Descriere:

Invenţia se referă la instalaţiile pentru röntgenografie şi poate fi utilizată la obţinerea şi înregistrarea imaginilor Röntgen, de exemplu, în defectoscopie şi în alte domenii.

Este cunoscută instalaţia xeroradiografică pentru defectoscopie, care conţine sursă de radiaţie Röntgen, descărcător coronar şi purtător de imagine. În calitate de purtător de imagine are o placă xeroradiografică, pe care se formează imaginea structurii interioare a obiectului testat la trecerea prin ea a razelor Röntgen [1].

Dezavantajele acestei instalaţii sunt: operativitatea redusă, complexitatea construcţiei şi a exploatării, netransportabilitatea. În plus, este necesară curăţarea plăcii xeroradiografice de praful developator, care se efectuează în mod mecanic, totodată se defectează suprafaţa plăcii şi se reduce durabilitatea instalaţiei.

Problema constă în crearea instalaţiei mobile pentru röntgenografie, având operativitate şi durabilitate sporite.

Esenţa invenţiei constă în faptul că instalaţia conţinând o sursă de radiaţie Röntgen, un descărcător coronar şi un purtător de imagine conţine suplimentar o sursă de lumină cu lungimea de undă reglabilă, precum şi un polarizator, o oglindă mobilă, un analizor şi un aparat de vizualizare aranjate în direcţia razelor de lumină. În calitate de purtător de imagine este folosit un cristal fotosensibil cu efect electrooptic liniar amplasat între polarizator şi oglinda mobilă.

Rezultatul tehnic constă în sporirea duratei de funcţionare fără defecţiuni a instalaţiei, micşorarea dimensiunilor ei şi reducerea duratei ciclului de lucru.

În cristalul fotosensibil prezentat în calitate de purtător de imagine se generează purtătorii de sarcină sub acţiunea radiaţiei Röntgen şi se formează imaginea electrostatică a obiectului testat. Acest cristal, având de asemenea un efect electrooptic liniar, devine optic neliniar în câmpul electric, totodată coeficientul de refracţie este funcţie de intensitatea câmpului electric. Ca urmare, lumina optică neactivă, trecând prin cristalul cu câmp electric neomogen, se refractă neuniform, formând imaginea optică corespunzătoare imaginii electrostatice, dar prezenţa sistemului optic asigură vizualizarea imaginii optice. Întrucât radiaţia optică şi Röntgen se difuzează imediat, timpul de obţinere a imaginii optice este determinat numai de timpul de reglare a sistemului optic şi constituie 1-1,5 min. Timpul, în care se formează imaginea pe placa xeroradiografică, se compune din timpul apariţiei reliefului potenţial pe suprafaţa plăcii şi timpul developării imaginii electrostatice. Este evident că durata ciclului de obţinere a imaginii (ciclului de lucru), conform invenţiei, este redusă faţă de soluţia analoagă, iar operativitatea instalaţiei revendicate sporeşte.

Acţiunile asupra cristalului nu influenţează negativ calitatea şi proprietăţile lui, de aceea durata de funcţionare fără defecţiuni a instalaţiei este mărită. Contrar acestuia, suprafaţa plăcii xeroradiografice, care se curăţă de praf developator în mod mecanic, se defectează, astfel durabilitatea instalaţiei analoage se reduce.

Întrucât instalaţia revendicată nu conţine dispozitive pentru developare, transpunere electrostatică şi fixare a imaginii obiectului testat, dimensiunile ei sunt reduse, ea este mobilă, transportabilă şi simplă în exploatare.

Invenţia se explică prin desenele, care reprezintă:

fig. 1, instalaţia pentru röntgenografie;

fig. 2, graficul dependenţei contrastului imaginii liniare de doza expozitivă a radiaţiei Röntgen;

fig. 3, fotografia unui sistem de fire;

fig. 4, fotografia unei şaibe din plumb cu găuri;

fig. 5, fotografia unui cablu cu două fire, un fir fiind rupt.

