Röpítőtörő üzemének vizsgálata zajkibocsátása alapján (2. rész)

Ladányi Gábor

Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Geotechnikai Berendezések Tanszék

Examination of noise emission of a centrifugal crusher

From the point of view of noise emission, the scope of issues of industrial processes and technologies is a less researched area. This is particularly true for the machines belonging to the tool system of mechanical process technology: mills, crushers, screens, separators (e.g. counter-current separator, jiggling machines, separating tables, magnetic and electric separators) as well as feeding installations, etc. So far, only few measurements have been carried out to determine their noise emission and the measurement results do not have a wide publicity.

Perhaps there are known applications in ore separation where the acoustic energy – noise – generated during operation is used for the automation of the installation (usually ball grinder).

Present paper deals with the noise emission of a crusher. The measuring activity was carried out in a research work is to explore the connection between the noise and the technical-technological characteristics of process technology installations, which permits the preliminary estimation and regulation of the noise of industrial installations.

Mint ahogy azt cikkünk első részének bevezetőjében elmondtuk, a hivatkozott ábrák jelentős száma és mérete miatt a szerkesztőség két, egymást követő számban kényszerült a cikk megjelentetésére. A második részben folytatjuk A mérési eredmények összefoglalása című pont ismertetését.

1. táblázat

A forgáshoz köthető frekvenciák az 5 üzemóra utáni mérésekből

Terh. állapot	½ forg. frekv. [Hz]	Forgásfrekv. [Hz]	2. harm. [Hz]	4. harm. [Hz]
Üresjárat		25,2	75	150
Részterhelés	12,3	24,6	74,4	148,8
Teljes terhelés	12,3	24,6	73,8	147,6

A mérési eredmények összefoglalása

- A jobb összevethetőség érdekében a 13–15. ábrák egy-egy diagramban mutatják az üresjárat, a teljes és részterhelés mellett mért spektrumokat. Összehasonlítva őket azonnal szembetűnő a teljesített üzemórák, illetve a javítás utáni változás. Az újszerű, 5 üzemóra utáni állapotban a magasabb frekvenciák – főként 1 kHz felett – nagyobb átlagos energiával jelennek meg, függetlenül attól, hogy milyen terheléssel üzemel a gép! Vélhető ok: a még el nem kopott, le nem kerekedett élek miatt felújított állapotban nagyobb energiával vannak jelen a magasabb frekvenciák. Megerősíteni látszik ezt, hogy javítás után a belső elemek részbeni cseréje egyértelműen megemeli az 1,5 kHz feletti komponenseket, emelkedésük azonban nem éri el a teljes felújításnál előálló szintet.
- A spektrumok 500 Hz alatti részein jól beazonosítható a fordulatszámnak (1500 1/min) megfelelő 25 Hz frekvencia és annak felharmonikusai (lásd a 16–18. ábrákat). A feladott anyagmennyiség növekedésével nő a hajtómotor terhelése is. Emiatt enyhén csökken a fordulatszám, amit egyértelműen mutat a jellemző frekvenciák csökkenése. Mivel felharmonikusokról van szó, a csökkenés a rendszám növekedésével abszolút értelemben egyértelműen nő. Az elmondottak jól látszanak az 1. táblázat adatain.
- Megfigyelhető, hogy kb. 150 Hz alatti tartomány az,

amely a gép mechanikai állapotát jellemzi. Elsősorban a kiegyensúlyozottsági állapotra jellemző frekvenciák és modulációs termékek jelennek meg ebben a régióban, ami erősen jellemző az adott gép felújítás utáni állapotára. Ezen természetesen módosít a feladott anyagmennyiség bekerülése a gépbe, de megmaradnak a jellegzetes vonalak és viszonyuk egymáshoz. A 16–18. ábrákon egyértelműen jelentkezik a 147,6 Hz-es felharmonikus mindhárom üzemállapotban. A 35 üzemóra utáni spektrumokról (19–21. ábrák) gyakorlatilag eltűnik – javult a rotor kiegyensúlyozottsága –, de megmaradt a 74 Hz körül a moduláció miatt kialakuló mindkét oldalsáv (az ábrákon bekeretezve). Tehát ez a gép egy adott összeállítási állapotára nagyon jellemző, és így felhasználható az állapot beazonosítására.

- A felújítás utáni mérés spektrumai egy új mechanikai állapotot tükröznek (22–24. ábrák). A kiegyensúlyozatlansághoz kapcsolható vonalak megvannak, de nagyságuk és egymáshoz való viszonyuk eltér az előző mérésekből származóktól. Itt a 150 Hz és 300 Hz között mutatkozó összetett csoport a jellemző (bekeretezve). Függetlenül a gép terheltségi szintjétől, kis eltérésekkel, de mindig mutatkozik. Ebben az esetben tehát ez a csoport használható fel az állapot beazonosítására.

Célunk volt az eddigitől eltérő szemcseméretű feladás mellett is méréseket végezni, ami a leállás miatt meghiúsult.

13. ábra

14. ábra

15. ábra

16. ábra

17. ábra

18. ábra

19. ábra

20. ábra

21. ábra

22. ábra

23. ábra

24. ábra

Levonható következtetések

- A gép akusztikus emissziójából származó jelének (a gép zajának) frekvenciatartománybeli képe alkalmas az üzemállapotban beálló durva változások felismerésére.
- Mindig rögzíteni kell a gép felújítás utáni állapotához tartozó zajképet (új állapot). A változást ehhez a saját „új állapot”-hoz hasonlítva kell megállapítani.
- Egy-egy üzemállapot beazonosítására jellegzetességeket kell keresni a spektrumokon. Ez lehet egy-egy frekvenciacsoport, vagy egy komponens körül kialakuló modulációs oldalsáv.
- A fordulatszám 6-7-szerese alatti frekvenciáknak megfelelő tartomány főleg a gép mechanikai állapotát jellemzi. Ebben a tartományban az anyag gépen való áthaladása kevésbé okoz változást.
- Az anyag áthaladása a magasabb frekvenciás tartományban – ennél a gépnél $\sim 1,5$ kHz felett – érezhető erősebben a hatását. A változás a gépre jellemző hátfrekvencia feletti széles sávban mutatkozik. Itt általában az alapszint alacsony, ezért a változás jól detektálható a spektrumon. Az alacsony abszolút szint miatt azonban ezek az összetevők a széles sáv ellenére sem képviselnek jelentős energiát. Ezért nem alkalmas egy skalár mérőszám, pl. az egyenértékű hangnyomásszint a gép állapotában beálló változás egyértelmű jelzésére. (Üresjáratban: $L_{Leq} = 90$ dB, névleges anyagfeladás mellett: $L_{Leq} = 93$ dB.)
- A magasabb frekvenciás tartományban nem szükséges az alsó tartomány által igényelt nagy felbontás. Az igényeknek jobban megfelelne a törtoktávós elemzés. E célra a gépek rezgésdiagnosztikájában jól bevált az 1/12 oktáv, esetleg az 1/24 oktáv.
- Megadott mérési távolság esetén a fordulatszámfüggő frekvenciák, sőt azok felharmonikusai is jól beazonosíthatók. Ez a megállapítás egy gépről nyert rezgés-spektrum esetében természetes a szoros mechanikus csatolás miatt. Akusztikus csatolás esetében azonban nem magától értetődő.