

A MŰSZAKI MECHANIKA HAZAI EREDMÉNYEI ÉS JÖVŐ FELADATAI A GÉPÉSZETI ÉS KOHÁSZATI TUDOMÁNYOK TERÜLETÉN*

GILLEMOT LÁSZLÓ
AKADÉMIKUS

I. Bevezetés

Az *alkalmazott mechanika* címszó tulajdonképpen gyűjtőfogalom. Ezen világszerte a következő tudományágakat értik: rugalmasságtan, képlékenységtan, a képlékeny alakítás technológiája, anyagvizsgálat, folyadékok és gázok mechanikája. Szélesebb értelemben véve még ide szokták sorolni azokat az anyagszerkezeti kérdéseket is, amelyek a szerkezeti anyagok mechanikai tulajdonságait megszabják. Az alkalmazott mechanika területén nagyon nehéz éles határt vonni a szigorúan vett alaptudomány és a gyakorlat között, mert az összes alaptudományi célkitűzés az ipari gyakorlat távolabbi célkitűzéseit szolgálja.

A műszaki mechanikai alap kutatások céljaira a Magyar Tudományos Akadémia a gépészet és a kohászat szakterületén aránylag igen kicsiny erővel rendelkezik. Az Akadémia közvetlen irányítása alatt álló Kohászati Munkaközösségnek az egyik tanszéke foglalkozik a képlékeny alakítás technológiájával, a budapesti Gépszerkezettani Munkaközösség és a miskolci Nehézgépészeti Munkaközösség pedig még a tágabban értelmezett műszaki mechanikán kívül más technológiai kutatómunkákkal is foglalkozik. A folyadékok és gázok mechanikáját pedig csak az Áramlástan Munkaközösségben művelik.

Saját alaptudományi kutató intézet hiányában az Akadémia elsősorban erre a négy szervre támaszkodva kísérte meg célkitűzéseit megvalósítani. A munkában azonban intenzíven részt vettek a Művelődésügyi Minisztérium fennhatósága alá tartozó, de az Akadémia szellemi irányítása alatt álló tanszékek is.

Mindezek mellett a munkában jelentős részt vállaltak — főleg az anyagvizsgálat területén — az ipari kutatóintézetek, sőt egyes gyári laboratóriumok is. Éppen ezért beszámolómban megkísérlem valamennyi itt felsorolt szerv munkájáról képet adni, felmérve az elmúlt három évben végzett munkát. Ennek alapján kialakíthatók a további tennivalók körvonalai.

* Elhangzott a Magyar Tudományos Akadémia 1967. évi közgyűlése alkalmából a Műszaki Tudományok Osztályának 1967. május hó 4-én tartott tudományos előadásán.

II. Rugalmasságtan

A gépszerkezetek méretezése ma hazánkban túlnyomórészt a rugalmasságtan és az anyagvizsgálat eredményein alapul. Kevés olyan szerkezet van, ahol a méretezéshez a képlékenységtanra is szükség volna. A gépméretezés kérdéseinek hazánkban jelentős fejlődést biztosított a Magyar Tudományos Akadémia Gépészeti Bizottsága által 1961-ben először megrendezett *Korszerű Méretezési Konferencia*. A Konferencia sikere láttán az Akadémia elhatározta a Konferencia rendszeressé tételét, és így került sor 1965-ben a *II. Korszerű Méretezési Konferencia* megrendezésére, amelyet 1968-ban a harmadik fog követni.

Míg az első Méretezési Konferencián csak egy-két, az idősebb generációhoz tartozó kutató tartott előadást, addig a második Méretezési Konferencián már egész sor fiatal magyar kutató mutatott be igen színvonalas dolgozatot. A második Méretezési Konferencia kiadványának nemzetközi sajtóvisszhangja igen kedvező volt. Az angol szaksajtóban olyan megállapítás is elhangzott, hogy ezt a kötetet méretezéssel foglalkozó szakember nem nélkülözheti a könyvtárából.

Az elmúlt három év alatt jelentős fejlődést értünk el a könnyű szerkezetek és a fáradásnak kitett alkatrészek méretezése területén, valamint jelentős fejlődés mutatkozott a golyóscsapágyak, fogaskerekek és más gépelemek méretezése területén is.

Ebben az időszakban erősen előtérbe került a kutatómunkában a műanyag gépelemek méretezése; itt azonban az eddig végzett munka ellenére a világszínvonalhoz képest még meglehetősen el vagyunk maradva.

A gépalkatrészek méretezése területén elért jelentős eredmények mellett kutatóink aránylag kevésbé foglalkoztak a szigorúan vett rugalmasságtannal. Ezen a területen elsősorban a feszültségoptikai vizsgálatok terén, továbbá nyúlásmérő bélyegekkel, valamint rideg bevonatokkal történő feszültségméréssel folytak kísérletek. A feszültségoptikai vizsgálatokra számos kutatóhelyünk van berendezve; így az előzőekben említett munkaközösségekben négy feszültségoptikai berendezés működik, ami az eddiginél jóval nagyobb volumenű munkákat is lehetővé tenne.

