

Az egyes technológiai feladatokhoz alkalmas köszörűgépek megválasztása tehát a gyártási kóddal jellemzett feltételrendszer megfelelőeké-  
se alapján jól elvégezhető. A 8.16 ábra az egyes köszörűgép típusok tech-  
nológiai szempontok szerinti felosztását mutatja be.

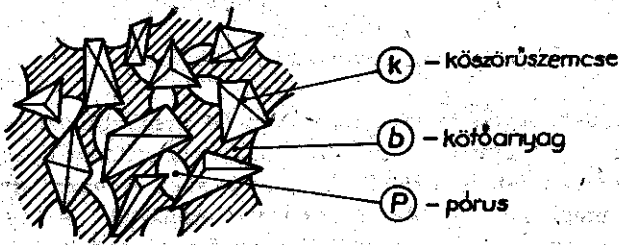
## 8.2 A köszörűszerszámok és megválasztásuk irányelvei

### 8.21 A köszörűszerszámok kialakítása

A köszörűszerszám egy mértanilag szabályos, többségében forgás-  
szimmetrikus - tárcsa-, kup-, henger- stb. alaku merev test, mely  
köszörűszemcsékből, mint elemi szerszámokból, és az azokat összetartó,  
szilárd vázba foglaló kötőanyagból, valamint pórusokból áll.

Néhány főbb, leggyakrabban használt köszörűkorong alaktípusa a  
8.19 ábrán látható. A korongoknak - mivel forgómozgást végeznek - igen  
fontos eleme a furat, melynek segítségével a géporsóra rögzítik. A ko-  
rongok dolgozó felülete az igénybevételtől függően lehet a palást-, a hom-  
lok- vagy kupfelület.

A köszörűkorongokat, mint kötött szemcsézetű abrazív szerszámokat  
abrazív szemcsék és kötőanyagok keverékéből öntéssel vagy sajtolással a  
megfelelő formára alakítják elő, majd kemencében megfelelő hőmérsék-  
leten zsugorítják, ami után az a kívánt merevséggel, szilárdsággal és ke-  
ménységgel rendelkezik. A szerszámtest három komponensből tevődik  
össze (lásd 8.17 ábra).



8.17 ábra  
A köszörűszerszám szerkezete

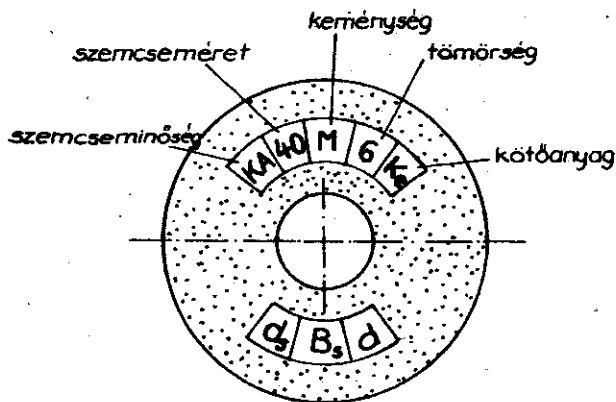
k- köszörűszemcse,  
b- kötőanyag,  
p- levegőpórus.

Az ábrán látható kinagyított szerkezet is mutatja, hogy a szemcse és az őt összetartó kötőanyag, nem töltik ki teljesen a teret, ezért abban pórusok képződnek. A pórusok jelenléte nem a korong rossz minőségét jelenti, azokra forgácsleválasztási szempontból nagy szükség van.

Az MSZ 4501-63 4.1 fejezete előírja: "a köszörűkorongok és idomtestek megnevezése a következőket kell, hogy tartalmazza":

- a típus nevét,
- az alakjelét,
- a méreteket,
- a szabvány számát,
- a minőségi jelet.

Pl.: sima köszörűkorong IV. 200 x 25 x 32 MSZ 4510 KB 40 M 6 Ke.



8.18 ábra

A köszörűkorongok jelölése

A köszörűkorongon megfelelő helyen és meghatározott sorrendben feltüntetik mindazon adatokat, amelyek a korong munkaképességét befolyásolják, illetve a felhasználáshoz szükségesek. A hazai gyakorlatban a 8.18 ábrának megfelelő jelölési rendszert használják. A korongok kiválasztása és azonosítása szempontjából igen fontos a jelölési sorrend is:

- szemcseminőség (KA; KB; ...SC; SCZ... stb.)
- szemcse nagyság vagy szemcseméret (...25; 32; 40; ...100; 125; ...)
- kötés keménység (E; F...; M; N; ... W; Z)
- tömörségi vagy szerkezeti szám (0; 1...12)
- kötőanyag (KE; Ba...)

A fenti jelölési rendszer csak normál keménységű abrazív szemcseanyagú szerszámokra érvényes. Szuperkemény anyagokra nincs egysegesen elfogadott rendszer, és az azonosítást a gyártó cég ajánlása alapján kell elvégezni. A szuperkemény anyagú köszörülőkörongok összetettek általában és ezért a minőségre vonatkozó jelölések természetesen csak a palástfelületen elhelyezkedő munkarétegre vonatkoznak.

A köszörülési munka eredményességét a fenti köszörűszerszám jellemzők jelentősen befolyásolják. Ezek közül kiemelt jelentősége van a szerszámminőségnek. A szerszámminőség megfogalmazásához szükséges jeleket az MSZ 4501 4.2 fejezete a 8.1 sz. táblázat szerint adja meg.

Felvetődik a kérdés, hogy a példában megadott KB 40 M 6 Ke minőségi jelek egyértelműen determinálják-e a szerszám minőségét. Várható-e egyenértékű köszörülőképesség a fenti minőségi jelekkel egyeztetett hazai és külföldi gyártású szerszámoktól, azonos köszörülési feltételek mellett?

Általános az a köszörülési tapasztalat, hogy a különböző gyártó cégek fenti minőségi jelekkel azonosított szerszámai eltérően viselkednek.

A gépgyártásban az igen sokféle köszörülési művelet nagyszámú köszörűtest használatát teszi szükségessé. Ezek nemcsak minőségben, különböznek egymástól, hanem ezenkívül még sokféle alakban és méretben is készülnek.

A leggyakrabban használt köszörűtestek alakját és szabványszámát alábbiakban közöljük (lásd: 8.19 ábra!).

Síma körongok. Síma körongoknak az olyan köszörűtestet nevezzük, amelyet két párhuzamos, a forgástengelyre merőleges síkfelület és egy hengerfelület - esetleg valamilyen más forgásfelület - határol. Utóbbi alakját - az élalakot - a szabványszám előtti római szám (I-IV) jelöli.

Igen sokféle méretben készülnek, és a legkülönbözőbb köszörűmunkák elvégzésére használják: ilyenek pl. a külső palást, csucs nélküli furatköszörülés, menet- és szerszámköszörülés, fűrészélezés, valamint öntvénytisztítás.

Lapostányér alaku körongok. Ezeket általában forgácsoló szerszámok (hátraesztergált marók stb.) élezésére használják.

Homorú tányér alaku körongok. Ezeket a többélű forgácsoló szerszámok homloklapjainak a köszörülésére használják. Az élalakot nagybetű (B, H, M) jelöli.

Kétoldalt élezett körongok, amelyeket leggyakrabban szintén forgácsoló szerszámok élezésére használják.

Kupos fazékkörongok, ugyancsak különböző forgácsoló szerszámok élezésére használják.

Az egyoldalt mélyített körongokat, valamint a kétoldalt mélyített körongokat akkor használják, ha a szokványos felfogótárcsák akadályozzák a körongokat a köszörülendő felületek megközelítésében.

Kőzörűszerszámok minőségi jellemzői

Szemcse minősége		Szemcse nagysága						Kötőanyag			
Nagyon lágy	Lágy	Közepes Kemény	Kemény	Nagyon kemény	Különl. kemény	Nagyon tömör	Tömör	Közepes Ritka	Nagyon ritka	Kerámia Ke	
E	H	L	P	T	X	0	3	5	7	10	Ba
F	I	M	Q	U	Y	1	4	6	8	11	Sellek
G	J	N	R	V	Z	2			9	12	Vizüveg
K	K	O	S	W							Magnézium Mg oxiklorid
A kőzörűszerszám minőségi jele: KB 40 M 6 Ke											
Kötéskeménysége						Tömörség					
Nagyon lágy	Lágy	Közepes	Kemény	Nagyon kemény	Különl. kemény	Nagyon tömör	Tömör	Közepes	Ritka	Nagyon ritka	Kerámia Ke

Szemcse nagysága

Szemcse minősége

Elektrokorund

Nemes elektrokorund  
Rózsaszín e.korund  
Félnemes e.korund  
Normál elektrokorund  
Másodrendű e.korundKA  
KR  
KF  
KB  
KC315  
250  
200160  
125  
10063  
50  
4025  
20  
16  
12  
108  
8  
5F40  
F28  
F20  
F14  
F7  
F5

Szilíciumkarbid

Zöld szilíciumkarbid  
Fekete szil.karbid  
Másodrendű szil.karbidSZZ  
SC  
SCM200  
80100  
80

32

Bórkarbid

Bórkarbid  
Másodrendű bórkarbidBC  
BCM

A kőzörűszerszám minőségi jele: KB 40 M 6 Ke

Kötéskeménysége

Tömörség

Nagyon lágy

Lágy

Közepes

Kemény

Nagyon kemény

Különl. kemény

Nagyon tömör

Tömör

Közepes

Ritka

Nagyon ritka

Kerámia Ke

E

H

L

P

T

X

0

3

5

7

10

Ba

F

I

M

Q

U

Y

1

4

6

8

11

Sellek

G

J

N

R

V

Z

2

9

12

Vizüveg

K

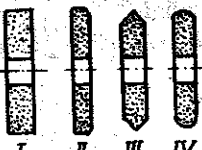

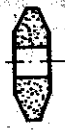
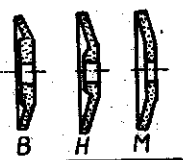


