

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ ТА СИСТЕМИ

УДК 621.365.51

DOI: <https://doi.org/10.15407/publishing2022.62.005>**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КОМПЛЕКСНОЇ ЕЛЕКТРОТЕРМООБРОБКИ АЛЮМІНІЄВОЇ ЖИЛИ СИЛОВОГО КАБЕЛЮ**

А.А.Щерба^{1*}, чл.-кор. НАН України, **О.Д.Подольцев**^{1**}, докт. техн. наук, **В.В.Золотарьов**^{2***}, канд. техн. наук, **Р.В. Білянін**^{2****}, канд. техн. наук, **М.А. Кулик**^{2*****}

¹ – Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна

² – ПАТ "ЗАВОД ПІВДЕНКАБЕЛЬ",
вул. Автогенна, 7, м. Харків, 61099, Україна
e-mail: podol@ied.org.ua

У роботі за допомогою методу скінченних елементів розроблено тривимірну комп'ютерну модель процесів електротермообробки алюмінієвої жили силового кабелю в електропечі та термостати і визначено закономірності зміння температурного поля в такій жилі за різних режимів реалізації процесів так званого "відпалювання", тобто відновлення в ній необхідних електротехнічних властивостей, зокрема підвищення питомої електропровідності та пластичності. Розрахунки на розробленій математичній моделі та отримані закономірності узгоджуються з результатами практичного вимірювання електропровідності та пластичності експериментальних зразків алюмінієвих жил кабелів, які виготовляє ПАТ "ЗАВОД ПІВДЕНКАБЕЛЬ" (м. Харків). Проте аналіз закономірностей зміння температурного поля в об'ємі алюмінієвих жил кабелів за їхнього безперервного електронагрівання до необхідних температур як зовнішніх, так і внутрішніх шарів жили, намотаної на барабан, показав, що різниця їхніх температур може перевищувати 50⁰ С. Така неоднорідність температурного поля жили та тривале перегрівання її зовнішніх шарів призводить до недопустимих втрат електроенергії і зменшує позитивний результат процесів такої термообробки жили, зокрема щодо підвищення її електропровідності. Для зменшення втрат електроенергії та неоднорідності температурного поля в алюмінієвій жилі в роботі обґрунтовано необхідність скорочення тривалості електронагріву алюмінієвої жили після досягнення в її верхніх шарах значення температури, необхідного для відпалювання, і переміщення барабана з такою жилою в термостат без електронагрівальних елементів. У такому термостаті температура зовнішніх шарів буде зменшуватись, а внутрішніх – продовжувати збільшуватись. У роботі показано, що за деякий час (≈ 60 хв.) розподіл температури в жилі стане практично однорідним, а загальні втрати електроенергії та неоднорідність температурного поля в об'ємі жили стануть меншими. За результатами проведених розрахунків розроблено рекомендації щодо вибору доцільних режимів термообробки алюмінієвих жил, намотаних на барабан, за допустимих енергозатрат і перегрівів верхніх шарів жили. Бібл. 7, рис. 4.

Ключові слова: електротермообробка, електропіч, силовий кабель, алюмінієва струмопровідна жила, затрати електроенергії, температурне поле, неоднорідність.

Надійність і безпека систем постачання електроенергії від електростанцій і підстанцій до мегаполісів, промислових комплексів, шахт, метрополітенів, залізниць, міст, селищ та інших енергонасичених регіонів України суттєво підвищується в разі впровадження сучасних силових кабелів і самоутримних провідників (СП), що використовують структурномодифіковану, так звану зшиту поліетиленову (ЗПЕ) ізоляцію, яка має вищі експлуатаційні характеристики (зокрема тривалу термостійкість, діелектричні втрати та екологічність), ніж паперово-масляна та інші відомі ізоляції [1–3]. Силові кабелі зі ЗПЕ ізоляцією можна прокладати різними способами – безпосередньо в землі та в спеціальних траншеях із додатковими засобами

