

Holnár Imre mk. ezredes, főiskolai adjunktus:

GÁZTURBINÁS HAJTÓMŰVEK CSAPÁGYDIAGNOSZTIKÁJA

A repülő-műszaki szakemberek jelentős erőfeszítéseket tesznek a hajtóművek üzemidejének meghosszabítása érdekében. A hajtómű hátralévő üzemidő megítélésének legfontosabb szempontja a csapágyak állapotának felmérése, amely a hajtómű szétszerelése nélkül nem mindig biztosít megbízható adatokat.

A lengyelországi Repülő Csapatok Műszaki Főiskolája - melynek kutatómunkájába bepillantást nyerhettem - új megoldást dolgozott ki. Ennek lényege, hogy a hajtómű szétszerelése nélkül, a kenőolajban előforduló, kopásból származó fémrészekek alapján végeznek állapotmeghatározást.

A kidolgozott és bevezetett fluoreszcenciás röntgen analízis segítségével a standard körülmények között üzemelő hajtóművek olajrendszeréből vett olajmintákat rendszeresen vizsgálták.

Többéves munka alapján megállapították, hogy vannak olyan kémiai elemek, amelyek a csapágyak és velük érintkező alkatrészek veszélyes kopását vagy sérülését jól jellemzik. A technikai állapot értékeléséhez a röntgen analízist alkalmazva a vas (Fe) és a réz (Cu) jelenléte adta a legtöbb segítséget. Végeznek méréseket réz és cink (Cu+Zn) előfordulására is, azonban a létrehozott mérőberendezés nem képes különbséget tenni a réz és a cink között.

A kopástermékekben előforduló elemkoncentrációk tonna olaj/gramm-ban kifejezett mennyisége  $C_{Fe}$  és  $C_{Cu+Zn}$  alkotja a diagnosztikai szintet.

A diagnosztikai együttható két értéke a leglényegesebb: a megengedett ( $C_{meg}$ ) és a kritikus ( $C_{krit}$ ) érték, melyek elérése utal a rendszer állapotára.

Normális a helyzet, ha:  $C_{Fe}; C_{Cu+Zn} \leq C_{Fe_{meg}}; C_{Cu+Zn_{meg}}$

Túlhaladott, ha:

$$C_{Fe_{meg}}; C_{Cu+Zn_{meg}} \leq C_{Fe}; C_{Cu+Zn} \leq C_{Fe_{krit}}; C_{Cu+Zn_{krit}}$$

Veszélyes, ha:

$$C_{Fe_{krit}} ; C_{Cu+Zn_{krit}} \leq C_{Fe} ; C_{Cu+Zn}$$

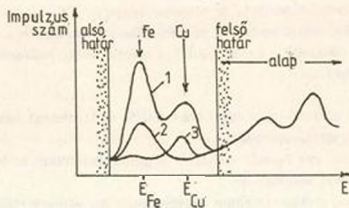
A módszer alkalmazásával gyorsan meghatározható az elvégzendő munkák rendje, előre jelezhető a veszélyes állapot, felmérhető a várható anyagi és munkaráfordítás.

Ezen kívül optimalizálható a hajtóművek üzemeltetése is, lehetőséget adva a javításközi üzemidők esetleges meghosszabbítására.

### A mérési módszer

A módszerrel a kémiai összetételt analizálják. Ezt a vizsgált olajminta jellemző röntgensugárzás gerjedésének és intenzitásának mérése teszi lehetővé.

A minőségi analízis a vizsgált elem jellemző kisugárzási energiájának (E) mérésén, a mennyiségi analízis az adott erővonalak intenzitásának mérésén alapul (1. ábra).



1. ábra

Gázturbinás hajtómű olajminta fluoreszcenciás sugárzásának spektruma, különféle szűrőket alkalmazva:

1 - szűrő nélkül; 2 - kobalt szűrővel, 3 - alumínium szűrővel.

A szakirodalomból ismeretes, hogy a röntgen analízissel végzett kémiai összetétel elemzéshez az olajmintából igen vékony rétegű vizsgálati anyag szükséges. Ha a vizsgálati anyag vastagságát növeljük, csökken a keresztet elem meghatározásának lehetősége. Ez ahhoz vezet, hogy a periódusos rendszerben egymáshoz közeli kémiai elemek együttes hatását észlelhetjük. Ezért csak az igen vékony rétegű vizsgálati anyag esetében igaz, hogy a fluoreszcenciás sugárzás intenzitása arányos a vizsgált kémiai elem felületi sűrűségével.

Ez az összefüggés fennáll, ha a vizsgálati anyagminta vizsgálólapra gyakorolt felületi tömegterhelése nem nagyobb  $2,5 \text{ mg/cm}^2$ -nél.

