

A MŰSZAKI DIAGNOSZTIKA ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI ANYAGMOZGATÓ- ÉS ÉPÍTŐGÉPEKEN

FECSCKE László, HALMI Gábor, PRISTYÁK András

Budapesti Műszaki Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar
Építő- és Anyagmozgató Gépek Tanszék

Az utóbbi években hazánkban is egyre nagyobb hangsúlyt kap a különböző gépi berendezések megbízhatósága és gazdaságos üzemeltetése.

A fenti témakörrel kapcsolatban egyre több szakcikk, könyv és egyéb publikáció jelent meg, amely elsősorban a téma elméleti oldalát vizsgálja.

A műszeres mérésen alapuló gyakorlati vizsgálatok száma az anyagmozgató- és építőgépek körében ma még elég kevés, hiszen ezen kísérletek elvégzése legtöbbször komoly műszerezettséget és többoldalúan képzett szakembereket igényel.

A gépi berendezések gazdaságos üzemeltetéséhez és a váratlan meghibásodások csökkentéséhez hozzátartozik a gép műszaki állapotának szinten tartása.

Ez megfelelő fenntartási rendszer kialakításával érhető el. A ma általánosan használatos fenntartási rendszerek három csoportba sorolhatók:

- *karbantartás szükség szerinti javítással*, amelynél a berendezést addig működtetik, míg valamelyik eleme meg nem hibásodik. Ez elsősorban abban az esetben engedhető meg, ahol ez nem okoz rendkívüli termeléskiesést, ill. tartalék berendezés áll rendelkezésre;
- *tervszerű megelőző karbantartás*, amelynél a gépet bizonyos teljesítménye vagy az eltelt idő után rendszeresen felújítják. A karbantartás elvégzésekor azonban nem biztos, hogy a berendezés műszaki állapota olyan rossz szinten állt, hogy szükséges volt a beavatkozás. Lehet, hogy jóval későbbi időpont is elég lett volna. Ez a rendszer jelenleg a legelterjedtebb, mivel így a karbantartási időpontok tervezhetőek, ezáltal a termeléskiesésből származó költségek csökkennek;
- *a megelőző fenntartás műszaki állapottal vizsgálattal*, amelynél a gépi berendezés olyan paramétereit vizsgálják műszeresen, amelyet a műszaki állapot változás befolyásol. Így kellő időben mód nyílik a berendezés javítási időpontjának tervezésére, valamint a szükséges pótalkatrészek beszerzésére. Ez a fenntartási rendszer csak a folyamatos vagy időszakonként elvégzett műszeres diagnosztikai vizsgálatokon alapulhat.

Így a fenntartási rendszer szempontjából a műszeres diagnosztika fő feladata méréssel megállapítani a műszaki állapot változását, valamint ennek forrását.

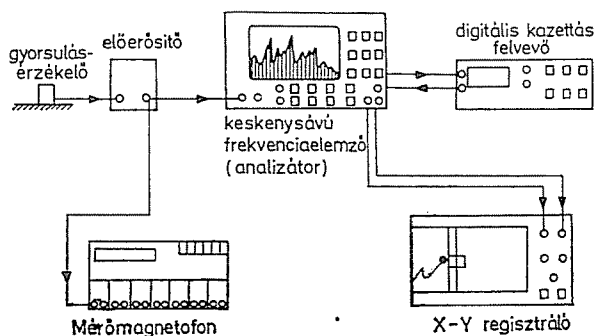
A Budapesti Műszaki Egyetem Építő- és Anyagmozgató Gépek Tanszékén már mintegy 10 éve folyik az anyagmozgató- és építőgépek megbízhatóságának, valamint optimális üzemeltetési paramétereinek elméleti kutatása. Az utóbbi években felmerült az ipar részéről az anyagmozgató- és építőgépek teljes körű (gépészet, acélszerkezet, villamosság) műszeres diagnosztikai vizsgálatának szükségessége. A tanszék 3 évvel ezelőtt kezdte el a fenti témában a kutatást.

A vizsgálatok kezdeti és jelenlegi fázisa a gépészeti, acélszerkezeti és villamos egységeken végezhető műszeres mérési módok megismerése, kipróbálása és alkalmazása az anyagmozgató- és építőgépek műszeres diagnosztizálására. A gépészeti egységek műszeres diagnosztikai módszerei közül elsősorban a rezgésanalizálási módszerrel foglalkoztunk.