© Щерба А.А., Подольцев О.Д., Золотарьов В.В., Білянін Р.В., Кулик М.А., 2022

ORCID ID: *<https://orcid.org/0000-0002-0200-369X>, **<https://orcid.org/0000-0002-9029-9397>,

<https://orcid.org/0000-0003-0928-011X>, *<https://orcid.org/0000-0003-3781-6233>,

*****<https://orcid.org/0000-0003-1209-3884>



зниження створюваного кабелями магнітного поля для захисту людей і довкілля відповідно до сучасних вимог екологічної безпеки [4, 5]. Використання СП у повітряних лініях електропередачі (ЛЕП) унеможливує виникнення аварійних коротких замикань і зледеніння проводів та захищає людей від ураження струмом навіть у разі стихійних порушень ЛЕП [6].

Необхідність використання твердої ЗПЕ ізоляції в силових кабелях на всі рівні напруги та у повітряних ЛЕП підтверджено їхньою більш високою безпекою та стійкістю до різних стихійних і форс мажорних впливів в умовах сучасного військового стану в усіх містах і регіонах України порівняно із застарілою кабельно-провідниковою продукцією (КПП). Тому навіть у такі важкі часи (особливо для жителів м. Харкова) завод "Південкабель", хоч і з великими труднощами, але продовжує поставляти інноваційну силову КПП зі ЗПЕ ізоляцією для відновлення безперервної роботи пошкоджених вітчизняних систем електропостачання.

Зважаючи на значне збільшення об'єму силових КПП зі ЗПЕ ізоляцією, в якій здебільшого використовують алюмінієву багатопровідну жилу, яку під час виготовлення КПП необхідно піддавати термообробці для реалізації процесів так званого "відпалювання", зростає актуальність вирішення проблеми зменшення питомих електроенергозатрат для реалізації цих процесів. Згідно з технологією відпалювання весь об'єм алюмінієвої жили необхідно нагріти до температури вище критичного значення і витримати його певний час за цієї температури, а потім всю жилу повільно охолоджувати для збереження її структури, близької до рівноважного стану [6]. Для алюмінієвої жили силового кабелю критична температура процесів відпалювання становить близько 400°C , а їхня реалізація дає змогу покращити електротехнічні характеристики алюмінієвої жили, зокрема підвищити її питому електропровідність і пластичність (тобто гнучкість), що важливо в разі виконання монтажних робіт з КПП.

Існує декілька способів нагрівання алюмінієвої жили силових кабелів до необхідної температури, зокрема використання електротехнічних установок кондукційної та індукційної термообробки металевих виробів та електричної печі, нагрівальними елементами в якій є так звані електротени, та іншого електротермічного обладнання. Такий підхід, як найпростіший, використовувався в цій роботі, в якій досліджувались можливості зменшення електроенергетичних витрат та неоднорідності нагріву всього об'єму жили для подальшого її використання на ПАТ "ЗАВОД ПІВДЕНКАБЕЛЬ" (м. Харків) у разі промислового виготовлення сучасної КПП зі ЗПЕ ізоляцією.

Для реалізації технологічного процесу відпалювання алюмінієвої жили (загальною вагою до 2600 кг) великої довжини в електропечі із тенами її попередньо намотують на металевий барабан (діаметром до 2 м). Під час нагрівання такого барабана з намотаною алюмінієвою жилою перш за все треба вирішити завдання рівномірного нагрівання всього об'єму алюмінієвої жили до заданої температури відпалювання $T_B = 400^{\circ}\text{C}$, а потім – завдання здійснення тривалої витримки саме за цієї температури всього об'єму жили та подальшого повільного його охолодження. Для реалізації всіх цих завдань, що мають велику практичну значущість, у роботі використовувались методи комп'ютерного моделювання на основі чисельного методу скінченних елементів.

Метою цієї роботи є розробка комп'ютерної електротеплової моделі для дослідження технологічного процесу нагрівання та охолодження металевих барабанів з намотаною алюмінієвою жилою, реалізації режимів її відпалювання та розробка рекомендацій щодо зменшення електроенергозатрат на реалізацію цих режимів та неоднорідності температурного поля в об'ємі жили.

