

Invenția se referă la diagnosticarea echipamentului energetic și poate fi utilizată pentru detectarea rupturilor tijelor de armătură ale pilonilor din beton armat ai liniilor electrice.

Este cunoscută o metodă de testare nedistructivă a produselor de conductoare electrice longitudinal extinse. Conform acestei metode în produsul controlat se excită curent alternativ, în jurul zonei de control se plasează scoabe feromagnetice, care se rotesc una față de alta, primind semnalul de câmp magnetic, care este modificat din cauza defectului în produs, astfel este apreciată prezența defectului [1].

Dezavantajul acestei metode constă în imposibilitatea de a fi utilizată la instalațiile pentru detectarea rupturilor tijelor pilonilor din beton armat ai liniilor electrice, deoarece este necesar accesul la produsul diagnosticat din toate părțile, ceea ce este imposibil pentru armăturile pilonilor din beton armat.

În calitate de cea mai apropiată soluție servește metoda de testare nedistructivă a produselor de conductoare electrice longitudinal extinse, conform căreia în produsul controlat se excită curent alternativ, în jurul zonei de control se plasează bobine de inductanță, semnalele cărora dau posibilitate de a detecta redistribuirea fluxului magnetic [2].

Dezavantajul acestei metode constă în imposibilitatea de a fi utilizată la instalațiile pentru detectarea rupturilor tijelor pilonilor din beton armat ai liniilor electrice, care necesită acces la produsul diagnosticat din toate părțile.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție constă în sporirea siguranței controlului cu scopul detectării rupturilor tijelor pilonilor din beton armat ai liniilor electrice.

Problema se soluționează prin aceea că metoda de detectare a rupturilor tijelor de armătură ale pilonilor din beton armat ai liniilor electrice constă în aceea că se amplasează cu posibilitatea deplasării de-a lungul pilonului din beton armat două bobine de inductanță cu o pereche de circuite, cuplate inductiv prin intermediul materialului feromagnetic al armaturii, se măsoară parametrii caracteristicii de bază amplitudine-frecvență a perechii de circuite, inclusiv valorile frecvențelor care corespund la două cele mai mari și la una cea mai mică din valorile tensiunii caracteristicii amplitudine-frecvență, mărimile acestor tensiuni și lățimea benzii de frecvență cu înregistrarea rezultatelor măsurărilor, se măsoară parametrii menționați peste un anumit interval de timp, se compară rezultatele măsurărilor obținute cu cele inițiale, se determină apariția rupturilor tijelor de armătură după diferența dintre valorile parametrilor.

Avantajele invenției constau în urătoarele.

O astfel de comparație oferă o indicație asupra existenței rupturilor în tijele pilonilor din beton armat. În plus, instalația pentru deplasarea bobinelor de inductanță conține trei virole identice unite între ele, pe care uniform pe linie de cerc sunt amplasate trei motoare electrice, fiecare fiind conectat cu un reductor, pe fiecare reductor este amplasat un scripete de jos, care (prin cureaua de transmisie) este legat cu scripetele de sus corespunzător și acei trei scripeți de sus sunt situați uniform pe linia de cerc a unei scoabe, în prealabil fixată pe pilonul din beton armat, iar bobinele sunt fixate pe porțiunile curelei de transmisie, care se deplasează în sus.

