

MELEGEN DOLGOZÓ SZERSZÁMACÉLOK

KATOR LAJOS*

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

ARTINGER ISTVÁN**

és

CZOBOLY ERNŐ***

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

[Beérkezett 1972. április 28-án]

A szerzők a szerszámgyártás hazai helyzetének elemzéséből indulva ki, rámutatnak a fennforgó hiányosságokra és azok fő okaira. Hangsúlyozzák a korszerű szerszámgyártás szerepét a gazdaságos termelésben. A kérdés fontossága a szakirodalmi közlemények nagy számában is tükröződik. Ezek feldolgozása és rendszerezése világosan kijelöli azokat az irányokat, amelyek a jobb minőségű, olcsóbb és tartósabb szerszámok gyártása érdekében világszerte kialakultak. A szerzők a hazai kísérletek eredményeiről is beszámolnak, és az így szerzett tapasztalatok, valamint a szakirodalom áttekintése alapján javaslatokat tesznek a hazai szerszámanyag kutatásokra.

1. Bevezetés

E tanulmány kidolgozásának célja a hazai melegalakító süllyesztékes kovácsoló, meleg húzó, meleg hajlító, présöntő, kokilla, fém és műanyag fröccsöntő egyéb melegalakító szerszámok élettartamának növeléséhez szükséges tényezők feltárása, a szerszám tartósságának fokozását biztosító alapanyagok kijelölése, a szerszámgyártás technológiai lehetőségeinek kutatása és a megoldandó feladatok meghatározása. Ezzel alapot óhajt szolgáltatni a melegen dolgozó szerszámok kutatása terén szükséges döntések meghozatalához és a kapcsolatos intézkedések megtételéhez.

A szerszámgyártási és ellátási helyzet jelen elemzése az alábbi forrásmunkák felhasználásával történt:

1. OMF B 4 - 322/b-T. „A forgácsmentes szerszámellátás és gyártás távlati fejlesztése” c. tanulmány.
2. VKI. 1968/KGM Y-10609/68. „Meleg és hidegsajtolás, valamint egyéb alakító és öntőszerszámok szerszámanyagainak fejlesztése” c. tanulmány.
3. KGM 4-12458/69. „A hideg- és melegalakító szerszámok acélanyagainak és gyártástechnológiájának fejlesztése” c. tanulmány.

A forgács nélküli szerszámgyártás fejlesztése népgazdasági érdek, tekintve, hogy gépiparunk csaknem minden ágazata igényel szerszámozást. Az előkészítő munka során megállapítható volt, hogy szerszámgyártásunk

* Dr. Kator Lajos, Budapest II., Csalán u. 17/b.

** Dr. Artinger István, Budapest XI., Vántus K. u. 10.

*** Dr. Czoboly Ernő, Budapest II., Battai u. 5.

elmaradottsága fékezőjévé vált az ipar fejlődésének. Az igények kielégítése sem mennyiségi, sem minőségi vonatkozásban nem volt megfelelő.

Az OMF 1965-ben készült tanulmánya országos felmérés alapján képet adott a szerszámgyártás helyzetéről. Az alábbiakban közöljük az OMF 1965. évi 4—322/b-T sz. tanulmányában szereplő, a szerszám szükségletek várható alakulására vonatkozó adatokat:

Igény

Megnevezés	1965		1970		1980	
	edb	mFt	edb	mFt	edb	mFt
Lemezsajtoló	204,5	375,1	299,2	539,3	515,1	1430
Kovácsszerszám	19,3	96,1	38,5	131,8	49,4	306
Öntőszerszám	6,0	22,2	9,9	63,6	19,6	121
Műanyagajtó szerszám	17,5	225,6	24,6	20,3	36,0	391

A fenti igények biztosításának feltételét az OMF tanulmány központi műszaki fejlesztési alaphól fedezett 800 300 eFt beruházással, valamint a termelékenység növelését célzó konkrét műszaki-szervezési intézkedésekkel irányozta elő.

A hivatkozott céltanulmányban foglalt távlati elképzelések ma már módosításra szorulnak, mivel azok a központi irányítás légkörében születtek. A különbség a régi és az új elképzelések között a központi irányítási rendszer és az új gazdaságirányítás eltérő szemléletéből adódik.

Az új gazdaságirányítási rendszerben a cél elérését közvetett hatások érvényesülésén keresztül lehet hatékonyan biztosítani, illetőleg a fejlesztési cél meghatározásánál messzemenően figyelembe venni a fejlesztők, a gyártók és a felhasználók anyagi érdekelttségét.

2. A szerszámgyártás általános helyzete

A szerszámüzemek jelentős része korszerűtlen, alacsony fokon szakosított. A vállalati beruházások többnyire csak a mennyiségi hiányokat pótolják, a gyártás műszaki színvonalán alig változtatnak.

A szerszámgyártás üzemszervezési oldalról nézve rendkívül kedvezőtlen. A szerszámok és készülékek előállítására technológiailag bonyolult folyamat. Igényli jóformán valamennyi megmunkálási módot, mind gépi, mind kézi műveletek formájában. Ennek következtében a házi szerszámüzemek szervezői természetesen olyan termelőhely összetételt kényszerülnek létesíteni, melyeknek rossz a kihasználása. Az átlagos műszakszám egy körül van.

A jelenleg alkalmazott gépi és technológiai berendezések általában alacsony színvonalúak. Általában hiányoznak a szerszámgyártás speciális kor-

szerű gépei, mint a másoló-marógépek, szerelő prések, nagy pontosságú kö-szűrők, koordináta fúrógépek, hidegbenyomó gépek, szikraforgácsológépek, edző és csiszoló berendezések, fúró-maróművek, valamint a különféle optikai, mechanikai elven működő műszerek és vizsgáló, beállító berendezések.

A vállalati szerszámüzemek korszerűtlensége, a szakemberhiány, a gyár-tásban uralkodó szervezetlenség, a technológia színvonalának alacsony foka, a minden áron való tervteljesítés a szerszámgyártást erősen kiszolgáló jellegű segédtevékenységgé tette, mivel a termelési érték és tervteljesítés szempont-jából nem birt közvetlen döntő jelentőséggel.

További szervezési problémát jelent a gyártóeszközökkel és ezen belül a szerszámokkal történő helytelen gazdálkodás. Nagy vállalatok gyáregységei egymás között nem tudják megoldani a sokszor azonos célú szerszámok közös használatát.

A gépipar technológiai fejlesztésének kulcskérdése a gyártóeszközök minő-ségének javítása és a kellő mennyiség gyártása. Mindkét cél elsősorban a szer-számgyártás műszaki színvonalának emelésével érhető el. A szerszámgyártás alacsony technológiai színvonalának fő okai a szakosítás nem kielégítő mértéke és a nagymérvű decentralizáltság.

Nemzetközi tapasztalatok azt mutatják, hogy a szerszámgyárok és fel-használó vállalatok helyes munkamegosztását kell követnünk. A szerszám-gyártásra szakosított vállalatok feladata az egyetemes gyártóeszközök szab-ványosított elemek közép—nagy-sorozatú gyártása, továbbá a nagy technikai felkészültséget igénylő bonyolult szerszámok kissorozatú, ill. egyedi gyártása. Iparilag fejlett országokban a feldolgozó vállalatok jelentős része saját szer-számgyártó üzemmel nem rendelkezik. A szerszámokat előállító üzemek közül is csak a nagyobbak rendelkeznek egy, vagy néhány speciális szerszámgyártási technológiával, pl. hidegbenyomás, szikraforgácsolás stb., a többi kisebb üzem kooperációban oldja meg ilyen irányú technológiai problémáit.

Hazai viszonylatban is szükség van a mind szélesebb igény kielégítésére, valamint a központi műszaki fejlesztési alap hatékonyabb felhasználása érde-kében a fejlesztési célnak legjobban megfelelő rendszer szerinti szakosításra.

A vállalati szerszámüzemekben a vállalat adott technológiája szerinti szakosítás az irányadó szempont, mivel egyfajta technológiai és felszerszámo-zási feladatot kell végrehajtaniok.

A technológiai szakosított vállalatok mellett meg kell valósítani a szerszámgyártás olyan centrumait, amelyek a kutatáson, fejlesztésen, külön-leges technológiák megteremtésén, szabványosításon és az ezekhez kapcsolt magas színvonalú gyártáson keresztül képviselik a szakterület műszaki haladá-sát.

A gépipari termelés szerszámozottságának fokozása, méghozzá alacso-nyabb szerszámozási költségeket biztosító nagy hatékonyságú szerszámokkal való ellátása a gépgyártási technológia minden fázisában szükséges.

A kevés ráhagyással készülő alakhű előgyártmányok szerszámai (süllyesztékek, odorok), a nagyteljesítményű hajlító-, kivágó- és műanyag szerszámoknak hosszú élettartammal való szolgáltatása, a szerszámok magasabb ára ellenére a felhasználónál tetemes költségsökkenést eredményez.

Hazánkban a szerszámozás költségei a gyártási összköltséghez viszonyítva igen nagyok, ami nem annyira a szerszámok költséges voltában jelentkezik, hanem azok rövid élettartama miatti gyakori elhasználódásból származó költségtöbbletből adódik.

A szerszámozás költsége a gyártási összköltség %-ában a gépipar területén néhány országban a következő:

Ország	%
Magyarország	2,4 ÷ 2,6
Szovjetunió	1,0 ÷ 1,1
USA	0,3
NDK	1,5
NSZK	1,0

Fenti táblázat igen kedvezőtlen képet ad a magyar szerszámgyártás költségigényéről. Kétségtelen, hogy a forgácsmentes alakítás szerszámainak gyártása a gépipari átlagnál jóval magasabb szellemi energiát és drágább berendezéseket igényel.

A költségek kedvezőtlen alakulásának okai lehetnek:

- a szerszámgyártás alacsony technológiai színvonala,
- a magasszintű specializáció hiánya (kisfokú termelékenység),
- a szerszámok rövid élettartama — alapanyag és előállítási technológia miatt,
- a szerszámok szakszerűtlen felhasználása, karbantartása és felújítása,
- feldolgozógépek nem kielégítő állapota,
- a feldolgozóipar gyártmányainak kis volumene (sokféle gyártmány — kis sorozat),
- előregyártott szerszámok minimális felhasználása, típuskonstrukciók hiánya,
- a szerszámanyag korszerűtlen minősége és méretválasztéka, előgyártmány technológiák hiánya, pl. köszörült profilidomacélok stb.

