

129

D

E10

TK 59.808

KFKI-1978-31

RÁNKY M.
EGRI B.
HONTI Z.
JERZSABEK L.

GÉPÉSZETI REZGÉSDIAGNOSZTIKAI VIZSGÁLATOK
A VVRSZ-M REAKTOR PRIMER VIZKÖRÉN I.

Hungarian Academy of Sciences

CENTRAL
RESEARCH
INSTITUTE FOR
PHYSICS

1978 SEP 1



BUDAPEST

2017

GÉPÉSZETI REZGÉSDIAGNOSZTIKAI VIZSGÁLATOK A VVRSZ-M REAKTOR PRIMER VIZKÖRÉN I.

Ránky Miklós, Egri Béla, Honti Zoltán, Jerzsabek Lajos

Központi Fizikai Kutató Intézet
1525 Budapest, 114. Postafiók 49.

ABSTRACT

The results together with brief details are provided of the first survey carried out on the vibration of the mechanical components excited by the coolant flow of the primary loop in the WWRS-M reactor. As a result of the spectral and hydraulic investigations several proposals towards reducing vibration in the system were worked out in order to increase safety.

The valve-cavitation discovered was successfully eliminated during maintenance procedure in summer 1977.

АННОТАЦИЯ

В ходе коротко описываемых в работе исследований впервые была сделана оценка вибрационных соотношений механических элементов первичного контура реактора ВВРС-М, как в зависимости от расхода воды, так и в зависимости от механического возбуждения. В результате спектральных и гидравлических исследований проводимых в аспекте надежности работы /усталость сварочных швов и т.д./, для разработки были представлены предложения в большой степени снижающие значительные вибрационные нагрузки, из этих предложений, в период летнего текущего ремонта 1977 г., реализовано устранение кавитации вентиля.

KIVONAT

A dolgozatban röviden ismertetett vizsgálatok során először készült felmérés a VVRSz-M reaktor primer vízkörének gépészeti elemeinek vibrációs viszonyairól a vízforgalom, mint mechanikai gerjesztés függvényében. A spektrális és hidraulikai vizsgálatok eredményeképpen az üzembiztonsági szempontból /hegesztési varratok fáradása, stb./ nem elhanyagolható vibrációs igénybevételeket jelentősen csökkentő javaslatok kerültek kidolgozásra, melyek közül a tolózár-kavitáció üzemi megszüntetése az 1977 évi nyári karbantartás során megvalósításra került.

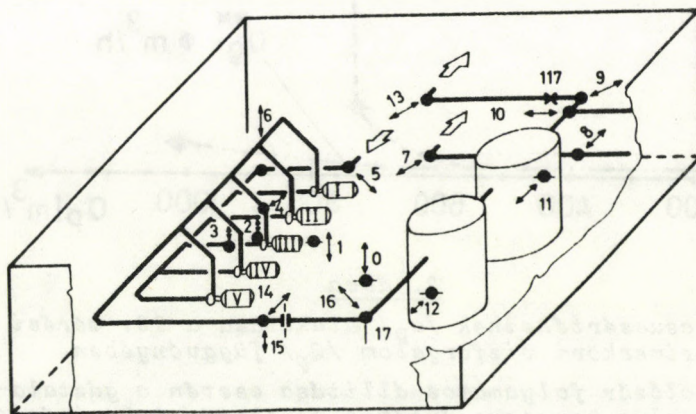
1. BEVEZETÉS

A Műszaki Főosztályon folyó rezgésdiagnosztikai vizsgálatok során olyan eljárások kerülnek kifejlesztésre, tökéletesítésre, illetve adaptálásra, melyek révén mechanikai rezgésekből hasznos következtetések vonhatók le gépészeti rendszerek állapotára és/vagy bennük levő zajforrások helyére vonatkozóan. Az így elért eredmények nukleáris gépészeti alkalmazásaként került sor a VVR Sz-M reaktor diagnosztikai méréseire.

A vizsgálatok 1976-tól folynak az AEKI szakembereivel együttműködésben, a Reaktorüzem folyamatosan biztosította a helyszíni mérések feltételeit.

