ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA
MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS * ÁLLAPOTELLENŐRZÉS
Elektronikus folyóirat
2013/1-2

A JÁRMŰIPAR RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATI IGÉNYEI

CZINEGE IMRE, KOZMA ISTVÁN

Kulcsszavak: *járműipar, roncsolásmentes vizsgálatok, komputertomográfia, geometriai ellenőrzés*

BEVEZETÉS

A hazai járműiparban az eredeti gyártók, valamint a TIER 1-es, 2-es és 3-as beszállítók egyaránt fontos szerepet töltenek be az ellátási láncban. Minden szinten jelentős minőségi igényeket kell kielégíteni, amely nem csupán az átvételre, hanem a termék teljes életciklusára is kiterjed. Ez a termékfelelősség komoly minőségellenőrzési feladatokat jelent a gyártók számára, amely a gyártásközi ellenőrzésre és a késztermék ellenőrzésére egyaránt vonatkozik. Az ellenőrzési folyamatban kiemelt szerepe van a roncsolásmentes vizsgálati eljárásoknak.

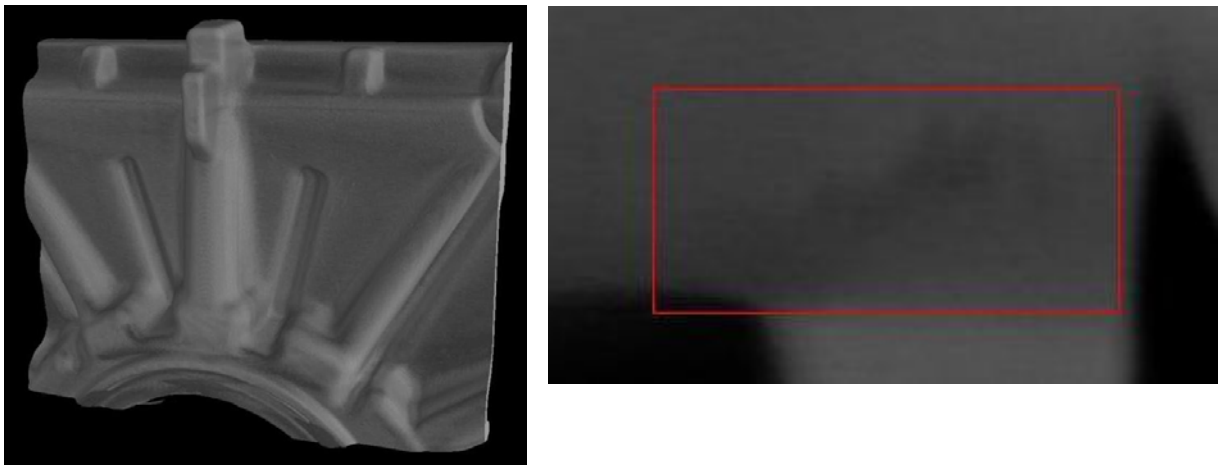
A vázolt felelősségi láncnak megfelelően a vizsgálatok a következőkre terjedhetnek ki: technológia fejlesztés, első darab átvétel, mintavételes ellenőrzés sorozatgyártásban, káreset elemzés futó gyártmányoknál. A vizsgált járműipari alkatrészek köre nagyon széles, az előgyártmányok között jelentős arányt képviselnek az öntvények, kovácsolt termékek, műanyag és kompozit alkatrészek. A befejező megmunkálások területéről a forgácsolt, köszö-rült alkatrészek, a felületi kérgek és a hegesztett szerkezetek varratai emelhetők ki.

ESETTANULMÁNYOK A CT-VIZSGÁLATOK KÖRÉBŐL

A mint viszonylag új eljárás számos járműipari alkatrész vizsgálatában olyan lehetőségeket nyitott, melyek a hagyományos technikákkal elképzelhetetlenek voltak. Ezek közül néhányat mutatunk be a továbbiakban.

ÖNTÖTT VEZÉRMŰ FEDÉL

A vezérmű fedél függőleges bordájától jobbra szivárgás volt tapasztalható. A CT-felvételek makró fókuszú csővel, sík detektoros képrögzítéssel készültek, a felbontás X-Y-Z irányban 0,084 mm volt.