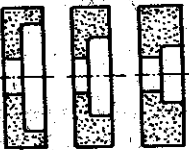
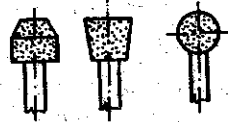
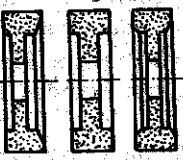
K

O

S

W

Magnézium Mg  
oxiklorid

MSZ 4510 Sima korongok		MSZ 4511 Lapos tányér- alakú korong		MSZ 4513 Kétoldalt élezett korong	
MSZ 4512 Homorú tányér- alakú korongok		MSZ 4514 Hengeres fazék- alakú korong		MSZ 4515 Kúpos fazék korong	
MSZ 4517 Egyoldalt mélyített korongok		MSZ 4522 Csapos korongok			
MSZ 4518 Kétoldalt mélyített korongok					

8.19 ábra

A leggyakrabban használt köszörűtestek alakválasztéka és szabványszámok

Csapos korongok lehetnek hengerek vagy különleges alakúak. Főleg süllyeszték- és szerszámmunkákra, menetmetsző köszörülésre stb. használják.

A szabványoknak megfelelően a köszörűkorongok fő méreteit mm-ben a következő sorrendben kell megadni:

---

külső átmérő ( $D_s$ ) x szélesség ( $B_s$ ) x furat ( $d$ )

---

## 8.22 Szemcseanyagok

A szemcsék az igénybevételüknek megfelelően nagy keménységgel, a forgácsoláshoz szükséges megfelelő mérettel és alakkal (élesség), ütésállósággal, kopás- és hőállósággal kell, hogy rendelkezzenek. E mellett, mivel a köszörülés nagy hőmérséklet mellett végbemenő, erős kémiai

jelenséggel kísért folyamat (kémiai kopás), a szemcseanyag kémiai tulajdonságait is (affinitás) figyelembe kell venni.

A gyakorlatban az alábbi főbb szemcseanyagokat alkalmazzák:

	Anyagjel	Vegyjel
- elektrokorund és változatai	K	$Al_2O_3$
- szilíciumkarbid és változatai	SC	SiC
- bórkarbid	BC	$B_4C$
- gyémánt (természetes és mesterséges) -		C
- köbös bórnitrid	KBN	BN

A felsorolt anyagokat összehasonlításképpen keménységük sorrendjében tüntettük fel. A gyakorlatban a  $H = 50\ 000\ (N/mm^2)$  keménységgel rendelkező bórkarbid szemcseanyag a szemcseanyagokat két nagy csoportra osztja: azok az anyagok, melyek keménysége nagyobb a bórkarbidénál a szuperkemény szemcseanyagok, míg a kisebb keménységgel rendelkező anyagok alkotják a normál keménységű szemcseanyagok csoportját.

A normál keménységű anyagok között az elektrokorund puhább a szilíciumkarbidnál, viszont hőállósága és szilárdsága nagyobb. A gyakorlat azt bizonyította, hogy az elektrokorund szivós és szilárd anyagok - például acél - köszörülésére alkalmas elsősorban, míg a szilíciumkarbid kemény, de rideg anyagok: öntöttvas, kerámia és üveg, szintén lágy, könnyű és színesfémek köszörülésére. Ezzel kapcsolatos, hogy a gyakorlatban legszélesebb körben, kb. 90-95%-ban, az elektrokorund szemcseanyagú szerszámokat alkalmazzák.

Az elektrokorund jó hőállóságán kívül még azzal a kiváló tulajdonsággal is rendelkezik, hogy a vas-szén ötvözetekkel szemben inaffin tulajdonságot mutat, ami különösen acél megmunkálása esetében előnyös.

A szilíciumkarbid rideg, viszonylag alacsonyabb hőállóságu anyag, jó kopásálló, de nagy terhelést nem bírja, azonkívül erős affinitást mutat a vas-szén ötvözetekkel, elsősorban az acéllal szemben. Ezzel kapcsolatos, hogy elsősorban öntöttvas és keményfém megmunkálására használják. Különböző módosulatai ismertek és használatosak (pl. zöld..., fekete ... stb.). Az elektrokorund után a szilíciumkarbid a másik leginkább használatos szemcseanyag.

A bórkarbid, kemény, rideg, szemcseanyag, hőállósága nem kielégítő, kémiai affinitása erős, ezért elsősorban finomfelületi megmunkáláshoz használják.

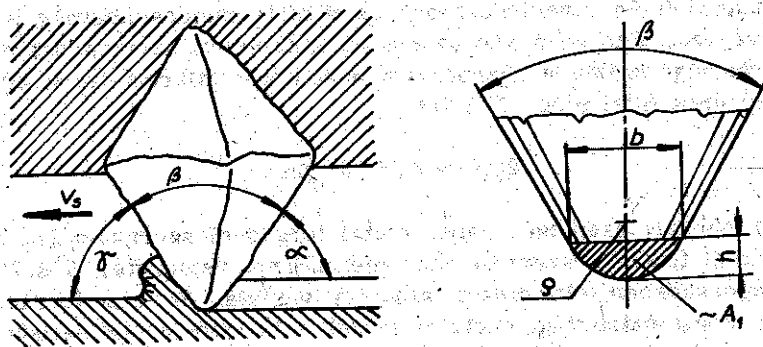
Az 1960-as évektől viszonylag nagy mennyiségben használnak fel az iparban szintetikus uton előállított szuperkemény szemcseanyagot. Kemény és rideg ötvözetek megmunkálására a gyémántszemcsét alkalmazzák, mivel keménysége az összes szemcseanyag közül a legnagyobb, ugyanakkor sajnos igen alacsony affinitást mutat (mivel maga is szén). Fő felhasználási területe keményfémek, kerámia, különféle kőzetek megmunkálása, valamint esetenként öntöttvas köszörülése.

A gyémánt felsorolt hiányosságait sikerült kompenzálni a másik szuperkemény anyag, a kőbős bórnitrid létrehozásával.

Bár keménysége elmarad a gyémánttól, de hőállósága jóval magasabb annál, ugyancsak előnye, hogy a vas-szén ötvözetekkel szemben inert. Ezért a kőbős bórnitrid kiválóan alkalmas nagykeménységű acélok (pl. gyorsacél) megmunkálására.

### 8.23 Szemcsegeometria (méret és alak)

A köszörűkorongban különféle alaku és méretű szemcsék helyezkednek el. Általában a szemcse szabálytalan, sokoldalú kristály, mely jól kivehető lapokkal, éllel és csúcsokkal rendelkezik. A leggyakrabban előforduló szemcse alakja oktaéderre emlékeztet, ahogy az a 8.20 ábrán erősen egyszerűsített formában is látható. A szemcsével kapcsolatban megállapítható, a szemcséket határoló lapok hajlásszöge átlagosan  $90^\circ$ , a szemcse élei és csúcsai lekerekedéssel rendelkeznek.



8.20 ábra

A köszörűszemcse élgeometriája és forgácsolóék modellje

A korongban levő szemcsék nagysága különböző. A legnagyobb mennyiségben (alapfrakció) meglevő szemcsenagysággal szokás a korongot jellemezni. Az alapfrakcióra vonatkoztatva értelmezik a közepes szemcseméretet. Ezzel kapcsolatban több meghatározás terjedt el, leggyakoribb ezek

közül a következő: közepes szemcseméret alatt egy átlagos szemcsén mért  $\delta_{\max}$  maximális és  $\delta_{\min}$  minimális méret számtani közepét kell érteni:

$$\delta = \frac{\delta_{\max} + \delta_{\min}}{2}$$

A gyakorlatban használatos szemcsék méreteinek szélső értékei:

$$\delta = 3 \dots 3000 \text{ } \mu\text{m} ,$$

de az alkatrészgyártásban leginkább elterjedt méretek:

$$\delta = 250 \dots 1250 \text{ } \mu\text{m} .$$

A közepes szemcseméret századmilliméterekben kifejezett értékét nevezik szemcsenagyságnak vagy a szemcse finomsági számának.

Például:

$$\delta = 0,25 \text{ mm}$$

tehát a szemcsenagyság vagy szemcseszám: 25 .

A szemcsenagyságnak a köszörülés termelékenységére, a felület minőségére és a szerszámkopásra nagy hatása van, ezért annak jelét a köszörűkorongon feltüntetik, a szerszámrendelés, megválasztás vagy azonosítás megkönnyítése céljából.

Szuperkemény szemcseanyagokra a fenti szemcsenagyság jelölés nem érvényes. Ezeken a szerszámokon feltüntetett szemcsenagyság jele, vagy finomsági száma a közepes szemcseméret mikrométerekben kifejezett értékének felel meg. Például:

$$\underline{25} \rightarrow \delta = 25 \text{ } \mu\text{m} .$$

Az abrazív szemcse egyben elemi forgácsolószerszám is. Ebből a szempontból fontos a szemcse élgeometriájának ismerete. A 8.20 ábrán egy működésközben feltételezett szemcse vázlata, és mint forgácsolószerszámmra vonatkoztatott geometriai modellje látható: a statisztikus alaku, méretű és elhelyezkedésű szemcsére vonatkoztatva az élgeometriai adatokat is csak statisztikusan lehet értelmezni.

