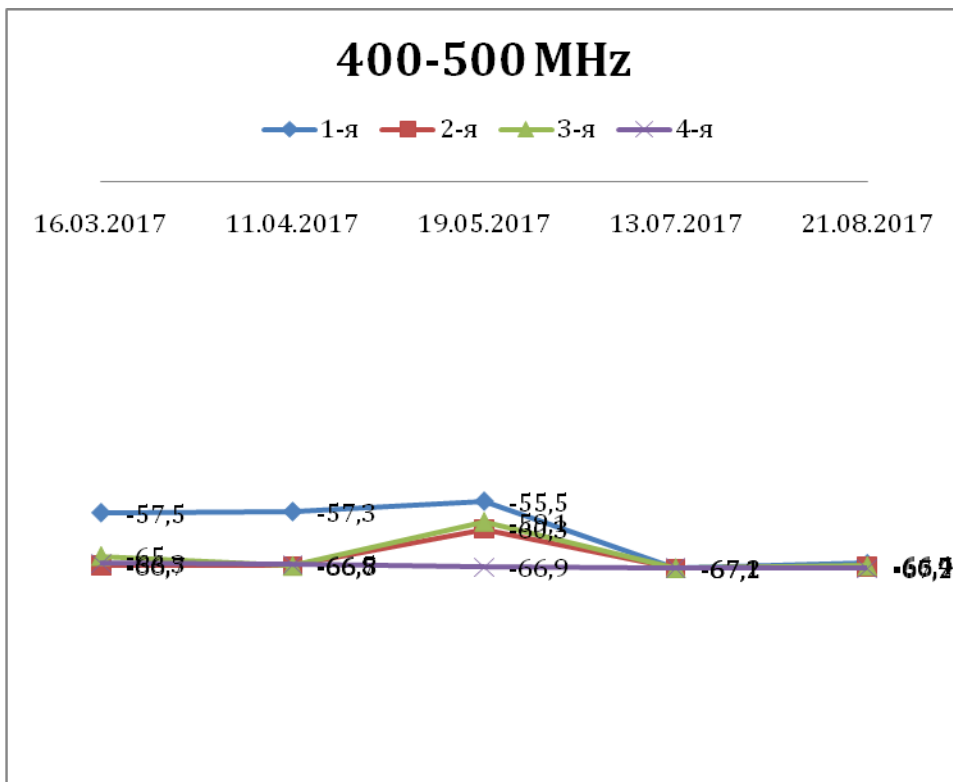
Таблиця 1 – Результати вимірювань ЧР

	16.03.2017	11.04.2017	19.05.2017	13.07.2017	21.08.2017
Давление	738	737	742	739	739
Влажность	25	34	20	32	43
Температура	5	12	15	18	21
200-300 MHz	-50,2	-46,6	-48,9	-56,3	-55,9
300-400 MHz	-58,5	-56,6	-58,9	-64,9	-52,3
400-500 MHz	-59,5	-62,4	-52,6	-65,9	-65,5
500-600 MHz	-65	-59,8	-57,5	-65,8	-67
600-700 MHz	-58,5	-62,1	-57,4	-66,9	-66,1
700-800 MHz	-61,9	-64,2	-56,8	-66,4	-65,3
800-900 MHz	-65,3	-62,9	-63,8	-68	-66,5
900-1000 MHz	-65	-66,7	-59,1	-67,1	-66,7

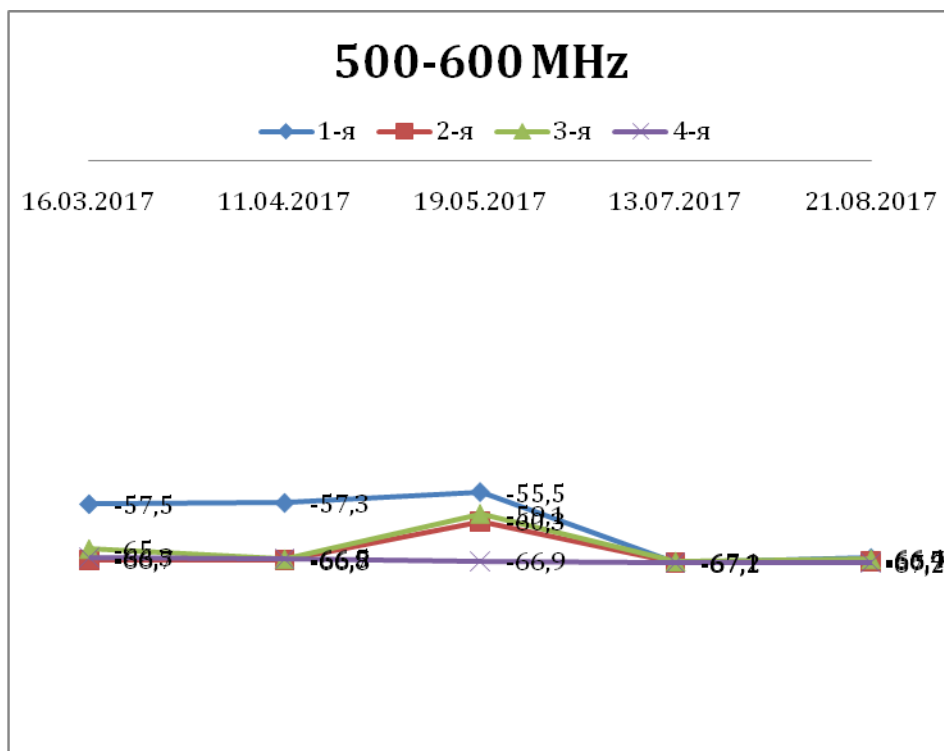
Графіки зміни максимальних значень інтенсивності часткових розрядів на діапазонах частот 300-400 МГц 400-500 МГц 500-600 МГц 600-700 МГц представленні на рис. 1 (а-г)