A szerszámozási költségtényezőket hazai viszonylatban a gyártásra fordított idő szempontjából vizsgálva megállapítható, hogy az a gépipar teljes munkaidejéhez viszonyítva négyszer nagyobb a műszakilag indokoltnál.

Az összes munkaidő ráfordításból a gyártóeszköz gyártásra fordított idő részarányai:

Ország	%
Magyarország	12 ÷ 14
Szovjetunió	7 ÷ 10
USA	5 ÷ 8
NSZK	3 ÷ 6

Ezek a számok már önmagukban is mutatják, hogy Magyarországon rendkívül túlzott a szerszámgyártásra fordított idő.

A szerszámgyártás költségösszetevőinek elemzésénél az időráfordítás mellett lényeges szerepet játszik a szerszám élettartamát, minőségét meghatározó alapanyag. A hazai szerszámok élettartama 1/3-ára vehető a külföldön

A kivágó-, hajlító-, sajtoló szerszámok exportja éves bontásban tőkés és szocialista viszonylatban

	1965	1966	1967	1968	1969
Tőkés, e\$	—	10	11	11	24
Szocialista, eRbl	100	120	150	300	280

Fenti szerszámok exportjának várható fejlődése

	1971	1972	1973	1974	1975
Tőkés, e\$	40	48	60	75	100
Szocialista, eRbl	320	330	350	360	370

szokásosnak. Az alakító szerszámok rövid élettartama egyrészt az alapanyagok nem kielégítő, ingadozó minőségének, másrészt a korszerű felületi ötvöző és hőkezelő eljárások ismeretének hiánya, illetve megvalósításuk korlátozott feltételei együttes hatásának tulajdonítható.

A világ 1968. évi szerszám exportja — beleértve a forgácsoló szerszámokat is — 995 millió \$ volt. Ebből Magyarország 0,6 millió \$-ral részesedett. Ebben a hazai szerszám export értékelésben a forgácsnélküli szerszámok nem képviselnek számottevő részt. (A forgácsnélküli alakító szerszámok exportjára vonatkozó adatok a Külkereskedelmi Minisztériumtól és a Feruniontól kapott információkból származnak.)

Importból évente jelenleg is 15÷20 nagyméretű műanyag fröccs szerszám kerül tőkés országból beszerzésre, kb. 250÷300 ezer \$ értékben, mely iránti igény a jövőben növekedni fog. Ezenkívül előfordul még a géppel együtt érkező szerszámok importja, az így beérkező szerszám a gép tartozékként szerepel, a rendelő vállalat mint import szerszámot nem tartja nyilván.

A szerszámgyártás kiszolgáló jellegéből következik, hogy a mindenkori igények kielégítése a korszerűségi követelményeknek megfelelő színvonalon csak úgy lehetséges, ha a szerszámgyártás rugalmasan tudja elősegíteni a felhasználó iparágak törekvéseit, illetőleg azok fejlődésére nem fejt ki fékező hatást. Ebből következik, hogy a modern szerszámgyártás nem nélkülözheti a műszaki fejlődés várható alakulásában a legjellegzetesebb és valamennyi ágazatra érvényes irányzatok ismeretét.

Megfigyelhető a KGST-n belüli szakosodás, amely elősegíti az integrált gazdasági rendszer kialakítását. Az integráció kedvező hatása feltehetően érvényesülni fog a szerszámgyártás területén is.

A szerszámgyártás egyedi jellegének ellenére érvényesül a gépiparban tapasztalható általános tendencia az előgyártmányok kedvezőbb kialakítása területén, a kevesebb forgácseltávolítás, munkaidő ráfordítás csökkenésével. Termelékenység növelésének alapvető feltétele az előgyártás technológiájának korszerűsítése.

A forgácsolási technológia korszerűsítésére is hatással van a forgácsnélküli alakító technológia, mert a numerikus vezérlésű forgácsoló gépek üzemeléséhez pontosabb, jobb felülettel rendelkező előgyártmányokra van szükség.

3. A meleg süllyesztékacélok fejlesztésének irodalmi áttekintése

A meleg süllyesztékacélok iránti érdeklődés az utóbbi évtizedekben világszerte erősen megnövekedett. Az érdeklődés annak tudható be, hogy nőtt a képlékenyalakítási technológiák aránya a gyártástechnológiában, előtérbe került a nehezen alakítható ötvözetek sajtolása, öntése. Bevezetésre került a nagysebességű alakítási technológia stb., ahol a szerszámok élettartama különösen nagy mértékben befolyásolja a gyártás gazdaságosságát. Maguk a szerszámok általában drága anyagokból készülnek, megmunkálásuk komplikált alakjuk és kemény, szívós anyaguk miatt nehéz. A szerszámok meghibásodása, komoly kieséseket jelenthet a termelésben, kisebb hibák pedig pontatlan, selejtes gyártmányok előállítását okozhatják.

A meleg süllyesztékacélok igénybevétele igen összetett:

A matrica mechanikai igénybevétele nagy szilárdságot, folyási határt és szívósságot követel az acéltól.

Az alakító üreg felülete koptató hatásnak, termikus fáradásnak és hő okozta lágyító hatásnak van kitéve.

A meleg süllyesztékacélokkal szemben támasztott követelmények:

nagy szilárdság: $\sigma_{0,2} = 135 \div 165 \text{ kp/mm}^2$,

nagy szívósság: $KCU = 2 \div 5,5 \text{ mkp/cm}^2$,

jó átedzhetőség,

nagy kopásállóság, megeresztésállóság,

melegszilárdság: $500 \text{ }^\circ\text{C}$ -ig $600 \text{ }^\circ\text{C}$ -ig $650 \text{ }^\circ\text{C}$ -ig

$\sigma_B \text{ kp/mm}^2$ $110 \div 130$ 100 90

nagy ellenállás termikus kifáradással szemben; jó hővezetőképesség,

kis hőtágulási együttható.

Pl. néhány konkrét szerszámnál a megkívánt keménység értéke az I. táblázatban látható.

I. táblázat

		HB kp/mm ²
Nagyméretű szerszámok kalapácsokhoz	(>6 t)	300 ÷ 340
Közepes méretű szerszámok kalapácsokhoz	(3 ÷ 6 t)	320 ÷ 360
Közepes méretű szerszámok kalapácsokhoz	(1 ÷ 3 t)	360 ÷ 390
Kis szerszámok kalapácsokhoz		375 ÷ 415
Betétek, kalapácsokhoz, présekhez		390 ÷ 450
Szerszámok vékony, lapos, gyorsan hűlő darabokhoz		500 ÷ 515
Lyukasztó tuskék		430 ÷ 500
Nagysebességű alakító szerszámok		420 ÷ 500

A meleg süllyesztékek élettartama döntően az acél melegszilárdságától, megeresztésállóságától, termikus kifáradással szembeni ellenállásától függ.

Az acélok ezen tulajdonságai W, Mo, Cr, V, Si ötvözéssel növelhetők, ha a C tartalom $0,3 \div 0,45\%$ között van. Az első négy ötvöző karbidjai hőkezeléskor a szokásosnál ($A_c + 50 \div 100^\circ\text{C}$) nagyobb ($A_c + 200 \div 300^\circ\text{C}$) hőmérsékleten oldatba vihetők, és edzéssel erősen ötvözött martenzit hozható létre. Megeresztéskor az ötvözők karbidjai diszperz alakban szegregáltathatók. Mivel lassabban koagulálnak, mint az Fe_3C (cementit), alkalmasak kiválásos keményedésre. Azonban a kiválásos keményedés adott hőmérséklet—idő tartományában a szívósság rendszerint csökken. Ezért meg kell találni az olyan megeresztési hőmérséklet—idő összetartozó értékeket, amelyeknél a keménység és szilárdság mellett a szívósság is maximális.

A meleg süllyesztékacélok C-tartalma csak ritkán esik a $0,45 \div 0,6\%$ határok közé. Az ilyen acélokban ui. mind több cementit típusú karbid jelenik már meg, amely már alacsonyabb hőmérsékleten koagulál (kisebb lesz a melegszilárdság).

A W és Mo erősen növeli az acél melegszilárdságát. A W-tartalom az ilyen acélokban max. 12% -ban engedhető meg, mert csökkenti a hővezetőképességet, növeli a karbideloszlás heterogenitását és ezzel erősen rontja az acél szívósságát (termikus kifáradással szembeni ellenállását).

A Mo-nel ötvözött acélokban kisebb hőmérsékleten jelentkezik a kiválásos keményedés; karbidjai gyorsabban koagulálnak, és szívósabb lesz az acél.

A V növeli a melegszilárdságot, gátolja az acél szemcsedurvulását, azonkívül nagyban elősegíti a kiválásos keményedést, viszont csökkenti a szívósságot. Ezért max. $1 \div 2\%$ -ban fordul elő az ilyen típusú acélokban.

A Cr és a Si növeli az acél kis alakváltozásokkal szembeni ellenállását, folyási határát $400 \div 550^\circ\text{C}$ hőmérsékleten, azonkívül növeli az acél reveállóságát is. A Cr elősegíti a többi ötvöző karbidjainak oldódását ausztenitesítéskor, ezzel javítja az acél átedzhetőségét.

A termikus kifáradással szembeni ellenállás szempontjából kedvezőnek tekinthető:

- a kis ausztenitszemcse-nagyság,
- az egyenletes karbideloszlás,

az acél kis szennyezőtartalma (S, P, Sn, Pb),
 a nagy hővezetőképesség és kis hőtágulási együttható.

A fentiekből következik, hogy a hőkezelési technológia helyes megválasztásával is van lehetőség a meleg süllyesztékacélok tulajdonságainak javítására, nagyobb teljesítmények elérésére.