Постановка електротеплової задачі під час реалізації технологічного процесу відпалювання алюмінієвої жили силового кабелю, намотаної на металевий барабан. Для відпалювання алюмінієвої жили силового кабелю бажано реалізувати цей процес саме за температури відпалювання вибраного матеріалу жили (алюмінію) і здійснити його за найменшої неоднорідності розподілу температури об'ємом жили.

Конструкція електричної печі, яка використовується для відпалювання алюмінієвих жил силової КПП і досліджується в цій роботі, показана на рис. 1.

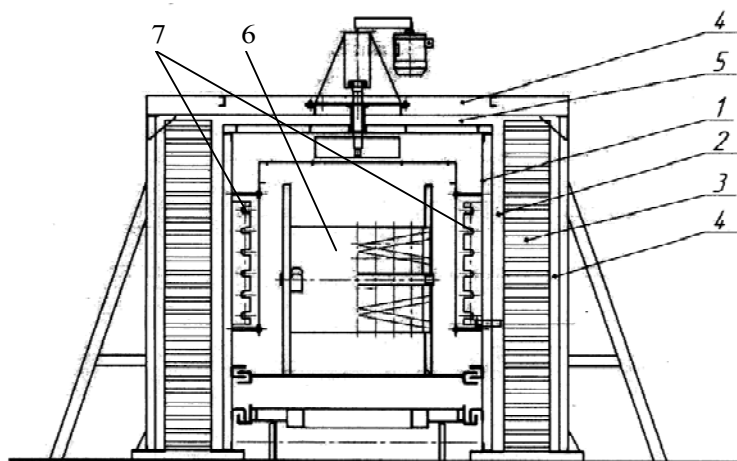


Рис. 1

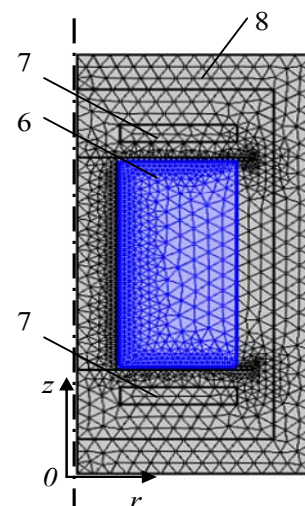


Рис. 2

Ця електропіч має активну зону, яка відокремлена від зовнішнього середовища листами із нержавіючої жароміцної сталі 1 та зовнішньою багатошаровою тепловою ізоляцією, яка містить шари керамоволокна 2, шамотної цегли 3, базальтової вати 4 та модуль із керамоволокна 5. Наявність такої складної конструкції ізоляції дає змогу значно зменшити втрати енергії під час електронагрівання алюмінієвих жил силової КПП.

У внутрішній робочій зоні електропечі розміщено барабан із намотаною алюмінієвою жилою, а на бокових стінках печі розміщено електронагрівальні елементи – електротени, які здійснюють нагрівання робочої зони та барабана з жилою.

Ураховуючи наявність циліндричної симетрії в конструкції барабана з жилою, електротеплова задача вирішувалась у двовимірній постановці в циліндричній системі координат, зв'язаній з конструкцією барабана. Водночас припускалося, що електрична піч також має форму циліндра з внутрішнім об'ємом, який дорівнює об'єму існуючої печі, що має форму прямокутника. Розрахункову область теплової задачі за такого припущення та розрахункову сітку, побудовану графічними засобами пакета програм Comsol [7], показано на рис. 2.

На рисунку зображено в перерізі металевий барабан із намотаною жилою 6, два електричних нагрівальних елементи – електротени 7 і зовнішній теплоізоляційний каркас 8, виконаний з однорідного матеріалу з ефективними тепловими характеристиками – $C_{p,eff}$, ρ_{eff} , λ_{eff} , які дають змогу інтегрально враховувати теплоізолюючі властивості багатошарової ізоляції.