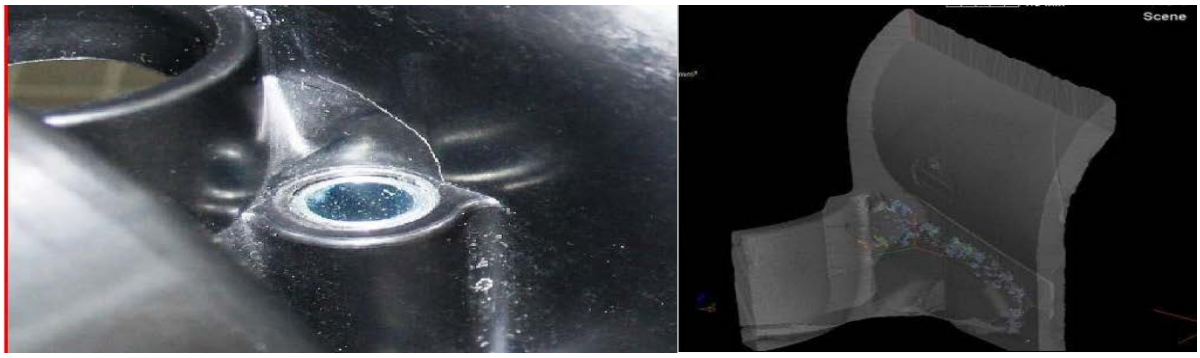
1. ábra: Öntött fedél CT-vizsgálata

A jobb oldali ábra a vizsgált zóna keresztmetszetét mutatja, amelynek középső részén jól látszanak a lunkerek. A metszősíkot mozgatva megállapítható volt, hogy a felülettől-felületig tartó összefüggő üregek okozták a szivárgást. Itt a hagyományos röntgen felvételekhez képest azzal nőtt az információ tartalom, hogy az üregsor térbeli elhelyezkedése vált láthatóvá.

KOMPOZIT HÁZ SZIVÁRGÁSÁNAK ELEMZÉSE

A 2. ábrán látható alkatrész több gyártótól is érkezett a szerelősorra, egyik beszállító esetében volt tapasztalható szivárgás, más gyártótól származó alkatrészek viszont hibátlannak bizonyultak.

Dr. Czinege Imre, Professor Emeritus, Kozma István tanársegéd, Széchenyi István Egyetem
A VIII. RAKK-on elhangzott előadás írott változata

