

# XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

## KALAPÁCSOS APRÍTÓGÉPEK VEZÉRLÉSÉNEK FEJLESZTÉSE

(Órléskinetikai megalapozás, mérőberendezés és kísérletek)

(OTKA 048446 kutatás)

Fogarasi Lajos Dr. – Judák Endre Dr. – Petróczki Károly Dr. - Korzenszky Péter

**SZIE GEK**

### Summary

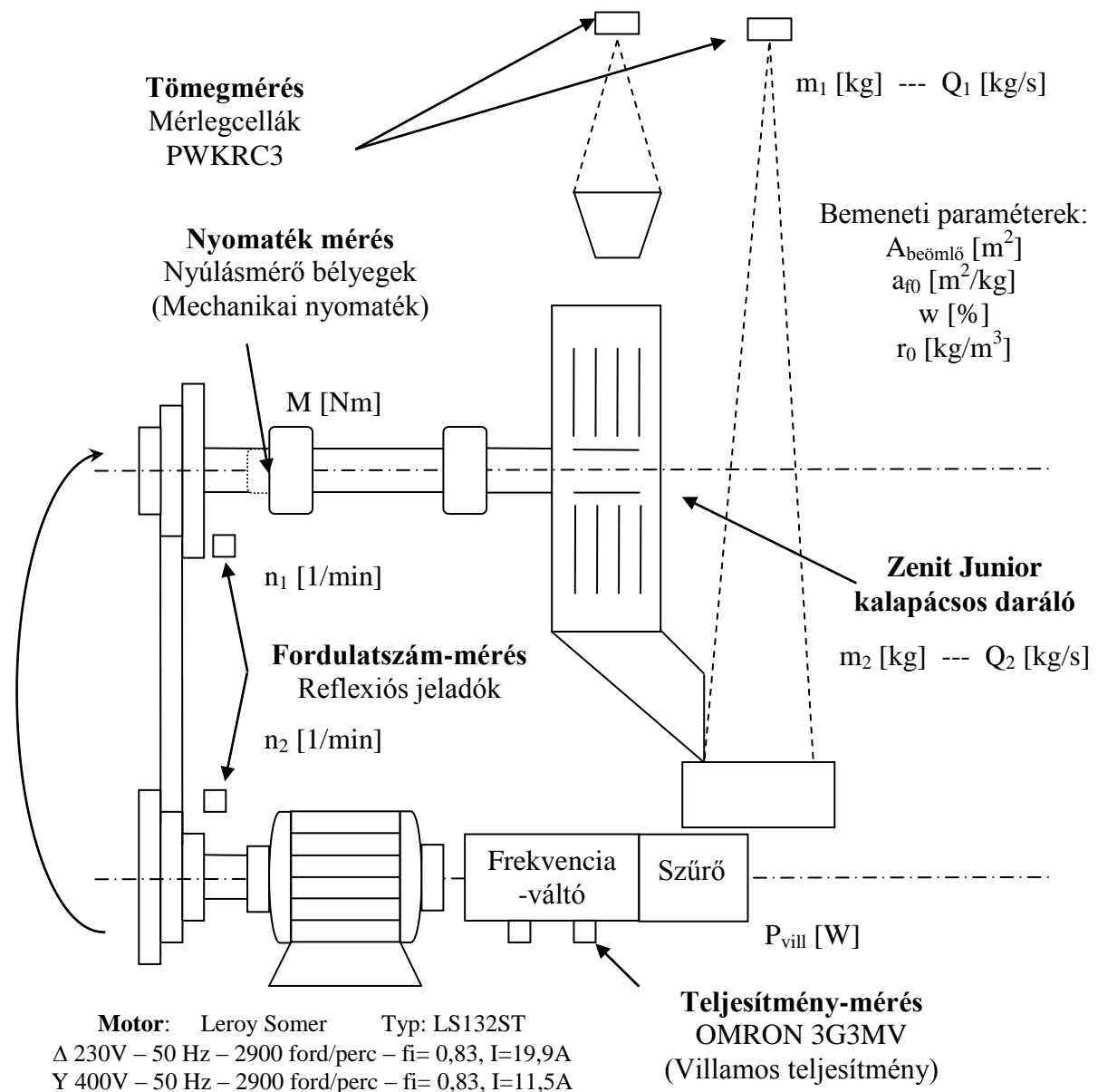
The mechanical investigations on hammer mills and the connected theoretical research is one of the projects carrying on for several years at our Department. The generalization of the results gained until now is still an actual problem that is effected at present, according to the analytical objectives with applying the up-to-date instrumentation and measurement techniques. To the investigations, such a laboratory measurement system has been elaborated and designed that is capable of determining the performance and energy consumption (power requirement) of the mill, the product quality as well as other machine and operating (process) properties with an acceptable accuracy, using not too great sample masses in tests. The investigation was carried out with different cereal grains. The data processing was effected by an own computer software utilizing which a standard model has been developed for handling the measured data. That provides the possibly widest description of the conditions of comminution process according to the present knowledge.