A meleg süllyesztékacélok tulajdonságainak további javítására (kis gáz- és szennyezőtartalom biztosítására, a térbeli anizotrópia megszüntetésére, nagyobb folyási határ és szívósság elérésére stb.) a következő különleges metallurgiai és alakító—hőkezelő eljárások alkalmazása vált szükségessé:

vákuumos kezelés,
 vákuumos átolvasztás,
 elektrosalakos átolvasztás,
 termo-mechanikus alakítás,
 diffúziós bórozás,
 felrakó hegesztés,
 gondosabb felületi megmunkálások,
 vákuumban való hőkezelés stb.

A tulajdonképpen fejlesztéssel foglalkozó kutatók zöme nem új ötvözetekkel kíván eredményt elérni, hanem a felsorolt gyártási eljárásokat igyekszik a szerszámacélok tartóssága érdekében hasznosítani.

A szerszámok élettartamának meghosszabbítását célzó tanulmányok egyik részét azok a munkák teszik ki, melyek a szerszámok tönkremenetelének okait kívánják tisztázni. Gondosan elemzik azokat a kémiai és mechanikai hatásokat, melyek a szerszámokat érik, és vizsgálják, hogy ezek milyen mechanizmus útján hatnak a szerszámra. Így megállapítják, hogy általában koptató igénybevétel, erózió, hőfáradás, mechanikai fáradás, deformáció, rideg repedések keletkezése, korrózió és korróziós fáradás [1, 2] léphet fel. Különösen a koptató vizsgálatok [3, 4] és a súrlódási viszonyok tanulmányozása szerepel gyakran a dolgozatok témái között. A részletes elemzésekre támaszkodva meg lehet tudományos módszerekkel határozni azokat az utakat, melyeknek végső célja a jobb minőségű szerszámok előállítása.

A „jobb minőség” fogalma természetesen ahhoz kapcsolódik, hogyan válik be a szerszám a gyakorlatban. De az egyes anyagok minősítéséhez objektív mérőszámokra van szükség, melyek lehetőleg visszatükrözik az anyag üzemi körülmények közötti viselkedését. Szerszámacélok esetében legtöbbször a hajlító vizsgálatot használják a minősítéshez, de egyre több szerző jut arra a megállapításra, hogy akár a statikus, akár a dinamikus hajlítóvizsgálat kevés a biztonságos ítélet kialakításához [5—7]. Szerencsésebbnek látszik a képlékeny alakítási munka és a folyáshatár [2, 7—9], ill. a „törési szívósság” és folyási határ felhasználása [7, 8].

Átolvasztásnak nevezzük röviden a vákuumban való gáztalanítást [10—12], a vákuumban való újraolvasztást [13], az elektronsugaras átolvasz-

tást [14, 15], a plazma olvasztást [16, 17] és a salak alatti átolvasztást [18—22]. Mind a négy eljárás a szennyező elemek mennyiségét csökkenti, illetve a visszamaradó szennyeződések kedvezőbb, diszperzebb eloszlását teszi lehetővé. Ez utóbbi hatást úgy érik el, hogy egyszerre csak kis mennyiségű anyagot olvasztanak meg, ez az anyag gyorsan dermed, ezért nagyobb arányú dúsulásra, kiválásra nincs lehetőség. Az egyes eljárások hatásossága, gazdaságossága és alkalmazási területe egymástól jelentősen eltér [23—26]. A legkedvezőbbnek a szintetikus salakkal kombinált vákuumos olvasztás látszik. Ehhez egészen közelállóan jó eredményeket ad a plazmaolvasztás is. Az átolvasztott acélok egyik jó tulajdonsága az igen csekély anizotrópia, mely a jól elosztott zárványok következménye [27, 28]. Változik az átolvasztás következtében az átvezethetőség, bár e téren erősen ellentmondó közlemények látnak napvilágot [29—31]. Mindezek eredményeképpen a szerszámok élettartama az átolvasztás nélküli anyagokból készült szerszámokhoz viszonyítva átlagban a kétszeresére nő, kivételes esetben azonban hatszoros élettartam növekedést is megfigyeltek [15, 32, 33].

A szerszámanyagok minőségének növelése hatásosan történhetik az optimális hőkezelés megválasztásával is [2, 34, 35]. Az ausztenitizálás hőmérsékletének és időtartamának itt különösen nagy jelentősége van [36]. A kellő mennyiségű karbon és ötvöző oldathá vitele érdekében elegendően nagy hőmérséklet és idő szükséges, más oldalról viszont azt tapasztalták, hogy túlzott ausztenitizálási időtartam apró repedések keletkezéséhez vezetett [37, 38]. Ez az acél szívósságát erősen rontotta.

A hőkezelés elsődleges eredménye — a megfelelő szövetszerkezet kialakulása — mellett a tulajdonságokat döntő mértékben befolyásolják olyan tényezők, melyek ugyan többé-kevésbé hőkezelési hibának tekinthetők, de amelyekkel mindig számolni kell a valóságban. Ilyen hiba lehet pl. a felület elszéntelenedése vagy felszenesedése. Ide sorolhatók a hőkezelést közvetlenül követő kősörülés okozta hibák is, melyek a felület túlzott felmelegedéséből származnak. Jellemzőes ilyen hibák a kősörülési repedések és a felületi réteg kilágyulása. Ezek a hibák nemcsak a gyakorlatban okozhatnak kellemetlen meglepetéseket, hanem gyakran a közölt vizsgálati eredményeket is kétségessé teszik.

A nagyszilárdságú, viszonylag rideg szerszámacélok hőkezelésénél a visszamaradt feszültségek értéke is nagy lehet, ezért hatásukkal számolni kell. A visszamaradt feszültségek a szövetszerkezet stabilitására is kihathatnak [39], valamint utólagos méretváltozásokat okozhatnak a szerszámon [40], ami selejtes gyártáshoz vezethet. A közvetlenül edzés után keletkező feszültségállapotot nemcsak a megeresztés, de a végső méretre való kősörülés is erősen befolyásolhatja [41]. A hőkezelésnél keletkező feszültségek általában károsak, ezért azokat csökkenteni kell. Megfelelő szerszámszerkesztéssel, előfeszített szerszámrészekkel azonban olyan feszültség állapotot is létre lehet

hozni, amely az aktív feszültségeket csökkenti és így a szerszám tartósságát növeli.

A visszamaradt feszültségek csökkentése érdekében alkalmazott megeresztés egy újabb veszélyt rejt magában: a megeresztési ridegséget [42, 43]. Erre különösen a nagy karbontartalmú acélok hajlamosak, melyeknél a szubszemcsehatárokon jelentkezhetnek kiválások. A megeresztési ridegséget vagy öregedést nemcsak a hasznos ötvözők, hanem a káros szennyezők is előidéznek. Ezért különös figyelmet érdemel annak vizsgálata, hogy az átolvasztott és így sokkal tisztább acélok hőkezelésénél miképpen alakulnak az acél mechanikai tulajdonságai [44—46].

A hőkezelésnek egyik speciális válfaja az ausforming, amelynél a hőkezelés alakítási keményítéssel párosulva okoz szilárdság növekedést [47—49]. Az eljárás alkalmazhatóságának alapfeltétele, hogy az ausztenit elbomlásának lappangási ideje elegendően hosszú legyen az alakítás elvégzéséhez. Ezért az erősen ötvözött szerszám-acélok igen alkalmasak erre a célra. Így pl. 10 ÷ 14% Cr tartalmú acélokat [50], gyorsacélokat [48] és egy sor más szerszám-acélt [51] sikeresen használtak fel az ausforming eljáráshoz. A termomechanikus kezelésnek különböző fajtái lehetségesek aszerint, hogy milyen hőmérsékleten történik az alakítás és az ausztenit elbomlása. A termék szilárdságát és szívósságát ezek a körülmények szintén befolyásolják [52].

Mivel a szerszámok tönkremenetelének egyik fő oka a kopás, érthető, hogy az élettartam meghosszabbítását sokan a felület kopásállóságában keresik. Elvértve foglalkoznak a felület gondosabb megmunkálásával, elektrokémiai módszerek alkalmazásával is, de túlnyomó többségben kemény, kopásálló rétegek létrehozását javasolják. E téren a legeredményesebben a nitridálás használható. A nitrid réteg tulajdonságaival, a réteg keletkezésének feltételeivel és felépítésével sokan foglalkoztak [53]. A nitridálás során keletkező saját feszültségek fontos tényezői lehetnek a szerszám viselkedésének.

Mivel a szerszám-acélok összetétele nem egyezik teljesen a kifejezetten nitridálás céljaira kifejlesztett acéltípusokkal, nem lehetett okvetlenül az optimális rétegtulajdonságok elérését célul tűzni [54]. Ez különösen az alacsony ötvözött szerszám-acélokra érvényes, a 12 ÷ 14% Cr tartalmú acélok viszont kiváló eredménnyel nitridálhatók.

Bár a szerszám-acélok karbon- és krómtartalma viszonylag nagy, mégis tudósítanak keményfémek cementálásáról [55] és sülyesztékek diffúziós krómozásáról is.

Kísérletek folynak a meleg sülyesztékek élettartamának növelésére felületi bórozással is [56], illetve élfelhegesztéssel [57—61]. Kísérletek folynak a melegalakító sülyesztékacélok vákuumban történő hőkezelésére (edzés, megeresztés) is [62, 63] tisztább felületek, kisebb elhúzóadások elérése érdekében.

Viszonylag új és jó reményekre jogosító eljárás a „rövid idejű ausztenitizálás”. Extrém gyors felületi hevítés, majd ezt követő gyors lehűtés eredménye-

képpen a felületen különlegesen finom szemcsés és szívós, kemény kéreg keletkezik. A szemcséket még elektronmikroszkóppal sem lehet felbontani, ezért ennek a rétegnek a felépítése még nem tisztázott [64]. Többen úgy vélik [65], hogy az extrém gyors hevítés folytán valamilyen különleges ausztenit keletkezik, mely viszonylag stabil és csak egy esetleges későbbi mechanikai hatásra (pl. keménységmérés, külső igénybevétel) alakul át igen finom szemcsés martenzitté. Ez magyarázná az egyidejűleg tapasztalt nagy keménységet és nagy szívósságot. A gyors hevítéshez dörzstárcsát, elektron-, lézer- vagy plazmasugarat lehet felhasználni [66].