Az abrazív szemcsére jellemző, hogy ékszöge

$$\beta = 80^{\circ} \dots 160^{\circ}, \text{ (átlagosan } \beta = 120^{\circ} \text{),}$$



de mivel a szemcse oktaéder alakú és a feltételezett főmozgás irányához viszonyítva véletlenszerűen irányított, az ékszög azonos nagyságú a csucsszöggel, azaz

$$\beta = \varepsilon.$$

A szemcsékre, mint forgácsolószerszámra az a jellemző, hogy abszolút értékét tekintve nagy, de mindig negatív homlokszöggel rendelkeznek. A homlokszög szoros kapcsolatban van az ékszöggel az alábbi kifejezésnek megfelelően:

$$\gamma \approx -\frac{\beta}{2} \approx -(40^\circ \dots 80^\circ).$$

A szemcsék lekerekedése miatt jelentős a csucs- vagy élsugár. Általános megfigyelés, hogy a szemcse minőségétől függően, elektrokorund és szilíciumkarbid szemcséknél a szemcseméret és a lekerekedési sugár között az alábbi kapcsolat van:

$$\rho = (0,05 \dots 0,25) \cdot \delta,$$

de kopott szemcse esetében ez a szám még sokkal nagyobb lehet.

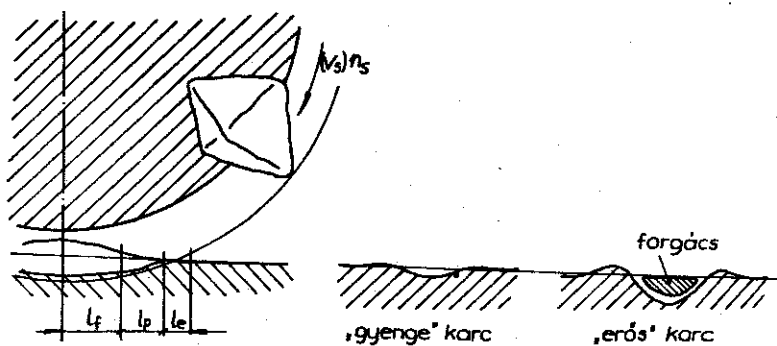
Szuperkemény szemcsék jóval kisebb lekerekedési sugárral rendelkeznek, ami kedvező kristályszerkezetükkel magyarázható.

A szemcse forgácsolóképesége szempontjából igen fontos szerepe van a lekerekedési sugárnak, mivel az erősen befolyásolja a tényleges homlokszöveget. A lekerekedési sugár növekedése tovább csökkenti az amugy is negatív homlokszöveget, nehezítve ezzel a forgácsleválasztást.

A köszörülékörongban azonban nem egy-egy különálló szemcse forgácsol, hanem a beágyazott szemcse sorok statisztikailag meghatározott sokasága burkoló rétegeinek eredményeképpen alakul ki az előállított felület.

Köszörülésnél a korong szerszám felületén elhelyezkedő szemcsék a munkadarabon, nagy ( $v_s = 50$  m/s) sebesség mellett tömeges méretben karcolást végeznek. Az egyes szemcsék által végzett karcolás összességé eredményezi a köszörülést. A karcolás nem feltétlenül jár forgácsleválással. A szemcse méretétől, alakjától és helyzetétől függően, ejtethet a munkadarabon gyenge vagy erős karcot (lásd 8.21 ábra). A karcot "erősnek" szokás nevezni, ha az forgácsleválással jár. Az ábrának megfelelően az egyes szemcse a munkadarab felületén három zónán halad át:

- a munkábalépés kezdetén  $l_e$  hosszón a szemcse a felületen csak rugalmas alakváltozást okoz, és a szemcse áthaladása után lényegesen, visszamaradó nyom nem tapasztalható;



8.21 ábra

A karcolási folyamat és a karcolási nyomok köszörülésnél

- a szemcse továbbhaladva, olyan mélyre hatol be a munkadarab felületébe, hogy az  $l_p$  hosszúságú szakaszon képlékeny alakváltozást eredményez, és áthaladása után jól észlelhető nyom marad vissza;
- a szemcse, egyre mélyebbre hatolva az anyagba, ott olyan igénybevételt eredményez, hogy az már a forgácsleváláshoz is kedvező feltételeket teremt, és az  $l_f$  szakaszon végbemegy a forgácsolás.

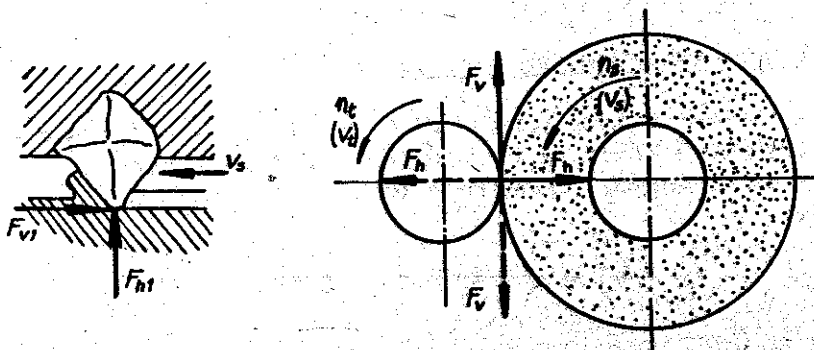
A szemcsék alakjuktól, méreteiktől és kölcsönös helyzetüktől függően, különböző erősségű karcot hagynak maguk után. A gyenge karc egy, a szemcse áthaladási irányában elnyúló árok, melynek szélein kidudorodás nagysága egyaránt nő.

Attól függően, hogy a korong felületén elhelyezkedő szemcsék milyen karcot hagynak maguk után, a szemcséket csoportosítani lehet:

- passzív szemcsék: köszörülés közben a munkadarabbal nem érintkeznek, energiát nem használnak fel, csupán a korong felületén vannak jelen;
- deformáló szemcsék: rugalmas és képlékeny alakváltozást okoznak a munkadarab felületén, energia felhasználásuk és részarányuk jelentős, de forgácsot nem választanak le;
- aktív szemcsék: erős karcot huznak a felületen; forgácsot választanak le, de rugalmas és képlékeny alakváltozást is okoznak.

Ahhoz, hogy a szemcse, akár deformáló, akár pedig forgácsoló, az anyagba hatoljon és ahhoz viszonyítva elmozduljon, a Newtoni surlódásnak megfelelően, az szükséges, hogy a normál erő nagyobb legyen a "surlódási" erőnél. A 8.22 ábrának megfelelően, tehát karcolás csak a következő feltételek mellett jöhet létre:

$$F_{v1} < F_{h1}$$



8.22 ábra

A szemcsére és a szerszámra ható erők értelmezése

A fenti megállapításból következik, hogy köszörülésnél az erőösszetevők aránya ellentétes lesz mint egyéb forgácsolási eljárásoknál, tehát számolni kell a forgácsvastagság irányú (normál) erő relatív növekedésével.

A karc erőssége, a 8.21 ábrán feltüntetett, a karcolás menetét kísérő, zónák hosszának aránya, a szemcsegeometriától is erősen függ. A szemcse geometriai adatai között lényeges szerepet játszik a  $\rho$  lekerekítési sugár és részben az ékszög. A lekerekítési sugár növekedésével csökken a  $h/\rho$  arány, és egyéb változatlan feltételek mellett a karcolási zónák aránya a rugalmas és képlékeny szakaszok javára tolódik el, tehát nehezebbé válik a forgácsleválás folyamata. Ennek külső megnyilvánulása, hogy a csucssugár növekedésével a karcnyom is szélesebb és sekélyebb lesz.

Éppen a "karcolás" mechanikája miatt az egyes köszörtüszerszámgyártó cégek nem alkalmaznak homogén szemcseösszetételű köszörtüszerszámrongokat, hanem egy-egy alapfrakcióban egymástól eltérő nagyságú szemcsekombinációkat kevernek össze. Így a közepes szemcseméret ténylegesen az adott szemcsekombinációja jellemző átlagos szemcseméretet tükrözi.

A szemcsekombinációk alkalmazását főként az a köszörtülési gyakorlat igényli, hogy azonos minőségű szerszámmal nagyolnak és simítanak. Ez a gyakorlat korszerűtlen és véleményünk szerint e gyakorlat megszűnésével a szemcsekombinációk alkalmazására nem lesz szükség. A köszörtüszerszámok szemcsenagyságát egyértelműen akkor tudnánk megítélni, ha a szerszámok szemcsenagyságjelölése tartalmilag is egyezne a szabad szemcsékre alkalmazott jelölésekkel és előírásokkal. A szemcse-

kombinációk használata is egy összetevője annak, hogy a különböző gyártócégek egyező jeltartamu szerszámait a köszőrülési jellemzők szerint eltérőnek találjuk.

#### 8.24 Szemcsemennyiség, szemcseeloszlás

A köszőrűkorongok gyártásánál és felhasználásánál fontos a szemcsemennyiség, a kötőanyag és a pórusok arányának ismerete.

A köszőrűkorong volumetrikus összetétele az alábbiak szerint fejezhető ki:

$$V_k + V_b + V_p = 1 \quad (100\%)$$

ahol  $V_k$  - relatív szemcsetartalom  $\frac{\text{mm}^3}{\text{mm}^3}$ , vagy %-ban;

$V_b$  - relatív kötőanyagtartalom  $\frac{\text{mm}^3}{\text{mm}^3}$ , vagy %-ban;

$V_p$  - relatív pórustartalom  $\frac{\text{mm}^3}{\text{mm}^3}$ , vagy %-ban.

Ez a három összetevő, azok aránya határozza meg a köszőrűkorong szerkezetét és keménységét, tehát ismeretük igen fontos.