### Összefoglaló

A kalapácsos aprítógépek géptani vizsgálata és az ezzel kapcsolatos elméleti kutatás sok éve folyó program Tanszékünkön. Az eddig elért eredmények kiterjesztése ma is folyik, most célzottan a legújabb műszerezési és számítógépes mérés technika alkalmazásával. Vizsgálatainkhoz olyan laboratóriumi mérőrendszert dolgoztunk ki, amely lehetővé teszi az aprítógép teljesítőképességének, energiafelhasználásának és a termék (őrlemény) minőségének, valamint más gép- és üzemi jellemzők nagyságának kielégítően pontos meghatározását különböző anyagok ill. anyagállapotok esetén, nem túl nagy mintatömegek felhasználásával. A kísérleteket szemes gabonafélékkel végeztük. Az adatfeldolgozást számítógépre vittük, s ezt kihasználva, egységes modellt dolgoztunk ki a mérési adatok kezelésére, amely lehetővé teszi az aprítási viszonyok a jelenlegi ismeretek szerint lehetséges legszélesebb körű leírását.

**Mérési összeállítás**

A kalapácsos aprítógépek géptani vizsgálata és az ezzel kapcsolatos elméleti kutatás sok éve folyó program. Az eddig elért eredmények kiterjesztése ma is folyik, most már célzottan a legújabb műszerezési és számítógépes mérés technika alkalmazásával. Vizsgálatainkhoz olyan laboratóriumi mérőrendszert dolgoztunk ki, amely lehetővé teszi az aprítógép teljesítőképességének, energiafelhasználásának és a termék (örlemény) minőségének, valamint más gép- és üzemi jellemzők nagyságának kielégítően pontos meghatározását különböző anyagok ill. anyagállapotok esetén, nem túl nagy mintatömegek felhasználásával.



*A kísérleti berendezés felépítése, kimeneti, bemeneti változók, paraméterek*

A kialakított rendszer alkalmas a vezérléstechnikai problémák tanulmányozására, az őrlési folyamat vezérléstechnikai modellezésére is. A számítógépes mérő-adatfeldolgozó technika képes a

folyamatjellemzők, változók érzékelésére, mérésére és beavatkozó jel képzésére egyaránt. A kutatás célja egy erre is alkalmas program megalapozása és kidolgozása.

A kísérleteket szemes gabonafélékkel végeztük. Az adatfeldolgozást számítógépre vittük, s ezt kihasználva, egységes modellt dolgoztunk ki a mérési adatok kezelésére, amely lehetővé teszi az aprítási viszonyok a jelenlegi ismeretek szerint lehetséges legszélesebb körű leírását.

### **A közvetlenül mért és befolyásolt jellemzők**

Az aprítógép teljesítőképességét a feladott (belépő) ill. a kilépő anyag **tömegárama** (kg/s vagy t/h) adja meg. A kettő értéke stacionárius esetben (a kontinuitási elv szerint) azonos. A szemes termény tömegáramának meghatározásához a be- és a kifolyó anyag tömegének (az adagoló ill. a gyűjtő tartály súlyának) változását mérlegcellák segítségével mérjük és, az idő függvényében, regisztráljuk.

Az aprítási folyamatot, az aprító elemek, az őrlő tér és a pánccélzat kialakításán túl, a **töltet** (az őrlő térben pillanatnyilag tartózkodó anyag) tömege és mozgásállapota határozza meg. A töltet tömege pontosan a belépő és a kilépő tömeg (kg) idő szerint felvett diagramjainak összehasonlításával határozható meg. A töltettömeg a számítógép által feldolgozásra alkalmas formában rögzített tömeg-idő függvények összehasonlításával nyert fáziskülönbség a tömegskálán. A töltet stacionárius üzemben állandó.

A töltet mozgásállapota az egyes aprózódó szemcsék mozgásának, ütközéseinek összessége, amelyet az elemi kölcsönhatások összeadódva határoznak meg. Ennek vizsgálatához a legfontosabb dinamikai paraméter, a töltet tömege és a szemcseméret tömeg szerinti eloszlása mellett, a **forgórész kerületi sebessége**, amely egyúttal bemeneti jellemző (változó) is. A korábbi kutatás diszkrét (korlátozott számú sebesség-, azaz fordulatszám-fokozaton történt) felvételei, alkalmas extrapoláció mellett azt bizonyították, hogy az ütközéses malmok dinamikai függvényei (a tömegáram, örleményfinomság, terhelőnyomaték alakulása a kerületi sebesség, azaz a fordulatszám függvényében) szélsőértékeket (maximum, optimum vagy minimum) vesznek fel jól definiálható helyeken, amelyek őrlésdinamikai vizsgálata elsődrendű célunk és érdekünk. Az eredetileg háromfokozatú ékszij-áttétellel járatott Zenit Junior kalapácsos daráló hajtását átalakítottuk fokozatmentes megoldására.