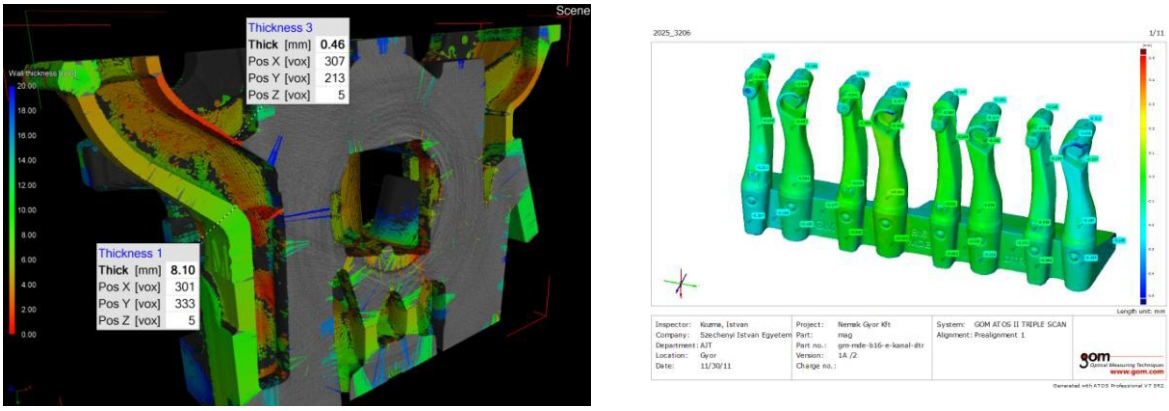


2. ábra: Kompozit ház hiba okának elemzése

A vizsgálat kimutatta, hogy a műanyag fröccsöntési technológia eltérése okozta a problémát, ugyanis az összecsapási vonal mentén keletkező légbuborék sor vezetett a repedés keletkezéshez és ezzel járó szivárgáshoz. Ezt a fröccsöntés technológiai szimuláció is alátámasztotta. Megállapítható volt, hogy a hibás alkatrészeknél mások voltak a meglövési pontok mint a jó alkatrészeknél, ennek következtében az összecsapási vonal is kedvezőtlen helyre került annál a szállítónál, aki a helytelen technológiát alkalmazta.

GEOMETRIAI MÉRETELLENŐRZÉS CT TECHNIKÁVAL

A komputertomográffal készített három dimenziós kép alkalmas a külső-belső geometriai méretek ellenőrzésére is. Funkciójában az értékelő szoftver ugyanazokat a lehetőségeket adja, mint a digitális optikai felvételek, de itt a belvilág megismerése érdekében nem kell roncsolni az alkatrészt. Ilyen mérésre mutat példát a 3. ábra bal oldali képe, ahol a méreteltéréseket színek is jelzik. Összehasonlításul a jobb oldali képen egy hagyományos digitális optikai felvétel látható, amellyel csak a külső méretek ellenőrizhetők.

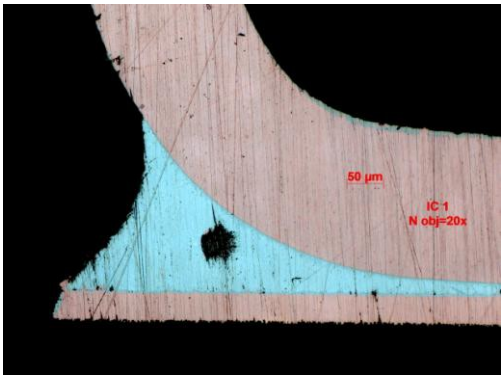


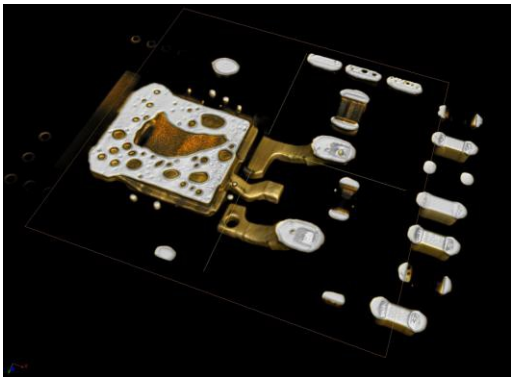
3. ábra: Geometriai méretek ellenőrzése

JÁRMŰIPARI ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK CT-VIZSGÁLATA

Az elektronikai alkatrészek forrasztásainak ellenőrzése komoly kihívás az anyagvizsgálók számára, mivel a porozitásokat, összeolvadási hibákat hagyományos technikákkal igen nehéz kimutatni teljes alak- és mérethűséggel. A CT eljárás itt is előnyösen alkalmazható, ahogy a 4. ábrán látható példa szemlélteti.

A bal oldali képen a CT-vizsgálattal feltárt porozitás mikroszkópi képe látható, ennek a vizsgálatnak a célja a felvétel hitelesítése volt. A jobb oldali kép egy komplex alkatrész csoport robbantott ábráját mutatja, ahol jól látható a forraszanyag nem teljes felületre kiterjedő kötődése.





4. ábra: Forrasztott alkatrészek ellenőrzése

ESETTANULMÁNYOK EGYÉB RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATOK KÖRÉBŐL

A járműipari alkatrészek vizsgálati eljárásai évtizedek óta kialakultnak tekinthetők, ennek ellenére lehet találni olyan érdekességeket, melyek a korábbi eredményekhez képest is mutatnak újdonságot. Ezek közül látható néhány esettanulmány a következőkben.

