

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису  
Прим. № 1  
УДК 621.314.21

ВАХОНІНА ЛАРИСА ВОЛОДИМИРІВНА

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТРИФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА РОЗПОДІЛЬЧОЇ  
ПІДСТАНЦІЇ**

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
Галузь знань 14 – Електрична інженерія  
Подається на здобуття кваліфікації магістра

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело

Вахоніна Л.В. \_\_\_\_\_

Науковий керівник: д-р техн. наук, проф.

Ставинський А.А. \_\_\_\_\_

МИКОЛАЇВ

2022

## РЕФЕРАТ

В роботі констатується необхідність комплексного енергоресурсозбереження в електроенергетиці, в першу чергу підвищення коефіцієнту корисної дії електропередач, основними елементами яких є трифазні трансформатори і реактори. Розглянуто стан розвитку, конструктивно - технологічні особливості класифікації трифазних електромагнітних систем трансформаторів і реакторів. Визначено, що втрати електропостачання належать трансформаторно – реакторному обладнанню розподільчих підстанцій кінцевих ділянок електропостачання, тобто обладнання I – III габаритів потужністю до 1000 кВ·А (кВ·Ар). Також визначено, що трансформатори і реактори, що перебувають у виробництві, містять шихтовані планарні і виті триконтурні магнітопроводи з холоднокатаної рулонної текстурованої електротехнічної сталі. Їх недоліком є підвищення на (30 – 40)% і (30 – 34)% втрат холостого ходу трансформаторів відносно питомих втрат сталі, що обумовлено зміною напрямку магнітного потоку відносно текстури в кутах і наявністю третіх гармонік магнітного потоку відповідно в планарних шихтованих і витих триконтурних магнітопроводах. В останні часи почалось промислове застосування в витих магнітопроводах створеної і кошовної наприкінці ХХ століття аморфної тонкострічкової сталі з відсутністю текстури та суттєво зниженими витратами. Однак залишилась проблема великих додаткових втрат в трифазних витих триконтурних магнітопроводах. Також відома будова трифазних трансформаторів і реакторів з комбінованими стиковими просторовими магнітопроводами, що містять виті ярма і шихтовані стрижні, на які установлені циліндричні обмоткові котушки та в яких відсутні втрати від третіх гармонік потоку. Однак в подібних магнітопроводах існують додаткові втрати в ярмах, що обумовлено текстурою рулонної сталі. В роботі пропонується, з метою енергозбереження та зниження трудоемкості виробництва, заміна в стикових просторових магнітопроводах шихтованих стрижнів на спіральні навиті при застосуванні аморфної сталі. На основі використання методу оптимізаційних цільових функцій з безрозмірними показниками технічного рівня і відносними керованими змінними визначена ідентичність таких функцій і ідентичність

оптимальних геометричних співвідношень однакових структур і конструкцій активної частини трансформаторів і реакторів.

В зв'язку з цим зроблений висновок про доцільність і пропозиція організації виробництва на основі ідентичних стикових просторових магнітопроводів трансформаторів і реакторів з витими уніфікованими ярами і стрижнями з аморфної сталі. Наведені в роботі пропозиції надають можливість, на додаток до енергозбереження, отримання значного техніко – економічного ефекту при виробництві трансформаторів і реакторів I – II габаритів, які є виробами масового випуску.

## ABSTRACT

The work states the need for comprehensive energy resource conservation electricity, primarily increasing the efficiency power transmission, the main elements of which are three-phase transformers and reactors. The state of development, structural and technological features of the classification are considered three-phase electromagnetic systems of transformers and reactors. It was determined that power supply losses belong to the transformer-reactor equipment distribution substations of the final sections of electricity supply, i.e. equipment I - III dimensions with capacity up to 1000 kVA (kVAp). It is also determined that transformers and reactors in production contain charged planar and twisted three-circuit magnetic conductors from cold-rolled coils textured electrical steel. Their disadvantage is an increase of (30 – 40)% and (30 – 34)% of transformer idle losses relative to the specific losses of steel, which due to the change in the direction of the magnetic flux relative to the texture in the corners and by the presence of third harmonics of the magnetic flux, respectively, in planar charged and twisted three-loop magnetic circuits. In recent times, industrialization has begun application in twisted magnetic conductors created and expensive at the end of the 20th century century of amorphous thin-strip steel with no texture and significantly reduced costs. However, the problem of large additional losses remained three-phase twisted three-loop magnetic circuits. The three-phase structure is also known transformers and reactors with combined joint space magnetic conductors containing twisted yokes and charged rods on which they are installed cylindrical winding coils and in which there are no losses from third harmonics flow. However, in such magnetic circuits there are additional losses in the yokes, which due to the texture of the rolled steel. In the work it is proposed, with the purpose energy saving and reduction of labor intensity of production, replacement in contact spatial magnetic conductors of charged rods on spirally wound at applications of amorphous steel. Based on the use of the optimization method target functions with dimensionless indicators of technical level and relative controlled variables determine the identity of such functions and the identity of optimal geometric ratios of the same structures and

structures active part of transformers and reactors. In connection with this, a conclusion was made about the expediency and proposal of the organization produced on the basis of identical contact spatial magnetic conductors transformers and reactors with twisted unified yokes and rods with amorphous steel. The proposals presented in the work provide an opportunity, in addition to energy saving, obtaining a significant technical and economic effect at production of transformers and reactors I - II dimensions, which are mass products release