Instalaţia pentru röntgenografie conţine un corp 1, în care se află o sursă de lumină 2 cu lungimea de undă reglabilă, precum şi un polarizator 3, un dispozitiv de încărcare 4 cu un descărcător coronar 5 şi un cristal fotosensibil 6 cu efect electrooptic liniar, o oglindă mobilă 7 şi un analizor 8, aranjate în direcţia razelor luminii. Instalaţia conţine, de asemenea, o sursă de radiaţie Röntgen 9 şi un aparat de vizualizare 10. Dispozitivul de încărcare 4 este realizat în formă de cameră, pe care este montat descărcătorul coronar 5. În interiorul dispozitivului 4 este plasat un cristal fotosensibil 6. În calitate de cristal fotosensibil este prezentat un cristal de germanat de bismut $Bi_{12}GeO_{20}$ cu dimensiunile de 30x30x1 mm^3 decupat normal planului 100, având clasa de rugozitate a suprafeţei prelucrate nu mai mică decât clasa a 14-a. Alte cristale pot fi utilizate, având efect electrooptic în dielectrice şi efect fotoelectric exprimat în mod evident în domeniu spectral larg, între care sunt cristale de tip selenit. Întrucât nu este nevoie de electrozi la suprafaţa cristalului (purtătorului de imagine), ca în soluţia analoagă, se exclude posibilitatea obţinerii imaginii false pe baza prezenţei materialului suplimentar. Sursa de radiaţie Röntgen 9, de exemplu, tubul Röntgen BSV-6, este instalată axial cu cristalul fotosensibil 6, iar aparatul de vizualizare 10 - la ieşirea razelor de lumină din corpul 1. Sursa de lumină 2 cu lungimea de undă reglabilă este prezentată în formă de bec cu incandescenţă 13 cu o lentilă de focalizare 15 şi un set de filtre 14. Sursa de lumină poate fi şi alta cunoscută. Aparatul de vizualizare 10 include un obiectiv 11 şi un dispozitiv de vizualizare 12 şi/sau de înregistrare, de exemplu, telecameră, aparat de fotografiat ş.a.

Instalaţia pentru röntgenografie este mobilă, cu gabarit redus, de aceea poate fi utilizată atât în încăperi, cât şi în condiţii de câmp.

Instalaţia funcţionează în felul următor. Obiectul testat se amplasează în faţa corpului 1 axial cu cristalul fotosensibil 6. Dacă obiectul testat este fixat şi nu poate fi demontat, röntgenografia se efectuează în locul instalării obiectului. Se aprinde sursa de lumină 2, se conectează la reţea circuitul de încălzire a catodului tubului Röntgen 9 şi se instalează oglinda mobilă 7 în poziţia B. Cristalul fotosensibil 6 se plasează în interiorul dispozitivului de încărcare. Sursa de lumină 2 emite radiaţie optică neactivă cu lungimea de undă de aproximativ 650 nm. Razele de lumină se polarizează, trecând prin polarizatorul 3. Lumina polarizată pătrunde spre cristalul 6, se reflectă de la oglinda mobilă 7 în direcţia analizorului 8 şi intră în obiectivul 11 al aparatului de vizualizare 10. Se roteşte planul de polarizare a razelor de lumină reflectate prin intermediul butonului analizorului 8, până când se stabileşte intensitatea minimă a luminii, aceasta se observă în dispozitivul de vizualizare 12 ca o întunecare. După aceea se conectează descărcătorul coronar 5 la sursa de tensiune continuă înaltă (aproximativ 5-6 kV) şi se realizează încărcarea suprafeţelor cristalului 6 în câmpul descărcării coronare până la potenţialul, apropiat tensiunii de semiundă, care este caracteristic pentru cristalul dat. La suprafeţele cristalului se creează sarcini volumetrice uniforme de sensuri opuse. Sub acţiunea câmpului electric în cristal se roteşte planul de polarizare a razelor de lumină în funcţie de potenţial. Ca urmare, sistemul optic "polarizator-cristal-analizor" se face transparent şi se măreşte intensitatea luminii observate în dispozitivul de vizualizare 12. La o transparenţă deplină a sistemului optic şi intensitate maximă a luminii se deconectează tensiunea de coronare şi se deplasează oglinda mobilă 7 în poziţia A. În această stare instalaţia este gata pentru röntgenografie. Se conectează potenţialul la anodul tubului Röntgen 9 şi se realizează expunerea cristalului de la sursa de radiaţie 9 prin obiectul testat. În părţile cristalului fotosensibil, unde au nimerit cuantele Röntgen, are loc generarea purtătorilor de

sarcină: electronilor şi golurilor, ultimele migrează în direcţia suprafeţelor încărcate cu sarcină de sens opus şi se recombină acolo. Câmpul electric în cristal devine neomogen. În felul acesta imaginea Röntgen a obiectului testat se transformă în imagine electrostatică în cristalul 6.

După expunerea cristalului tensiunea anodică se deconectează şi oglinda mobilă 7 se deplasează în poziţia iniţială. Coeficientul de refracţie a cristalului 6 cu efect electrooptic liniar este funcţie de intensitatea câmpului electric, de aceea lumina polarizată, trecând prin cristalul cu câmpul electric neomogen, se refractă sub unghiuri diferite în diverse părţi ale cristalului. Razele de lumină se reflectă de la oglinda 7 şi se observă în aparatul de vizualizare 10 ca imaginea optică a obiectului testat. Datorită valorilor înalte ale rezistenţei specifice ($\rho \approx 10^{14} \Omega \cdot cm$) şi ale permeabilităţii dielectrice ($\varepsilon \approx 40$) ale cristalului, timpul de relaxare a sarcinii, transpuse în câmpul descărcării coronare, este destul de mare pentru păstrarea imaginii în decurs de câteva zeci de minute şi analizarea ei. Dacă este necesar, poate fi realizată memorizarea sau înregistrarea imaginii, de exemplu, în memoria calculatorului, pe pelicula fotografică ş. a.

