

Invenția se referă la controlul nedistructiv ultrasonor al grosimii peretelui țevilor și poate fi folosită în industriile atomică, de prelucrare a metalelor, petrolieră, chimică și alte ramuri în cadrul controlului de ieșire la producător și în cadrul controlului de intrare la consumator.

Este cunoscută metoda ultrasonică (US) de imersiune pentru măsurarea grosimii peretelui țevilor, în cadrul căreia se emit oscilații ultrasonore printr-un strat de lichid în material. Oscilațiile ultrasonore reflectate de la peretele țevii sunt captate de traductorul piezoelectric (în continuare TP) și prelucrate în scopul obținerii parametrilor proporționali grosimii peretelui țevii [1].

Dezavantajele metodei cunoscute sunt exactitatea mică, stabilitatea redusă la perturbațe și diapazonul limitat de măsurare a grosimilor mici (până la 0,3 mm) ale peretelui țevilor, datorate posibilității de analiză numai a caracteristicilor de timp ale oscilațiilor US și influenței asupra rezultatelor controlului a variației poziției țevii la rotire în procesul operației de control.

Scopul metodei revendicate este mărirea exactității și a stabilității la perturbațe la măsurarea grosimii peretelui țevilor și lărgirea diapazonului de măsurare a grosimii peretelui țevilor pentru țevi cu perete de grosime redusă (mai mici de 0,3 mm).

Esența invenției constă în aceea că metoda ultrasonoră de imersiune pentru măsurarea grosimii peretelui țevii include emiterea oscilațiilor ultrasonore în țeavă printr-un strat de lichid, iar oscilațiile ultrasonore reflectate de la peretele țevii se captează de către un traductor piezoelectric și se prelucrează pentru obținerea parametrilor proporționali grosimii peretelui țevii, totodată la prelucrarea oscilațiilor reflectate de la peretele țevii se efectuează filtrarea digitală de frecvență prin metoda transformării rapide Fourier cu reprezentarea semnalului filtrat în formă de superpoziție a unei mulțimi finite de sinusoid și se relevă armonicile frecvenței obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui țevii, iar grosimea peretelui țevii se determină prin relațiile:

$$S = \frac{V_m}{2F_o} \quad (1)$$

$$S = \frac{nV_m}{2F_n} \quad (2)$$

$$S = \frac{(m-n)V_m}{2(F_m-F_n)} \quad (3)$$

unde:

S – grosimea peretelui țevii, mm;

V_m – viteza de răspândire a ultrasunetului în materialul țevii, mm/μs;

F_o – frecvența armonicii principale a oscilațiilor obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui țevii, MHz;

F_n – frecvența armonicii n a oscilațiilor obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui țevii, MHz;

ΔF_{m-n}=(F_m - F_n) – intervalul de frecvență dintre armonicile m și n ale oscilațiilor obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui țevii, MHz;

n, m – numerele armonicilor (1, 2,...), unde n≠m.

Rezultatul constă în mărirea exactității la măsurarea grosimii peretelui țevilor pentru grosimi mai mici de 0,3 mm, a stabilității la perturbațe și micșorarea influenței asupra rezultatelor controlului a variației poziției țevii la rotire în procesul operației de control.

Utilizarea în calitate de parametri informativi a frecvenței de rezonanță de bază (armonicii principale) F_o, a frecvenței armonicii F_n sau a intervalului de frecvență dintre armonicile m și n ΔF_{m-n} permite o legătură mai exactă a lor cu grosimea peretelui țevii controlate și obținerea unor date mai precise despre rezultatul controlului.

Metoda ultrasonoră de imersiune cu analiza frecvențelor pentru măsurarea grosimii peretelui țevilor se realizează cu ajutorul dispozitivului numit măsurător ultrasonic de grosimi prin imersiune cu analiza frecvențelor, structura căruia este reprezentată în fig. 1. Măsurătorul ultrasonic de grosimi prin imersiune cu analiza frecvențelor constă dintr-un generator de impulsuri electrice GI 1, unit cu un amplificator de bandă largă 2 și cu un TP 3, o unitate 4 de prelucrare a rezultatelor controlului, o unitate 5 de pașaportizare și documentare (de exemplu, un calculator industrial sau personal) și o unitate 6 de înregistrare a rezultatelor controlului (de exemplu, o imprimantă). Țeava 7, expusă controlului, este introdusă într-o cadă de imersiune 8 umplută cu lichid (de exemplu, apă). TP de asemenea este introdus în cada de imersiune 8 și este amplasat în lichid deasupra țevii 7, la o anumită distanță de aceasta.