Az elmúlt három évben eredményes vizsgálatok folytak a bemetszett rudak fajlagos feszültségesésének meghatározására, valamint a bemetszett próbatestek alaktényezőinek meghatározására. Mindkét területen a feszültségoptikai mérések eredményeit elméleti megfontolásokkal is alátámasztották.

Mind a miskolci Nehézgépészeti Munkaközösség, mind pedig a budapesti Gépszerkezet-tani Munkaközösség térbeli feszültségoptikai vizsgálatokkal is foglalkozik. Mindkét helyen egyelőre a vizsgálatokhoz szükséges anyagok sajtóságait és hőkezelési módszereit kutatják.

A feszültség- és nyúlásanalízis területén célszerű volna a hasonló kutató

munkát végző, de jelenleg az Építéstudományi és Közlekedési Szakcsoport tudományos felügyelete alá tartozó kutatóhelyekkel együtt közös programot kialakítani.

III. Képlékenységtan

A szigorúan vett képlékenységtan területén a Gépészeti és Kohászati Szakcsoporton belül aránylag igen kevés munka folyt, jóllehet a képlékenységtan művelői között világszerte számos kiváló magyar származású tudós van, és a ma Magyarországon élők között is dr. Reuss Endre professzor egyike volt az 1930-as években a képlékenységtan úttörőinek.

A képlékenységtan oktatása az egyetemeken sem történik olyan súllyal, amint azt a tárgy fontossága és az utóbbi évtizedekben bekövetkezett hatalmas fejlődés indokolná, jóllehet a képlékenységtan mai fejlettsége már lehetővé teszi a legtöbb képlékeny alakítási és forgácsolási technológiának szigorú képlékenységtani analízisét. Ma már meg van a lehetőség arra, hogy a képlékeny alakítás technológiáját csaknem teljes mértékben a képlékenységtan alapján oktassuk, és ezen a területen egyre kevésbé van már létjogosultsága az empirikus összefüggéseknek. A forgácsolás elmélete területén nem ennyire kedvező ugyan a helyzet, de lassan itt is időszerűvé válnék a kutatómunkák szigorúbb elméleti megalapozása.

A képlékenységtan területén viszonylag kevés kutatómunka folyt. Jelentős eredménynek tekinthető GELEJI SÁNDOR akadémikus tanulmánya a képlékeny csavarásról, továbbá értékes kutatómunka folyt a Nehézgépészeti Munkaközösség keretében, ahol a képlékeny hullám terjedését vizsgálták. Ebből az utóbbi munkából kandidátusi disszertáció is született. A téma további művelése igen nagy jelentőségű lehet a későbbiekben tárgyalandó nagysebességű alakítás technológiája szempontjából.

IV. A képlékeny alakítás technológiája

Lényegesen kedvezőbb a kép a képlékeny alakítás technológiája területén, ahol a GELEJI SÁNDOR akadémikus vezetése alatt működő tudományos iskola az elmúlt három évben is eredményesen folytatta eddigi munkásságát. Így tanulmányozták a huzal-, rúd- és csőhúzás jelenségeit, valamint az azokat leíró egyenleteket. A huzal- és rúd- és csőhúzás problémáinak megoldására feltételezték, hogy az alakítási szilárdság a húzóüregben lineárisan változik, és ezen az alapon meghatározták mind a húzóerő nagyságát, mind pedig a húzókúp felületére ható fajlagos nyomás eloszlásának törvényszerűségeit.

Az elméleti megfontolásokból nyert eredményeket kísérleti úton is ellenőrizték. Jelentős és figyelemre méltó eredményeket értek el a súllyesztékes

kovácsoláskor keletkező erők elméleti és kísérleti meghatározása területén is. Ezen a téren együttműködtek a Lengyel Tudományos Akadémia Alap kutatási Intézetével, amely kidolgozta az anyagáramlást jellemző sebesség-elmozdulás ábrák szerkesztési módszerét egyszerűbb süllyesztéki formákra vonatkozóan. A téma kutatásának olyan részeredményei vannak, amelyek a süllyeszték-szerkesztés és a technológia továbbfejlesztéséhez elméleti alapokat biztosítanak.

A Kohászati Munkaközösség eredményesen tanulmányozta és elméletileg részletesen kidolgozta a Pilger-rendszerű csőnyújtó hengerlést is.

Igen értékes munkát végeztek a képlékeny alakítás gépi berendezéseinek tervezéséhez szükséges irányelvek és elméleti alapok kidolgozása terén is. Ennek a témának a keretében feldolgozásra került a korszerű, nagy sebességű acéldróthúzás nemzetközi szakirodalma, s kimunkálták azokat az irányelveket, amelyek a korszerű nagysebességű dróthúzás kialakításához szükségesek.

A dróthúzás területén alaptudományi kutatómunka folyt a Fémipari Kutató Intézetben is, ahol egy külön erre a célra szerkesztett húzópad segítségével a húzás sebességének a hatását vizsgálták az anyag tulajdonságaira. Megállapítást nyert, hogy a húzás sebességének növelése a huzalok szilárdsági tulajdonságait kedvező irányban befolyásolja mindaddig, amíg a melegeedés hatására helyi kilágulás nem következik be.

