2.5 Felületek automatikus repedésvizsgálata

Tárgyszavak: mágnesporos vizsgálat; behatolófestékes vizsgálat; roncsolásmentes anyagvizsgálat, repedés.

A mágnesporos vizsgálat a legérzékenyebb roncsolásmentes vizsgálati módszerek közé tartozik. Segítségével a ferromágneses anyagokon többek között a repedéseket lehet kimutatni. Az eljárás szerény műszaki követelményeket támaszt a felhasználóval szemben, és teljesen független az ellenőrzést végző személy szakképzettségétől. Az elmúlt néhány év folyamán kifejlesztették a módszer teljesen automatikus repedésvizsgálati változatát. Ez lehetővé tette, hogy a minőség-ellenőrzés, az automatizálás és a reprodukálhatóság szempontjából ugyanazt a színvonalat érjék el, mint a korszerű örvényáramos, vagy ultrahangfrekvenciás készülékek használatakor.

Az automatizálás feltételei

A teljesen automatikus repedésvizsgáló berendezés megvalósításakor a teljes vizsgálati ciklus felülvizsgálatára van szükség. A problémát két lépésben oldották meg. Először olyan mágnesporos repedésvizsgáló készüléket fejlesztettek ki, amely irányítja és ellenőrzi a vizsgálat menetét. Ezt követőleg olyan optikai rendszert állítottak össze, amely a felületi repedéseket megbízhatóan képes felismerni és jelezni. A vizsgálati folyamat irányítására és ellenőrzésére a Tiede vállalat kifejlesztette a KSP (Kosten–Sicherheits–Paket = költség–biztonság–csomag) hardver- és szoftvercsomagot, amely nemcsak a vizsgálatra kerülő darabok fontos vizsgálati paramétereit ellenőrzi, hanem az egész folyamatot is irányítja. Ennek megfelelően beállítja az előprogramozott mágnesezési áramokat, a mágnesezési időtartamokat, a mosási, valamint lemágnesezési időket.

A mágnesporos vizsgálat hatékonysága érdekében három kritériumot kell kielégíteni:

– A vizsgált darab kielégítő felmágnesezése céljából el kell érni a szükséges térerőt és mágnesezési időtartamot. Amennyiben a vizsgált darab bonyolult geometriája miatt több mágnesezési körre van szükség, akkor valamennyi áramkör esetében el kell érni a kívánt paraméterértékeket.
– Megfelelő minőségű vizsgálófolyadékot szükséges alkalmazni.
– Az ibolyántúli sugárzás intenzitásának meghatározott határok között kell lennie.

A térerő ellenőrzése és irányítása

Minden mágnesező körben egy-egy szabadalmaztatott Hall-detektor méri a fluxust. Ennek jelzései alapján ellenőrizheti és szabályozhatja a rendszer a vizsgált darab esetében elért térerőt. A kívánt térerő eléréséhez szükséges áramerősséget a beállítási szakasz kezdetén – kísérletileg – térerőmérő készülék segítségével határozzák meg.

Az egyes vizsgálatra kerülő alkatrésztípusokra kísérletileg megállapított áramerősség-értékeket az irányító számítógépben tárolják. Amikor a berendezés kezelője egy vizsgálatra kerülő darabot kiválaszt, a gép automatikusan beállítja az egyes mágnesezési körökhöz tartozó áramerősség-értékeket. Amennyiben valamilyen okból a berendezés nem éri el a szükséges térerőt, a gép jelzi és regisztrálja a hibás állapotot. A KSP a minőségi bizonylat számára minden ellenőrzött darab esetében regisztrálja az egyes mágnesezési körökön ténylegesen áthaladó áramot. Tíz önálló mágnesezési kör irányítására, ill. ellenőrzésére van lehetőség.

Az ibolyántúli fény erőssége

Ismeretes, hogy az ibolyántúli fényt sugárzó lámpák sugárzáserőssége az öregedés előrehaladtával csökken. A lámpa teljesítményét általában szabályos időközönként mérik, az ibolyántúli sugárzási intenzitást mérő kalibrált készülékkel. A KSP segítségével a lámpák teljesítménye folyamatosan ellenőrizhető. Tetszőleges számú lámpa ellenőrzésére van lehetőség, miután minden egyes lámpa saját detektorral van ellátva. Amikor eléri az előprogramozott biztonsági határt, a készülék hibajelet ad. Ekkor kicserélhető a lámpa, és a rendszer ismét tökéletesen működőképes állapotba kerül. Az ibolyántúli sugárzó fényforrás tényleges erőssége a minőség-ellenőrzési adatok közé tartozik, és ezt a rendszer valamennyi ellenőrzött alkatrész adataival regisztrálja. Miután a KSP rendszerrel a vizsgálati ciklus irányítási színvonala igen kedvező volt, ezért a Tiede vállalat a második probléma tisztázásához, vagyis a hiba

CCD kamera segítségével való megbízható jelzésének megoldásához is hozzákezdhetett.