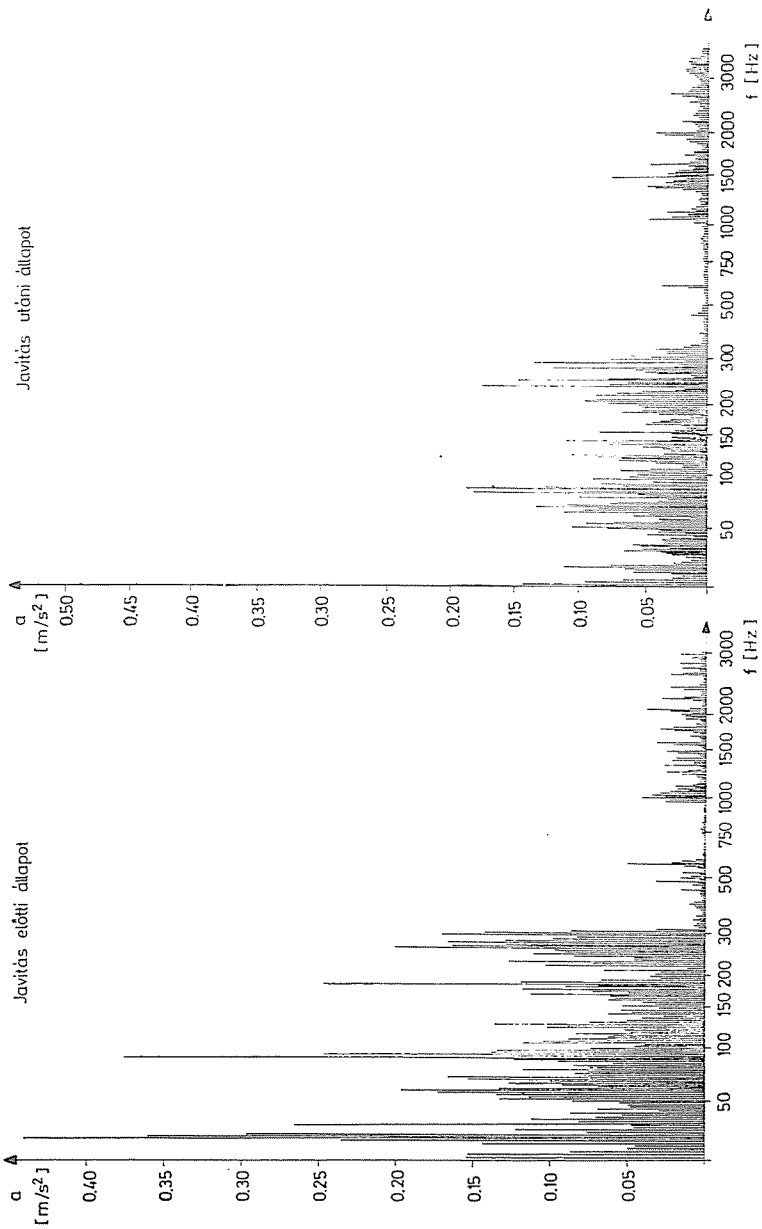
Itt a rezgésanalizálási módszer lényege az, hogy a működés közben vizsgált gépegység egy vagy több pontjáról gyorsulásjeleket rögzítünk, majd ezen időfüggvényeket megfelelő kiértékelő berendezéssel (analizátorral) a frekvencia-amplitúdó síkra leképezve ún. rezgésspektrumokat állítunk elő. Az 1. ábrán a mérőrendszer összeállítása látható.

A spektrumban megtalálható a vizsgált gépegység minden elemének frekvenciája. Ugyanazon gépegységen két különböző időpontban felvett spektrum összehasonlításából lehet következtetni a berendezés gépelemeinek műszaki állapotváltozásáról.

Ezáltal lehetőség nyílik például egy fogaskerékajtómű szerelésének minősítésére is. Azaz a szétszerelés előtt és után készített spektrum összehasonlításával megállapítható, hogy az egyes gépelemekhez tartozó frekvenciák amplitúdói változtak-e, s ha igen, akkor olyan mértékben-e, hogy a hajtómű biztonságosan újra üzemeltethető.



1. ábra



2. ábra

Erre látható egy példa a 2. ábrán. A Tanszék a Magyar Hajó- és Daru-gyár megbízásából elvégezte egy exportra készülő daru emelőművének műszeres rezgéstani vizsgálatát. A rezgés spektrumokból meg lehetett állapítani, hogy a hajtómű és kötéldobok összeszerelése nem megfelelően történt. Az újbóli összeszerelés utáni spektrum már a helyes beállításról tanúskodott.