Az utóbbi években világszerte új irányt jelentett az ún. *nagysebességű alakítás*. Ennek számos megoldása közül Magyarországon csak két főbb irányban folyt intenzívebb kutatómunka. A nagysebességű alakítás technológiájának fejlesztésére — mivel arra a pusztán az Akadémia rendelkezésére álló erők kevésnek bizonyultak volna — a Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Intézete és a Fémipari Kutató Intézet együttes programot dolgozott ki, melynek eredményeképpen már működik egy 500 mkp teljesítményű, 30 m/sec ütési végsebességű, egy 7000 mkp teljesítményű és 45 m/sec ütési végsebességű berendezés. Ezek a berendezések süllyesztékes kovácsolásra, rúd- és csősaajtolásra, lyukasztásra és porkohászati műveletekre egyaránt alkalmasak. Az eddig elért kezdeti eredmények mindegyik területen biztatónak mondhatók. Jelenleg gyártás alatt van a Mechanikai Technológiai Intézet számára egy ugyancsak a Fémipari Kutató Intézettel közösen szerkesztett 10 000 mkp-os, 36 m/sec ütési végsebességű berendezés, mellyel előreláthatóan néhány hónapon belül a további kísérletek megkezdhetők.

Ez az új irány egész sor oly alaptudományi problémát vet fel, mint amilyenek a képlékeny hullám terjedése és reflexiója, a nagy sebességek hatása az anyagáramlásra a süllyesztékben és a sajtoló üregekben. Különösen jelentős problémákat fog jelenteni a megfelelő szerszámanyagok kiválasztása és a szerszámok méretezése.

A nagysebességű alakítás területén eddig a Fémipari Kutató Intézet és a Mechanikai Technológiai Intézet dolgozott együtt. A munkában igen jelentős segítséget nyújtott az Áramlástan Munkaközösség is. Az eddig megépített

gépek a kidolgozott számítási módszer helyességét igazolták, és így nincsen akadálya annak, hogy a már megépült kísérleti típusok mellett — melyek közül kettő amúgy is ipari méretű — az ipar számára is készüljenek berendezések.

A nagysebességű alakítás továbbfejlesztése szükségessé fogja tenni a kooperációban részt vevő két intézet, a Mechanikai Technológiai Intézet és a Fémipari Kutató Intézet mellett az Áramlástani Munkaközösség, valamint más kutatószervek aktív közreműködését is.

V. Anyagvizsgálat

Az anyagvizsgálati kutatások négy fő téma köré csoportosíthatók:

- a) a képlékeny és a rideg törés elmélete;
- b) a kifáradás problémái;
- c) a kúszás jelenségeinek vizsgálata;
- d) a sebesség hatása az anyag szilárdsági tulajdonságaira.

a) A képlékeny törés felderítésére eredményes vizsgálatok folytak azzal a végeredménnyel, hogy legalábbis húzás és nyomás, valamint húzás és nyomás ismétlésekor a törés mindig egy, a fémre jellemző munka elnyelése után következik be. Megállapítást nyert, hogy a töréshez szükséges munka három részből áll: a rugalmas alakváltozás munkájából, a képlékeny alakváltozás munkájából a repedés megjelenéséig és a repedésterjedés munkájából. Ridegtörés esetén a képlékeny alakváltozás munkája zérus. Ezen az alapon kifejlesztésre került egy ridegtörési vizsgálati mód, melyet mint metodikát, KGST szabványosítási céljaira kutatási programba vettek a többi baráti országban is.

b) A legjelentősebb fejlődés a *fáradás* kutatása terén volt tapasztalható. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy a témát nem egyetlen helyen művelték, hanem egyidejűleg számos helyen decentralizáltan. Így sikerült megállapítani a kisciklusú fáradás törvényszerűségeit, új és egyszerűsített módszert kidolgozni a biztonsági területek szerkesztésére (Gépszerkezettani Munkaközösség); nagyobb szabású kísérlet folyt a bemetszett próbatestek számítására javasolt képletek ellenőrzésére. A ma rendelkezésre álló Harris-féle képletet a Gépszerkezettani Munkaközösség Mechanikai Technológiai Intézete ellenőrizte, míg a SIEBEL által javasolt eljárást elméleti megfontolásokkal a Gépszerkezettani Munkaközösség keretén belül a Műszaki Mechanika Tanszék fejlesztette tovább. Így egy még elvégzendő ellenőrző kísérletsorozat után javaslatot lehet majd tenni a legkorszerűbb számítási módszer bevezetésére.