Automatikus hibajelzés és képértékelés

Az elmúlt években több vállalat is megkísérelte a hiba megbízható és megismételhető felismerését CCD kamera és számítógép segítségével. Meglehetősen sok nehézséget kell leküzdeni az olyan optikai repedésfelismerő rendszer megvalósításához, amely a gyártás feltételei között megbízhatóan és következetesen működik, egyidejűleg gazdaságos a felhasználó számára, és könnyen karbantartható. Erre a célra a múltban szabványos adatrögzítő és képelemző készülékeket alkalmaztak, ezekkel azonban általában nem lehetett olyan jól megismételhető eredményeket elérni, amilyenekre különböző vizsgálati feltételek között feltétlenül szükség van.

A CCD kamera

Az elemi képpontok száma, a vizsgált darab és a kamera közötti távolság, valamint a lencse gyújtópont-távolsága befolyásolják annak a legkisebb felületi hibának a méretét, amelyet még ki lehet mutatni. Még az új CCD kameráknál is vannak „holt” elemi képpontok, amely problémát megfelelő szoftveralgoritmus segítségével lehet megoldani. Miután egyidejűleg 16 kamera felhasználására van lehetőség, az egyes kamerák látóterét be lehet szűkíteni. Ez lehetővé teszi, hogy a vizsgálandó felületre milliméterenként több elemi képpont jusson.

A kamera kalibrálása

Az egyes kamerák látóterébe helyeznek egy-egy mesterséges hibát. Ez a mesterséges hiba ugyanazokból a fluoreszkáló részecskékből áll, amilyenek a vizsgálófolyadékban is vannak. Mindig, amikor a kamera egy digitális képet alkot, egyidejűleg a látóterében levő ellenőrzési (mesterséges) hibát is érzékeli. Ezután ezt az ellenőrzési hibát is feldolgozzák, annak igazolására, hogy a kamera helyesen és a készülékre előírt tűréshatárokon belül működik.

Képtartományok

Olyan szoftveralgoritmusokra van szükség, amelyek az „érdekes képtartományokat”, vagyis azokat a képfelületeket dolgozzák fel, ahol a hibát lehet keresni. Ezt a módszert használják arra, hogy kiküszöböljék

azokat a felületrészeket (pl. furatok), ahol nincs szükség hibakeresésre, vagy kizárják a vizsgált darabhoz nem tartozó háttértartományokat.

Látszólagos hibák

Az emberi szem igen jól meg tudja különböztetni a valódi és a látszólagos hibákat. Ilyenek keletkeznek olyan helyeken, ahol a vizsgálófolyadék pl. egy lyuk, vagy egy „lépcső” hatására feldúsul, vagy ahol egy beütött azonosító számjelzés van. Különböző műszaki megoldások kombinációja lehetővé teszi, hogy a „számítógépes szem” megkülönböztesse a valódi és a látszólagos hibákat. Ilyen megoldások például a különleges vizsgálófolyadékok alkalmazása, bizonyos szoftveralgoritmusok, a nappali fény és az ibolyántúli sugárzás kombinációi, vagy a különleges, egymásra helyezett szűrt képek.

Megvalósítás a termelésben

Kameránként max. 60 ms-ra van szükség egy-egy kép előállításához és kiértékeléséhez. Tehát a teljesen automatikus repedésfelismerő berendezésben az alkatrészek átfutási sebességét inkább a mechanikai anyagmozgatás, mint a hibaértékelés korlátozza. Az említett módszerek különböző gépjármű-alkatrészek, acéltuskók és -rudak ellenőrzésekor már beváltak.

Berendezés acélrudak teljesen automatikus ellenőrzésére

Olyan teljesen automatikus vizsgálóberendezést fejlesztettek ki, amelyen 50 és 150 mm közötti oldalhosszúságú, négyzet-keresztmetszetű, 4–17 m hosszú acélrudak vizsgálatára van lehetőség. A maximális vizsgálati sebesség 250 mm másodpercenként. A berendezés az egyenesvonalúságot és behajlást a DIN 1013/1014 szabvány szerint képes felismerni. Megbízhatóan 10 mm fölötti hosszúságú hibát lehet felismerni és osztályozni. Kedvező feltételek között átfedéseket is ki tud mutatni a berendezés.

A vizsgálóállomás bemenetén geometriai felismerő rendszer található, amely ellenőrzi az acélrudakat és biztosítja, hogy méretük megfeleljen a készülék befogadóképességének. Amennyiben a darab méretei meghaladják a készülék befogadóképességét, a darabot a rendszer eltávolítja, és ezzel a vizsgálórendszert megvédi a mechanikai sérülésektől.