Această combinație de caracteristici permite plasarea pe un pilon a două bobine de inductanță care sunt legate inductiv între ele prin materialul feromagnetic al armaturilor și sunt incluse în cele două bucle, măsurarea răspunsului în frecvență comun, măsurarea parametrilor de bază (valorile frecvențelor care corespund la două cele mai mari și la una cea mai mică din valorile tensiunii din răspuns în frecvență dublu humped, precum și mărirea acestor tensiuni și lățimea benzii de frecvență), înregistrarea rezultatelor și compararea parametrilor obținuți peste un anumit interval de timp (măsurările ulterioare sunt comparate cu măsurările obținute în prima măsurare pe același pilon), ceea ce oferă posibilitatea de a detecta schimbările valorilor parametrilor și de a decide asupra apariției rupturilor în tijele pilonilor din beton armat. În plus, dispozitivul pentru deplasarea bobinelor de inductanță permite ridicarea bobinelor de inductanță pe pilon până la punctul în care se schimbă cantitatea tijelor, care corespunde saltului de tensiune în armaturi, adică permite desfășurarea măsurărilor în cele mai predispușe la coroziune locuri. În fond, aceste caracteristici asigură posibilitatea de elaborare a unei metode sigure de detectare a rupturilor în tijele de armătură ale pilonilor din beton armat ai liniilor electrice cu ajutorul unui dispozitiv pentru deplasarea bobinelor de măsurare.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1 - 4, care reprezintă:

- fig.1, schema de măsurare a parametrilor caracteristicii amplitudine-frecvență (răspuns în frecvență) a unei perechi de bucle;
- fig.2, schema caracteristicii amplitudine-frecvență;
- fig.3, schema de selecție a zonei de control (după un salt de tensiuni mecanice în armătură);
- fig.4, mecanism pentru deplasarea bobinei, vedere generală.

Lista semnelor de referință din fig. 1 - 4.

În fig. 1: 1 – generator; 2 – rezistor; 3 – primul condensator; 4 – al doilea condensator; 5 – prima bobină de inductanță; 6 – armatură; 7 – a doua bobină de inductanță; 8 – al treilea condensator; 9 – al patrulea condensator; 10 – voltmetru.

În fig. 2: U – tensiune, U_1 – tensiunea maximă a primului hump din răspunsul în frecvență, U_2 – tensiunea maximă a humpului doi din răspunsul în frecvență, U_3 – tensiunea minimă a cavității între humpuri, U_4 – tensiunea de măsurare a lățimii benzii, f – frecvența, f_{\min} – frecvență minimă a lățimii de bandă, f_1 – frecvența de rezonanță a primului hump din răspunsul în frecvență, f_2 – frecvența de rezonanță a humpului doi din răspunsul în frecvență, f_3 – frecvența cavității maxime din răspunsul în frecvență, f_{\max} – frecvență maximă a lățimii de bandă.

În fig. 3: H – înălțimea pilonului, H_1 – înălțimea la care se schimbă cantitatea tijelor de armare, G – tensiunea mecanică în armături.

În fig. 4: 11 – pilon din beton armat; 12 – scoabă; 13 – nodul de conexiune a capetelor scoabei; 14 – primul scripete de sus; 15 – al treilea scripete de sus; 16 – prima curea de transmisie; 17 – a treia curea de transmisie; 18 – primul scripete de jos; 19 – al treilea scripete de jos; 20 – primul reductor; 21 – al treilea reductor; 22 – primul motor electric; 23 – al treilea motor electric; 24 – primul panou; 25 – al treilea panou; 26 – prima virolă; 27 – a treia virolă; 28 – nodul de comutare a virolelor; 29 – primul suport; 30 – al treilea suport; 31 – carcasa bobinelor de inductanță; 32 – bază (sol).

Generatorul 1 (fig.1) generează un semnal de formă sinusoidală cu amplitudine constantă și cu posibilitatea de reglare fără trepte a frecvenței în limitele de la 5 până la 10 kHz. Ieșirea lui printr-un rezistor 2 este conectată la primul condensator 3, care împreună cu al doilea condensator 4 și prima bobină de inductanță 5 formează primul circuit de oscilație. A doua bobină de inductanță 7 împreună cu, conectate în serie, al treilea condensator 8 și al patrulea condensator 9 formează al doilea circuit de oscilație. Primul și al doilea circuite de oscilație sunt cuplate inductiv prin intermediul armaturii 6 a pilonului 11. Fiecare bobină de inductanță (5 și 7) este realizată sub forma unui fascicul de conductori, ale căror capete sunt sudate la conectorii care, atunci când sunt conectați mecanic, formează o pereche. De menționat că conectarea capetelor conductorilor cu conectorii este realizată prin deplasarea cu o unitate a numerelor conectorilor, ceea ce face posibilă obținerea unui inductor pus (îmbrăcat) pe pilonul 11. Voltmetrul 10 este conectat cu al patrulea condensator 9.