Az itthon tartott Mérnöki Továbbképző Intézeti előadások, valamint az Akadémia által meghívott neves külföldi tudósok (SZERENZEN, WEIBULL, FREUDENTHAL) előadásainak hatására jelentős munka indult meg a fáradás statisztikus elméletének továbbfejlesztése, illetőleg meghonosítása és alkalma-

zása területén. Ebben a munkában tevékeny és elismerésre méltó részt vállaltak nemcsak az anyagvizsgálattal foglalkozó akadémiai szervek, hanem a gépszerkesztéssel foglalkozó tanszékek is (Repülőgépek Tanszék, Vasúti Géptan Tanszék stb.), de ezenkívül jelentős munka folyt az ipari kutatóintézetekben. Így a Vasipari Kutató Intézetben a mérethatás kérdését tanulmányozták igen eredményesen, a Fémipari Kutató Intézetben pedig a Mechanikai Technológiai Intézet által kidolgozott rövidített fárasztási vizsgálati módszer ellenőrzésére végeztek kísérleteket. Az utóbbi módszer ellenőrzésére a Román Tudományos Akadémia temesvári kutató intézetével együttműködve további nagyszabású kísérletsorozat folyik jelenleg is. Ugyancsak román–magyar együttműködésben került kidolgozásra a fárasztógépek hitelesítésének és ellenőrzésének módszere.

Ebben a széles körű munkában igen nagy szerepet játszottak egyes iparvállalatok laboratóriumi is. Itt külön kiemelendőnek tartom azt az értékes és szép munkát, amit az Ikarusz Járműgyár laboratóriuma végzett a statisztikus elmélet meghonosítása és alkalmazása, valamint egyes géprészek vizsgálata terén. Ugyancsak említésre méltó a Csepel Vas- és Fémművek központi laboratóriumának kutatómunkája, melynek célja a rugalmassági határ változását meghatározni az ismétlődő igénybevételek függvényében.

Ez az egyébként is széles körű kutatómunka még kiegészítendő azzal, hogy a Budapesti Műszaki Egyetem Mechanika Tanszéke több éves munkával elkészített egy, a poliharmonikus lengések hatásának vizsgálatára alkalmas fárasztó berendezést, amellyel rövidesen elkezdi a kutatómunkát.

A gépészet és kohászat szakterületén a különböző munkaközösségekben, tanszékeken, ipari kutatóintézetekben és vállalati laboratóriumokban folyó kutatómunka megérdemelné azt, hogy az érdekelteket az Akadémia egy külön bizottságban egyesítse, amely ezt a rendkívül széleskörű munkát rendszeresen megvitatva továbbfejlesztené, de megfontolható az is, hogy az Akadémia kérje fel a felügyelete alá tartozó Gépipari Tudományos Egyesületet ugyanennek a feladatnak az ellátására. Ha figyelembe vesszük még azt is, hogy a Nehézipari Műszaki Egyetem Gépelemek Tanszéke műanyagok fárasztóvizsgálatával foglalkozik, akkor valóban széles körű és nemzetközi viszonylatban is eredményes kutatómunkáról lehet a kifáradás területéről beszámolni.

c) Korántsem ilyen kedvező a kép a *kúszás* jelenségeinek vizsgálata terén. Az ország kúszásvizsgáló gépparkja az utóbbi években történt fejlesztés ellenére is rendkívül kicsiny. A Vasipari Kutató Intézetben eredményes munka folyt önálló magyar géptípus kifejlesztésére. Ennek ellenére a kutatási kapacitás kicsiny, mert a legtöbb ipari gép az okvetlenül szükséges állandó ellenőrző vizsgálatokkal van lekötve. A magyar hőerőmű-ipar dicséretre méltó erőfeszítéseket tett a gőzparaméterek fokozására, és ennek eredményeként erőműveink gőzhőfok és nyomás szempontjából korszerűnek mondhatók. Ezt a fejlődést azonban ezen a területen sajnos nem követte az anyagvizsgálat fejlődése.

A kúszás területén a jelenség fizikájának tanulmányozása csak a Fémipari Kutató Intézetben folyik igen kis erővel, a nagy hőmérsékleten folyó vizsgálatok és kutatások pedig még annyi eredményre sem vezettek, hogy legalább az átadás-átvétel kérdésében egyöntetű álláspont jött volna létre. Igen nagy szükség volna arra, hogy az Akadémia az ipari tárcák széles körű bevonásával ezt a magyar energiaipar fejlődését gátló kérdést mielőbb rendezni próbálja.

d) A *sebesség* és az anyag szilárdsági tulajdonságai közötti összefüggések kutatása részben a miskolci Kohászati Munkaközösségben, részben pedig a budapesti Gépszerkeztani Munkaközösségben folyt. A vizsgálatokat Miskolcon 6 m/sec sebességig, Budapesten pedig szakítással 7 m/sec, nyomással 30 m/sec sebességig végezték. A kísérletek még nincsenek lezárva, az ezen a téren folyó kutatómunka éppen a nagy sebességű alakítás technológiájának várható elterjedése miatt az egyik legfontosabb feladatunk.

VI. Kinetika

A kinetikai és kinematikai kutatások túlnyomó többségükben főként gépészeti feladatok megoldására irányultak. Így tanulmányozták a bolygó-műveket (Miskolc, Nehézgépészeti Munkaközösség), a szerszámgépek mozgásképező tulajdonságait, a mechanizmusok klasszikus méretezési módszereinek továbbfejlesztését stb. A rezgéstani alapkutatások területén a Gépszerkeztani Munkaközösségben a csillapítási optimum meghatározására végeztek vizsgálatokat, továbbá berendezés épült a torziós lengések kutatására, amellyel a munka a közeljövőben fog megindulni.

