**Козлов Володимир Володимирович. Підвищення ефективності примусового охолодження високовольтних масляних трансформаторів: дис... канд. техн. наук: 05.09.01 / Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т". - Х., 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Козлов В.В. Підвищення ефективності примусового охолодження високовольтних масляних трансформаторів.** - Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.01 - електричні машини і апарати. - Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, 2004.  Дисертація присвячена підвищенню ефективності охолодження обмоток силових трансформаторів з примусовою циркуляцією масла шляхом математичного моделювання на основі методу кінцевих елементів, неоднорідності структури матеріалу та конструкції елементів, складної форми охолоджуючих каналів. Вибір певних допущень дозволив розробити математичні моделі, які з достатньою для інженерних розрахунків точністю, описують теплові процеси в обмотках трансформатора.  Основні результати роботи, які одержані у вигляді рекомендацій та методів розрахунку максимальної температури циліндричних і дискових обмоток силових трансформаторів, реалізовані у вигляді комп'ютерних програм. Використання запропонованих моделей дозволяє визначити максимальну температуру обмотки, що необхідно згідно з рекомендаціями МЕК при розрахунку навантажувальної здібності трансформатора. Проведено дослідження при різних умовах охолодження, розмірах каналів і розподілах втрат у обмотках. Сформульовано практичні рекомендації з вибору оптимальних розмірів охолоджуючих каналів. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі знайшла подальший розвиток та обґрунтування стосовно до високовольтних трансформаторів з примусовим масляним охолодженням методика розрахунку температурних полів, заснована на спільному розв'язанні рівнянь теплопровідності, енергії і руху при сполучених граничних умовах за допомогою метода кінцевих елементів, що дозволяє підвищити ефективність охолодження циліндричних і дискових обмоток на основі аналізу впливу геометричних та теплофізичних параметрів на максимальну температуру обмотки, з урахуванням складної форми охолоджуючих каналів, розподілу додаткових втрат та наявності конвекційного теплообміну.   1. Існуючі методики аналізу ефективності примусового охолодження обмоток високовольтних масляних трансформаторів з примусовим охолодженням мають суттєві недоліки. Значна частина їх базується на експериментальних дослідженнях тепловіддачі обмоток трансформаторів, що потребує великих затрат коштів та часу. Моделювання за допомогою електричної аналогії потребує використання значної кількості елементів, що призводить до великих затрат часу на їх настройку. Застосовність результатів таких досліджень обмежена. Методи математичного моделювання дають можливість вирішити задачу інтенсифікації примусового охолодження достатньо повно та достовірно. Підвищення точності розрахунку максимальної температури обмоток дозволяє:   при проектуванні високовольтних трансформаторів збільшити ефективність охолодження, шляхом оптимізації геометричних розмірів каналів, дистанційних рійок та обмоток;  у процесі експлуатації відслідковувати на підставі інформації про реальні умови роботи процеси старіння ізоляції (а, отже, оцінювати фактичний термін служби трансформатора до ремонту).   1. Вибір і обґрунтування спрощуючих допущень дозволили створити математичні моделі, що з достатньою точністю описують теплові процеси в обмотках високовольтних масляних трансформаторів с примусовим охолодженням. 2. Розроблено і реалізовано у вигляді комп'ютерних програм методику розрахунку розподілу температури в циліндричних обмотках високовольтних трансформаторів, а саме:   Розроблено математичну модель теплообміну у вертикальних охолоджуючих каналах. На відміну від існуючих у розробленій моделі межа теплового межового шару визначається виходячи із енергетичних міркувань.  Розроблено методику розрахунку максимальної температури циліндричних обмоток високовольтних трансформаторів с примусовим охолодженням при наявності несиметричних умов. При цьому враховується як асиметрія за рахунок різних умов охолодження (різні швидкості протікання масла та різні геометричні розміри внутрішніх та зовнішніх вертикальних охолоджуючих каналів), так і за рахунок нерівномірності розподілу додаткових втрат в обмотці.  Порівняння результатів розрахунків з експериментальними показує, що похибка методики складає 5-9 %.   1. За допомогою розробленої методики проведено аналіз впливу розмірів вертикальних охолоджуючих каналів та дистанційних рейок на умови охолодження циліндричних обмоток, вироблені практичні рекомендації з оптимізації їх величин. Дослідження показали, що збільшення ширини вертикальних охолоджуючих каналів більш ніж 0.006...0.008 м недоцільно, так як при незмінній середній масовій швидкості масла призводить до збільшення теплового межового шару та погіршення умов охолодження. 2. Розроблено методики розрахунку розподілу температури в дискових обмотках, а саме:   Розглянуто причини появи наскрізної течії масла в горизонтальних каналах при наявності асиметрії умов охолодження та вплив цієї течії на процеси теплообміну.  З метою спрощення обліку конвекційного теплопереносу запропоновано використовувати поняття еквівалентної питомої теплопровідності.  Порівняння результатів розрахунків з експериментальними показує, що похибка для роздільної методики складає 7-8%, а для спрощеної методики - 8-10 %.  Застосування запропонованих методик та існуючих програм розрахунку методом кінцевих елементів, пристосованих для розрахунку температурних полів, дозволило проаналізувати вплив розмірів горизонтальних каналів на умови охолодження дискових обмоток у стаціонарному режимі. Дослідження показали, що оптимальна з умов охолодження висота горизонтальних каналів складає 10% від радіального розміру обмотки.  6. Основні результати роботи, отримані у вигляді рекомендацій і методик розрахунку максимальної температури циліндричних і дискових обмоток високовольтних трансформаторів з примусовим охолодженням, реалізовані у вигляді комп'ютерних програм. Вони можуть використовуватися для оптимізації охолодження і при складанні програми комплексної системи машинного проектування при розробці нових трансформаторів. Використання запропонованих моделей дозволяє підвищити точність обчислення максимальної температури обмоток, що необхідно відповідно до рекомендацій МЕК при розрахунках навантажувальної здібності трансформатора. Результати дисертаційної роботи можуть бути використані для аналізу теплообміну та розрахунку максимальних температур обмоток високовольтних трансформаторів с примусовим охолодженням с метою оцінки фактичного зносу ізоляції.  7. Основні результати дисертаційної роботи найшли практичне використання при розробці системи автоматичного розрахунку високовольтних трансформаторів з примусовим охолодженням у ВАТ "Запоріжтрансформатор", використовуються у навчальному процесі на кафедрі електричних машин Запорізького національного технічного університету при підготовці фахівців за спеціальністю "Електричні машини та апарати" у дисциплінах "Електричні машини", "Проектування електричних машин", "САПР електричних машин". | |