Нестационарна теплова задача описується таким тепловим рівнянням:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot \lambda \nabla T + q,$$

де ρ , C_p , λ – відповідно густина, питома теплоємність та теплопровідність матеріалу, що знаходиться у відповідній області, q – питома електрична потужність, що виділяється в області, де розміщені тени, та має нульове значення в усіх інших областях.

Граничними задавалися умова симетрії на осі симетрії Oz (рис. 2) та умова передавання теплоти із зовнішньої поверхні до навколишнього середовища у вигляді:

$$-\lambda \partial T / \partial n = k(T - T_0),$$

де $k=10$ Вт/(м²К) – коефіцієнт тепловіддачі з поверхні; $T_0=20^0$ С – температура навколишнього середовища, а \mathbf{n} – вектор зовнішньої нормалі до поверхні. Початковим задавалося значення температури в усіх областях $T = T_0$. Для чисельного розрахунку наведеної теплової задачі використовувався метод скінченних елементів, реалізований в пакеті програм Comsol [7].

Аналіз результатів розрахунку. У роботі використовувались такі дані для проведення необхідних розрахунків: діаметр сталевого барабана – 1,8 м, висота – 1,24 м, загальна потужність двох нагрівальних елементів – 180 кВт, загальний час протікання процесу нагрівання жили – $t_n = 20000$ с.