Pe pilonul din beton armat 11 (fig.4) este montată o scoabă 12 cu capetele conectate prin nodul 13. Scoaba 12 este fixată mai sus decât distanța H_1 în fig. 3 (locul unde se schimbă cantitatea tijelor de armare în pilonul 11). Pe scoaba 12 sunt montate trei scripeți de sus (primul - 14, al treilea - 15), fiecare se rotește liber în jurul axei sale, axele fiind aranjate într-un singur plan, sub un unghi de 120° . Prin acești scripeți trec trei curele de transmisie (prima - 16, a treia - 17), care îi conectează cu scripeții de jos corespunzători (cu primul - 18, cu al treilea - 19). Acești scripeți de jos sunt conectați cu reductoarele corespunzătoare (cu primul - 20, cu al treilea - 21), care sunt conectate cu motoarele electrice corespunzătoare (cu primul - 22, cu al treilea - 23). Fiecare motor electric cu reductorul conectat este plasat pe panoul corespunzător (pe primul - 24, pe al treilea - 25), care este montat pe virola corespunzătoare (pe prima - 26, pe a treia - 27), ultimele fiind conectate împreună prin trei noduri 28 de comutare. Aceste virole sunt de asemenea situate în același plan (perpendicular cu pilonul 11), sub un unghi de 120° . Motoarele electrice, reductoarele, curelele de transmisie, scripeții sunt utilizate identic în conformitate cu denumirile acestora. Virolele sunt plasate pe bază (sol) 32, fiecare pe suportul corespunzător (pe primul - 29, pe al treilea - 30). Carcasa bobinelor de inductanță 31 este montată pe sectoarele curelelor de transmisie (16, 17), care se deplasează în sus. Ieșirile bobinelor de inductanță 5 și 6 sunt conectate cu condensatorii (3, 4, 8, 9) în conformitate cu schema din fig. 1 printr-un conector cu patru pini (nu este arătat).

Exemplu de realizare a invenției

În prealabil pe pilonul 11 se montează scoaba 12, capetele ei se fixează cu ajutorul nodului 13. Ulterior, se montează partea de jos a construcției. La sol 32 pe suporturi (pe primul - 29, pe al doilea (nu este arătat), pe al treilea - 30) în jurul pilonului 11 cu ajutorul nodurilor de conexiune se montează virolele (prima - 26, a doua (nu este arătat), a treia - 27). Pe aceste virole pe suporturi corespunzătoare (pe primul - 24, pe al doilea (nu este arătat), pe al treilea - 25) se montează motoarele electrice (primul - 22, al doilea (nu este arătat), al treilea - 23), care sunt conectate cu reductoarele corespunzătoare (cu primul - 20, cu al doilea (nu este arătat), cu al treilea - 21) pe axele de ieșire ale cărora se află scripeții de jos (primul - 18, al doilea (nu este arătat), al treilea - 19). Pe fiecare pereche de scripeți (de sus și de jos cu numere corespunzătoare) se plasează curea de transmisie (prima - 16, a doua (nu este arătat), a treia - 17). Ulterior, pe sectoarele acestor curele, care se vor deplasa în sus, se montează carcasa bobinelor de inductanță 31 (prima - 5, a doua - 7). După aceasta se activează motoarele electrice (22, 23) cu ajutorul cărora se ridică carcasa bobinelor de inductanță 31 la înălțimea H_1 (fig.3). La această înălțime cantitatea tijelor de armatură ale pilonului 11 se schimbă și în funcție de valoarea tensiunii mecanice în tija lungă se realizează saltul de tensiune mecanică de mărimea G . Acest loc este predispus la coroziune locală (datorită porțiunilor cu sarcini electrice de semn opus care se formează pe armături). Procesul de măsurare a parametrilor de bază (valorile frecvențelor care corespund la două cele mai mari și la una cea mai mică din valorile tensiunii din răspunsul în frecvență dublu humped, precum și mărimea acestor tensiuni și lățimea benzii de frecvență) ale unei perechi de circuite se realizează după cum urmează. La generatorul 1 se fixează frecvența mai mică decât f_{\min} și cu ajutorul voltmetrului 10 se măsoară și se înregistrează prima valoare a tensiunii. Apoi frecvența generatorului 1 se mărește treptat (cu 2...3%) și de fiecare dată se înregistrează indicatorii voltmetrului 10. În conformitate cu aceste măsurări se obține răspunsul de frecvență (fig.2).