VII. Folyadékok és gázok mechanikája

Ezen szakterület pontos körülhatárolását a tudományág mai állása mellett csak hozzávetőleges pontossággal lehet megadni. Világszerte az az álláspont alakult ki, hogy e tudományág a csatlakozó szakterületekkel összefonódván, lényegében ezeket is átfogja. Ma már nem állapítható meg, hogy ez vált-e amazok részévé, vagy fordítva. Az irodalomban teljesen eltérő megállapítások találhatók ebben a vonatkozásban, annak ellenére, hogy a legilletékeesebbek nyilatkoztak. Olyan vélemény is található, mely szerint a csatlakozó szakterületek a folyadékok mechanikájának egyes fejezeteit annyira kisajátították és specializálták, hogy azok az alapfogalomtól teljesen elszakadtak, és így lényegében a folyadékok mechanikája mint gyűjtőfogalom lassan teljesen értelmét is veszti. Példaképpen említhetjük ilyen vonatkozásban a reológiát, mely fogalmi körét tekintve sokkal általánosabb igényű, mint a folyadékok mechanikája, és így az utóbbi máris úgy volna tekinthető, mint az előbbinek

egy fejezete. Mégis, általában ma még a reológiát szokás a folyadékok mechanikáján belüli fejezetnek tekinteni, és azokat a problémaköröket sorolni ennek tárgykörébe, melyek a klasszikusan értelmezett folyadékok mechanikájában semmiképpen sem helyezhetők el.

Nézetünk szerint a folyadékok mechanikája az alábbi főbb kutatási területekre, és ezeken belül kiemelkedő problémakörökre bontható:

reológia,
áramlástechnikai gépek,
határréteg-elméleti vizsgálatok,
turbulencia-kutatás.

Hazánkban a megjelölt négy területen belül a reológia, a határréteg-elméleti vizsgálatok és a turbulencia-kutatás területén ez ideig nem folyt érdemleges kutatómunka. Ezeknek a területeknek tudományos helyzetképét a Gépészeti Bizottság feltárta és igen szép munkában foglalta össze. Itt a világszínvonal ismertetésével a rövidség kedvéért nem foglalkozom, csupán utalok az említett igen szép tanulmányra, mely az eddig nem művelt területeken is irányt mutat a jövő feladataira.

Beszámolómban csak az áramlástechnikai gépek területén elért eredményeket foglalom össze részletesebben. A folyadékok mechanikája területén hazánkban jelenleg folyó kutatások szempontjából ez a csaknem egyedül érintett témakör. Valamennyi kutatott téma vagy ezen gépek, vagy a csatlakozó berendezések fejlesztésével, jelenségeinek vizsgálatával foglalkozik.

A témakör művelése a legutóbbi másfél évtizedben ugrásszerű változáson ment keresztül. A jelenségek mélyreható analízise mind újabb és egzaktabb módszereket, szemléleteket tett szükségessé. A folyadékok mechanikájának klasszikus egydimenziós szemléletét és elméleteit a korszerű két- illetve háromdimenziós elméletek váltották fel. Mindazonáltal még ezek sem képesek a határrétegelmélet és az ehhez kapcsolódó turbulencia-kutatás eredményeit általánosságban felhasználni és alkalmazni — leggyakrabban az áramló közeget ma is még surlódásmentesnek tételezik fel. Vonatkozik ez különösen az áramlástechnikai gépekben lejátszódó jelenségek elméleti vizsgálatára.

Az áramlástechnikai gépek álló és forgó lapátrácsainak tervezésére és ellenőrzésére a korszerű, a valóságot a klasszikushoz képest lényegesen jobban közelítő szemléleten alapuló eljárások, elméletek egész sorát fejlesztették ki világszerte. Tervezési módszereken értendő azok, melyek előírt feltételek mellett a gép lapátozásának alakját és azon az elméleti sebesség- illetve nyomáseloszlást szolgáltatják. Az ellenőrzési módszerek adott lapátozás-áramlástan jellemzőinek meghatározását célozzák.

A legutóbbi évek során kialakult elismert módszerek két fő csoportba sorolhatók: a konform transzformációk sorozatát, illetve a szingularitások elvét alkalmazók csoportjára. A fejlődés során először az előbbiek kezdtek el kialakulni, de ma is alkalmazzák ezeket elsősorban a távolkeleti (főleg japán)

kutatók, különösen ellenőrzési feladatokra. A szingularitások elvén alapuló eljárások főleg Európában kerültek előtérbe és alkalmazásuk mindkét feladat esetén általános.