A fejlesztési munkák másik nagy csoportjának azokat a törekvéseket lehet tekinteni, ahol új ötvözőkkel, az ötvözők arányának változtatásával, újszerű kombinációk előállításával igyekeznek célt elérni. Természetesen a kutató munkáknak ez a besorolása eléggé önkényes, hiszen gyakran éppen az újfajta anyag kíván újfajta, módosított technológiát. Erre az utóbbira jó példa a maraging acélok alkalmazása szerszámanyagként [67]. Ezeket az acéltípusokat eredetileg szerkezeti acéloknak használták, összetételük is a szerkezeti acélokéénak felel meg, de kiváló szilárdságuk miatt szerszámacélként is jól használhatók. Természetesen ezeknek az acéloknak összetétele még korántsem behatárolt terület. Az egyes ötvözők és szennyező elemek hatásának vizsgálata még sok munkát igényel [68]. A káros szennyezők mennyiségének vákuumos átolvasztással való csökkentése ezeknél az acéloknál is előnyös [69].

A sok komponensű Mo-t, V-t, Co-t is tartalmazó acélok szinte végtelen számú variációiból mindig újabbakat és újabbakat ajánlanak [70–73]. Ezeknek az acéloknak a szerzők az általános jó tulajdonságok mellett valamely kiemelkedő egyéb sajátosságot is tulajdonítanak: kopásállóságot, mérettartóságot, hőállóságot stb. Különösen sokat foglalkoznak a V-mal mint ötvözővel, és előnyösen alkalmazzák.

Az új típusú ötvözetek közül a legjelentősebb talán az a csoport, melyet porkohászati úton állítanak elő. Ezek igen nagy szívósságukkal és kopásállóságukkal tűnnek ki a nyomásos öntőformabetétek készítésénél [74]. Itt új eredményeket ígér az a módszer, ahol „atomizált” igen finom porból, Co-Cr-W karbidokból sajtolták a szerszámokat [55]. Ezen az úton növelni lehetett a karbid mennyiségét egészen 40% W, ill. 3% C-ig anélkül, hogy ennek a káros, túlzott ridegységben megnyilvánuló hatása érezhető lenne. A porkohászatiilag előállított termékek közül foglalkoznak még a ferró TiC-ből álló félig acél félig keményfém ötvözetekkel. Mint szerszámanyagot e helyen éppen csak megemlítjük a kerámiai lapkákat és a félig keramikus, félig fémes keverékeket. Ezeknek igen széles skálája készül porkohászati úton. Maga a porkohászati eljárás is gazdagodott az igen nagy nyomások, nagy hőmérsékletek és a nagy sebességű tömörítés alkalmazásával, ami egyre jobb minőségű termékek előállítását teszi lehetővé [55].

Kísérletek folynak az igen bonyolult, mélyüregű meleg szerszámok precíziós öntéssel való előállítására is [75, 76]. Az öntési technológia ma már megengedi, hogy gyakorlatilag szerelésre kész szerszámokat öntsenek, amelyek csak igen csekély igazítást, megmunkálást igényelnek. Az öntött szerszámoknak is kielégítő a szívóssága és nagy a kopásállósága.

4. A meleg süllyesztékacélok csoportosítása

A süllyesztékacélok négy nagy csoportba sorolhatók (II. táblázat):

A) Termikus kifáradással szemben legnagyobb ellenállással rendelkező süllyesztékacélok.

II. táblázat

Acél-csoport	C %	Cr %	W %	Mo %	V %	Ni %	Co %	Si %	45 HRC
A	0,35	5	4	0,5	0,5			1	600— 620 °C-ig (1 ó)
	0,35	5	2		0,8			1	
	0,35	5	1,5	1,5	0,4			1	
	0,35	5		1,5	0,4			1	
	0,35	5		1,5	1			1	
	0,5	3,2		1,5					
	0,4	3	0,6	1,2	0,5			1	
	0,4	3	0,6	2,5	0,35			1	
	0,4	3		3	0,6				
	0,4	3,5	1	1,4	0,7			0,8	
	0,45	3	3	1	1,6				
	0,3	2,5	5		0,3				
	0,25	12	3		0,5	0,2			
B	0,35	2,5	8		0,35				650— 670 °C-ig (1 ó)
	0,35	2,5	10		0,3				
	0,35	2,5	10		0,3	2			
	0,35	3,5	12		0,5				
	0,45	3,5	15		0,5				
	0,5	4	18		1				
	0,6	4	9	1	0,7				
	0,4	4	4	0,5	0,5			0,8	
	0,4	5	5	0,25	0,25			1	
	0,4	2,5	5	0,8	0,8				
		2,5	3	2,5	1			1	
		2,5	3	2,5	1		2	1	
		3,5	2,2	2,2	1,5				
	4	1,5	8	1					
	4		8	2					
	4	6	5	2					
C	0,35	6	6		0,6			1,2	700 °C felett
	0,25	12	7		0,5		5		
	0,25	12	8		0,5		10		
	0,2	10	5	2	0,2		10		
	0,3	12	12		1,0				

II. táblázat folytatása

Acél- cso- port	C %	Cr %	W %	Mo %	V %	Ni %	Co %	Si %	Al %	Nb %	Ti %	Mn %
C	0,5 0,35	13 22	2,5	1,3	0,5 1,4	13 8		1,3		0,35		8
	<0,05 <0,06 0,2 0,25 0,03	21 16 19		5 5 2,5 alap	3	18 alap alap 10	8-10 7		0,8 4	1,5	0,6 2,5 1 0,2	700 °C felett
D	0,55 0,55 0,55 0,55 0,35- 0,55 0,5 0,5	0,7 1,0 0,7 1,5 1 3 3	0,55 0,55 2	0,3 0,8	0,1 0,2 0,2	1,6 1,6 1,6 1,0				1 1 1		300 ÷ 500 °C-on

B) Nagy melegszilárdságú süllyesztékacélok.

C) Igen nagy melegszilárdságú acélok és ötvözetek.

D) Gyengén ötvözött meleg süllyesztékacélok.

5. A hazai melegszerszámacél kutatások áttekintése

A hazánkban (Csepel Vas- és Fémművek, Lenin Kohászati Művek) jelenleg gyártott, ill. bevezetés alatt álló meleg süllyesztékacélok összetétele a III. táblázatban látható.

A melegszerszámacélok fejlesztését célzó sokrétű kutatást jelenleg egyetlen szerv sem fogja össze. Minden gyártóműnél, sőt sok felhasználónál (pl. Csepel Fémmű) és több kutatóhelyen folynak szerteágazó kísérletek. Így pl. a melegalakító süllyesztékacélok tulajdonságainak széles körű vizsgálata folyik a BME Mech. Techn. és Anyagszerkeztani Intézetében, a Csepel Vas- és Fémművek Acélműben, Fémműben és MAI-ban, a Lenin Kohászati Műveknél, a GTI-ben, a Vasipari Kutató Intézetben, a MNME-en, a Ganz-MÁVAG-ban a DANUVIA-ban.

A szerteágazó vizsgálatok bizonyos összhangja és közös érdeke figyelhető meg a BME Mech. Techn. és Anyagszerk. Intézet, a Csepel Acélmű, Fémmű, MAI és a Vasipari Kut. Int.-ben folytatott vizsgálatoknál, amelyek a különböző átolvasztások és hőkezelések hatását, eredményességét vizsgálják a fent megjelölt acélok mechanikai és fizikai tulajdonságaira [7, 8, 15, 45, 46, 77]. Az ilyen közös tevékenységet, egymás lehetőségeinek (szellemi kapacitásának) kihasználását a jövőben is célszerű lesz fenntartani és talán jobban koordinálni.

III. táblázat

Minőség	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	W %	V %	Mo %	S %	P %	Kovácsolt tömb ára
W 1 MSZ 4352-66	0,25	max.	max.	2,0	1,50	9,0	0,20		max.	max.	57 318 Ft/t
	0,35	0,40	0,50	3,0	2,50	11,0	0,40		0,030	0,030	
W 2 MSZ 4352-66	0,25	max.	max.	2,0		9,0	0,20		max.	max.	53 165 Ft/t
	0,35	0,40	0,50	3,0		11,0	0,40		0,030	0,030	
W 3 MSZ 4352-66	0,25	max.	max.	2,0		4,0	0,20		max.	max.	35 676 Ft/t
	0,35	0,40	0,50	3,0		6,0	0,40		0,030	0,030	
EI 956 GOSZT 5632-61	0,33	0,70	max.	4,25		3,0	0,35	0,40	max.	max.	35 676 Ft/t
	0,40	1,00	0,40	5,25		4,5	0,60	0,55	0,035	0,035	
NK MSZ 4353-66	0,50	max.	0,50	0,60	1,40			0,20	max.	max.	14 505 Ft/t
	0,65	0,35	0,80	1,00	1,80			0,40	0,040	0,040	
K 13 MSZ 19731-T.	0,35	0,80	0,40	5,00			0,85	1,20	max.	max.	35 676 Ft/t
	0,45	1,10	0,60	5,50			1,15	1,50	0,030	0,030	
K 14 MSZ 19731-T.	0,24	0,20	0,20	2,60			0,45	2,50	max.	max.	35 676 Ft/t
	0,32	0,40	0,40	3,10			0,56	3,00	0,030	0,030	
19731-T.	0,38	0,5	0,4	5			0,5	3			

IV. táblázat

Az átolvasztás hatása az acélok szennyezőelem tartalmára

Acél	Olvasztás módja	Si %	S %	P ‰	Cu %	O ₂ ppm	N ₂ ppm	H ₂ ppm
W 3	Normál ívfényes	0,30	0,017	0,028	0,28	70	75	1,0
	Elektrosalakos	0,12	0,007	0,025	0,20	44	72	0,6
	Elektronsugaras	0,28	0,014	0,022	0,12	31	41	0,5
	Vákuum ívfényes	0,30	0,016	0,028	0,18	27	70	0,2
K 13	Normál ívfényes	0,96	0,023	0,027	0,22	63	105	2,5
	Elektrosalakos	0,85	0,008	0,029	0,19	50	89	0,3
	Vákuum ívfényes	0,92	0,020	0,026	0,21	36	82	0,4
K 14	Normál ívfényes	0,28	0,014	0,010	0,22	75	108	2,0

Az utóbbi években e közös tevékenységben elért néhány eredményről célszerűnek látszik itt is beszámolni. Néhány meleg süllyesztékacél fajta (W3,

V. táblázat
Az átolvasztás hatása az acélok zárványosságára

Acél	Olvasztás módja	Zárványosság fokozatai		
		Szulfidok	Oxidok	Szilikátok
W 3	Normál ívfényes	2/b	2	2/a
	Elektrosalakos	0,5/b	1	0
	Elektronsugaras	1/b	1	1/a
K 13	Normál ívfényes	2,5/b	1,5	3/a
	Elektrosalakos	1/a	1	2,5/a
	Vákuum ívfényes	2/b	1	1,5/b
K 14	Normál ívfényes	2/b	2	2/a

K 13, K 14) alkalmasnak bizonyult pl. a nemrég kifejlesztett nagy sebességű alakítási technológia szerszámainak anyagaként is.