A fenti kísérlet mellett a Tanszék laboratóriumában többféle anyagmozgató- és építőgép fogaskerékhajtóművén, ill. villamosmotor csapágyazásán végeztünk rezgésanalízist. A kísérletsorozat alapján a következők állapíthatók meg:

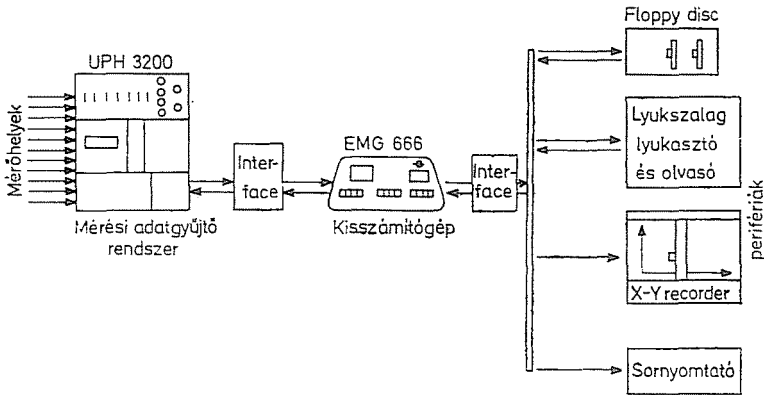
- a rezgésanalizálási módszer az anyagmozgató- és építőgépek gépészeti egységeinek műszeres vizsgálataihoz felhasználható;
- a gépészeti egységről rendszeres időközökben vagy folyamatosan történő spektrum felvételek esetén az egység megbontása nélkül is megállapítható a várható meghibásodási hely, ill. a berendezés műszaki állapotának romlása;
- javításra kerülő berendezéseknél rezgésanalízissel a javítás minősége mérhetővé válik.

Az acélszerkezet műszaki diagnosztikája az esetek többségében nem valamely vizsgált, jellemző paraméter abszolút értékeit veszi alapul. Az építő- és anyagmozgatógépek szerkezete bonyolult felépítésű, az egyes gépek esetében egyedileg kezelendő sajátságokkal rendelkeznek. Ilyenek a gyártás során létrejött belső feszültségek, az alkatrészek túréséből adódó különbözőségek (pl.: eltérő hézagok, anyagfalvastagságok, geometriai méretek). Az egyébként egyformán jónak tekinthető műszaki állapotú berendezések részleteiket tekintve más-más rugalmassági, szilárdsági, megbízhatósági paraméterekkel rendelkeznek.

A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy az acélszerkezetek diagnosztikai vizsgálatán mindig egy adott gép műszaki állapotát jellemző, korábban jónak elfogadott paraméterek (referencia) és egy későbbi időpontban mért ugyanazon paraméterek összehasonlítását kell értenünk abból a célból, hogy a paraméterekben észlelt *változások* alapján a műszaki állapotban bekövetkezett változásokat megállapítsuk. Az eredmények értékelése alapján kell a konkrét hibaforrásokat feltárni és a javításhoz szükséges intézkedéseket megtenni.

Az acélszerkezet, mint statikailag határozatlan szerkezet, egyéni struktúrájára, adott műszaki állapotára jellemző lehet a szerkezet erőjátéka (erőátviteli függvénye).

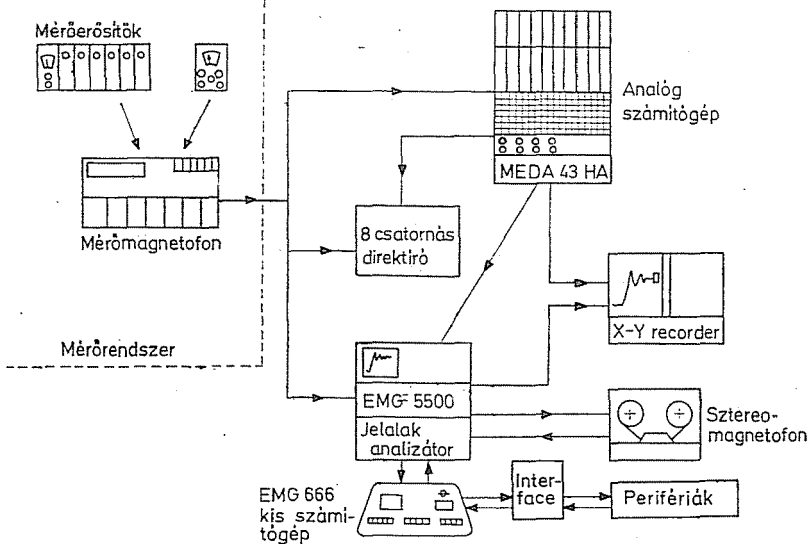
A terhelés függvényében ábrázol telmozdulás, feszültség, fő feszültségi irány összefüggések gyakran mutatnak nem lineáris jelleget, hiszterézis jelenséget, a számítottól eltérő erőjátékot. Ezen vizsgálathoz reprodukálható módon elvégzett próbaterhelés hatására létrejött alakváltozások és főleg helyi relatív