Az elméletek fejlettsége folytán lehetőség van valamennyi géptípus méretezésére, illetve ellenőrzésére, a módszerek egymástól inkább csak alkalmazhatósági feltételek, pontosság, munkaigényesség tekintetében különböznek. Egyetlen eljárás kivételével valamennyi módszer síkbeli problémára vezeti vissza a lapátrács számításának általában térbeli feladatát, és a Laplace-féle, illetve összenyomható közeg esetén a Poisson-féle differenciálegyenlet konkrét megoldását lényegében megkerülve, különböző matematikai módszerek alkalmazásával jutnak el a kitűzött célhoz. A kivételt képező egyetlen módszer azonban bonyolultsága és időigénye folytán a gyakorlatban csak igen nehezen — különlegesen nagy sebességű elektronikus számológépekkel — alkalmazható, így elterjedni nem tudott. A kialakult fenti korszerű módszerek következményeként az áramlástechnikai gépek hatásfoka 20–40%-kal megnőtt, és emellett a módszereknek a valóságot jobban megközelítő volta folytán lényegesen megnőtt a tervezés biztonsága is.

A legutóbbi idők eredményeihez tartoznak az áramlástechnikai gépek terhelési kritériumai terén végzett sokoldalú vizsgálatok adatai is. Az egyenes rácsokra kidolgozott, határrétegméleten alapuló kritériumokat azonban eddig még nem sikerült körrácsokra adaptálni, és így itt még ma is csak empirikus értékeink vannak.

A ventilátor-technikában is valamennyi géptípus számolható elméleti úton, és a hatásfokok hátrahajló lapátozás esetében 80–90% között, előrehajló lapátozás esetén 65–75% között vannak. Nincs azonban megoldva a széles járókerekek problémája; ezeknél az elméleti eredmények a mérésekhez képest jelentős eltérést mutatnak.

A vízgépek területén a számítási módszerek alkalmazása után elsősorban a kavitációvizsgálat vonalán tapasztalhatók komoly eredmények. A legutóbbi időkben számos nagyteljesítményű kavitációs turbinavizsgáló berendezés épült (legnagyobb az Escher—Wyss gyár 600 kW-os berendezése). Vizsgálatokat végeztek a megengedhető kavitáció mértékének megállapítására, a légtartalom befolyásának tanulmányozására a kavitáció kifejlődésére a rezgés- és zajforrásokkal kapcsolatban stb.

A hidrodinamikus tengelykapcsolók elméleti alapon való méretezésének kérdése még nincs megoldva, a jelenlegi módszerek még lényegében félempirikusak. A nyomatékvtólok méretezésére a közelmúltban dolgoztak ki éppen hazánkban új elméleti módszert.

Az általános kavitációvizsgálatok terén tisztázták a jelenség keletkezésének fizikai körülményeit, a nukleonok elméletét, a kavitációs üregek alakjának számítását. Zárt kísérleti kavitációs csatornáknak nagyságrenddel kisebb kavitációs számokat állítottak elő, mint eddig. Eredményesen vizsgálták a

kavitációs zaj problémáját. Széles körű vizsgálatok folynak a kavitációs roncsolás mechanizmusával és a léptékhatás tisztázásával kapcsolatban.

Valamennyi áramlástechnikai géptípusnál sokoldalú vizsgálatok folynak és folynak a lapátrácsokon kívül egyéb szerkezeti részekkel kapcsolatban is (szívószáj, szívócső, szívócsatorna, csigaház, szabályozó elemek stb.). Ezek közül talán legjelentősebbek a csigaházzal kapcsolatosak. Egy-egy adott esetben sikerült megfelelő csigaház kialakítása, azonban általános és átfogó elméletet nem sikerült alkotni, holott ezen elemeknek a járókerekekkel való kölcsönhatása igen alapvető.

Bár nem kifejezetten ebbe a témakörbe tartoznak, mégis felhasználási területük hasonlósága folytán itt említjük meg az ejektorok terén elért eredményeket, melyek következtében ezen szerkezetek méretezése és így alkalmazása is már kellő biztonsággal végezhető.

A kutatás új irányait tekintve az alábbiakat foglalhatjuk össze:

Az áramlástechnikai gépek területén a fejlődés elsősorban a gépekben lejátszódó valóságos áramlás elméleti és kísérleti vizsgálata terén szükség-szerű. Ez természetesen feltételezi a határréteg- és a kavitációvizsgálatok olyan eredményeit, melyekre támaszkodva megalapozott terhelési kritériumok dolgozhatók ki.

Előreláthatóan az elektronikus számológépek fokozott alkalmazása folytán a térbeli áramlási problémák megoldása is új utat nyit a kutatások kiszélesítése és általánosítása terén.

Ehhez kapcsolódóan új irányzat, és külföldön már jelentős lépések is történtek ebben, a szabályozás- és automata-technikában az áramlástechnikai elven működő logikai elemek kifejlesztése és összeépítése.

Kavitációvizsgálat terén megbízható modelltörvény megalkotása mutat új irányt a tudományágban.

VIII. Összefoglalás és javaslatok

Mint a beszámolóból kitűnik, a műszaki mechanikának a gépészet és kohászat területén művelt részei az eredményesség szempontjából elég egyenlőtlen képet mutatnak. A tagadhatatlan fejlődés ellenére meg kell fontolni azokat a módokat, amelyek a további fejlődést meggyorsíthatnák. Ilyen elsősorban a *Műszaki Mechanikai Intézetnek* a már tervbevett megalapítása. Az Intézet kiépültekor a területtel foglalkozó tudományos körök centruma lehetne. A műszaki mechanikának az Intézetből kimaradó tudományterületei — mint pl. anyagvizsgálat, képlékeny alakítás technológiája — ma is elég eredményesen műveltek, így itt legfeljebb kisebb-nagyobb megerősítésekre van szükség.