Két azonos, azonban egymástól teljesen függetlenül mágnesező és vizsgáló berendezést állítottak be, egymáshoz képest 90 fokkal eltérő helyzetben. A vizsgálóállomáson mintegy 70 cm hosszú, váltakozó feszültségű árammal gerjesztett járom mágnesezi fel az acélrudakat. Ezzel lehetővé válik a hosszirányú és a hossziránnyal 45 fokos szöget bezáró hibák megbízható kimutatása.

A 100%-os bekapcsolási időre méretezett mágnesező járom gerjesztését folyamatosan szabályozzák.

A KSP állandóan ellenőrzi a mágnesezőáramot, ezáltal a szükséges térerő mindig rendelkezésre áll. Mindegyik vizsgálóállomás olyan asztalra van szerelve, amelynek helyzetét szabályozóegység irányítja. A mágnesezőállomás helyzetellenőrző készüléke biztosítja, hogy állandósuljon a járom, a vizsgálókamra és az acélrúd közötti optimális távolság. A rúd formájának és profiljának ingadozásait a szabályozóegység érzékeli. Miközben a rúd áthalad a berendezésen, a szabályozórendszer a jármot és a kamerát ismét a megfelelő helyzetbe hozza.

A teljesen automatikus hibafelismerés kritikus tényezője a vizsgálóközeg koncentrációja és minősége. Nem engedhető meg a vizsgálóközeg koncentrációjának ingadozása. A vizsgálóközeg minőségének állandó ellenőrzésére automatikusan kapcsolódó speciális izzólámpát fejlesztettek ki, amely azonnal megszakítja a vizsgálati folyamatot, amint a folyamat paraméterei eltérnek a felhasználó által előírt értékektől. A berendezésre felszerelt valamennyi ibolyántúli sugárzó intenzitását is folyamatosan ellenőrzik, és biztosítják, hogy a sugárzók jellemzői az előírt határokon belül maradjanak.

A vizsgálóállomáson hat kamera érzékeli a hibákat. Az értékelést az „Opto-Tec” szoftver végzi. A hibákat – azok súlyosságától függően – hat csoportba osztják. Áthaladás után a vizsgált darabokat eredeti helyzetükben a négy festékszóró állomás egyike megjelöli.

Végső minőség-ellenőrzés céljaira etalont állítottak elő. Ennek mind a négy oldalán, hosszirányban, különböző pontokon jellegzetes hibákat alakítottak ki. Ezt az etalont minden 100–200 vizsgálat után bevezetik a vizsgálóberendezésbe. A sorra kerülő vizsgálat eredményeit összehasonlítják az előzetes ellenőrzés eredményeivel. Az esetleges eltéréseket rögzítik és elemzik.

A minőségbiztosítás számára a KSP szolgáltatja az adatokat. A vizsgálati folyamat valamennyi fontos paraméterét (a járommágnesezés térereje, a vizsgálóközeg állapota, az ibolyántúli fényforrás intenzitása) valós időben rögzíti a berendezés. Az észlelt hibákat valamennyi acélrúd esetében tárolják. Ezeket az információkat utólagos elemzés cél-

jaira ismét le lehet hívni, vagy egy másik szoftvercsomag segítségével statisztikai elemzés céljaira használhatók fel. Ezeknek az adatoknak az elemzése már eddig is azt eredményezte, hogy a vizsgálóberendezés felhasználói a gyártási folyamatot a technológia módosítása révén tökéletesítették.

Végkövetkeztetések

Miután a ferromágneses termékek végső felhasználói magas szintű megbízhatóságot, reprodukálhatóságot és a minőségi adatok dokumentálhatóságát igénylik, egyre gyakrabban helyeznek üzembe teljesen automatikus vizsgálóberendezéseket. A mágnesporos vizsgálat és a festékbehatolásos vizsgálat hasonlósága lehetővé teszi, hogy ugyanezt a technológiát számos, teljesen automatizált festékbehatolásos vizsgálóberendezés esetében is eredményesen lehessen alkalmazni.

Ezáltal a repülőgépiparban jelentős költségmegtakarításra lesz lehetőség. Ez a technológia a gépjárműipar számára is fontos lehet, miután a ferromágneses termékeket a súlycsökkentés érdekében egyre inkább magnéziumötvözetekkel váltják fel. Egyidejűleg az új európai irányelveknek megfelelően a környezeti ártalmak csökkentése is hatékonyabbá válik.

Összeállította: Dr. Barna Györgyné

Vetterlein, T.; Annighöfer, R. M. stb.: Oberflächenprüfungen automatisieren. = Materialprüfung, 46. k. 6. sz. 2004. p. 327–329.

Magnetic particle/liquid penetrant testing. = Materials Evaluation, 62. k. 6. sz. 2004. p. 589–590.