Măsurarea grosimii țevii se efectuează în felul următor.

Generatorul GI 1 emite impulsuri electrice în bandă de frecvență largă către TP 3, cu ajutorul căruia se excită impulsuri ultrasonore în stratul de lichid din cada de imersiune 8 care, propagându-se prin lichid, pătrunde în peretele țevii. În peretele țevii fiecare impuls US suferă reflectări multiple de la suprafețele externă și internă ale peretelui țevii creând astfel oscilații amortizate. Oscilațiile din peretele țevii sunt parțial reflectate în lichid și recepționate de către TP 3. După conversia oscilațiilor US captate în oscilații electrice, acestea sunt transmise amplificatorului de bandă largă 2. După amplificator oscilațiile sunt filtrate digital în cadrul prelucrării în unitatea 4 cu utilizarea transformării rapide Fourier și reprezentarea semnalului filtrat în formă de superpoziție a unei mulțimi finite de sinusoid. Armonicile frecvenței oscilațiilor obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui țevii sunt evidențiate și pe baza lor se calculează grosimea peretelui țevii:

$$S = \frac{V_m}{2F_0} = \frac{nV_m}{2F_n} = \frac{(m-n)V_m}{2(F_m - F_n)},$$

unde:

S – grosimea peretelui țevii, mm;

V_m – viteza de răspândire a ultrasunetului în materialul țevii, mm/μs;

F₀ – frecvența armonicilor principale a oscilațiilor obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui țevii, MHz;

F_n – frecvența armonicilor n a oscilațiilor obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui țevii, MHz;

ΔF_{mn}=(F_m-F_n) – intervalul de frecvență dintre armonicile m și n ale oscilațiilor obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui țevii, MHz;

n, m – numerele armonicilor (1, 2, 3...), unde n≠m.

Parametrii informaționali (F₀, F_n, F_m-F_n) se determină la calibrarea diapazonului frecvențelor de lucru pe mostrele standard atestate după grosimea peretelui, pentru valorile admisibile nominale, maximale și minimale ale grosimii peretelui, cu rejecția componentelor spectrale în afara limitei diapazonului frecvențelor de lucru.

Rezultatele prelucrării informației curente la măsurarea grosimilor mici (mai mici de 0,3 mm) ale peretelui țevii sunt reprezentate în formă de oscilogramă (fig. 2a) și de spectrogramă (fig. 2b). Pentru fig. 2a: 1 – impulsul de sondare; 2 – reflectarea de la suprafața frontală a țevii; 3 – oscilațiile amortizate obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui de grosime mică (mai mică de 0,3 mm) a țevii; A_m – amplitudinea; τ – timpul. Pentru fig. 2b: F – frecvența curentă; F₀ – frecvența armonicilor principale a oscilațiilor obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui de grosime mică (mai mică de 0,3 mm) a țevii; A_m – amplitudinea.

În fig. 3 sunt reprezentate oscilograma (fig. 3a) și spectrograma (fig. 3b) obținute după prelucrarea informației curente la măsurarea grosimilor medii și mari (mai mari de 0,3 mm) ale peretelui țevii. Pentru fig. 3: 1 – impulsul de sondare; 2 – reflectarea impulsului de la suprafața frontală a țevii; 3 – oscilațiile amortizate obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui țevii. Pentru fig. 3b: F – frecvența curentă; F₀ – frecvența armonicilor principale a oscilațiilor obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui de grosime medie și mare a țevii; 1...m, n, n+1, n+2 – armonicile oscilațiilor obținute prin reflectarea multiplă a impulsului de la suprafețele peretelui de grosime medie și mare a țevii; ΔF_{mn}=(F_m-F_n) – intervalul de frecvență între armonicile m și n ale spectrului.

Informația despre valorile curente ale grosimii țevii, este obținută în regim real de timp de la măsurătorul ultrasonic de grosimi prin imersiune cu analiza frecvențelor.