3. ábra

nyúlások (mechanikai feszültségek) mérését kell elvégezni, sok mérőhelyen, nagy pontossággal és a lehető legrövidebb idő alatt. Ezen cél érdekében fejlesztettük ki a 3. ábra szerinti, kiszámítógéppel vezérelt mérési adatgyűjtő és adatfeldolgozó rendszert:

A megvalósult szerkezet mint különféle karakterisztikájú rugókkal, csillapításokkal, hézagokkal rendelkező lengőrendszer dinamikai vizsgálata is alkalmas lehet a műszaki állapot meghatározására, összehasonlító vizsgálatára. A dinamikus jelek feldolgozására a Tanszéken létrehozott mérési és jelfeldolgozási rendszert mutatja a 4. ábra.



4. ábra

Az anyagmozgató és építőgépek acélszerkezete diagnosztizálására alkalmas módszernek tűnik a szerkezet frekvenciaátviteli függvényének, illetve a függvény változásának vizsgálata. Gerjesztésként állandó amplitúdójú, változtatható frekvenciájú rezgésgerjesztő vagy impulzusszerű erőhatás (pl. kalapácsütés) használható. A kijelölt pontok közötti frekvenciaátviteli függvény a rezgésdiagnosztikánál már ismertetett műszer összeállítással határozható meg.

Az acélszerkezet egyes elemeinek vizsgálatára, hibaforrások meghatározására alkalmas módszernek tűnik az akusztikai emisszió mérése. Evvel az anyagban jelentkező hajszálrepedések keletkezésének és terjedésének időbeli észlelése, valamint a hiba fellépési helyének megállapítása lehetséges.

Kísérletképpen egy emelőberendezés főtartójaként beépítésre kerülő acélszerkezeti elem próbavizsgálatát végeztük el. Megállapítottuk, hogy mekkora terhelésnél jelentkeznek a hajszálrepedések az anyagban.

A fent említett módszerek lehetőséget nyújtanak arra, hogy bizonyos, a szerkezetben létrejött változásokat kimutassunk.

Kutatásunk során az anyagmozgató és építőgépek villamos berendezéseinek hibafeltáró diagnosztikai vizsgálatára alkalmasnak találtuk a termovíziós módszert.

A tárgyról érkező infravörös sugarakat a televízió kamerához hasonló termovíziós kamera érzékeli, s megfelelő berendezés emberi szemmel látható képpé transzformálja.

Ez televíziós monitoron megjeleníthető. A hőfelvétel alapján megállapítható a vizsgált tárgy hőfokeloszlása. Ez alapján megállapíthatók azok a kritikus helyek, amelyek a környezetükhöz és üzemi hőmérsékletükhöz képest melegebbek. Ezek feltárása után a kezdődő hibák, illetve hibás alkatrészek kicserélhetők. Laboratóriumi kísérletek mellett helyszíni vizsgálatokat is végeztünk a Csepeli Szabadkikötőben üzemelő konténer darun. A mérések alkalmával az emelőmű tirisztoros vezérlésében hibaforrást fedeztünk fel, és az azonnali javítással váratlan és súlyos meghibásodás vált elkerülhetővé.

A termovíziós mérési módszer azonban nemcsak a villamos berendezések, hanem a gépészeti egységek diagnosztikájára is alkalmas. Például csapágy melegedések, forgótengely tömítési rendellenességeit is fel lehet tárni vele.

A Tanszék által végzett eddigi munka alapján a következők állapíthatók meg az anyagmozgató és építőgépek műszeres diagnosztikai módszer kutatásában:

- gépészeti egységek diagnosztikájához legalkalmasabbak a rezgés analízis és a jelalak analízis módszerek. Bizonyos feladatoknál előnyösen kombinálható a fentiekkel a termovíziós módszer;
- acélszerkezeteknél a tenzometrikus és lengés mérés kombinálása látszik célszerűnek;
- villamos egységek diagnosztikájához egyértelműen a termovíziós mérési módszer a legalkalmasabb.

További feladatainknak a téma kapcsán azt tekintjük, hogy feltárjuk az egyes gépeknek leginkább megfelelő diagnosztikai paramétereit és azok változásaira legalkalmasabb megfigyelési eszközöket és módszereket.

Fecske László egy. tanársegéd

Halmi Gábor egy. tanársegéd

Dr. Pristyák András egy. docens, a műszaki tudományok kandidátusa