A korong egységnyi (1 mm<sup>3</sup>) térfogatának szemcsetartalma, tehát azonos a relatív szemcsetartalommal. Korábban már feltételeztük, hogy egy átlagos szemcse térfogata, az oktaéder szemcse élhosszuságát alapul véve:

$$\delta^3 \text{ mm}^3$$

Tehát a korong egységnyi térfogatában elhelyezkedő szemcsék száma:

$$\frac{V_k}{\delta^3} \text{ 1/mm}^3$$

A köszőrűkorong felületén elhelyezkedő szemcsék végzik a forgácsolást, tehát a köszőrülési folyamat elemzéséhez fontos tudni, hogy felületegységre (mm<sup>2</sup>) hány szemcse jut. Ehhez szabdaljuk fel az 1 mm élhosszúságú kockát  $\delta$  szélességű lemezekre, majd helyezük el a lemezeket egymás mellé sorba. Ilyen módon elértük, hogy minden szemcse felszínre került. Azt, hogy egy adott lemezen hány szemcse helyezkedik el nem tudjuk, de az összes lemezen elhelyezkedő szemcsék száma megegyezik a térfogategységben található szemcsék számával. Tehát az utóbbit elosztjuk a kiterített lemezek összterületével, megkapjuk a felületegységre jutó szemcsék számát:

$$\mu = \frac{v_k}{\delta^3} = \frac{v_k}{\delta^2} \text{ 1/mm}^2$$

ahol  $\mu$  - a felületegységre jutó szemcsék száma, vagy felületi szem-  
csesűrűség.

A kifejezésből is látható, hogy a szemcsesűrűség a reaktív szemcse-tartalomtól és a közepes szemcsemérettől függ. A korongban levő szemcsemennyiséget az un. szerkezeti szám fejezi ki. Ezt, a korong szerkezetét jellemző, mutatót szokás még tömörsegi számnak is nevezni.

"Tömörség a levegőpórusok térfogatának és a köszőrűszerszám ösztérfogatának viszonyszáma. A tömörséget (szerkezetet, vagy struktúrát) arab számokkal jelölik 0-12-ig, ahol az egységnyi növekedés egy-egy tömörsegi fokozatnak felel meg.

A pórusok arányának növekedését a növekvő számok jellemzik.

A tömörséget térfogatsúlyméréssel határozzuk meg. (MSZ 4505).

A tömörség és szerkezet nem azonos fogalmak. A tömörség jellemzője a pórustartalom, a szerkezet jellemzője pedig a szerszám térfogat-egységében levő szemcsetérfogat. Ebből következik, hogy az azonos tömörsegi szerszámok különböző szerkezetűek lehetnek. Hányossága a szabványnak, hogy a tömörséget csak definiálja, és a tömörsegi fokozatok megkülönböztetését is csak elvileg írja le, mert nem rendel az egyes tömörsegi fokozatok értékeléséhez számszerű adatokat.

A tömörség helyett a köszőrűszerszámokat inkább a szerkezeti fokozat megadásával jellemezzük. A szerkezeti fokozatokat arab számokkal jelöljük és az egyes számokhoz a 8.2 sz. táblázatban közölt szemcse térfogatszázalék értékeket rendeltük. A köszőrűszerszámok szerkezeti fokozattal jelölése a KGST államok többségében elfogadott, a szerkezeti fokozatokat a következő táblázat adataival egyezően értékelik. Több nyugati cég is ezt a jelölést alkalmazza, de a számok értelmezéséhez a katalógusok nem adnak felvilágosítást.

A szerkezeti szám növekedése a pórustérfogat arányának növekedését jelenti egyben. Két szomszédos tömörsegi fokozat 2% arányváltozásának felel meg. Nagy szerkezeti számú korongokat nyílt vagy ritkaszerkezetűnek nevezik, míg az alacsony pórustartalmúakat sűrű vagy zárt szerkezetűnek. A szerkezeti szám a korong igen fontos jellemzője, mely a korong mélységét, munkaképességét és élettartamát (kopását) is erősen befolyásolja, ezért a szerkezeti számot a köszőrűkorongon mindig feltüntetik.

A köszörűkorongban levő szemcsemennyiség alakulása  
a szerkezeti szám függvényében

Szerkezetszám	Szemcse-térfogatszázalék $V_k$
0	62
1	60
2 Zárt szerkezet	58
3	56
4	54
5	52
6 közepes szerkezet	50
7	48
8	46
9	44
10	42
11 Nyitott szerkezet	40
12	38

Szuperkemény anyagoknál a relatív szemcsetartalom és a szerkezeti szám helyett együttesen a szemcsekoncentrációt használják és azt tüntetik fel a korongon. A szokásosan használt szemcsekoncentrációk mértéke: 100...250%. Minél nagyobb a szemcsekoncentráció, annál nagyobb a relatív szemcsetartalom a hordozó rétegben.

A szerkezet kiszámításához a következő adatok szükségesek:

- a köszörűszerszám sulya ( $G_{kor}$ ) (gr)
- a köszörűszerszám térfogata ( $V_{kor}$ ) ( $cm^3$ )
- a köszörűszerszám térfogatsulya ( $\rho$ ) ( $gr/cm^3$ )
- a köszörűszerszámban levő köszörűszemcse mennyisége suly %-ban ( $G_{sz}$ )

Meghatározását az alábbiak szerint végezzük:

- az MSZ 4505 7.2 fejezet szerint:

$$\rho = \frac{G_{kor}}{V_{kor}}$$

b) Az MSZ 4505 5.3 fejezet szerint a kötőanyagot elátvolítjuk, a köszőrüszemcsét visszamérjük.

$$G_{sz} = \frac{\text{Szemcsesúly}}{\text{Bemért súly}} \cdot 100$$

c) A köszőrüszemcsé fajsúlya  
 KA, KB, KR szemcsé esetén 3,9 - 4,0 ;  
 SC, SZ szemcsé esetén 3,2.

A szerkezeti fokozatra utaló szemcseterfogat-százalék számítása:

$$V_k = \frac{G_{sz} \cdot p}{\gamma_{sz}}$$

A jellemző szerkezetszámokat a 8.3 táblázat mutatja.

8.3 táblázat

A szerkezeti szám és a kötéskeménység,  
 mint a köszőrűkorong együttes jellemzői

Szemcsémi- nőség	Szemcsé- nagyság	Kötés keménység	Szerkezet- szám	Kötés- típus
KA, KB	200-125	O-S	4-6	Ke
	100- 25	H-P	8-10	Ke
KB	200-125	O-S	0-4	Ba
	100- 25	K-S	3-6	Ba
SC	100- 25	I-M	7-9	Ke

A köszőrűszerszámok szerkezetszámának szerepéről röviden a következőket mondhatjuk. A zárt szerkezetű szerszámok általában profiltartóbbak, mint a közepes és nyitott szerkezetűek. A profiltartás 8 szerkezetszám feletti szerszámoktól már nem várható. Alakköszőrülésre a 3-5, beszűrő-palást- és sikköszőrülésre a 4-7, oldaleótolásos palást- és sikköszőrülésre az 5-10 szerkezetszámú szerszámok az előnyösek.

A szerkezeti szám és a keménységi fokozat együttesen igen fontos jellemzői a korongnak. A szemcsék aránya kapcsolatban van a forgácsoló-szemcsék számával és ezen keresztül az egy szemcsére jutó terheléssel;

a pórusok biztosítják a szükséges forgácsteret, és tartják távol részben a kötőanyagot a munkadarabtól; a kötőanyag mennyisége pedig a szemcse beágyazási szilárdságát befolyásolja.

### 8.25 Kötőanyag, kötésekménység

Kötőanyagként, melynek rendeltetése a szemcsék összetartása, a legkülönbélebb anyagok használhatók. A kötőanyagoknak szilárdnak kell lenni, hogy ellenálljon a különböző erőhatásoknak, nagy hőállósággal kell, hogy rendelkezzen, megfelelő merevséggel kell, hogy bírjon, megfelelő kémiai ellenállással kell, hogy rendelkezzen. A sokféle számításba jöhető kötőanyagok három fő csoportra oszthatók:

- keramikus kötőanyag,
- fémes kötőanyag,
- szerves kötőanyag.

A gyakorlatban - kevés kivételtől eltekintve - a keramikus kötőanyagot alkalmazzák, amelyet különféle adalékanyagok felhasználásával timszöldből állítanak elő. Bár a keramikus kötőanyag sem elégíti ki minden követelményt, de összességében a legmegfelelőbb, mert megfelelő szilárdsággal és merevséggel rendelkezik, hőállósága kielégítő, kémiai ellenállósága révén lehetővé teszi a legkülönbélebb hűtő-kenő folyadékok alkalmazását, ami köszörüléskor elsődleges szempont. A kötőanyag minőségét a korongon feltüntetik, például keramikus kötőanyag jele "Ke".

A kötőanyag biztosítja a korong keménységét. A korong keménysége nem tévesztendő össze a szemcse keménységével, a kettő nem azonos, de még szoros kapcsolatban sincsenek egymással. A korong keménysége alatt a kötőanyagot azt a tulajdonságát értik, mellyel az igyekezik a szemcséket az erőhatások ellenére a korongban megtartani. A gyakorlatban több keménységi fokozatot használnak, melyeket a latin abc nagybetűivel jelölnek:

E; F; G; H.....W; Z;

a kötésekménység növekedése

Megfigyelések szerint, minél magasabb a korong kötőanyag-tartalma, annál keményebbnek mutatkozik a korong. A kötőanyag mennyiségének változása a pórusok terhére történik.