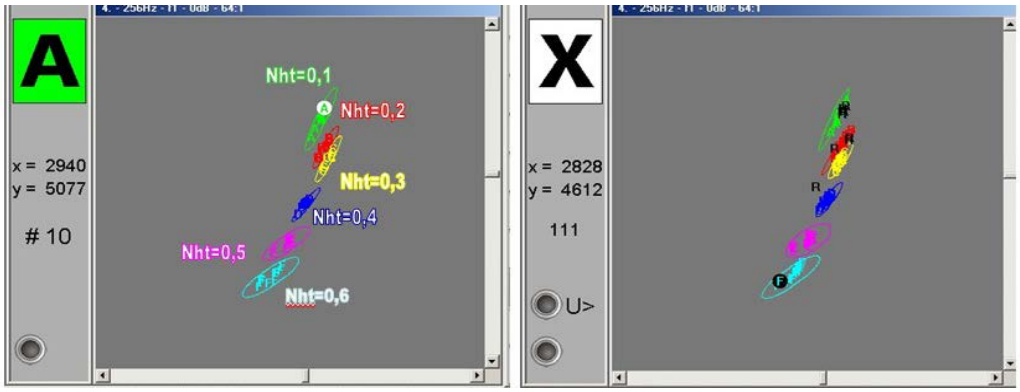
KOVÁCSOLT FÉLTENGELY VIZSGÁLATA

Az 5. ábrán bemutatott féltengely fej és szárrész közötti átmenetére repedésvizsgálatát írták elő, melynek során felületi repedéseket észleltek a nyakrészen. A repedések jellege és kiterjedése olyan mértékű volt, hogy további vizsgálatot is célszerűnek látszott végezni. Az UH vizsgálat belső repedéseket is kimutatott, amelynek kiterjedését a metszeti kép jól szemlélteti. A repedés egyértelműen a kovácsolás során keletkezett, valószínű oka a nem megfelelő kovácsolási hőmérséklet. Sorozatvizsgálattal a hibás tengelyek kiszűrhetők voltak.

5. ábra: Féltengely UH vizsgálattal kimutatott belső repedése

NITRIDÁLT KÉREG VASTAGSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

A nitridált kéreg roncsolásmentes vizsgálatára egyértelműen megbízható eljárás nem létezik, a rétegvastagság meghatározása mindig konkrét alkatrészhez kötődik. Egy bonyolult, tagolt külső felületekkel és bordás furattal rendelkező alkatrész rétegvastagság mérésére alkalmas eljárás kidolgozásának vázlata a következő: hitelesítés ismert kéregvastagságra nitridált próbákon 0,1-0,6 mm határok között hat fokozatban, majd az ismert kéregvastagságú alkatrészekkel a multifrekvenciás örvényáramú vizsgáló berendezés kalibrálása. Ezután következhetett a mérés sorozatban gyártott alkatrészeken, elég jó megbízhatósággal osztályozva a vizsgált alkatrészeket.



6. ábra: Féltengely UH vizsgálattal kimutatott belső repedése

A 6. ábra bal oldali képe a kalibráció eredményét mutatja. Jól látható, hogy az azonos névleges rétegvastagságú próbatestek egyértelműen körülhatárolható területeken helyezkednek el. A jobb oldali kép a sorozatmérés eredményeit mutatja, ahol az eltérő kéregvastagságú alkatrészek szintén elkülönültek a képernyőn.

Megjegyzendő, hogy az irodalomban több ultrahangos vizsgálati eljárás is létezik a nitridált kéreg vastagságának meghatározására, ezek a Rayleigh hullámok felületi rétegben mért sebesség változásán alapulnak. Két fejes technikát és különböző frekvenciákat alkalmazva mérik az impulzusok között eltelt időt, és ebből következtetnek a terjedési sebességre. Kalibráció után az eljárás hibáját 0,02 mm-re becsülik. Az eljárás ismertetése a http://www.hitachi.com/rev/1999/revoct99/r5_108.pdf honlapon található.