A különböző átolvasztások hatása a vizsgált acélok szennyező tartalmára és a zárványosság mértékére a IV. és V. táblázatban látható.

5.1. A süllyesztékacélok szívósságának mérőszámai

Az acélok szívósságának (ridegtörés elleni biztonságának) jellemzésére az üzemekben használatos fajlagos ütőmunka ($KCU = \text{mkp/cm}^2$) mellett használható még a szakítókísérlet adataiból meghatározható fajlagos törési munka [2, 7]:

$$W_c = \int_0^{\lambda_c} \sigma' d\lambda \quad \text{mkp/cm}^3,$$

ahol σ' — valódi feszültség,
 λ — valódi nyúlás.

valamint a nagy szilárdságú anyagokra alkalmazható törésmechanikai anyagjellemző, a G_{1c} „törési szívósság”, vagyis az egységnyi hosszúságú repedés terjesztéséhez szükséges fajlagos erő (kp/mm), illetve a feszültségállapottól függő, a G_{1c} -vel meghatározott összefüggésben levő $K_{1c} = \text{kp/mm}^{3/2}$ kritikus feszültségintenzitás paraméter [7, 8, 46]. A ridegtörésnél ui. a repedés spontán terjedésének döntő szerepe van.

A K_{1c} feszültségintenzitás paraméter függvénye a terhelésből adódó átlagfeszültségnek (σ), a darab méretének és a terjedő repedés hosszúságának

(a). A nagy szilárdságú süllyesztékacélok feszültségintenzitás paraméterének mérésére kísérleteink alapján alkalmasnak bizonyult [7, 8]

a) az élesen ($\rho < 0,025$ mm) bemetszett, $d/D = 0,667$ viszonyú, hengeres próbatestek szakítóvizsgálata;

$$(K_{1c})_s = y \frac{F_{\max}}{\sqrt{D^3}} \quad \text{kp/mm}^{3/2},$$

$$(K_{1c})_s \approx 0,414 \sigma \cdot \sqrt{D} \quad \text{kp/mm}^{3/2},$$

ahol F_{\max} — a maximális erő,

D — a próbatest legnagyobb átmérője,

y — a próbatest méreteitől, a repedés hosszától függő tényező,

b) a fárasztással előrepesztett V-bemetszésű ütvehajlítópróbák regisztrált ütvehajlító vizsgálata;

$$(K_{1c})_d = y \frac{6 \cdot M \cdot \sqrt{a}}{B \cdot W^2} \quad \text{kp/mm}^{3/2},$$

ahol M — a hajlítónyomaték,

a — a repedés hossza,

B, W — a próbatest szélessége, vastagsága,

c) a sima hengeres próbatestek fáradt töretének vizsgálata

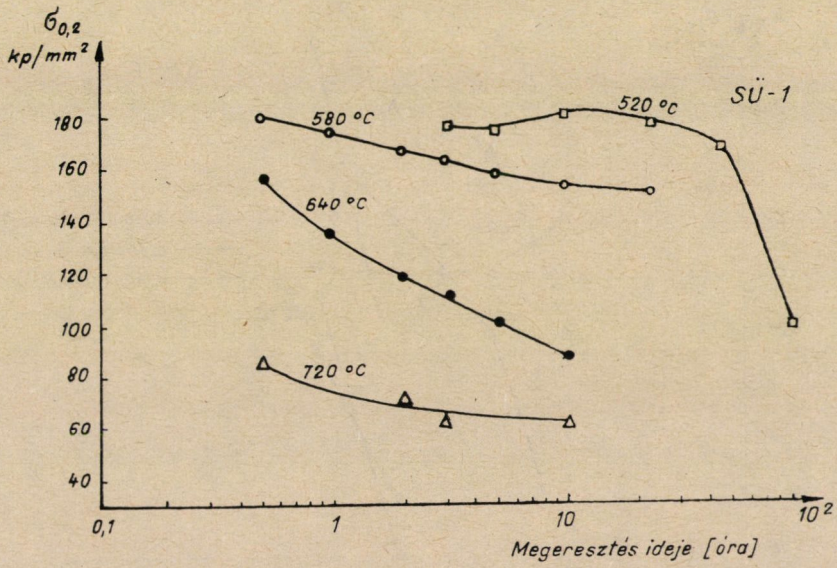
$$(K_{1c})_f \approx \sigma \cdot \sqrt{\pi l_{\text{rep.}}} \quad \text{kp/mm}^{3/2},$$

ahol σ — a feszültségamplitúdó,

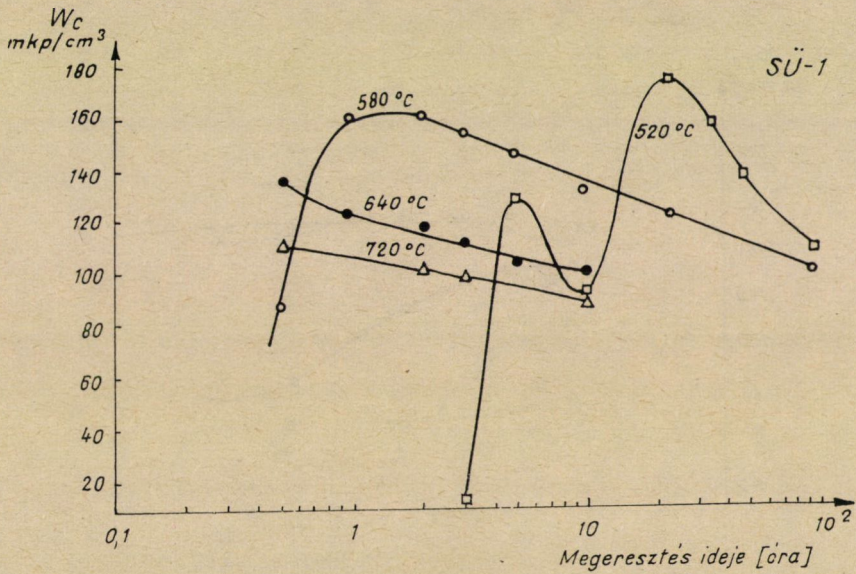
l — a repedés hossza.

5.2. A kísérleti eredményekből levonható következtetések

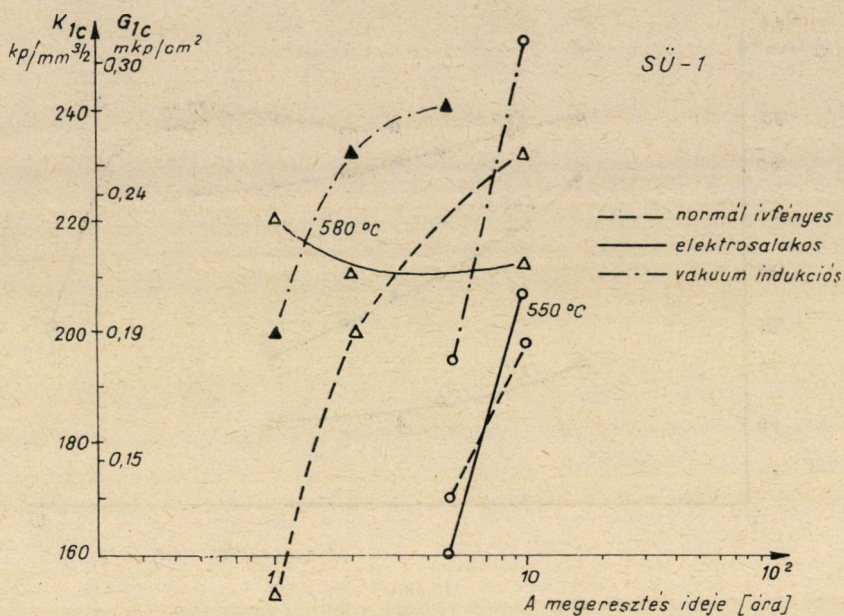
A vizsgált acélok folyási határa, fajlagos törési munkája és „törési szívóssága” is érzékenyen reagál a hőkezelés vagy az átolvasztás okozta szövet szerkezeti változásokra (VI—VIII. táblázat). Példaként bemutatunk hat ábrát a $\sigma_{0,2}$, a W_c és a K_{1c} változására a megeresztési paraméterek függvényében (1—6. ábra). Vizsgálataink eredményei azt bizonyítják, hogy az átolvasztott süllyesztékacélok fajlagos törési munkája, „törési szívóssága” ugyanolyan szilárdsági jellemzők mellett 20 ÷ 40%-kal meghaladja a normál ívfényes módon előállított acélok szívóssági jellemzőit. Ily módon lehetőség van