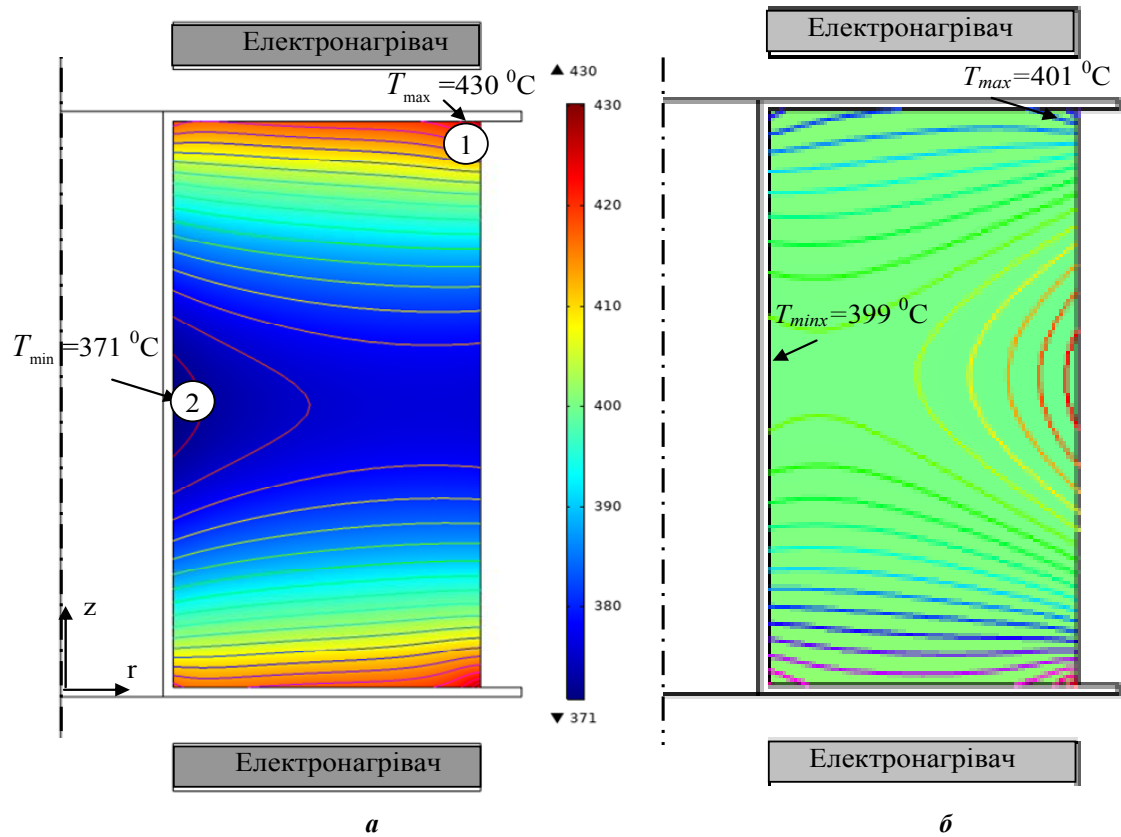


Рис. 3

На рис. 3 *a* показано розподіл температури в перерізі барабана з алюмінієвою жилою в кінці режиму нагрівання (момент часу t_n), а на рис. 3 *б* – у режимі термостата (момент часу t_k). На цьому рисунку також показано точку 1 із максимальною і точку 2 – з мінімальною в перерізі температурою. За результатами наведених розрахунків отримано неоднорідне розподілення температури об'ємом жили (її поверхневі шари, розташовані поблизу електронагрівальних тенів, мали більш високу температуру).

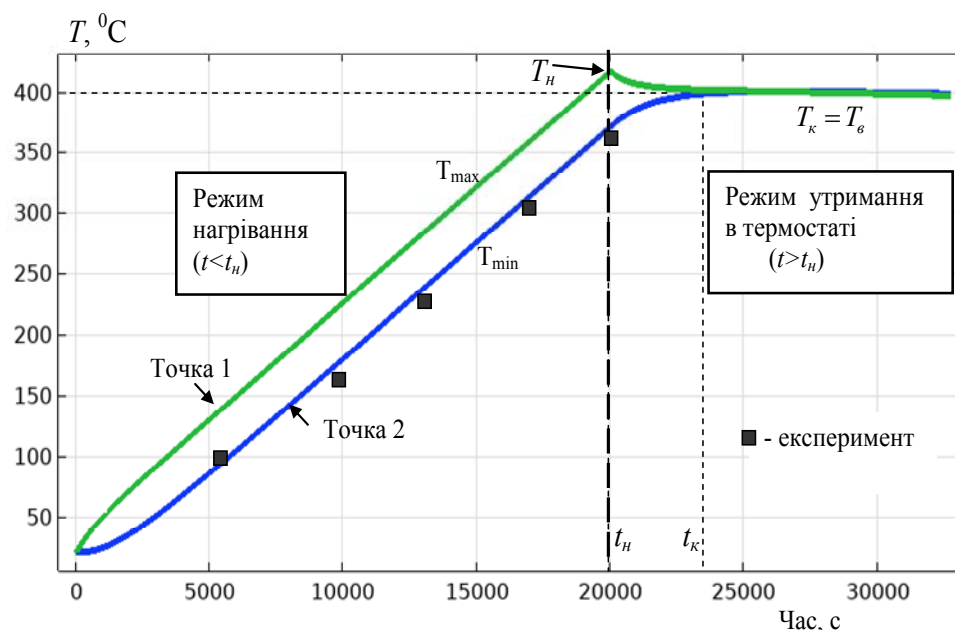


Рис. 4

Для кількісної оцінки отриманої неоднорідності використовувалася величина $\Delta T = T_{max} - T_{min} = 430 - 371 = 59^\circ\text{C}$.

На рис. 4 показано динаміку змінення в часі температури жили в точках 1 і 2 протягом усього процесу нагрівання за $0 \leq t \leq t_n$. Згідно з розрахунками, величина ΔT

мала приблизно однакове значення протягом усього терміну нагрівання, а кінцева максимальна температура жили в момент часу t_n становила $T_n = 430^{\circ}\text{C}$. На цьому рисунку також наведено експериментальні дані, підтверджені на експериментальному зразку електропечі, який зараз проходить тривале випробування в технологічних лініях ПАТ "ЗАВОД ПІВДЕНКА-БЕЛЬ". Експериментальні значення показників датчика температури, розташованого в точці 2 на рис. 3, досить точно (відхилення не більше 3 %) співпадали з результатами розрахунків.

