

УДК 621.31

**Яремчук І.С., студент групи 141-21-7**

**Шегера І.П., студент групи 141-21-7**

**Науковий керівник, к.т.н., доцент кафедри електропривода, Лисенко О.Г.**

*(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)*

## **ЕКОДИЗАЙН 2 – ЕВОЛЮЦІЯ ЧИ ЕКОЛОГІЧНІ ЗАБАГАНКИ**

З 1 січня 2025 року згідно постанови кабінета міністрів України від 26 вересня 2023 р. № 1030 всі нові силові трансформатори котрі монтуються повинні бути 2 рівня екодизайну (Ecodesign 2)[1].

Сучасний ринок силових трансформаторів в Україні перебуває на етапі суттєвих змін та адаптації до нових викликів, спричинених підвищеними вимогами до енергоефективності та екологічності. Поточні економічні та екологічні умови змушують виробників переглядати традиційні підходи до проектування та виготовлення обладнання. Європейська директива 2009/125/ЄС стала стимулом для цих змін. Згідно з цими стандартами, трансформатори повинні не лише відповідати високим енергетичним вимогам, а й бути екологічно чистими, легко піддаватись переробці та мінімізувати рівень шуму[2].

За оцінками, близько 2% від загального обсягу виробленої електроенергії втрачається в розподільних трансформаторах на глобальному рівні. В Європейському Союзі ці втрати складають близько 50-60 ТВт·год на рік. Хоча трансформатори мають високу ефективність (95-99,9%) порівняно з іншими статичними чи обертовими електричними машинами, загальний вплив втрат від понад мільйона трансформаторів вимагає значних додаткових ресурсів для генерації електроенергії[3].

З огляду на значні втрати енергії у розподільних трансформаторах, на ринок ЄС були введені Правила Ecodesign (Екодизайн), що є частиною регулювання Європейської Комісії № 548/2014 (2019/1783) і реалізують директиву 2009/125/ЄС Європейського Парламенту та Ради. Однією з головних причин ухвалення цієї директиви є зростаючий акцент на енергоефективності, зменшенні споживання енергії та заходах щодо боротьби зі змінами клімату. Використання більш енергоефективних трансформаторів має сприяти значній економії енергії[4].

Оскільки Україна є державою, що підписала Угоду про асоціацію з Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії та їхніми державами-членами, вона зобов'язана привести своє законодавство у відповідність до європейських стандартів у сфері енергетики.

В рамках виконання зобов'язань за Договором про заснування Енергетичного Співтовариства Україна повинна імплементувати положення, зокрема, Регламенту Комісії (ЄС) № 548/2014 від 21 травня 2014 року, що стосується виконання вимог Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/125/ЄС щодо екодизайну для малих, середніх та великих силових трансформаторів. В Україні ця Директива була затверджена Постановою №152, що встановлює технічний регламент вимог до екодизайну для зазначених трансформаторів. Цей регламент визначає норми для втрат на холостому ходу, короткого замикання та коефіцієнта корисної дії трансформаторів [4].

Оскільки існує 2 рівня виконання, то порівняння наочне. У порівнянні з попередніми стандартами, вимоги екодизайну до значень втрат короткого замикання та холостого ходу були посилені на 3–38% та 49–73% для рівня ЕСО 1, а також на 9–56% і 54–76% для рівня ЕСО 2, залежно від потужності трансформатора та співвідношення первинної і вторинної напруги.

Технічно це досягається інженерними рішеннями на рівні:

- 1) Зменшення втрат в трансформаторі

- Використання сердечників з аморфних або нанокристалічних сплавів
  - Застосування високоякісних ізоляційних матеріалів
  - Оптимізація конструкції трансформатора
  - Забезпечення ефективного охолодження
- 2) Використання екологічно чистих матеріалів:
- заміна мінеральних оливок на біорозкладні або негорючі альтернативи;
  - використання перероблених матеріалів;
  - зменшення використання шкідливих речовин;
- 3) Зменшення шуму:
- Використання спеціальних матеріалів, таких як звукоізоляційні покриття або композитні матеріали.
- 4) Збільшення терміну служби
- використання високоякісних компонентів;
  - забезпечення належного технічного обслуговування;
  - модернізація та реконструкція старих трансформаторів.

Основні переваги:

- Зменшення впливу на навколишнє середовище;
- Підвищення енергоефективності;
- Підвищення конкурентоспроможності;

Основні недоліки:

- Збільшення первісних капітальних витрат;
- Складність проектування та виробництва;
- Необхідність додаткового навчання персоналу;
- Можливі обмеження;

Загалом, впровадження екодизайну в силових трансформаторах є важливим і необхідним кроком на шляху до сталого розвитку енергетичного сектору та забезпечення екологічної безпеки. Особливо це актуально, враховуючи, що технічні та економічні бар'єри для екодизайну постійно зменшуються, а попит на екологічно чисту продукцію зростає серед споживачів та урядів.

Зростання екологічної свідомості та посилення екологічних вимог демонструють, що екодизайн силових трансформаторів стає не тільки етичною та економічною необхідністю, але й важливим фактором конкурентоспроможності на ринку енергетичного обладнання.

Враховуючи сучасні тенденції в енергетичній галузі, можна з упевненістю стверджувати, що розвиток екодизайну для силових трансформаторів не зупиниться на досягнутих рівнях.

#### Список використаних джерел:

1. Постанова Кабінету Міністрів України . Деякі питання застосування Технічного регламенту щодо вимог до екодизайну для малих, середніх та великих силових трансформаторів у період воєнного стану в Україні. – <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1030-2023-%D0%BF#Text>
2. Директива Європейського парламенту і Ради 2009/125/ЄС. 21.09.2009 - [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011-09#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011-09#Text)
3. Електротехніка, електроніка і мікропроцесорна техніка. Херсонський Національний технічний університет. 2013 р. Електротехніка, електроніка і мікропроцесорна техніка. 35 с. <https://studfile.net/preview/5064274/page:35/>
4. Регламент комісії (ЄС) № 548/2014. 21.05.2014 - <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2014/548/oj>