Olyan mintákat, melyek megfelelnek a leírt módszereknek, úgy nyerhetünk, hogy az olajat speciális membrános szűrőn megsűrűzzük. Az elvárt felületi tömegterhelést jelentő olajfilm kialakításához a  $0,2-1,6 \mu\text{m}$  finomságú szűrők alkalmasak.

A kísérletekhez  $0,6 \mu\text{m}$  finomságú szűrőket választottak ki. A tapasztalat azt mutatta, hogy mérési hibához vezet:

- ha a szűrőn a kopásból származó termék egyenlőtlenül helyezkedik el;
- ha nem pontosan mérik ki az olajmennyiséget;
- ha az alkalmazott membrános szűrőkészülékben megnövelik a túlnyomást (vagy a vákuumot). Ez lerövidíti a szűrési időt, csökkenti a szűrés lehetőségét.

Az 1.sz. ábrán látható egy többcsatornás analizátorral készült fluoreszcenciás sugárzás spektruma.

A vas "vonala" és réz "vonala" spektrum megkülönböztetésére a kiegészítő szűrők alkalmazását vezették be.

Az analizátorban a diszkriminátor küszöbértékét úgy választották meg, hogy a vas és a réz spektrumvonala is meglegyen. A mintában egyidejűleg előforduló vas és réz mennyiségének mérése lehetséges az olyan szűrőkkel, melyek különféle sugárzáselnyelő képességgel rendelkeznek. Ezek képesek energiát átadni pl. vasról ( $E_{\text{Fe}}$ ) és elnyelni a réz energiasugárzást ( $E_{\text{Cu}}$ ).

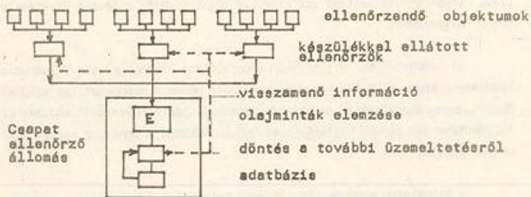
A számológépezet kobalt szűrő alkalmazásakor megszámlálja azt az impulzusszámot, amely arányos az olajmintában lévő vas mennyiségével.

Az alumínium szűrő alkalmazásakor az impulzusszám mérése az olajmintában található réz mennyiségéről ad információt.

### A diagnosztikai rendszer működési elvei

Jelenleg a csapatkörülmények közötti diagnosztizálásra hordozható mérőkészülék és a hozzá tartozó szűrőberendezés áll rendelkezésre.

Az ellenőrző állomások munkájának szervezeti felépítése a 2.sz. ábrán látható.



2. ábra

### Csapat ellenőrző állomások adatain alapuló állapotminősítő rendszer sémája

Az ellenőrző állomások feladata a 37F, az AI-24VI, a 31B típusú hajtóművek csapágyrendszer-állapotának értékelése. A diagnosztikai szintek értékeit az adott típusú hajtóműre kísérleti úton állapították meg. A megállapított értékeknél a ledolgozott üzemidő hatását is figyelembe vették.

A mérési rendszer meghatározza a szűrőberendezések előkészítését, nevezetesen a vizsgálandó olaj szűrésének rendjét - 100 ml-t kell átszűrni 0,6  $\mu\text{m}$  finomságú membrános szűrőn. Az olajmintát 12 ledolgozott üzemóra leteltével 10-15 perccel a hajtómű leállása után kell leengedni (vagy 20 perc).

Ha a kopástermékek túlhaladott értékét tárják fel, az olajminta vétel gyakoriságát növelni kell 5-7 óránkénti intervallumra, ha eléri a kritikus értéket, 3-5 óránkénti értékre.

Minden egyes megvizsgált hajtóműnél regisztrálják a koncentráció mennyiségének változását, ez lehetőséget ad a hajtómű üzemidő és kopástermek mennyiség értékének diagramban történő ábrázolására, prognózis felállítására.

Az elvégzett vizsgálatok alapján (37F és 31B típusokra) 57 esetben kellett a hajtómű üzemeltetését leállítani 1973 és 1990 között. Bizottság által végrehajtott hajtómű szétzerelés megerősítette a levont következtetések helyességét.

Az ismertetett eljárással kapcsolatban természetesen felmerülnek kérdések. Hogyan állapították meg megbízható módon a diagnosztikai szintet? Mennyi munkaráfordítással és költségkihatással jár a bevezetett módszer kiterjesztése más típusú hajtóművekre? Hogyan működik a rendszer csapatkörülmények között?

A kísérletek mindenesetre lengyel kollégáink törekvéseit igazolták.