2. A VVR SZ-M REAKTORON VÉGZETT REZGÉSDIAGNOSZTIKAI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

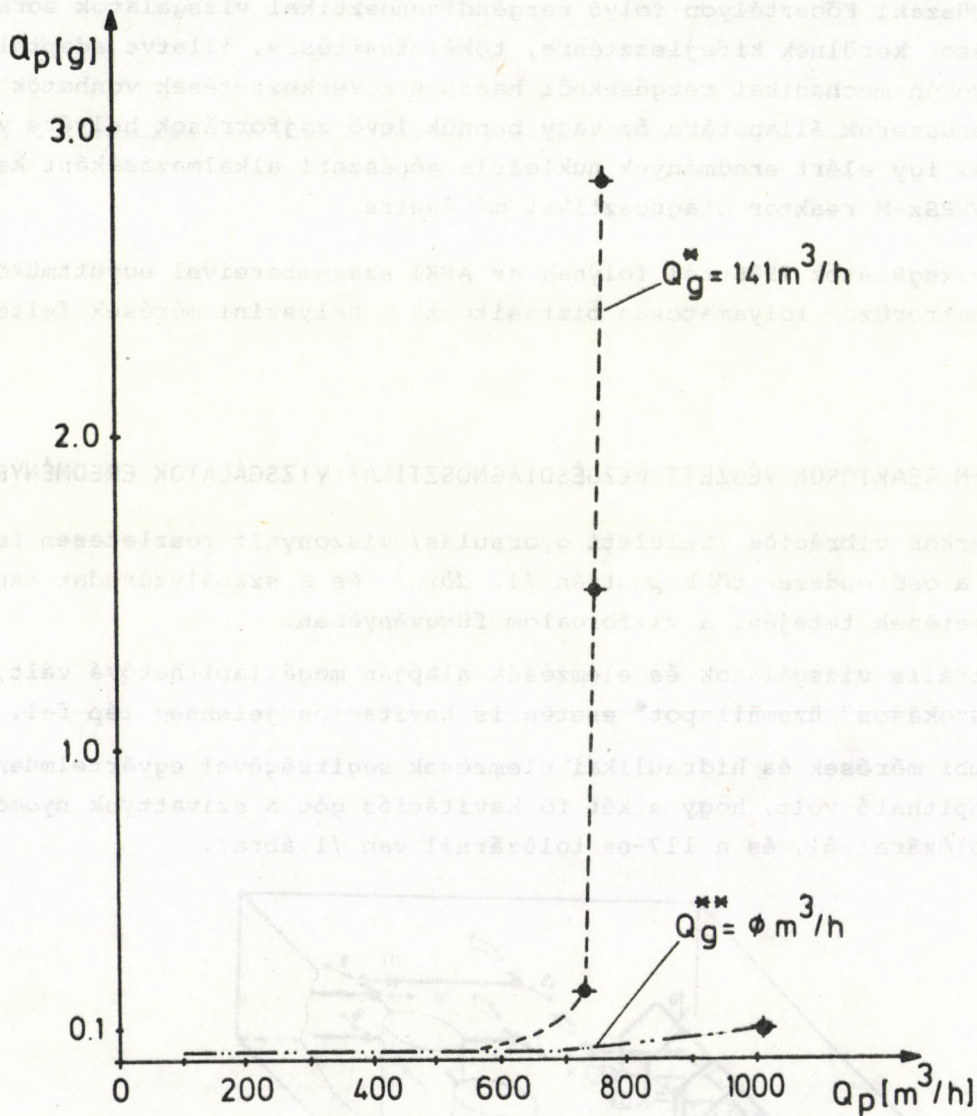
- 2.1 A primerkör vibrációs /felületi gyorsulás/ viszonyait részletesen felmértük a csőrendszer több pontján /1. ábra/, és a szabályzórudak tartószerkezetének tetején, a vízforgalom függvényében.
- 2.2 A spektrális vizsgálatok és elemzések alapján megállapíthatóvá vált, hogy "szokásos" üzemállapot* esetén is kavitációs jelenség lép fel.
- 2.3 A további mérések és hidraulikai elemzések segítségével egyértelműen megállapítható volt, hogy a két fő kavitációs góc a szivattyúk nyomóoldali tolózárainál, és a 117-es tolózárnál van /1. ábra/.