Проте для реалізації процесу відпалювання жили необхідно отримувати досить однорідний розподіл температури об'ємом жили (з температурними розбіжностями $2\div 5^{\circ}\text{C}$). Розрахункові та експериментальні результати досліджень показали, що отримати такий досить однорідний розподіл температури в усьому об'ємі жили в режимі безперервного її нагрівання неможливо. У такому режимі різниця температури верхніх і нижніх шарів алюмінієвої жили на барабані може бути більшою 50°C . Тому було запропоновано перейти до іншої технології її електротеплового нагріву. Нова технологія передбачає відключення нагрівання всієї жили раніше, ніж її нижні шари на барабані будуть нагріті до температури відпалювання алюмінію, та подальше перенесення металевого барабана з намотаною алюмінієвою жилою в спеціальний термостат без електронагрівальних елементів.

Результати змінення температури в разі такої двоступеневої технології термообробки алюмінієвої жили наведено на рис. 4 для діапазону часу $t > t_n$, де t – загальна тривалість двоступеневої термообробки жили, а t_n – тривалість першої стадії термообробки із включеними електротенами. Як видно з наведених результатів, у режимі двоступеневої термообробки алюмінієвої жили приблизно через $t_k = 3000$ секунд різниця температур між верхніми й нижніми шарами алюмінієвої жили, як показано на рис. 3 б, характеризується величиною $\Delta T = T_{max} - T_{min} = 2^{\circ}\text{C}$. Такий досить однорідний розподіл температури об'ємом жили утворюється за рахунок процесу швидкої теплопередачі внаслідок високої теплопровідності алюмінію. Як видно з рис. 4, кінцеве значення температури T_k досягає $T_k = 400^{\circ}\text{C}$ і на нижніх шарах жили за досить рівномірного її розподілу всім об'ємом алюмінію. З часом така температура повільно зменшується залежно від якості термостату.

Для реалізації високоякісного відпалювання жили кінцеву температуру T_k необхідно вибирати з урахуванням якості термостату, об'єму алюмінієвої жили, кількості шарів на металевому барабані та інших характеристик. Водночас значення цієї температури повинно дорівнювати саме заданій температурі відпалювання T_g . Проте зрозуміло, що необхідно реалізувати саме двостадійний режим, що передбачає нагрівання та утримання барабана з жилою в термостаті за кінцевого значення температури жили, близького до температури відпалювання.

Особливістю реалізації вказаної технології в конкретних умовах є те, що вимірювати значення температури відпалювання T_k у процесі нагрівання складно, але це можна робити за допомогою комп'ютерного моделювання.

На практиці для реалізації умови $T_k = T_g$ можна керувати часом нагрівання жили t_k . Отже, під час реалізації процесу відпалювання жили в конкретній електричній печі необхідно вирішувати задачу вибору такого часу нагрівання жили t_k , за якого після переходу в режим термостату кінцева рівномірно розподілена температура буде дорівнювати заданій температурі відпалювання $T_g = 400^{\circ}\text{C}$ (для алюмінію). На практиці перед розміщенням барабана в печі припустимо встановити датчик температури в точці 1 на рис. 3 а. Тоді з результатів проведених розрахунків, наведених на рис. 4, можна визначати, що процес нагрівання необхідно проводити до моменту часу, коли температура в цій точці досягне саме значення 430°C , тобто буде в $430/400 = 1,08$ раз перевищувати необхідну температуру відпалювання T_g . Якщо після цього барабан переводити в термостат, то з даних рис. 4 можна отримати, що в кінцевий момент часу t_k , коли розподіл температури стане однорідним, а на нижніх шарах жили буде отримана температура відпалювання $T_k = T_g = 400^{\circ}\text{C}$. Для даного випадку цей мо-

мент часу буде через $t_k = 23000$ с.