Két szomszédos keménységi fokozat, azonos relatív szemcszetartalom mellett, kb. 1,5%-os relatív kötőanyag-tartalom, és ennek megfelelően, pórustartalom változást mutat. A kötésekménység jelét a korongon feltüntetik.



A köszörűszerszám-felhasználók körében gyakori az az észrevétel, hogy állandó köszörülési feltételek mellett is, az azonos kötés keménységi jelzésű, de más-más gyártócégtől származó szerszámok köszörülésével érzett keménysége eltérő. Ez a megfigyelés érthető, mivel a köszörülési keménység a kötés keménységgel egyértelműen nem jellemezhető. A köszörűszerszám mindkét keménységét egy-egy roncsolási folyamat eredőjeként értékeljük, de a roncsolási folyamatok dinamikája és az azt kísérő hőhatások eltérőek.

A köszörülési keménység és a kötés keménység között egyértelmű összefüggést csak egy-egy adott gyártási rendben készült köszörűszerszámokon tudunk kimérni. Az egymástól eltérő gyártási rendben készült szerszámok kötés keménységéből azok köszörülési keménységére nehéz következtetni.

Felmerül a kérdés, ha a köszörülési keménység és a kötés keménység között nincs egyértelmű összefüggés, a felhasználók hogyan értékeljék a szabványosított kötés keménységi jeleket? A kötés keménységi jel a köszörűszerszámoknak csak egyik minőségi jellemzője. A szerszám köszörülési keménységét az összes minőségi jelek együttesen határozzák meg. Ebből következik, hogy közel azonos köszörülési keménység csak azoktól a szerszámoktól várható, amelyek minden minőségi jele megegyezik.

A szabvány utolsó minőségi jelként a kötőanyag jelét adja meg. A kötőanyag jelölésének az adott módja nem a kötőanyagot, csak a kötés-típust fejezi ki. A kötés típus megadása csak tájékoztató adat a felhasználónak. Minőségi jelként a kötőanyag jelét kell megadni, mert a kötőanyag összetételéből következő tulajdonságok döntően befolyásolják a szerszámok köszörülő képességét. A köszörűszerszámok rendelésekor a kötőanyag jelének feltüntetése legalább annyira fontos, mint az előzőekben tárgyalt minőségi jelek megadása. A kötőanyag jelét a külföldi gyártócégek is feltüntetik, azonosítási szimbólum néven. Az azonosítási szimbólum jelei a kötőanyagra, a gyártási eljárásra, és az alkalmazott szemcsekombinációra utalnak.

Minden katalógusban felhívják a felhasználók figyelmét arra, hogy rendeléseik feladásakor a bevált minőségű szerszám gyártási szimbólumát is tüntessék fel a rendelésen.

A minőségi jelek műszaki tartalmának vizsgálata után, a kérdésre, hogy a KB 40 M 6 Ke minőségi jelek egyértelműen determinálják-e a szerszám minőségét a válaszuk: NEM.

A szemcseminőség, a kötés keménység jelölése a szerszámok ezen tulajdonságát egyértelműen jellemzi.

A köszörűszerszámokon feltüntetett szemcse nagysági jelből azonban nem lehet a szemcsék nagyságát és nagyság szerinti megoszlását megítélni a szemcsekombinációk használata miatt. Ha nem használunk szemcse-

kombinációkat, a szerszámokon feltüntetett jel kifejező és a szemcseszabványok előírásai szerint értékelhető.

A tömörségi jel megadása csak formalitás, mert az egyes tömörségi fokozatok jelöléséhez nem rendelt a szabvány értékelési adatokat. Megállapítottuk, hogy a köszörűszerszámok minősége jobban jellemezhető a szerkezeti fokozattal, mint a tömörséggel.

A köszörűkorong kopását a munkafelület állapotának változásával lehet jellemezni. A felületen elhelyezkedő szemcsék különböző állapotban lehetnek: a munkadarab koptató hatása eredményeképpen az egyes szemcsék mechanikus kopást szenvednek (normálkopás), legömbölyödnek, csucs-sugaruk nő. A szemcsekopás egy másik jellemző fajtája a szemcse töredezése és pattogzása. Ennél a kopásfajtánál (csak feltételesen lehet egyébként kopásnak nevezni) a szemcséről nagyméretű részecskék, szilánkok válnak le, de a megmaradó szemcse továbbra is megfelelő élekkel és csucsokkal rendelkezik.

A korong tulajdonságaitól és igénybevételétől függően annak kopása - és a tulajdonképpeni szerszámkopás - többfajta szemcsekopásból tevődik össze:

- normál szemcsekopás; a korong munkafelületén a normál szemcsekopás és a szemcsetöredezés egyaránt végbemegy. A szemcse először normál kopást szenved, majd a megnövekedett erő hatására pattogzik, illetve töredezik, majd tovább kopok. Az erősen megkopott szemcsék az igénybevétel hatására kifordulhatnak a kötőanyagból (kiperegnek), esetenként egy darabka kötőanyagot is magukkal vihetnek és így előfordulhat, hogy új, ép szemcsék is felszínre kerülhetnek. Ha ezek a kopásösszetevők egyensúlyban vannak, akkor a korong sokáig megőrzi munkaképességét. Ezt a jelenséget nevezik önélezésnek, ami igen kedvező jelenség, mert a korongot igen sokáig nem kell szabályozni (felujtani).
- morzsoló szerszámkopás; a korong felületén a szemcsék kipergése van túlsúlyban, az egyensúly a normálkopás, pattogzás és a kipergés között megbomlik, az egyes szemcsék csak igen rövid ideig forgácsolnak. Ez a szerszámkopás a "lágy" korongok jellemzője, és a lágyítási tényezővel bizonyos fokig szabályozható.
- hegedéses kopás; a szemcsékre a forgács ráheged és eltömi a forgácssteret, majd a megnövekedett surlódás hatására a szemcsék csoportosan szakadnak ki a felületből. Esetenként ez a roncsolódás nem megy végbe, a korongfelület teljesen eltömődik és a korong elveszti forgácsolóképességét. Ez a jelenség a "kemény" korongokra jellemző. Ebben az esetben nagy szerepe van a pórusoknak, mivel azok lassítják az eltömődés folyamatát, valamint a hűtő-kenő folyadéknak, ami megelőző minőség és mennyiség esetén, tisztítja a felületet.

Bármely felsorolt szerszámkopás fajta esetén a korong egy bizonyos idő után elveszíti forgácsolóképességét, vagy egyéb más kopáskritériumot (felület romlása, rezgés fokozódás, alakhiba növekedése stb.) nem képes tovább kielégíteni. Az egyéb forgácsolási módokhoz hasonlóan, köszörülésnél is ezt az időt a szerszám éltartamának nevezik. Köszörülésnél a különbség abban mutatkozik, hogy a kopott szerszámot általában nem cserélik le, hanem a gépen szabályozással állítják vissza annak forgácsoló képességét, azaz ujtják fel a köszörűkorongot. A szabályozás lényege, hogy a korong felületéről a defektes réteget valamilyen módszerrel (gyémántkristállyal, morzsolással) eltávolítják és ép szemcséket hoznak felszínre.

A köszörülési gyakorlat szerint a korongok többnyire éléletlenedéssel kopnak. Önélézéssel csupán a lágy korongok dolgoznak kemény anyagok köszörülésénél az egy szemcsére jutó aránylag nagy forgácskeresztmetszet mellett. Kedvező forgácsolási adatok mellett a köszörűkorongok részlegesen önélézők (az éléletlenedett szemcsék letörnek pl.: szilícium-karbid szemcsék, vagy kifordulnak a kötésből pl.: korund szemcsék).

A korong éléletlenedésére jellemző, hogy a kopott szemcsék a helyükből nem peregnek ki, a pórusok pedig forgácsokkal tömődnek el. Az elkopott szemcsék elvesztik forgácsolóképességüket, a surlódási hő megnő és a korong éget. A korong lehuzásával a forgácsolóképesség visszaállítható.

Önélezésnél a korong geometriai alakja romlik, a korong lehuzását a helyes geometriai alak biztosítása teszi szükségessé.

Részleges önélézésnél a korong időnként újraéleződik. A geometriai alak tartása céljából a koronglehuzásra itt is szükség van.

A korong anyaga munka közben fogy. A fogyás nagyobb része a koronglehuzásból, kisebb része az önélézésből származik.

Az éltartam alatt a korong két lehuzása közötti forgácsolással eltöltött időt értjük, és a gyakorlatban 10...40 min lehet.

Kellő hűtés nélkül a munkadarab oly mértékű felmelegedése következhet be, ami káros elhuzódásokat, nagy felületi feszültségeket, sőt repedéseket okozhat. Edzett munkadarabok a gyenge hűtés következtében kilágyulhatnak. A hő okozta deformációk méretváltozást eredményeznek, ami az előírt méretpontosság betartását veszélyezteti.

A hűtőfolyadék a hűtőhatáson kívül még elősegíti a köszörült felület felületi érdességének javítását is.

Egészségi szempontból is szükséges a hűtés, mert a keletkező port leköti. Vannak esetek, amikor hűtést nem alkalmaznak, (pl. szerszámélezés), ilyenkor a porelszívásról gondoskodni kell.

### 8.3 A korongszabályozás és szerszámai

A köszörülési megmunkálásokat befolyásoló tényezők közül, általában jelentőségénél kisebb szerepet tulajdonítanak - még a köszörülési technológia kidolgozásával foglalkozó szakemberek is - a köszörűszerszámok gondos szabályozásának, pedig ezen problémakör vizsgálata igen fontos feladat. A köszörűkorong szabályozásával, élezésével szemben támasztott legfontosabb követelmények a következők:

- ütésmentes futású, kívánt geometriával rendelkező; fém- és szabadszemcse-maradványoktól mentes forgácsolófelület biztosítása;
- az eltompult élek eltávolítása, valamint új, éles szemcsék létrehozása, szabaddá tétele.