La fiecare măsurare în schema prezentată în fig.1 au loc următoarele procese. Semnalul generatorului 1 trece prin rezistor 2 și intră în primul circuit de oscilație format din primul condensator 3, al doilea condensator 4 și prima bobină de inductanță 5. Câmpul magnetic al bobinei 5 trece prin armătura 6, prin care bobinele (5 și 7) sunt interconectate și excită o tensiune în a doua bobină de inductanță 7. Această bobină împreună cu al treilea condensator 8 și al patrulea condensator 9 formează al doilea circuit de oscilație. Curentul din al doilea circuit de oscilație trece prin toate elementele, inclusiv prin al patrulea condensator 9, pe care tensiunea se măsoară cu voltmetrul 10. Contururile sunt identice, iar în absența interconexiunii frecvențele lor de rezonanță coincid. Din legătura cu coeficientul inducției reciproce M (prin armatură), frecvențele de rezonanță pentru primul și al doilea circuite de oscilații se determină prin formulele:

$$f_1 = 1/2\pi [(L_1 + M)C_{1K}]^{0.5},$$

$$f_2 = 1/2\pi [(L_2 - M)C_{2K}]^{0.5},$$

unde L_1 – inductanța la prima bobină 5, L_2 – inductanța la a doua bobină 7, M – coeficientul inducției reciproce, C_{1K} – capacitatea echivalentă a primului 3 și al doilea 4 condensator, care se determină după formulele:

$$C_{1K} = C_3 C_4 / (C_3 + C_4),$$

unde C_3 și C_4 – capacitățile primului și respectiv al doilea condensator;

$$C_{2K} = C_8 C_9 / (C_8 + C_9),$$

unde C_8 și C_9 – capacitățile al treilea și respectiv al patrulea.

În baza răspunsului de frecvență (caracteristica amplitudine-frecvență) obținut se măsoară parametrii de bază: mărimile frecvențelor, care corespund la două cele mai mari (de rezonanță f_1 și f_2) și la una cea mai mică (f_3) din valorile tensiunii din răspunsul în frecvență dublu humped, precum și mărimea acestor tensiuni (U_1 , U_2 , U_3) și lățimea benzii de frecvență ($bf = f_{\max} - f_{\min}$), care se măsoară pentru valoarea tensiunii $U_4 = 0,71U_1$. Rezultatele măsurărilor sunt înregistrate, iar la următoarea testare, după un timp predeterminat (de exemplu, o dată pe an), din nou se repetă măsurarea parametrilor de bază și rezultatele se compară cu cele obținute în prima măsurare pe același pilon. Atunci când are loc ruperea tijelor de armătură conexiunea între circuite scade (se micșorează valoarea coeficientului de inducție reciprocă M), iar răspunsul de frecvență se modifică. În același timp se micșorează lățimea benzii de frecvență ($bf = f_{\max} - f_{\min}$) și în consecință se micșorează diferența între valorile de rezonanță f_1 și f_2 , iar valoarea tensiunii U_3 devine mai mare datorită reducerii conexiunii între bobinele de inductanță. După diferența obținută între valorile parametrilor din răspunsul de frecvență se fac concluzii despre apariția rupturilor în tije de armătură.