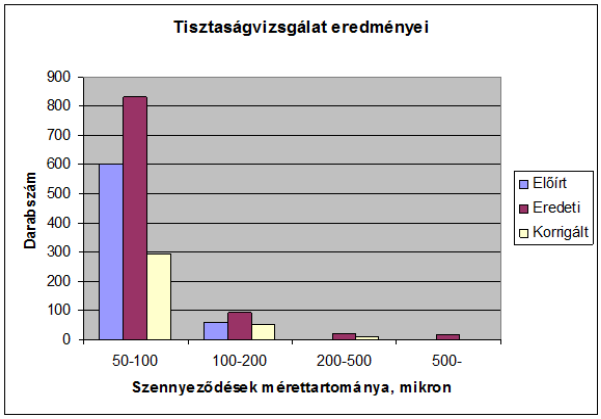
FELÜLETI KÉREGVASTAGSÁG-MÉRÉS KVÁZI-RONCSOLÁS MENTES ELJÁRÁSSAL

Az alkatrészek nem működő felületén végzett keménységmérés sorolható ide. Az eljárás során változó erővel terhelik a szúrószerszámot, az erőhatás lehet két diszkrét terhelési érték vagy egyenletesen növekvő terhelés is. Például Vickers keménységmérés esetében egyszerűen levezethető, hogy a felterhelési görbe homogén anyag esetében parabolikus, de ha a gyémánt áthatol a kérgesített zónán, akkor a görbe felfutása megtörik. Ebből következik, hogy kérgesített felületen az erő-behatolási mélység diagram változásából a kéregvastagságra lehet következtetni. Így mérhetők nitridált vagy betétedzett kérgek egyaránt, de mindegyik esetben kellően széles erőtartományban kell a mérést végezni. Egy ismert megoldás a speciális Rockwell eljárással készíthető vizsgálat, ahol két, 150 és 1200 kg-on végzett mérés kapcsolatba hozható a betétedzett réteg vastagságával. A kiértékelést a géphez kapcsolt mikroprocesszor automatikusan elvégzi, ezáltal sorozatmérésre is alkalmas.

JÁRMŰIPARI ALKATRÉSZEK TISZTASÁG VIZSGÁLATA

A legtöbb jármű főegységbe (például motor, sebességváltó) beépülő alkatrészekre a megrendelő előírja az ISO 16232/VDA 19 szerinti tisztaság vizsgálatot. Ennek során cél az üzemi tisztítási folyamat után megmaradt szennyeződések kimutatása független laboratórium által. A folyamat során intenzív mosással oldják le az esetlegesen megmaradó szennyeződéseket, majd a mosó oldatot szűrőn áteresztve leválasztják a részecskéket. Ezeket speciális mikroszkópi eljárással osztályozzák méret szerint, illetve különbséget tesznek reflektáló (fémes) és nem reflektáló szennyeződések között. A vizsgálati eredmény akkor megfelelő, ha az egyes méretkategóriákra előírt részecske darabszám az előírt értékek alatt marad.

A 7. ábrán látható alkatrész tisztítási folyamatára mutat példát a jobb oldali kép. A kék oszlopok mutatják az előírt megengedett részecske darabszámot a gyári tisztítási folyamat után. A lila oszlopok azt jelzik, hogy az eredeti technológia nem volt megfelelő, minden méretkategóriában meghaladták az előírt értéket az észlelt részecske darabszámok. A tisztítási folyamat fejlesztése utáni második ellenőrzésnél már közel megfelelőnek bizonyult a minta.



7. ábra: Tisztaságvizsgálattal minősített alkatrész és mérési eredmények

ÖSSZEFOGLALÁS

A járműiparban a termékfelelősség fokozott érvényesítése megköveteli a teljes körű minőségellenőrzést. Ennek legfontosabb eszközei a továbbfejlesztett roncsolásmentes vizsgálati eljárások, amelyek közül sokoldalúsága miatt kiemelkedik az ipari CT vizsgálat. E technikával a belső hibák feltárása és a 3D geometriai vizsgálatok együttesen valósíthatók meg. Természetesen az egyre tökéletesebb hagyományos roncsolásmentes vizsgálati technikák is komoly szerepet játszanak az alkatrész ellenőrzésben. Különös figyelmet kap a felületi kérgek roncsolásmentes ellenőrzése és a tisztaságvizsgálat is, mint a roncsolásmentes vizsgálatok új eljárásai.