Erősen megfontolandó a gépészet és kohászat szakterületén az akadémiai bizottságok rendszerének felülvizsgálata és az eddig működő gépészeti és

kohászati bizottságok kiegészítése a mechanika egyes területein jobban specializált bizottságokkal. Feltétlenül szorosabbra kell vonni a kooperációt az építőmérnöki és építészeti vonalon működő mechanika-kutatókkal. Ha első lépésben teljesen közös bizottságok felállítására nem is kerülne sor, célszerű volna kijelölni azokat a tudományterületeket, ahol a két szakcsoport bizottságainak feltétlenül együtt kellene dolgozniuk.

Az akadémiai bizottságoknak és egyéb akadémiai szervezeteknek az eddiginél nagyobb súlyt kellene helyezniük a tehetséges fiatalokkal való foglalkozásra, mert a tudományos utánpótlás terén a helyzetkép nem teljesen megnyugtató minden területen.

Egyes területeken, ahol aránylag jelentős kutatóerők állnak rendelkezésre, azonban a kutatás szétszórva folyik (mint pl. feszültségoptika, kifáradás stb. területén), célszerű volna meghatározott feladatokkal akadémiai bizottságokat létrehívni, melyek működése addig tartana, amíg a kitűzött célt el nem érik.

A felsorolt javaslatok elősegíthetik a műszaki mechanika tudományának továbbfejlődését, az egész fejlődésnek kulcskérdése azonban a *Műszaki Mechanikai Intézet*, melynek mielőbbi megalakítását és létrehozását az Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának soron következő legfontosabb feladataként kell kezelni.

HOZZÁSZÓLÁS

BOSZNAY ÁDÁM

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

GILLEMOT akadémikus előadását elemezve kitűnik, hogy az elméleti és alkalmazott mechanikának a szilárd testek gépészeti-kohászati jellegű kutatásai területén nem minden tekintetben lehetünk elégedettek eredményeinkkel.

Ezt figyelembe véve, felette indokolt azokat az intézkedéseket megvizsgálnunk, amelyek lehetővé tennék a műszaki mechanika helyzetének javítását.

Előre kell bocsátanunk, hogy ma már elegendő olyan szakemberrel rendelkezünk, akik a megfelelő szervezeti forma megalkotása után kellő mértékű szellemi energiát tudnak kifejteni a fellendülés folyamatának megindítására, illetve szélesítésére. Örömmel láthatjuk tehetséges fiataljaink erőfeszítéseit is.

A tapasztalat azt mutatja azonban, hogy a jelenlegi szervezeti formák egyre kevésbé alkalmasak fokozódó intenzitású és mélységű tudományos élet megteremtésére az elméleti és alkalmazott mechanika területén. Az e téren működő intézményeink, szervezeteink, bizottságaink szervezeti formáját különböző esetleges vagy tudatos oly tényezők szabják meg, melyek között nemigen szerepel a legtermészetesebb szervezési szempont: magának a mechanika tudományának jól kialakult tudományos rendszere, holott ennek a természetes szervezési elvnek a fokozatos megvalósítása már önmagában is felpezsdítő, termékenyítő hatású lehetne.

Meglevő intézményeinknek, szervezeteinknek, bizottságainknak a fentiek szerinti átszervezése azonban ma már nem elégséges. A végleges megoldás útjára való lépést egy önálló akadémiai kutatóintézetnek, a *Mechanikai Kutató Intézetnek* a megvalósítása jelentené.

Ezen intézet nemsokára várható jogi megalakulása előtt nyilvánvalóan tisztázódní fog az illetékes tanszékek, egyetemi oktatók és az Intézet jogviszonyának a kérdése, és ezáltal eloszlik az a bizonytalanság, ami jelenleg egyes részletkérdésekben még nem teszi lehetővé az egyértelmű állásfoglalást.

Az elméleti és alkalmazott mechanika fejlődését figyelve észrevehető, hogy különösen az alábbi, egymással erős kölcsönhatásban levő, általánosan fogalmazott területeken, illetve módon jelennek meg a legfigyelemreméltóbb új gondolatok:

a) az eredetileg viszonylag távolabbi területeken levő eredmények alkotó szintézise útján;

b) egy-egy egészen speciális területen igen erős matematikai apparátus

felhasználásával, sokszor a kiindulási mechanikai gondolat pillanatnyi háttérbe szorításának látszatával;

c) a gyakorlati feladatok megoldására egyre alkalmasabb számítási algoritmusok kialakítása területén;

d) a fizika más területein felismert eredményeknek és a mechanika tudományának összefogásával.