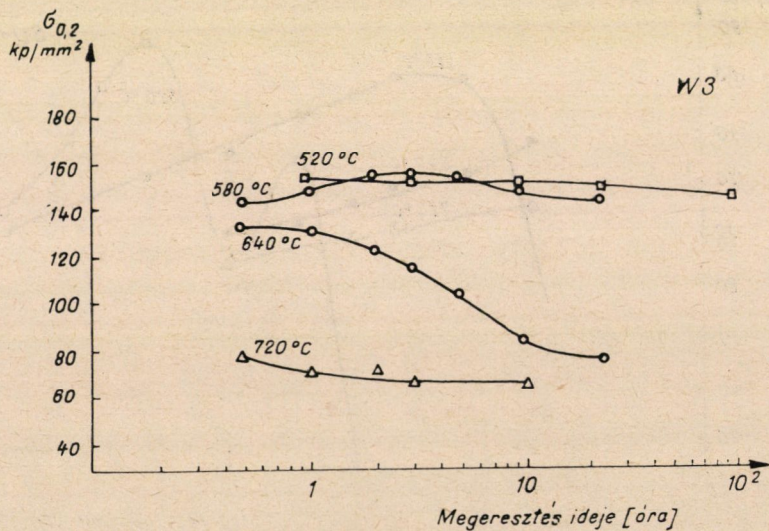
1. ábra



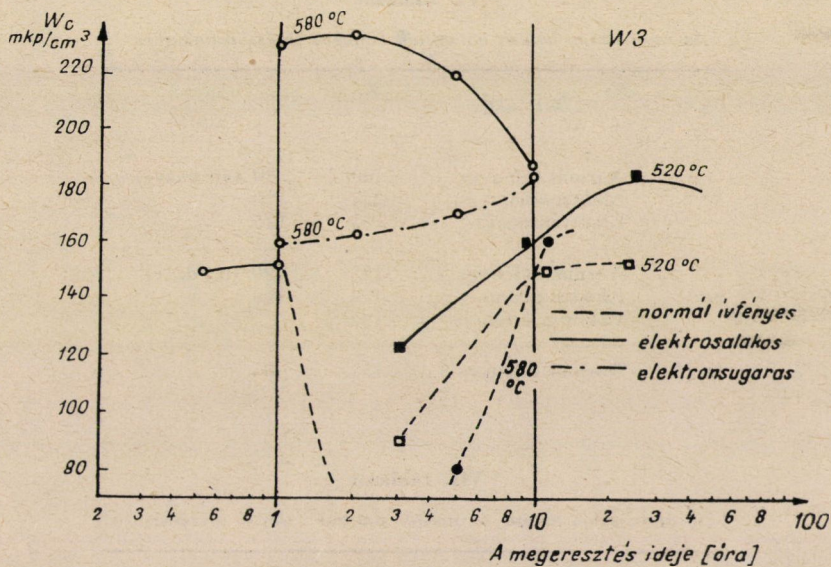
2. ábra



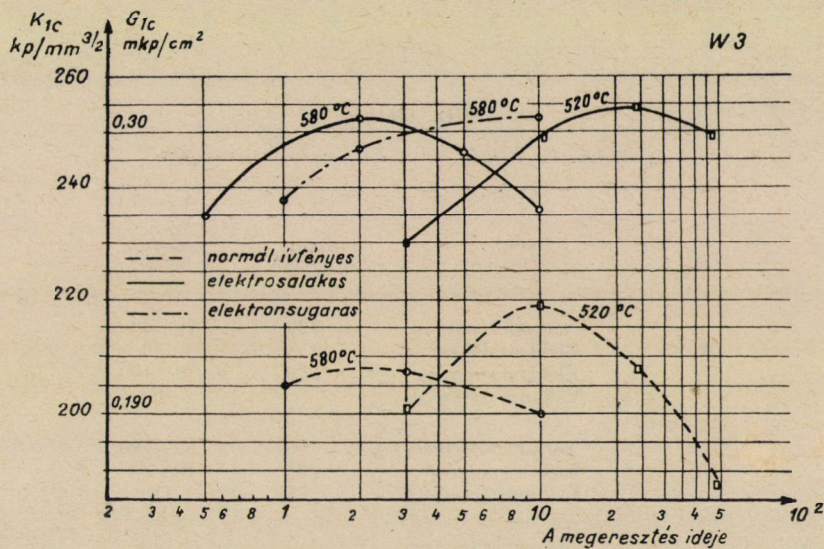
3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

VI. táblázat

Az átolvasztás hatása az acélok fajlagos törési munkájára

Acél	Olvasztás módja	W_e mkp/cm ³	
		max.	min.
W 3	Normál ívfényes	160	30 (70 edzve)
	Elektrosalakos	235	120
	Elektronsugaras	185	125
K 13	Normál ívfényes	165	90 (0 edzve)
	Elektrosalakos	170	100
	Vákuum ívfényes	195	
K 14	Normál ívfényes	155	85

VII. táblázat

Az átolvasztás hatása az acélok statikus „törési szívósságára”

Acél	Olvasztás módja	$(K_{1c})_s$ max.	kp/mm ^{3/2} min.
W 3	Normál ívfényes	220	180
	Elektrosalakos	255	220
	Elektronsugaras	300	235
SÜ-1	Normál ívfényes	230	130
	Elektrosalakos	220	160
	Vákuum ívfényes	260	190
X 32	Normál ívfényes	175	140

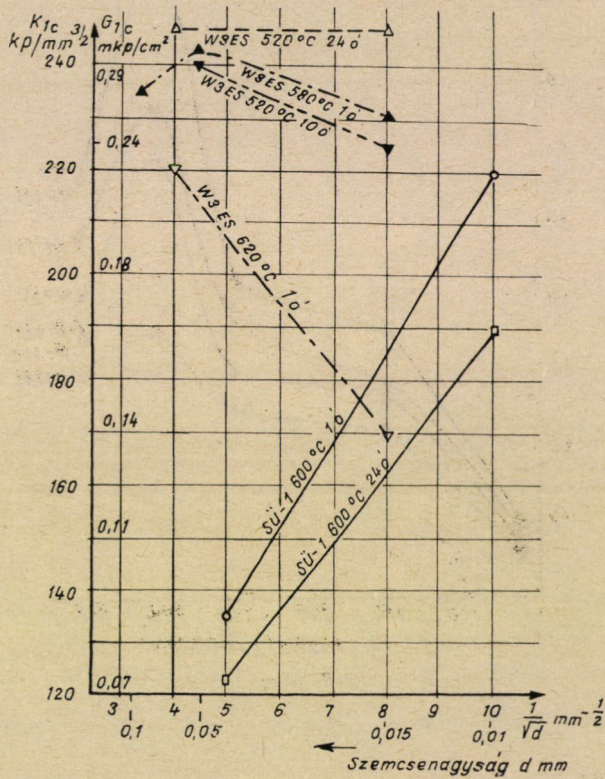
VIII. táblázat

Az átolvasztás hatása az acélok „törési szívósságára”

Acél	Olvasztás módja	K_{1c} kp/mm ^{3/2}	
		szakítás $\rho \leq 0,025$	dinamikus hajlítás
W 3	Normál ívfényes	220	70—40
	Elektrosalakos	255	120
	Elektronsugaras	270	70—100
	Vákuum ívfényes		100
SÜ-1	Normál ívfényes	205	60—100
	Elektrosalakos	220	110—85
	Vákuum ívfényes	255	110
X 32	Normál ívfényes	175	153

arra is, hogy az acélok folyási határát, szilárdságát tovább növeljük a szívósság elvesztése, csökkenése nélkül.

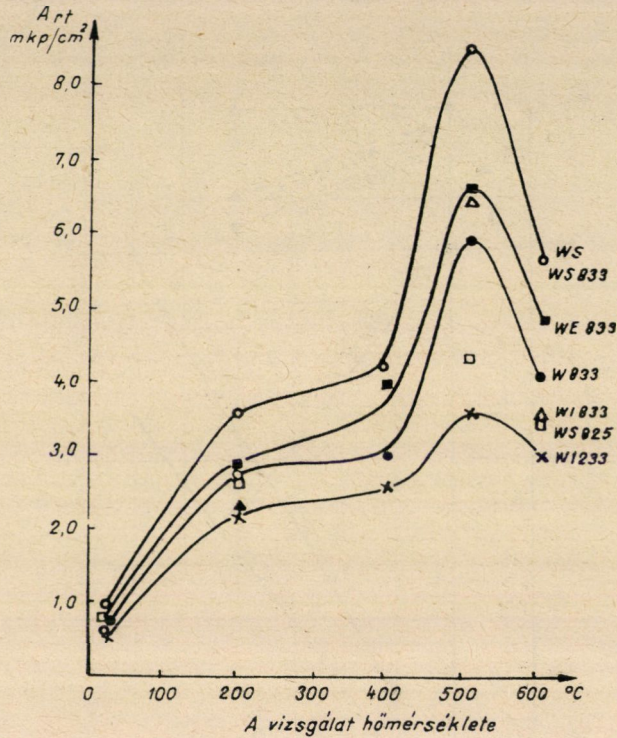
Minden acélra kiválasztható a hőkezelési paraméterek (ausztenitesítés hőmérséklete, a megeresztés hőmérséklete és ideje) olyan optimális kombinációja, amelynek hatására kialakult szövetszerkezetnél a fajlagos törési munka, a „törési szívósság” maximális és ugyanakkor a folyási határ is a legnagyobb.



7. ábra

Az átolvasztások jelentősen csökkentik az acél szennyezőelem tartalmát (IV. táblázat) és természetesen a zárványosságát is (V. táblázat). Az elektroszalagos átolvasztás erős kéntelenítő hatása mellett az acél oxigéntartalmát is jelentősen csökkenti. Csökken a szennyezőelemeknek a szemcsehatárokon való feldúsulása is. A tisztább szemcsehatárok kohéziós szilárdsága nagyobb lesz. A tiszta acél szívóssága kevésbé érzékeny pl. a szemcsenagyságra (7. ábra), és a nagy hőmérsékleten mért szívóssága (repedésterjedési energiája) is nagyobb lesz (8—9. ábra), mint a normál acéloké.

A vákuum ívfényes és az elektronsugaras átolvasztás kéntelenítő hatása nem olyan jelentős, mint az elektrosalakos átolvasztásé, viszont gáztalanító (O_2 , H_2) hatásuk lényegesen meghaladja az utóbbiét. A gáztartalom és zárványosság csökkenése itt is a szívóssági jellemzők lényeges növekedéséhez vezet.