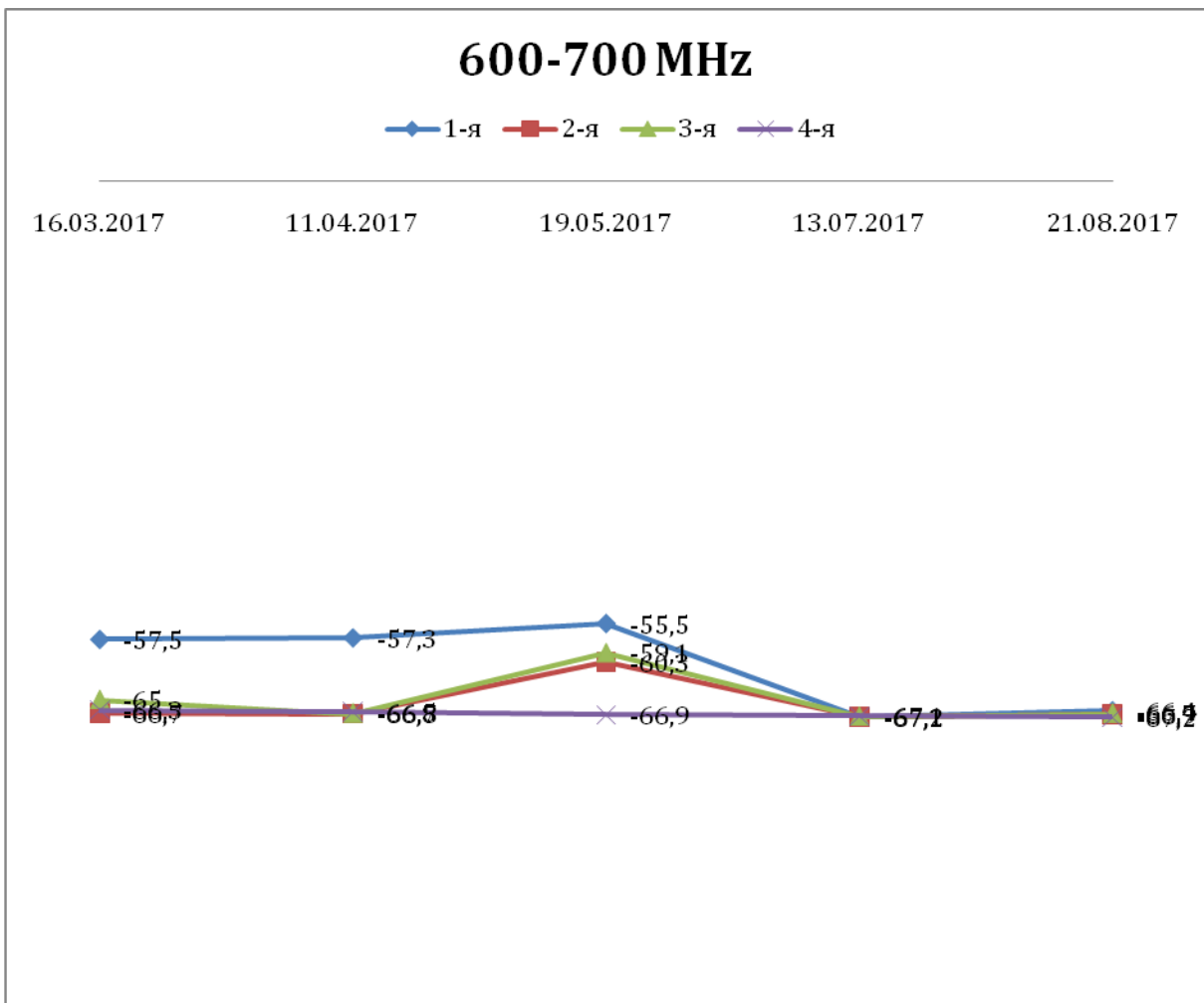
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1 – Максимальні значення інтенсивності ЧР в діапазонах:  
а) 300-400 МГц; б) 400-500 МГц; в) 500-600 МГц; г) 600-700 МГц.

**Висновки.** Аналіз отриманих результатів вимірювань показав наступне:

1. Більша частина рівнів часткових розрядів залишилась незмінною.
2. В діапазоні 300-400МГц першої точки виміру та 400-500 МГц другої точки вимірювань спостерігається незначне збільшення інтенсивності ЧР. В наслідок незначного збільшення рівнів ЧР пропонується зменшити частоту проведення вимірів з одного разу на місяць до одного разу на три місяці.

#### Перелік посилань

1. Алексеев Б. А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 216с.
2. Бардик Е.И. Нечеткие алгоритмы оценки технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования. // «Збірник наукових праць. Донецький національний технічний університет» Серія «Електротехніка і енергетика». Випуск 8(140). Донецьк – 2008.