Ezeket az alapelveknek is nevezhető észrevételeket — kellő kritikával — az Intézet működési terveiben is hasznos lesz figyelembe vennünk. Az említett észrevételekből következik, hogy a számunkra jelenleg ésszerűen és gazdaságosan művelhető témák kijelölése után sem lehetséges csak ezekkel a témákkal foglalkoznunk. Így elveszítenénk azt a lehetőséget, amit az átfogóbb szintézis nyújthat, továbbá nem tudnánk a gyakorlat számára hasznosítani azokat a külföldi új vagy klasszikus eredményeket, amelyeknek a területén pillanatnyilag nincsen módunk új tudományos eredményekkel előretörni.

Olyasfajta munkát is kell tehát az Intézetben végeznünk, amit COURANT így fogalmazott meg még 1924-ben a híres Courant-Hilbert könyv első kötetnek előszavában, hogy „... a tudományos fejlődés áramlata — egyre vékonyabb és vékonyabb erecskékre oszolván — abba a veszélybe kerül, hogy kiszárad és elszivárog. Hogy megmentsük ettől a sorstól, erőnk jó részét arra kell fordítanunk, hogy a szétválasztottakat újra egyesítsük azáltal, hogy összefoglaló irányelvek alapján világtítjuk meg a sokrétű tényanyag belső összefüggéseit. A tanuló csak így nyeri el az anyag igazi uralásának lehetőségét, és a kutató számára is csak így készíthetjük elő a talajt szerves továbbfejlesztés érdekében.”

Nem lesz könnyű annak a helyes aránynak a megtalálása, amit a két-féle, de egymást is segítő tudományos munkatípusok között kell kialakítanunk.

A következőkben a jelenlegi helyzet és adottságok figyelembevételével szeretnék példaképpen néhány olyan témára vonatkozóan javaslatot tenni, amelyeknek az Intézetben való művelése gyümölcsözőnek ígérkezik.

Az egyik ilyen téma az egyensúlyi- és mozgási stabilitásproblémák vizsgálata, és vizsgálati módszereik továbbfejlesztése lehet. Külön kiemelném a forgórészek kritikus (instabilis) viselkedésével kapcsolatos kutatásokat. Mind kontinuumokkal, mind véges szabadságfokú rendszerekkel kapcsolatban kellene vizsgálni ezt a problémakört, és elemző összehasonlítást is szükséges volna tenni ebben a tekintetben a két modell típus között. E munkában különös figyelmet kellene szentelni a nem-konzervatív, vagy nem-kötött erőrendszerek hatásának és a különleges tulajdonságú anyagoknak, valamint a különböző optimalizációs méretezéseknek is.

Lehetségesnek látszik az egyszerű és összetett szerkezetek (például rudak, rúdrendszerek, tengelyek, héjak, lemezek, tartályok, járművek, gépek, gépalapok) rezgéseinek analízisével és szintézisével való foglalkozás is, például a sajátfrekvenciákkal, állandósult rezgésekkel, csillapítási és egyéb optimalizálási kérdésekkel, nem-lineáris hatásokkal kapcsolatos kutatással, determinisztikus és sztohasztikus módszerekkel.

További ajánlatos kutatási irány a mechanizmusok analízise, szintézise, osztályozási elveiknek új alapokra való helyezése, szerkezeti pontatlanságaik következményeinek vizsgálata, különböző szempontból történő optimalizálások.

A kontinuumok általános jellegű anyagegyenleteinek tanulmányozása lehetne még ilyen, az Intézetben való kutatásra alkalmas téma. Mindez szük-

ségessé tenné a törekvést a jelenlegi fémfizika és kontinuummechanika szintézisére is.

A témák felsorolását lezárva, világosan kitűnik, hogy az előttünk álló feladatok megoldása sok esetben komoly matematikai felkészültséget kíván, és szükségessé teszi bizonyos kísérleti technikák elsajátítását, illetve továbbfejlesztését. Nyilvánvaló az is, hogy az Intézet nem nélkülözhet matematikusokat és korszerű számítógépet sem.

A számítógép-problémának egy megoldását jelenthetné, ha az Akadémiai Számítóközpont újonnan beszerzendő gépével az Intézet közvetlen telexösszeköttetést kaphatna.

Az előbbieken megemlített, a mechanika tudományának fejlődési alapelveivel foglalkozó gondolatok egy további alkalmazásaként az Intézet egyik fontos feladatául jelölhetjük ki a tudományterület nemzeti vagy nemzetközi konferenciáinak szervezésében és megvalósításában való részvételt, valamint az ilyen konferenciákon elhangzó anyag szélesebb körben való elterjesztését, hozzáférhetővé tételét. Így például foglalkozni kellene az 1964-es müncheni, és majd az 1968-as stanfordi nemzetközi mechanikai kongresszus anyagával ilyen szemszögből nézve is.

Összefoglalásul megállapítható, hogy — különösen az Akadémiai Mechanikai Intézet megalakulásával — lehetőséget nyerünk arra, hogy egyes területeken felzárkózzunk az elméleti és alkalmazott mechanika tudományának nemzetközi szintjéhez, és hogy e tudományág hazai gyakorlati alkalmazását hathatósan előmozdítsuk.