Слід зазначити, що результати на рис. 4 залежать від конкретних розмірів барабана, маси алюмінієвої жили, що відпалюється, та характеристик печі (розміри, ефективність теплоізоляції та потужність нагрівальних елементів). Тому для кожного конкретного випадку можуть бути побудовані графічні залежності, аналогічні тим, які показано на рис. 4, і використання яких дасть змогу в кожному випадку визначити важливий технологічний параметр – необхідний час протікання процесу нагрівання барабана в електропечі – величину t_k .

Висновки. На основі методу скінченних елементів розроблено комп'ютерну модель технологічного процесу термообробки в електропечі алюмінієвої жили силового кабелю на етапі її виготовлення з метою реалізації необхідних процесів відпалювання. Проведено розрахунки змінення в часі температури всього об'єму жили під час її електронагрівання та показано узгодженість результатів цих розрахунків із результатами вимірювання в експериментальному зразку такої електропечі, що використовується в технологічних лініях промислового виготовлення КПП на напругу до 400 кВ на ПАТ "ЗАВОД ПІВДЕНКАБЕЛЬ".

У роботі показано, що розподіл температури в алюмінієвій жилі, намотаній на барабан, у разі використання лише процесів її електронагрівання є неоднорідним. Різниця температур в жилі може бути більшою 50^0 С, що є недопустимим.

Для необхідного зменшення неоднорідності температурного поля в об'ємі жили було запропоновано реалізовувати двостадійну технологію термообробки, яка передбачає відключення нагрівання всієї жили раніше, ніж її нижні шари на барабані будуть нагріті до температури відпалювання алюмінію, та подальше перенесення металевого барабана з алюмінієвою жилою в термостат без електронагрівальних елементів.

У роботі обґрунтовано, що під час використання двостадійної технології нагрівання алюмінієвої жили, намотаної на металевий барабан, завдяки процесам високої теплопровідності матеріалу жили через 3000 с її витримки в термостаті значення температури її нижніх шарів досягне необхідної температури відпалювання алюмінію, а неоднорідність розподілу температури в об'ємі жили не буде перевищувати 2^0 С.

За результатами проведених досліджень розроблено методики та технічні рекомендації щодо розрахунку головних параметрів двостадійної технології відпалювання алюмінієвої жили, намотаної на металевий барабан: тривалостей її активної термообробки в електропечі з тенами та пасивної термообробки в термостаті за умови, що температура всіх шарів алюмінієвої жили досягне значень, достатніх для реалізації процесів її відпалювання.

Фінансується за держбюджетною темою «Розвиток теорії регулювання параметрів високочастотних напівпровідникових перетворювачів та електротехнічних систем керованої інтенсифікації енергетичних і технологічних процесів» (шифр «Режим-1»), що виконується за Постановою Президії від. 22.12.2021 р., протокол № 419. Державний реєстраційний номер 0122U001494. КПКВК 6541230.

1. Peschke E., Olshausen R. Cable Systems for High and Extra-High Voltage. MCD Verlag. 1999. 296 p.
2. Шидловский А.К., Щерба А.А., Золотарев В.М., Подольцев А.Д., Кучерявая И.Н. Кабели с полимерной изоляцией. К.: Ин-т электродинамики НАН Украины, 2013. 550 с.
3. Ametani A., Xue H., Ohno T., Khalilhezahad H. Electromagnetic Transient in Large HV Cable Networks. The Institute of Engineering Technology. 2022. 571 p. DOI: <https://doi.org/10.1049/PBPO204E>
4. Machado V.M. Magnetic field mitigation shielding of underground power cables *IEEE Transactions on Magnetics*. 2012. Vol. 48. No 2. Pp. 707–710. DOI: <https://doi.org/10.1109/TMAG.2011.2174775>
5. Щерба А.А., Подольцев А.Д., Кучерявая И.Н. Магнитное поле подземной кабельной линии 330 кВ и способы его уменьшения. *Техн. електродинаміка* 2019. № 5. С. 3–9. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2019.05.003>
6. Мохорт А.В., Чумак М.Г. Термічна обробка металів. К.: Либідь, 2002. 512 с.
7. <https://www.comsol.com>