A Leroy Somer (LS132ST) típusú, 5,5 kW teljesítményű egy póluspárú, háromfázisú, aszinkronmotorhoz egy teljesítményben és terhelhetőségben is hozzá illő frekvenciaváltót választottunk. A frekvenciaváltó segítségével az 50 Hz-es (3000/min szinkron-fordulatszámú) motor fordulatszámát fokozatmentesen tudjuk állítani elméletileg 0-400 Hz között. A motor kiviteléből és néhány ésszerű paraméterből adódóan a névleges fordulatszámnál ugyan valamivel magasabb értéken de korlátoztuk a frekvenciaváltó kimenetét 60 Hz-en. Az általunk vizsgálni kívánt tartomány a motortengely fordulatra vonatkozóan azonban jóval szélesebb lesz.

A fordulatszám mérését reflexiós elven működő jeladók segítségével oldottuk meg.

A mérőrendszerrel az erősen kiszélesített és megnövelt fordulatszám-tartományban lehetővé vált folytonos dinamikai függvények felvétele és a nevezetes értékek, értékpárok őrlésdinamikai analízise, beleértve a modellalkotást is. Ugyanúgy, és csak a most felépített mérő körrel, lehetőség nyílik a

fokozatmentesen változtatható fordulatszám, mint vezérlő jellemző, hatásának tanulmányozására, ill. a felhasználás géptani, vezérléstechnikai feltételeinek kidolgozására.

A folyamatba bevitt tiszta teljesítmény meghatározásához, a töltet dinamikai jellemzői függvényében alakuló terhelés kinetikai vizsgálatához mérjük a **forgórész-tengelyen ébredő nyomatékot** és a felvett információt, ill. nyomatékfüggvényeket az őrlés elméleti analizisében használjuk fel. A kísérletek során mérjük a hajtó és a hajtott tengelyek fordulatszámát, a frekvenciaváltó által szolgáltatott teljesítmény értéket. A daráló tengelyére ragasztott nyúlásmérő bélyegek segítségével mérni tudjuk a mechanikai nyomatékot. A nyomaték meghatározásához a daráló tengelyére nyúlásmérő bélyegeket ragasztottunk fel. A nyomatékmérő kalibrálását statikus állapotban végeztük el, úgy hogy a tengelyközépvonaltól 0,5 m távolságra ismert tömegű súlyokat helyeztünk és mértük a hídágak közötti potenciálkülönbséget. A bélyegek kivezetéseit a tengelybe mart horonyban vezettük ki a tengelyvégre, ahol csúszógyűrűs jelkeszedők segítségével vittük tovább a jelet.

A rendelkezésre álló adatokat a SPIDER 8 típusú mérő adatgyűjtővel rögzítjük.

Az adatgyűjtő alapkiépítésben alkalmas 8 független paraméter egyidejű mintavételezésére. Az első két csatorna (0 és 1) alkalmas impulzus jellegű mennyiségek fogadására a 6 és 7-es csatorna univerzális távadó kimenetek fogadására alkalmas (0-10V, 4-20mA) a többi csatornára teljes hidat vagy fél hidat lehet bekötni.

A kutatás egyik legfontosabb célja az aprítás **energetikai viszonyainak**, a **hatásfokot** (amely a jelenlegi aprítógépeknél rendkívül rossz) meghatározó szerkezeti, dinamikai és folyamatjellemzőinek részletes hatáselemzése és megalapozni a folyamat-hatásfok jelentős javítását. Ehhez nagyszámú felvételre van szükségünk, többféle szerkezeti változat, beállítás, anyagállapot és termékfinomság mellett, ami a felépített mérőrendszerrel hatékony, egyidejű sokparaméteres felvételekkel lehetséges.

A **szemcsefinomság** mintákon végzett közvetett mérések (szitaanalízis) adataiból, a szemcseméret-eloszlási görbe ismeretében definiálható, megadható adat. Közvetlen, egyidejű mérése a folyamatban nem megoldott, jelenleg csak kézi inputtal, az alapjel-képzésben kapcsolható a vezérlő programhoz. A kutatás egyik célja olyan finomságfüggő fizikai-mechanikai jellemző kidolgozása, amely közvetlenül mérhető és ehhez alkalmas mérő-átalakító jeladó fejleszhető ki. Ezt a kialakított mérőrendszer lehetővé teszi.

Az instacionárius üzemállapot (a belépő és a kilépő anyagáram nem azonos és az idő függvényben változik) leképezéshez szükséges felvételekre a felépített rendszer, a számítógépes adatfeldolgozással kiegészítve, ugyanúgy alkalmas.