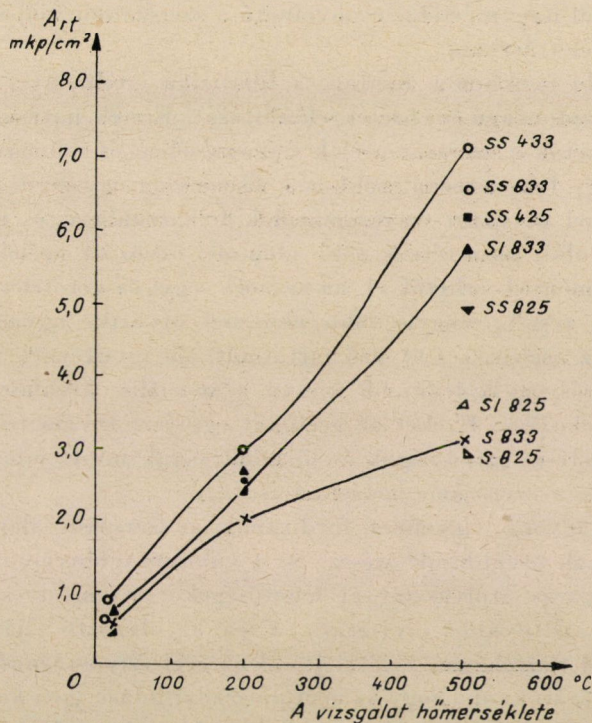
8. ábra

5.3. Összefoglalás

A nagy szilárdságú süllyesztékacélok mechanikai tulajdonságaira, elsősorban szívósságára, kedvező hatással vannak a nemfémes zárvány- és a gáztartalmat csökkentő átolvasztások.

A süllyesztékacélok statikus, ciklikus és dinamikus „törési szívóssága”, valamint a fajlagos törési munkája jelentős mértékben függ az acélok olvasztási módjától és a hőkezelés körülményeitől.

A szívósság anyagjellemzői: G_{1c} és W_c , a szilárdságot jellemző folyáshatár mellett jól felhasználhatók a folyási határ és a szívóssági jellemzők együttes maximális értékét biztosító optimális szövetszerkezet, ill. hőkezelési paraméterek beállítására.



9. ábra

6. Javaslatok

A magyar szerszámgyártás hatékonyságának növelését, magasabb műszaki színvonalra történő emelését megkövetelik az új gazdasági mechanizmus megváltozott körülményei és a gépípar, feldolgozóipar állandó, jelentős fejlődési üteme.

A szerszámanyagok minőségének javítása fontos és szükséges. Új anyagok kísérleti gyártása csak abban az esetben lehetséges, amennyiben megfelelő mennyiségben rendelik. Az alapkutatási feladatok megjelölésénél elsősorban ezeket kell figyelembe venni.

a) Az MTA illetékes szervei a tanulmány elfogadása után bízzanak meg egy kutatóhelyet vagy csoportot a részletes kutatási program kidolgozásával. A kutatás összefogására azt az intézményt kell kijelölni, ahol a fejlesztés alapfeltételei már adóttak. Javasoljuk a BME Mechanikai Technológiai és Anyagszerkezet-tani Intézetében működő akadémiai csoportot mint MTA kutatóhelyet erre a feladatra.

b) A szerszámok fejlesztésekor igen nagy jelentősége van a mind tökéletesebb szerszámanyagok alkalmazásának. Az új és továbbfejlesztett anyagok

felhasználásával nagymértékben növelhető a szerszámok teljesítménye, üzembiztonsága és élettartama.

Az utóbbi években a fémtan, a fémfizika eredményei lehetővé tették mind jobb tulajdonságú ötvözetek előállítását. Ennek hatására alapvető változások észlelhetők a szerszámacélok fejlesztésében és felhasználásában. Megfigyelhető, hogy fokozatosan csökken a viszonylag egyszerű, ötvözetlen vagy egy-két elemmel ötvözött szerszámacélok felhasználása, és mindinkább terjednek a bonyolult összetételű, több elemmel ötvözött acélok. A tapasztalat szerint jó eredmények érhetők el, ha az acél vegyi összetételét célszerű módon bonyolultabbá teszik, vagyis több elemmel ötvözik, ugyanakkor azonban nem növelik az acél összes ötvöző tartalmát, sőt igyekeznek azt csökkenteni.

Az ötvözés egyik legújabb iránya a speciális, kiválóan keményedő ötvözetek létrehozása. Ezeket az acélokat egyrészt kiváló technológiai tulajdonságaik, másrészt szívósságuk és jó hőállóságuk miatt mind szélesebb körben használják a szerszámgyártásban is.

Egyre nagyobb figyelmet fordítanak a szerszám alapanyag gyártástechnológiájának továbbfejlesztésére is. A vákuum ívfényes, az elektrosalakos, az elektronsugaras átolvasztás új lehetőségeket teremtett a szerszámacélok tulajdonságainak további javítására. Ezek az olvasztó eljárások jelentősen növelik az acél tisztaságát, ezáltal javul az acél szívóssága. Másik jellemzője ezeknek az eljárásoknak, hogy az acél megszilárdulása igen kedvező kristályosodási körülmények között megy végbe. A kis szilárdulási sebesség, a nagy hőmérsékletgradiens és más tényezők homogén, dúsulásmentes, finom szövétű, öntött szerkezetet eredményeznek. A fejlett ipari országokban a szerszámacélok mind nagyobb hányadát gyártják ezekkel a korszerű acélgyártási eljárásokkal.

A jelenleg világszerte ismert ötvözött melegmegmunkáló szerszámacélok száma mintegy 300-ra tehető. Ezeknek az acélminőségeknek jelentős részét a különböző országokban szabványosították. Mind a kohászok, mind a szerszámgyártók igyekeznek ezt az igen széles választékot szűkíteni. Nyilvánvaló, hogy ilyen sokféle acélra nincs szükség. Számos típus hasonló tulajdonságokkal rendelkezik, tehát egymással helyettesíthető. Másrészt az új, jobb tulajdonságokkal rendelkező anyagok bevezetésével a régebbi, korszerűtlen acélok feleslegessé válnak.

Az új összetételű ötvözetek kutatása helyett javasoljuk a külföldön gyártott acéltípusokból hazai felhasználásra alkalmas típusok kiválasztását és gyártásuknak meghonosítását. A gyártástechnológia továbbfejlesztése érdekében célszerű a vákuum ívfényes, az elektrosalakos és az elektronsugaras átolvasztás új lehetőségeinek vizsgálata.

c) A képlékeny alakító szerszámok jobb méretezése érdekében ki kell dolgozni a szerszámok élettartamra való méretezésének elméletét, valamint meg kell határozni a szerszámanyakok élettartam szilárdságát sima és bemetszett állapotban.

d) A meglevő szerszámanyagok minősége jelentékenyen javíthatónak látszik megfelelő hőkezelési technológia alkalmazásával. Vizsgálatokat kell végezni a szerszámacélok edzhetőségének és megeresztésállóságának meghatározására.

Egyes acélfajták melegszilárdsági tulajdonságainak meghatározása célszerű. Elsősorban melegsajtoló, valamint öntőszerszámok készítésére használt acélminőségeken kell a vizsgálatokat elvégezni.

Az elridegedés hőmérsékleti határainak meghatározására hőkezelési kísérleteket célszerű végezni. A minősítést az eddig is szokásos mérőszámok mellett a fajlagos törési munka ($W_c = \text{mkp/cm}^3$) kiegészítésével lehetne ki egészíteni.

A szerszámacélok melegalakíthatóságának vizsgálatára módszerek kidolgozása célszerűnek látszik. Laboratóriumi és üzemi vizsgálatok egyaránt szükségesek a megbízható minősítéshez.

e) Egyes szerszámacélfajták termomechanikus kezelésére való alkalmaságának vizsgálata eredményre vezethet, egynéhány tipikus forgácsoló szerszám élettartamának növelésében. Ugyanezen pont keretében vizsgálandó vákuumban öntött képlékeny alakító süllyesztékek készrekovácsolása ausforming technológiával.

f) A képlékeny alakító szerszámok élettartamát igen erősen befolyásolja a munkadarab kialakítása. A munkadarabok tervezésénél eddig megkötöttséget jelentett a szerszám megmunkálhatósága, mivel a hagyományos szerszámgépeken csak kör és egyenes vonalú profilok állíthatók elő elsősorban. Elméleti megfontolások azt mutatják, hogy a legkisebb alakítási ellenállás akkor adódik, ha a szerszám profilja egy optimálisan kiképzett görbe, melyet variációszámítással lehet meghatározni. Ilyen típusú görbékkel határolt szerszámok azonban csak NC szerszámgépeken állíthatók elő. Megvizsgálandó együttesen az NC szerszámgépen való alkatrészgyártás költsége abban az esetben, ha az NC gépre kerülő előtermék a képlékeny alakítás szempontjából optimális kontúrokkal rendelkezik. Meghatározandó az előgyártmány optimális mérete és alakja, figyelembe véve az NC gépek szerszámjainak optimális kihasználását. Ezen téma keretében megvizsgálandó az is, hogy a kész munkadarab készítéséhez szükséges program hogyan és milyen módosításokkal használható fel az előgyártmány képlékeny alakító szerszámjának programozásához.

A tanulmányban megpróbáltuk azoknak a kutatási területeknek a megjelölését, ahol hazai adottságaink és lehetőségeink mellett célszerűnek tartjuk a kutatómunka végzését. A szerszámgyártás jelenleg is fennálló, de a jelenlegi fejlesztési ütem mellett a jövőben is egyre növekvő elmaradottsága, csak jelentős erőfeszítésekkel, a leírt legfontosabb kutatási témák megvalósításával és széles körű üzemi bevezetésével szüntethető meg.

Külön ki kell emelni, hogy a szerszámgyártás fejlesztését csak komplex módon lehet megvalósítani.