1. ábra A primerkör elemein elhelyezett gyorsuláserzékelők, és főérzékenységi irányai

* $Q_{\text{primer}} = 750 \text{ m}^3/\text{h}$; $Q_{\text{gázt.}} = 140 \text{ m}^3/\text{h}$; 3 szivattyú üzemel párhuzamosan

2.4 Mivel a kavitáció okozta vibrációs igénybevételek $750 \text{ m}^3/\text{h}$ szokásos vízforgalom esetén is jelentős vibrációs többletterhelést /intenzív fárasztó igénybevétel és erozió/ okoznak, nagyobb vízforgalmak esetén az igénybevétel progresszíven nő, a figyelmet a kavitáció elhárítási lehetőségeire összpontosítottuk /2. ábra/.



2. ábra

A rezgések csúcserőértékeinek $/a_p/$ alakulása a 13. mérési pontban a primerkörü vízforgalom $/Q_p/$ függvényében.

*A 117-es tolozár folyamatos állítása esetén a gáztalanító vízforgalma konstans értéken tartható. A kavitáció fellépése miatt a rezgések progresszíven nőnek.

**A módosítási javaslat előkészületeként a 117-es tolozár teljesen nyitva, ekkor $Q_g = \phi \text{ m}^3/\text{h}$; a kavitáció itt nem alakul ki

2.5 Az elemzés azt mutatta, hogy a reaktortartály felé menő ágban a kavitáció megszüntethető szerkezeti elem cseréje vagy átalakítás nélkül is. Kísérletileg a gáztalanító kiiktatásával /a 117-es tolózár teljes kinyitása/ lehetett az elképzelés helyességét ellenőrizni.

$Q_p = 760 \text{ m}^3/\text{h}$ primerkörü vízforgalom esetén, ha a gáztalanító vízforgalma $Q_g = 141 \text{ m}^3/\text{h}$, a kavitáció következtében a rezgések csúcserőértéke 2.8 g-re nő / $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ /. A 117-es tolózár nyitása esetén ugyanugy $760 \text{ m}^3/\text{h}$ primerkörü vízforgalmat beállítva a gáztalanító vízforgalma $\phi \text{ m}^3/\text{h}$, a rezgés 0.028 g . A vibráció így századára csökken / $0.028/2.8 = 100^{-1}$ /, a csökkenés mértéke így a 13. mérési pontban: $20 \cdot \log (0.028/2.8) = -40 \text{ db}$ /2. ábra/.

2.6 A rezgésdiagnosztikai vizsgálatok eredményei alapján a kavitáció megszüntetésére javasolt megoldás - a 117-es tolózár teljes kinyitása - egybeesett a Reaktorüzem elképzéléseivel. Az 1977 évi nyári karbantartás során a módosítás végrehajtása az alábbi előnyöket eredményezte:

- a. A primerkör nyomóoldali /a hőcserélő és a nagytartály között/ megszűnt a kavitáció, így a rezgések csúcserőértékeire vonatkoztatva a vibráció 40 dB -el csökkent, azaz kisebb a fárasztó igénybevétel és az erozió is.
- b. A teljes primerkör hidraulikai ellenállása csökkent, így a biztonsági szempontból előnyösebb kisebb primer-nyomással lehet üzemelni.
- c. A kisebb hidraulikai ellenállás következtében az eddigi három szivattyu helyett kettő is biztosítani tudja a szokásos $750 \text{ m}^3/\text{h}$ vízforgalmat.
- d. A három helyett kettő szivattyu azonos vízforgalom esetén gazdaságosabb üzemet biztosít, mivel kisebb fojtással lehet járni, a szivattyuzási munka csökken.