Kevésbé igényes megmunkálásoknál, vagy a köszörűszerszám durva egyengetésénél, alakításánál ezek a követelmények kielégíthetők nem gyémántos lehozószerszámokkal is. (Szilíciumkarbid-korong, rud, acél- vagy keményfém-görgő és csillag, illetve hullámos tárcsa stb.). A mérettartó abrazív megmunkálásoknál a megkívánt pontosság legtöbbször csak gyémánttal történő korongszabályozással biztosítható.

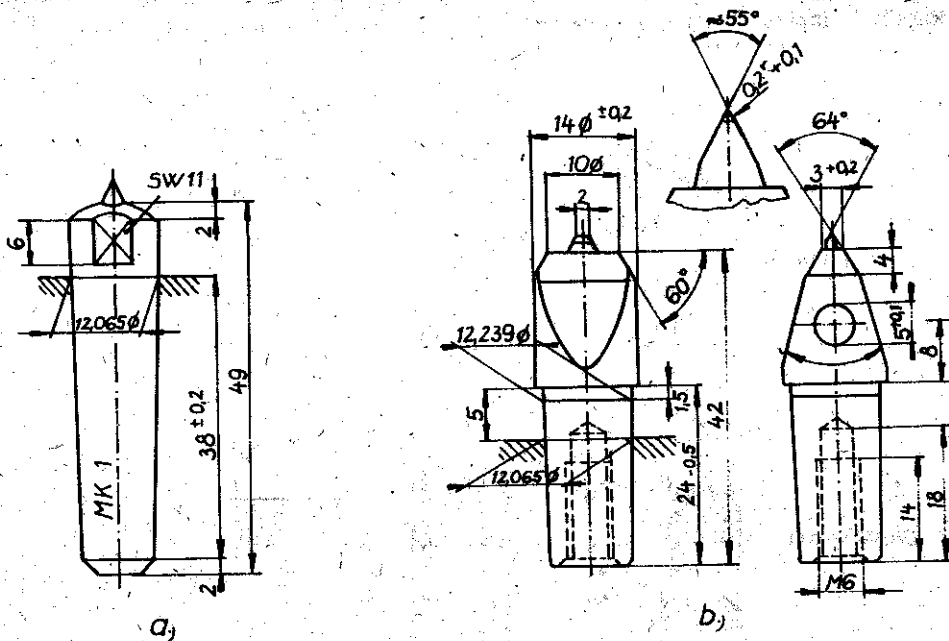
A különböző felépítésű szabályozógyémántok a beépített gyémántkristályok száma és mérete alapján az alábbi három nagy csoportba sorolhatók:

- egykristályos szabályozógyémántok,
- több gyémántkristályból felépített korongszabályozók,
- sokszemcsés szabályozók.

Az egykristályos korongszabályzó gyémántok fémbe ágyazott általában 0,5...4,0 karátos nyers vagy csiszolt gyémántot tartalmaznak. Befogására kúpos szár szolgál (8.23 ábra). A szabályozáshoz szükséges nyersgyémánt optimális méretét a köszörűkorong átmérője, szélessége és kötőanyag keménysége, valamint a szemcse minősége és méretei, továbbá a kötőanyag jellege határozzák meg.

Ha a forgácsoló gyémántfelület kopása eléri a 0,5...1 mm<sup>2</sup>-t, akkor a nyersgyémántot újra kell foglalni tekintetve véve a szemcse orientáltságát. Ugyanis a gyémánt szerkezetétől függően néhány kitüntetett irányban a szemcse nagyobb ellenállást mutat a hő- és a mechanikai igénybevétellel szemben.

Csiszolt szabályozók - mint például a 8.23/b ábrán látható - különleges profilu köszörűszerszámoknál (pl.: menetkörösülésre, beszűrő köszörülésre használt korongok) kerülnek alkalmazásra. A meghatározott méretű és alaku szabályozószerszámot készülék, profilsablon vagy pantog-



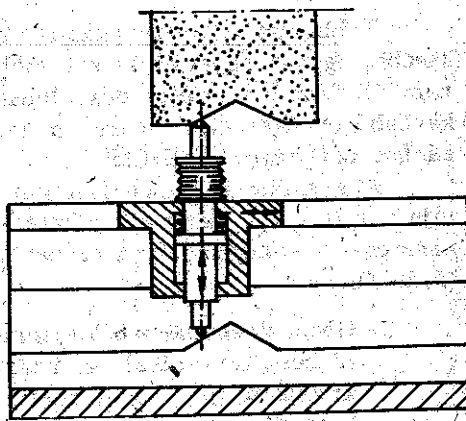
8.23 ábra

Egykristályos szabályzó gyémántok: a) nyers, b) csiszolt gyémánttal

ráf segítségével mozgatják (8.24 ábra). A szabályzó gyémántot a megkívánt pontosságtól függően viszonylag gyakran kell utáncsiszolni és ujrafoglalni.

A többkristályos szabályzóknál a gyémántkristályok vagy egy ceruza alakú foglatban a foglat tengelyére merőleges síkban vagy síkokban helyezkednek el, vagy roletták formájában a nyújtott alakú, ún. "hosszu kövek" radiális orientáltsággal befoglalva forgó tárcsákba ágyazva kerülnek beépítésre (8.25 ábra).

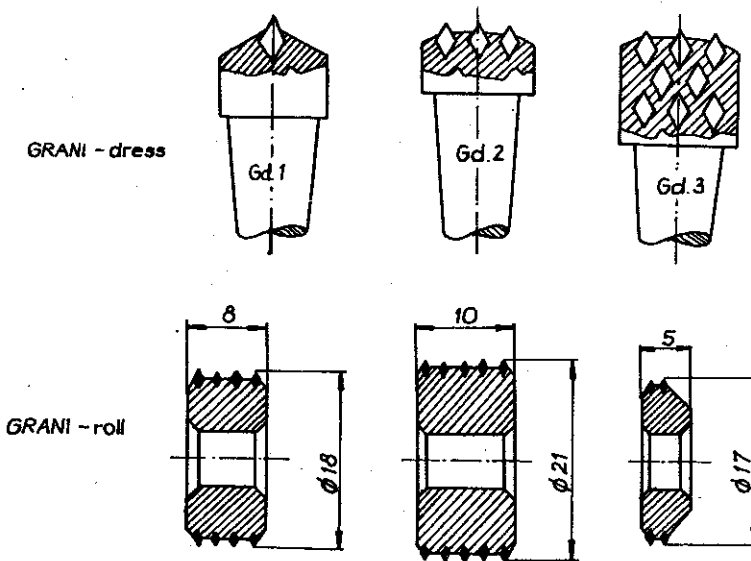
A többkristályos szabályzó szerszámok gazdaságos alkalmazását több tényező is alátámasztja. Ismeretes, hogy azonos karátszámú, több kisebb méretű, gyémántkristályból készült lehúzó olcsóbb, mint az egyetlen nagy kristályból gyártott szerszám. Másik fontos szempont, hogy amíg a többkristályos szabályzóba beépített gyémánt csaknem teljes



8.24 ábra

Szabályzó készülék egykristályos korongszabályzóhoz

mennyiségben elhasználható, addig az egykristályos szerszámoknál a megkapott kristályt csak bizonyos mérethatárig lehet átfoglalással regenerálni.

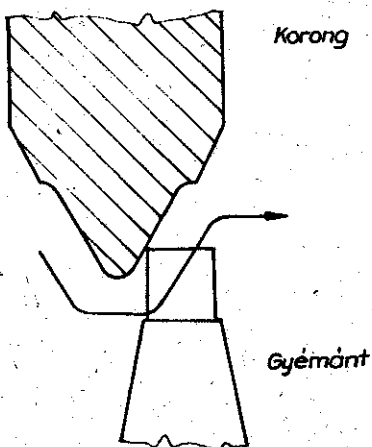


8.25 ábra  
Gyémántceruzák és szabályzóroletták

Többkristályos szerszámoknál a gyémántcsucskokra jutó nyomás kisebb, így az egyetlen kristályból felépített szerszámokhoz viszonyítva nem áll fenn a túlmelegedés, lepattanás veszélye. Ezek a szabályzók kevésbé érzékenyek a szerszám pontos beállítására, így csökken a lehasználáshoz szükséges mellékidő.

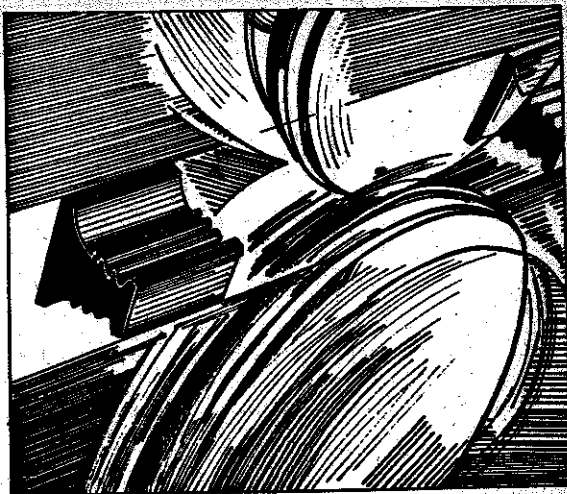
A gyémánttal impregnált szabályzószerszámok legegyszerűbb fajtája a 0,5...1,0 karát gyémánttartalommal gyártott pogácsa alakú sokszemcsés korongszabályzó szerszám. Ennek két kivitele ismeretes (8.26 ábra):

- finom gyémántporból (szemcseméret  $70\ \mu\text{m}$ ) sajtolt pogácsa, gépi befogásra alkalmas szárral. Ez élek, letörések pontos kialakításához (pl.: fog-, illetve menetkőszűrőkorongoknál) kerül felhasználásra,
- durvább gyémántszemcsékből készül a kézi korongformázásra használt változat.