După aceasta se efectuează ştergerea imaginii, conectând cristalul 6 la o sursă de tensiune înaltă sau prin expunere la lumină activă.

Aceste acţiuni nu au influenţă negativă asupra proprietăţii cristalului 6, de aceea se garantează durabilitatea ridicată a instalaţiei.

A fost descris un ciclu de lucru, în cursul căruia se obţine şi se înregistrează imaginea Röntgen a obiectului testat. Durata ciclului de lucru constituie 1-1,5 min (timpul de observare şi analizare a imaginii Röntgen nu se ia în consideraţie). Durata ciclului de lucru pentru instalaţia analoagă constituie 5-15 min şi este de 5-15 ori mai mare decât pentru instalaţia revendicată.

Pentru obţinerea imaginilor Röntgen ale altor obiecte testate ciclul de lucru descris mai sus se repetă.

Instalaţia revendicată asigură obţinerea imaginilor de bună calitate, aşa cum sunt ilustrate în fig. 3, 4, 5. Indicii instalaţiei pot fi stabiliţi din grafic (fig. 2), care reprezintă dependenţa contrastului F al imaginii liniare de doza expozitivă P a radiaţiei Röntgen, F=f(P), unde F se determină ca valoarea medie a raporturilor dintre densitatea optică în părţile de culoare deschisă şi cele de culoare închisă pe imagine.

De exemplu, indicele "sensibilitate" S poate fi evaluat după formula: S=1/P, adică sensibilitatea la nivelul 0,85 de la F_{max} este: $S_{0,85}=1/(40 \cdot 10^{-3})R^{-1}=25R^{-1}$. Coeficientul de contrast γ la partea liniară a curbei F=f(P) se determină în felul următor: $\gamma=(F_2-F_1)/(\lg P_2-\lg P_1)=2$, dar latitudinea fotografică $L=\lg P_2-\lg P_1$, unde extremităţile părţii liniare a curbei se marchează cu indicii 1 şi 2.

Capacitatea de rezoluţie se determină după elementul mic al etalonului sensibilităţii depistat pe radiogramă în fig. 3.

Conform GOST 7512-69 în calitate de etalon pot fi folosite fire cu diametru diferit, care permit de a judeca despre puterea de rezoluţie a purtătorului de imagine.

În fig. 3 este expusă fotografia obiectului testat, care reprezintă un sistem de fire din cupru cu diametrul de 0,1; 0,15; 0,2; 0,33; 0,44 mm. Locurile, unde radiaţia Röntgen nu nimerea, se ecranau cu etaloanele din fire, câmpul pe cristal se păstra, acest fapt înregistrându-se sub formă de benzi strălucitoare.

Experimentele efectuate arată că capacitatea de rezoluţie este de cel puţin 10 linii/mm.

În fig. 4 este dată fotografia altui obiect testat, care reprezintă o rondelă din plumb cu diametrul de 3 cm, având găuri cu diametrul de 1 mm. Porţiunile întunecate de pe fotografie corespund găurilor în rondela din plumb, prin care radiaţia nimereşte pe cristal.

În fig. 5 este demonstrată fotografia unei porţiuni a cablului telefonic cu două fire conductoare, tratate cu raze Röntgen, pe care se observă ruptura unui fir conductor.

Experimentele efectuate permit de a conclude că instalaţia propusă de înregistrare a imaginii radioscopice pe baza cristalelor electrooptice fotosensibile poate asigura următorii parametri fotografici: sensibilitatea $S_{0,85}=25R^{-1}$; coeficientul de contrast $\gamma \geq 2$; capacitatea de rezoluţie $N \sim 10mm^{-1}$. După sensibilitate instalaţia propusă nu cedează indicilor fotografici ai peliculelor radioscopice, folosite în industrie pentru defectoscopie şi dozimetrie.

Întrebuinţarea cristalelor electrooptice fără electrozi aplicaţi preventiv permite de a omite posibilitatea obţinerii informaţiei false în procesul înregistrării pe contul materialului suplimentar (electrodului), în afară de aceasta simplifică procesul de confecţionare a purtătorului de imagine.

Instalaţia propusă asigură o operativitate înaltă a controlului calităţii pieselor în stadiile iniţiale ale testelor (în decurs de câteva secunde în comparaţie cu 3-5 min în cazul soluţiei analoage). Numărul ciclurilor de înregistrare (10^4) este cu un ordin mai mare decât în cazul instalaţiei cunoscute (1000).