A tanulmányban javasolt kutatási témák maradéktalan végrehajtása és a komplexitás keretén belül ismertetett szempontok rendezése és hatékony megvalósítása képezheti csak alapját a szerszámgyártás további fejlesztésének.

IRODALOM

1. KANNAPPAN, A.: *Met. Forming*, **36** (1969), 335–343.
2. GILLEMOT, L.: *Metallurgie et constr.*, **101** (1969), 6–7, 324, 333–340.
3. ÚRANC, F.: *Materialprüfung*, **12** (1970), 7–13.
4. KANNAPPAN, A.: *Met. Forming*, **37** (1970), 6–14.
5. RÜCKERL, E.: *Arch. Eisenhüttenwesen*, **38** (1967), 41–47.
6. FRITZSCH, G.—KÖGEL, H.: *Neue Hütte*, **12** (1967), 360–365.
7. ARTINGER, I.: *Periodica Polytechnica*, **15** (1971), 323–329.
8. ARTINGER, I.: VI. Hüttenmännische Materialprüfer-Tagung, Vorträge II. Balatonszéplak (1971), 280–285.
9. BUNCARDT, K.—MÜLDERS, O.—SCHMIDT, W.: *Stahl u. Eisen*, **79** (1959), 1258–1263.
10. SZAMARIN, A. M.: *The Uses of Vacuum in Metallurgy*, London 1964.
11. TAUSCHER, H.—FLEISCHER, H.: *Neue Hütte*, **8** (1963), 326–329.
12. LANPHIER, B. T.: *Metal Progress*, **90** (1966), 91–92.
13. BUNCHAB, F. F. et al.: *J. Metals*, (1967), 35–39.
14. WEISS, CH.—SCHARF, G.: *Die Technik*, **21** (1966), 314–319.
15. HEGEDÜS, Z.: II. Konferenz über Werkzeuge und Werkzeugmaterialien Bd. 2., 381–387. Budapest (1971).
16. FARNASOV, G. A.—FILIPPOV, S.: *Stal*, **27** (1967), 809–810.
17. RYKALIN, N. N.: *Stal*, **27** (1967), 806–809.
18. MEDOVAR: *Elektroszlakovúj Pereplav „Naukova Dumka”* (1965).
19. *Stroj. Vyr.*, **18** (1970), 410–411.
20. MC. BROOM—SMITH, T. B.: I. S. I. Symposium on Materials for Metal Cutting, Scarborough, 1970. Apr.
21. *Werkstattstechnik*, **60** (1970), 73.
22. OCHRIMENKO, JA. M.—MIRONOV, L. N.: *Kuznyecno Stamp. Prov.*, (1971), 7–8.
23. SMATKO, G. A.: *Metallurg.*, **12** (1967), 12–14.
24. VINograd, M. I.: *Sztal*, (1970), 935–937.
25. PETRMAN, I.—HVORINOV, N.: *Sztal*, (1971), 132–133.
26. ZIMINA, L. N.: *Sztal*, (1971), 547–549.
27. WETZEL, W.—MÜLLER, H.: *Freiberg. Forsch. H.*, B sor. (1967), 221–222.
28. STOBICH, M.—STUHL, J.: *Aluminium*, **45** (1969), 679–681.
29. FIEDLER, H.—SPIES, H. J.: *Freiberg Forsch. H.*, B sor. (1967), 153–164.
30. HENTRICH, R.—OGIERMANN, G.: *Radex-Rdsch*, (1965), 623–646.
31. EMINENKO, JU. M.—MČVČAN B. A.—TICHONOVSKIJ, A. L.: *Stal*, **26** (1966), 230–232.
32. FIEDLER, H.: *Neue Hütte*, **9** (1964), 129–138.
33. PETER, W.—SPITZER, H.: *VDI-Zeitschrift*, **106** (1964), 1564–1571.
34. FÜSSL, A.: *Z. Wirtschaftl. Fertigung*, 1966, 457–460.
35. ARTINGER, I.: *Bányászati Kohászati Lapok – Kohászat*, **4** (1970), 159–163.
36. VASCSENKO, A. P.—MELNYICSENKO, N. D.: *Metallovedenie termiceszkojo obrabotka* (1969), 12, 24–27.
37. KOEREVAAR, B. M.—KRACHTEN, H. J.—NEDERHAND, A. J. M.: *Metalen*, (1965), 72.
38. HANKE, E.—GRÖNER, R.: *Härterei-techn. Mitt.*, **19** (1964), 11–20.
39. WIEGAND, H.—CLAUSMEYER, H.: *Ind.—Anz.*, **86** (1964), 1227–1234.
40. BÜHLER, H.—HERRMANN, E.: *Arch. Eisenhüttenwesen*, **35** (1964), 1089–1095.
41. HANKE, E.—ZIEMER, A.: *Härterei-techn. Mitt.*, **22** (1967), 123–131.
42. HANKE, E.—ZIEMER, A.: *Härterei-techn. Mitt.*, **22** (1967), 197–204.
43. SCHERER, P.—KIESSLER, H.: *Stahl u. Eisen*, **63** (1943), 353–360.
44. FOPIANO, P. I.: *JISI*, **207** (1969), 220–224.
45. ARTINGER, P. J.: Előadás a Gépészkár 100 éves jubileumán 1971. okt.
46. ARTINGER, I.: II. Konferenz über Werkzeuge und Werkzeugmaterialien Bd. 1., 227–232. Budapest (1971).
47. KERLA, E. B.: *Journal of Metals*, **15** (1963), 755–762.
48. TELANG, Y. P.—CLARK, R.: *Metal Progress*, **90** (1966), 87–90.
49. BERNSTEIN, M. L.: *Termomechanicszkoja obrabotka*, Moszkva 1968.

50. TAMURA, J.—IBARAKI, M.—NOZAKI, H.: *Trans. Japan Inst. Metals*, **7** (1966), 248—252.
51. MARSCHALL, C. W.—GEHRKE, J. H.—SABROFF, A. M.—BOULGER, F. W.: *Metals*, **18** (1966), 328—336.
52. LATHA, M. D. J.: *JISI*, **208** (1970), 50—57.
53. WIEGAND, H.: *Härterei-techn. Mitt.*, **21** (1966), 255—262.
54. KUNZE, E.—BRANDIS, H.: *Draht-Welt*, **53** (1967), 178—181.
55. HOLTZ, F. C.—PARIKH, N. M.: *Metal Progress*, **90** (1966), 117—133.
56. SALJA, M. A.: *Kuznyecsno Stamp. Proizv* (1968), 47—48.
57. KNOTEK, O.: *Berg und Hüttenmännische Monatshefte*, (1968), 174—177.
58. KNOTEK, O.: *Industrie-Anzeiger*, 1967. szept. 1712—1713.
59. GLADKIJ, P. V.: *Avtomaticseszkaja Szvarka*, (1968), 9, 58—62.
60. KORRACH, M.—MEDNYANSZKI, R.: II. Szerszámanyagok és Szerszámok Konferencia Előadásai I. Budapest 1971 9—16.
61. VLADÁR, T.: Uo. 35—42.
62. REYNOLDSON—HARRIS: The Vacuum Heat-treatment of Tool Steels ASM. Ohio USA.
63. NEMÉNYI, R.: Acélok hőkezelése vákuumban. II. Szerszámanyagok és Szerszámok Konferencia Előadásai I. Budapest 1971, 77—86.
64. ETTENREICH, H.: *VDI-Zeitschrift*, **110** (1968), 316—320.
65. SWOBODA, K.—PATER, M.—SUTRICH, J.—BACHHEIMER, G.: *Berg. u. Hüttenm. Mh.*, **111** (1966), 512—522.
66. HABREREC, F.—SKAREK, J.: *Strojirenstvi*, **16** (1966), 282—287.
67. *Materials Engineering*, **70** (1969), 34—53.
68. YATES, D. H.—HAMAKER, J. C.: *Metal Progress*, **90** (1966), 75—78.
69. GREY, A. G.: *Metal Progress*, **90** (1966), 55.
70. CREMISIO, R. S.: *Metal Progress*, **90** (1966), 63—64.
71. THOMPSON, J. F.: *Tool Manuf. Eng.*, **54** (1965), 63—64.
72. FLETCHER, C. T.: *Metal Progress*, **90** (1966), 66—67.
73. STEVEN, GR.: *Tool Manuf. Eng.*, **58** (1967), 68—70.
74. BRAUN, H.: *Giesserei*, **56** (1969), 11.
75. HILLER, H. M.: *Giesserei*, **56** (1969), 545—551.
76. CSEH, M.—BÁNKI, T.: *Bányászati Kohászati Lapok—Öntöde*, **21** (1970), 261—266.
77. MARKÓ, J.: II. Konferenz über Werkzeuge und W.

Hot — Working Tool Steels. At first the present state of tool production in Hungary was analysed, pointing out to the insufficiencies and their main reasons. The significance of the up-to-date tool production on the economical manufacture is emphasised. The importance of this problem can be deduced also from the great number of published papers written about this matter. Elaboration and systematization of these helps to find the ways which lead to the production of tools of a better quality, a lower cost and a longer endurance. The authors give an account of some results of recent experiments in Hungary and on the base of these and of literary data make a suggestion of further research work.

Warmarbeitende Werkzeugstähle. Es wurde der jetzige Zustand der Werkzeugherstellung in Ungarn analysiert und auf die Unvollkommenheiten sowie deren Ursachen hingewiesen. Die Verfasser betonen die wichtige Rolle der zeitgemäßen Werkzeugherstellung in der wirtschaftlichen Erzeugung. Die Bedeutung dieses Problems kann auch durch die zahlreiche Veröffentlichungen in der Fachliteratur unterstrichen werden. Mit Hilfe der Bearbeitung und Systematisierung dieser Daten können jene Richtungen festgesetzt werden, die im Interesse von qualitativ hochwertigen billigeren und haltbareren Werkzeugen in aller Welt entwickelt wurden. Es wurden über die Ergebnisse heimischer Versuche berichtet und bezüglich der Forschungstätigkeit in der Zukunft auf Grund der Erfahrungen sowie der Übersicht der Literatur Vorschläge gemacht.