8.26 ábra

Gyémántszemcsékkel impregnált poágcsa alaku un. "aggregát" szabályozó szerszám



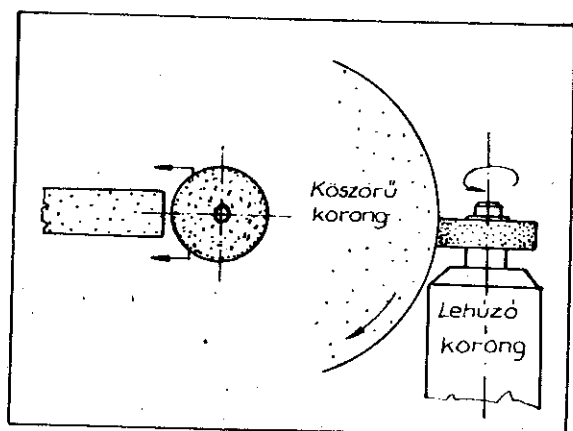
8.27 ábra

Profilos korongok szabályozószerszáma az un. "profilblokk"

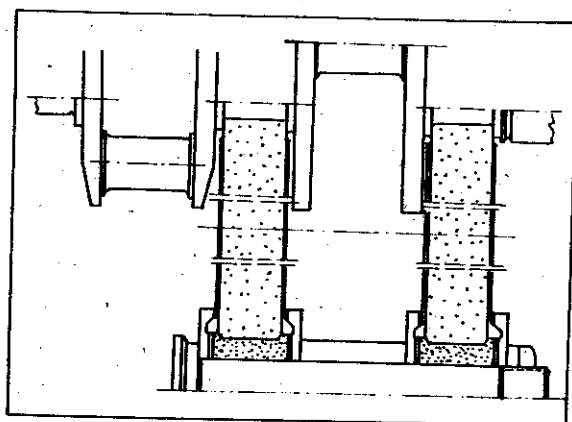
A sokszemcsés korongszabályzó csoportjába tartoznak - jól lehet egészen más felépítésűek - profiloskorongok szabályozásához használt un. "profilblokkok" (8.27 ábra). Az alaptesten, amely közelítően azonos a szabályozandó korongprofilal, általában galvánkötéssel rögzítik a gyémántszemcséket. A korongszabályzó élettartama, pontossága, valamint a korongfelület minősége elsősorban a választott gyémánt szemcseméretétől függ. Durva szemcse esetén nagyobb a szerszám élettartama, de kisebb a szabályozási pontosság és érdekesebb a korongfelület is. Sikköszőrüléskor 0,01 mm-es fogásmélység esetén pl. egy 25 mm széles profilblokk - még irodalmi adatok szerint is - csak 500-600 utánszabályozást biztosít. A szerszám élettartama - a pontosság rovására - szinterkötés alkalmazásával növelhető. A profilblokkokkal történő korongszabályozás nagy előnye, hogy rövid a szabályozáshoz szükséges mellékidő.

Nagy sorozatoknál, tömeggyártásnál - pl.: az utóiparban - ahol fontos követelmény a korongszabályozás automatizálhatósága - nagy szerepet kaptak az un. lehúzókorongok. A lehúzókorongok galván, illetve szinterkötéssel készülnek. A korong alaku szabályozógörgők alkalmazásának három alapvető módszerét különböztethetjük meg:

- Landis-féle eljárás (8.28 ábra),
- beszűrő szabályozás (8.29 ábra),
- tengelyirányban elmozduló görgővel történő szabályozás (8.30 ábra).



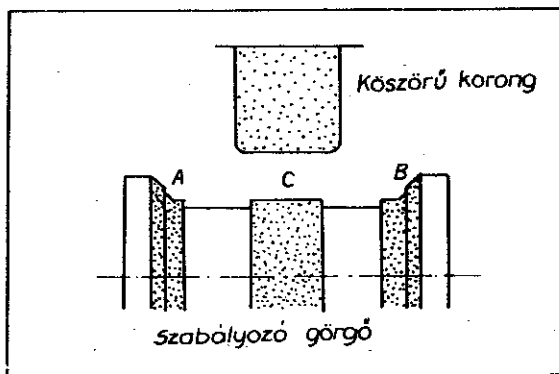
8.28 ábra  
A köszörűkorong szabályozása Landis-féle  
eljárással



8.29 ábra  
A köszörűkorong szabályozása beszűrő eljá-  
rással

A Landis-féle eljárás akkor alkalmazható, ha a hengeres palást felületű köszörűkorong alaktartása a cél. Ekkor az ún. morzsoló korong kitérő tengelyhelyzetű a szabályozandó koronghoz képest. A lehúzókorongok beszűrő eljárással történő üzemeltetését többnyire mérettartó sorozatgyártásban alkalmazhatjuk. A tengelyirányban elmozduló szabályzógörögök a köszörűkorongok sarokprofiljának kialakításában alkalmazhatók eredményesen.





8.30 ábra  
A köszörűkorong szabályozása tengelyirányban  
elmozduló görgővel

#### 8.4 Befejező felületi megmunkálások

A járműiparban fődarabok megbízhatóbb működése céljából a gépeszeti berendezések pontosságát meghatározó alkatrészekkel szemben fokozottabb pontossági- és felületminőségi követelményeket támasztanak. A befejező felületi megmunkálások feladata az elérni kívánt méretpontosság, az illeszkedő alkatrészek közötti előírt felületi minőség, a korrózióállóság szempontjából megkövetelhető mértékű felületi kikészítés az alkatrész élettartamát befolyásoló tartósságnövelés megvalósítása.

A befejező felületi megmunkálásokat ennek megfelelően az alábbi főbb technológiai eljárás csoportokra bonthatjuk:

- finom felületi megmunkálások,
- tartósságnövelő, felületszilárdító mechanikai megmunkálások.

Az anyagleválasztással dolgozó finomfelületi megmunkálási eljárásokat az alakítást végző szerszám jellege alapján feloszthatjuk

- szabályos élgeometriájú szerszámmal végzett finomfelületi megmunkálásokra,
- és szabálytalan élű szerszámmal végzett finomfelületi felületkikészítő eljárásokra.

Az anyagleválasztás nélkül dolgozó tartósságnövelés céljából alkalmazott mechanikai megmunkálásokat felületszilárdító megmunkálásoknak nevezzük és a felületet érő erőhatások jellege szerint csoportosítjuk:

- felületvasaló eljárásokra,
- felülethengerlő eljárásokra,
- és ütőtestes felületszilárdító eljárásokra.

#### 8.41 Finomfelületi megmunkálások

A gépgyártásban a legnagyobb méretpontosságot és a legjobb felületi minőséget a finomfelületi megmunkálásokkal érhetjük el. A finomfelületi megmunkáló eljárásokat a csapágygyártásban, az autóiparban és az idomszergyártásban már régóta használják. Jelentőségét különösen növeli az, hogy a gépgyártásban való felhasználásával lehetőség nyílik a szer-  
számgepek pontosságának növelésére.

A finomfelületi megmunkálások használatával a méretpontosság és a felületi minőség növelése révén a forgó és síkfelületen mozgó alkatrészek kopásállókbbak lesznek, teherbírásuk és élettartamuk megnő (pl. a csapágyaknál). A motorgyártásban e módszerek alkalmazásával növelni lehet a motorok hatásfokát. Gépalkatrészek kifáradási igénybevételével és korrózióval szembeni ellenállása is növelhető a finomfelületi megmunkálásokkal.

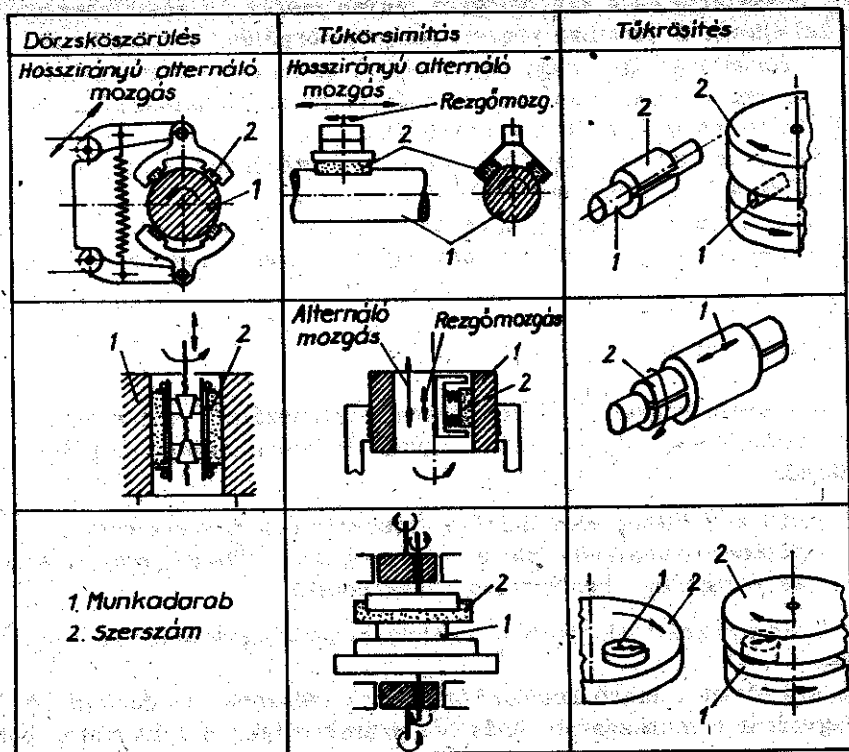
A finomfelületi megmunkálásokat feloszthatjuk szabályos élű szer-  
számmal végzett megmunkálásra (finomesztergálás, finommarás), valamint szabálytalan élű szerszámmal végzett megmunkálásokra (finomköszö-  
rülés, tükrösítés /leppelés/, dörzscsiszolás /hónolás/ és tükrösimitás (szuperfiniselés). A szabálytalan élű szerszámmal végzett abrazív jelle-  
gű finommegmunkálási eljárásokat a megmunkálandó felület és az alkalmazott szerszám szerinti bontásban a 8.31 sz. ábrán foglaljuk össze.