3. A VIBRÁCIÓMÉRÉSEK TOVÁBBI VETÜLETEI

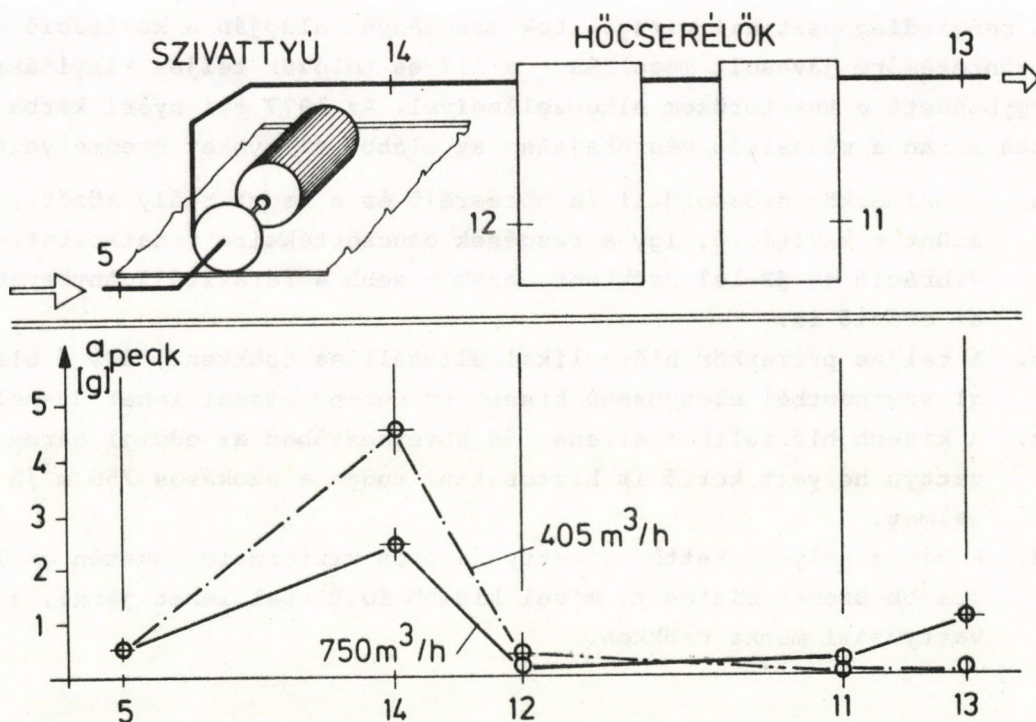
3.1 A végzett vizsgálatok egyik célkitűzése rezgésállapotok változásának vizsgálata a primerkörü vízforgalom függvényében volt. A spektrális analízis mellett a megfelelő rezgésszintek egybevetése is nyomravezető volt a kavitáció behatárolásánál /3. ábra/.

Már az első méréseknél érdekes viselkedést figyeltünk meg a rezgésszintek alakulását illetően a szivattyukat fojtó tolózár utáni mérési pontban /14. pont, 3. ábra/ és a 117-es tolózárát követő, közvetlenül a tartály felé menő ágban lévő mérési pontban /13. pont, 3. ábra/.

Ha a vízforgalmat $405 \text{ m}^3/\text{h}$ -ról $750 \text{ m}^3/\text{h}$ -ra változtatjuk, a 14. pontban jelentősen csökkennek a rezgésszintek, ugyanakkor a 13. mérési pontban

közel egy nagyságrenddel megnőnek a szintek. Ennek a látszólag ellentmondásos jelenségnek a magyarázata egyben a kavitációs jelenségek fellép-
tének egyik bizonyítéka. A 14. mérési pont előtt $450 \text{ m}^3/\text{h}$ forgalomnál erősen fojtani kell a szivattyukat, így a tolózáraknál jelentős kavitáció lép fel, a $750 \text{ m}^3/\text{h}$ forgalom esetén viszont a megnyitott tolózárak után a kavitáció elmarad.

A 13. mérési pont előtti 117-es tolózár üzem közben állandó fojtásra volt beállítva, így viszont $690 \text{ m}^3/\text{h}$ vízforgalom körül kezd kialakulni a kavitáció, majd nagyobb vízforgalmak esetén nagyságrendekkel megnőnek a rezgések /3. ábra/.