MATHEMATICAL MODELING AND REGULATION OF PROCESSES OF COMPLEX ELECTRO-HEAT TREATMENT OF ALUMINUM CORE OF POWER CABLE

A.A. Shcherba¹, O.D. Podoltsev¹, V.V. Zolotaryov², R.V. Belyanin², M.A. Kulyk²

¹ – Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine,
pr. Peremohy, 56, Kyiv, 03057, Ukraine,
e-mail: podol@ied.org.ua

² – YUZH CABLE WORKS, PJSC,
Avtogenna str., 7, Kharkiv, 61099, Ukraine

In the paper, a three-dimensional computer model of the processes of electrothermal treatment of an aluminum core of a power cable in an electric furnace and a thermostat was developed using the finite element method. The patterns of changes in the temperature field in such a core were determined under different modes of implementation of the so-called "annealing" processes, that is, the restoration of the necessary electrical properties in it, in particular, an increase in specific electrical conductivity and plasticity. Calculations based on the developed mathematical model and the obtained regularities are consistent with the results of practical electrical conductivity measurements and plasticity of experimental samples of aluminum cores of cables manufactured by YUZH CABLE WORKS, PJSC, Kharkiv. However, the analysis of the patterns of changes in the temperature field in the volume of aluminum cores of cables during their continuous electric heating to the required temperatures of both the outer and inner layers of the core wound on a spool showed that the difference in their temperatures could exceed 50 °C. Such nonuniformity of the temperature field of the core and long-term overheating of its outer layers leads to unacceptable electricity losses. It reduces the positive result of the processes of such heat treatment of the core, particularly regarding the increase of its electrical conductivity. It is substantiated to reduce the loss of electricity and the nonuniformity of the temperature field in the aluminum core. It is necessary to reduce the duration of electric heating of the aluminum core to the temperature of its upper layers, necessary for annealing, and then move the drum with such a core to a thermostat without electronic heating elements. In such a thermostat, the temperature of the outer layers will decrease, and the temperature of the inner layers will continue to increase. The work shows that after some time (≈ 60 min), the temperature distribution in the core will become almost uniform, and the total losses of electricity and the nonuniformity of the temperature field in the volume of the core will become smaller. Based on the results of the calculations, recommendations were developed for selecting appropriate modes of heat treatment of aluminum cores wound on a spool, with acceptable energy consumption and overheating of the upper layers of the core. Ref. 7, fig. 4.

Keywords: electrothermal treatment, electric furnace, power cable, aluminum conductor, electricity consumption, temperature field, nonuniformity.

1. Peschke E., Olshausen R. Cable Systems for High and Extra-High Voltage. MCD Verlag. 1999. 296 p.
2. Shidlovskii A.K., Shcherba A.A., Zolotarev V.M., Podoltsev A.D., Kucheriava I.M. Extra-high voltage cables with polymer insulation. Kyiv: Institute of Electrodynamics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2013. 550 p. (Rus)
3. Ametani A., Xue H., Ohno T., Khalilhezahad H. Electromagnetic Transient in Large HV Cable Networks. The Institute of Engineering Technology. 2022. 571 p. DOI: <https://doi.org/10.1049/PBPO204E>
4. Machado V.M. Magnetic field mitigation shielding of underground power cables *IEEE Transactions on Magnetics*. 2012. Vol. 48. No 2. Pp. 707–710. DOI: <https://doi.org/10.1109/TMAG.2011.2174775>
5. Shcherba A.A., Podoltsev O.D., Kucheriava I.M. The magnetic field of underground 330 kV cable line and ways for its reduction. *Tekhnichna Elektrodynamika*. 2019. No 5. Pp. 3–9. (Rus) DOI: <https://doi.org/10.15407/techmed2019.05.003>
6. Mohort A.V., Chumak M.G. Heat treatment of metals. Kyiv: Lybid, 2002. 512 p.(Ukr)
7. <https://www.comsol.com>

Надійшла: 04.08.2022

Прийнята: 19.08.2022

Submitted: 04.08.2022

Accepted: 19.08.2022