3. ábra

A primerkör néhány jellegzetes pontjában mért gyorsulásiértékek 405 és $750 \text{ m}^3/\text{h}$ vízforgalom esetén /117-es tolózár állása változatlan/

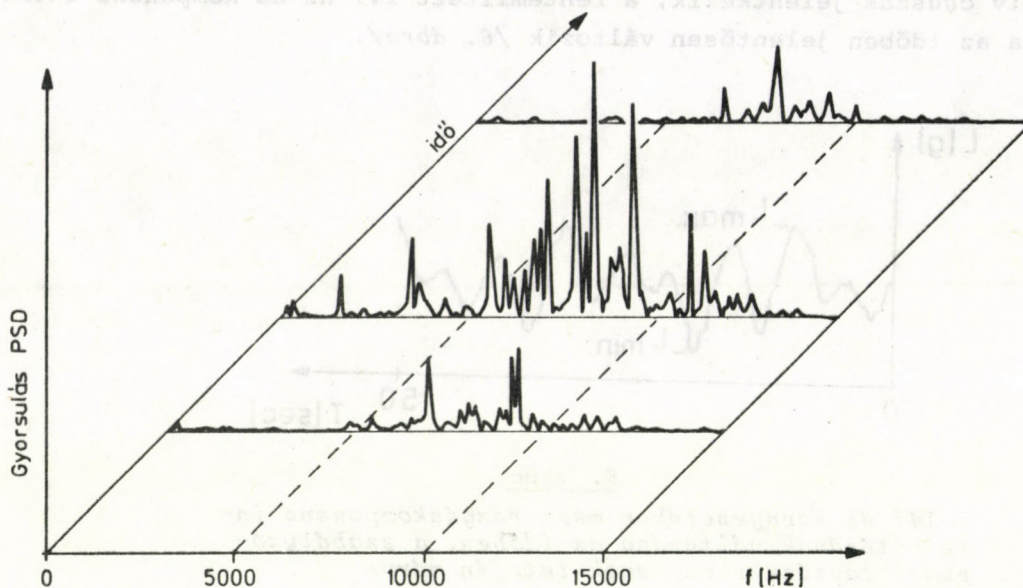
Üzemi adatok:

$Q_p = 405 \text{ m}^3/\text{h}$: 3 szivattyú, $I_1 = 47 \text{ A}$, $I_3 = 47 \text{ A}$, $I_5 = 48 \text{ A}$

$Q_p = 750 \text{ m}^3/\text{h}$: 3 szivattyú, $I_1 = 58 \text{ A}$, $I_3 = 58 \text{ A}$, $I_5 = 48 \text{ A}$, $Q_g = 154 \text{ m}^3/\text{h}$

3.2 A kavitációs jelenségek az adott rendszerben az 5000 Hz fölötti tartományban detektálhatók /4. ábra/, viszont még a zajforrástól kb. 13 méterre lévő fűtőelem-tartószerkezet tetején is kimutathatóak.

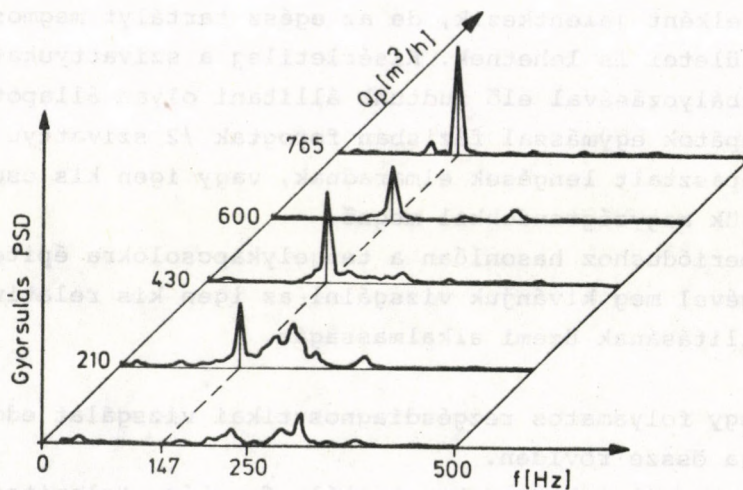
3.3 Kisfrekvenciás tartományban ($< 1000 \text{ Hz}$) a szivattyú lapátszám és a fordulatszám szorzatából adódó / 147 Hz /, nyomáspulzálás keltette komponens a domináló az egész rendszerben.



4. ábra

Kavitációs jelenség a 13. pontban mérve, $750 \text{ m}^3/\text{h}$ vízforgalom esetén, 3 szivattyú üzemel, $Q_g = 140 \text{ m}^3/\text{h}$

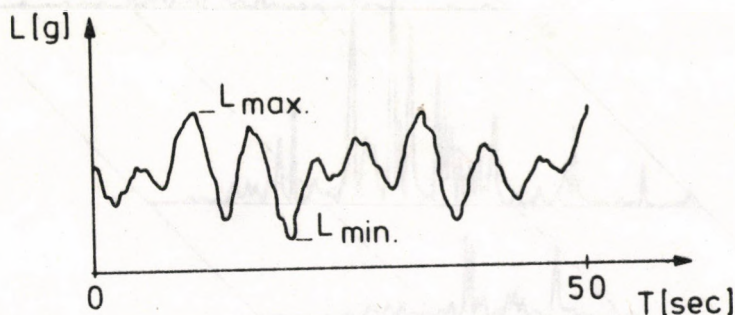
A szabályzórudak tartószerkezetének tetején vertikális irányban mért auto-spektrumokat példaként az 5. ábrán tüntettük fel a primerköri vízforgalom függvényében.



5. ábra

Domináns rezgéskomponensek auto-spektrumai a vízforgalom függvényében, a szabályzórudak tartószerkezetének tetején mérve.
 $Q_p = 765 \text{ m}^3/\text{h}$ esetén $Q_{g\text{ázt.}} = 150 \text{ m}^3/\text{h}$

Mivel három szivattyu üzemel párhuzamosan, és járókerekeik forgásánál relatív csuszás jelentkezik, a fentemlített 147 Hz-es komponens intenzitása az időben jelentősen változik /6. ábra/.



6. ábra

A 147 Hz környezetében mért rezgéskomponens intenzitásának változása az időben, a szabályzórudak tartószerkezetének tetején mérve

Az ingadozás jellemzéséül: a 147 Hz környezetében a mérhető minimális és maximális szintek aránya, $L_{\max}/L_{\min} = 2.5 \div 4$, beállítástól függően. Az indadozás periódus ideje szokásos beállításnál 5 sec nagyságrendű.

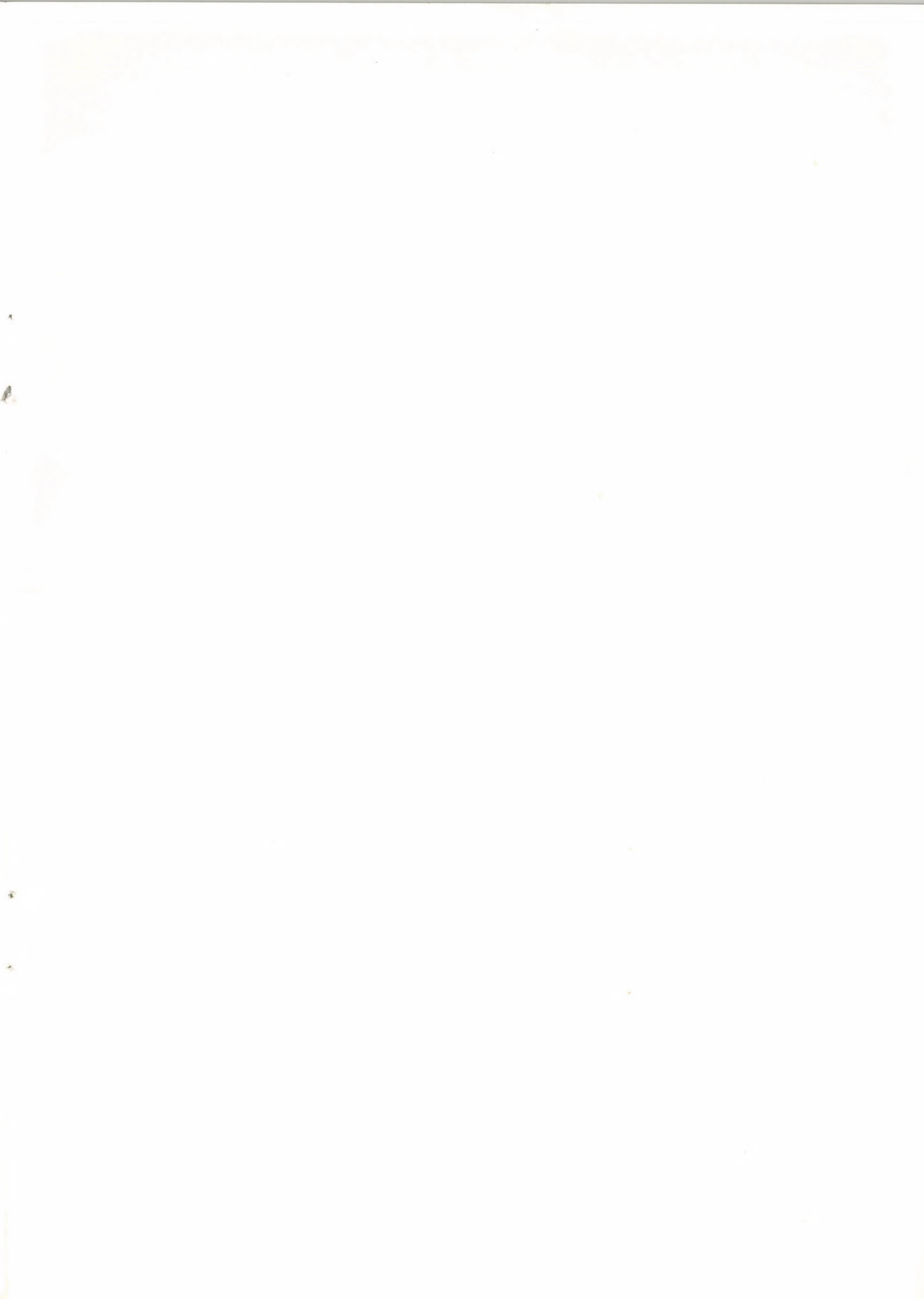
4. TOVÁBBI TARTALÉKOK A RENDSZER VIBRÁCIÓS IGÉNYBEVÉTELEINEK CSÖKKENTÉSÉRE

4.1 A 3.3 pontban vázolt /6. ábra/ kisméretű "lengés" nem csak fárasztó igénybevételként jelentkezik, de az egész tartályt megmozgatja, melynek egyéb vetületei is lehetnek. Kísérletileg a szivattyukat fojtótolózárok szabályozásával elő tudtunk állítani olyan állapotot, amikor a szivattyulapátok egymással fázisban forogtak /2 szivattyu üzeme esetén/. Ilyenkor a tapasztalt lengések elmaradnak, vagy igen kis csuszás esetén periódus idejük nagyságrendekkel megnő.

A kísérleti periódushoz hasonlóan a tengelykapcsolókra épített mágneses adók segítségével meg kívánjuk vizsgálni az igen kis relatív csuszású állapot beállításának üzemi alkalmasságát.

4.2 Jelen anyag egy folyamatos rezgésdiagnosztikai vizsgálat eddigi eredményeit foglalja össze röviden.

A megkezdett vizsgálatok a reaktortartály fenekére telepített érzékelők segítségével folytatódnak.



62.543

Kiadja a Központi Fizikai Kutató Intézet
Felelős kiadó: Szlávik Ferenc
Szakmai lektor: Vidos Géza
Példányszám: 170 Törzsszám: 78-452
Készült a KFKI sokszorosító üzemében
Budapest, 1978. április hó