##### 8.411 Finomesztergálás, finomfurás

A finomesztergálást nagy forgácsolósebességgel ( $v = 100 \dots 600$  m/min), kis előtolással ( $s = 0,02 \dots 0,15$  mm/ford) és kis fogásmélységgel ( $a = 0,05 \dots 0,4$  mm) végezzük. Az elérhető megmunkálási méretpontosság IT5...IT7 lehet, és a felületi érdesség mérőszáma  $R_a = 0,1 \dots 1,6$   $\mu\text{m}$  közötti. A járműgyártásban a finomesztergálásra tipikus példa a dugattyu palástfelületének megmunkálása.

Ezt a műveletet gyémánt-esztergán végezzük. A finomesztergáláshoz használt szerszámok élanysága keményfém, kerámia gyémánt, vagy más szuperkemény szerszámanyag (pl.: ELBOR, KARBONÁDO, KOM-  
POZIT, MEGADIAMOND stb.).

A forgácsoló sebesség növelésével és az előtolás csökkentésével továbbá bő- és folyamatos hűtéssel javíthatjuk a felületi érdességet. Azonos forgácsolási adatokkal dolgozva szinesfémeken simább felületet



8.31 ábra

Az abrazív jellegű finommegmunkálás módszerei

és pontosabb méretet kapunk, mint acélon vagy öntöttvason. Főleg a nem vasalapu fémek megmunkálásához előnyös a gyémánt szerszámél, amelyen - a fémeiktől erősen eltérő tulajdonsága miatt - nem képződik élrátét, így az éltartama hosszú. Különösen a tömeggyártásban előnyös ez a tulajdonsága, mivel több héten át lehet így szerszámcsere nélkül dolgozni. Vasalapu fémek finomesztergálásához jól használhatók a "borazon" vagy "kompozit" márka nevű kőbő bornitrid szemcséjű szerszámok.

A finomesztergálás szerszáma többnyire betétkés formában kerül kialakításra, az él alakja, pedig fazettásra csiszolt, hogy a szerszámnak minél nagyobb csúcscsugara legyen.

A finomesztergálás lehet csak előkészítő jellegű művelet a tűkrősítés, dörzsköszörülés vagy tűkőrsimítás előtt. Ekkor az előtolás a megadott értéknek két-háromszorosa lehet. Finomesztergálásra a felületet fél-simító- vagy simítóesztergálással készítjük elő. Ha két fogással finomesztergálunk, a ráhagyás 75%-át az első fogásban távolítjuk el, a másodikban a fennmaradó 25%-ot. Ez ne legyen nagyobb 0,1...0,15 mm-nél, át-mérőre számítva. Mindkét réteget okvetlenül egy felfogásban kell leeszter-

gálni. A késtartó és a kés befogása legyen merev, a kést lehessen finoman beállítani. A furatban végzett finomesztergálás, a finomfurás.

A finomfurás igen nagy pontossággal biztosítja a furat mértani alakját. A finomfurás végezhető kisebb méretű forgó munkadarabbal is, de az esetek túlnyomó többségében a darab áll.

Az előkészítő művelet finomfuráshoz legtöbbször félsimító esztergálás, simító süllyesztés vagy üregelés.

A finomfurás tipikus járműgyártási felhasználási területei pl. a hengerperselyek furása, hajtókarok csapágyszemeinek finomfurása stb.

#### 8.412 Finommarás

A finommarással elérhető átlagos megmunkálási pontosság IT 7-IT 8, a felületi érdesség  $R_a = 0,4 \dots 1,6 \mu\text{m}$ . A finommarást előnyösen alkalmazhatjuk

- csuszófelületek előállítására (szerszám gép ágyvezetékek),
- pontosan illeszkedő, de el nem mozduló felületek megmunkálására (hengerfej, hengertömb illeszkedése).

A finommarást elsősorban homlokmarással egykéses marófejjel végezzük.

A szerszámfejet a maró haladási irányában célszerű megdőnteni. A döntés nagyságát a munkadarab tőréséből számíthatjuk. A folyamatos hűtés mellett keményfém szerszámnál  $v > 200 \text{ m/min}$ ,  $s = 0,1 \dots 0,25 \text{ mm/ford}$  és  $a = 0,05 \dots 0,15 \text{ mm}$ .

#### 8.413 Finomköszörülés

A finomköszörülést simító köszörüléssel előmunkált felületen végezzük. Az elérhető pontosság külső hengeres felületen IT 5-IT 6, sík felületen IT 7. A felületi érdesség  $R_a = 0,02 \dots 0,16 \mu\text{m}$ .

A simító köszörüléstől elvileg csak a simítókorong minőségében és a forgácsolási adatokban különbözik.

A köszörűkorong kötőanyaga általában gumi vagy bakelit, ritkán kerámia. A szemcsefinomsága 32...25, különleges esetekben 16 is lehet.

A keménység M-nél lágyabb, tömörsége 4-5.

A forgácsolósebességet akkorára kell választani, amekkorát a kötőanyag még megenged. A fogásmélység 0,005 mm, amelyet a köszörülés alatt folyamatosan csökkenteni kell és a végén tökéletesen kiszikráztatni. A munkadarab körelőtölésének sebessége 2...10 m/min. Az előtölés meg- egyezik a simítóköszörülésével.

Intenzív hűtést kell biztosítani. A hűtőfolyadéknak tisztának, szemcsementesnek kell lennie, ezért gondosan szűrni kell.

#### 8.414 Dörzsköszörülés (hónolás)

A dörzsköszörülés hengeres, ritkábban kupos és lépcsős, átmenő- és zsákfuratok pontos megmunkálásának egyik módja. Az utóbbi időben alkalmazzák külső hengeres és kupos, valamint sík és alakos felületek megmunkálására is.

A műveletet dörzsköszörülő fejjel végezzük, amelyek belső vagy külső felületén a megmunkálás közben állítható köszörűtestek vannak elhelyezve. A munkadarab áll a megmunkálás folyamata alatt, a dörzsköszörűfej pedig egyidejűleg forgó és alternáló mozgást kap.

A dörzsköszörülés a köszörüléstől és a csiszolástól eltérő művelet. Dörzsköszörüléskor lényegesen több köszörűszemcse vesz részt egyszerre a megmunkálásban, mint köszörüléskor; a forgácsolósebesség 50...100-szor kisebb, a köszörűhasábok nyomása a munkadarabra dörzsköszörüléskor 6-10-szer kisebb, mint ugyanez a köszörülés esetén.

Kétféle dörzsköszörülési eljárást ismerünk, a méretváltoztatót és a felületjavítót.

A méretváltoztató dörzsköszörülést akkor alkalmazzuk, ha valamilyen előírt méretpontosságot és geometriai alakot kívánunk létrehozni anélkül, hogy a felület minőségével kapcsolatban kívánalmaink lehnének. A felületi egyenetlenségek legnagyobb értéke, ha méretváltoztató dörzsköszörülésről van szó  $0,5 \mu\text{m}$ .

A felületjavító dörzsköszörülés esetében a korábbi megmunkálás-kor kialakult méretpontosság változatlanul marad, azonban a felületminőség és a furat mértanilag helyes alakja javul. Felületjavító dörzsköszörüléskor a felületi egyenetlenség legnagyobb értéke  $0,025 \mu\text{m}$ .

A dörzsköszörülés sok forgácsoló éllel, azaz szemcsével dolgozó eljárás, amely viszonylag nagyon vékony forgácsot választ le, az anyagleválasztást a csiszolószemcsék végzik. A szemcsék hasonlóan választják le a forgácsot, mint köszörüléskor. Dörzsköszörüléskor a szerszám-nak a forgó mozgáson kívül még tengelyirányú váltakozó mozgása is van.

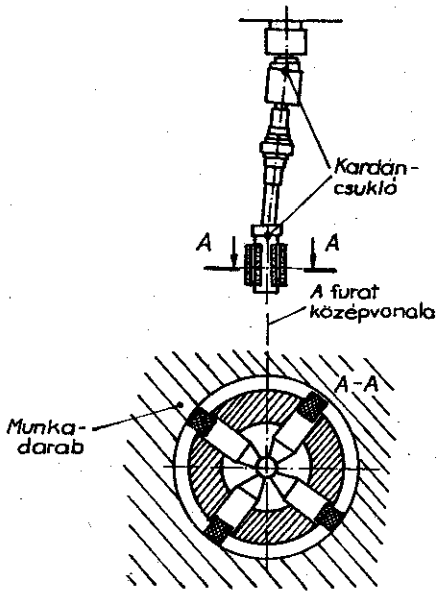
Ha a szemcsék forgácsolócsuval eltompulnak, a rájuk ható megnövekedett forgácsoló erő következtében kötésükből kifordulnak, mint köszörüléskor, és ilyenkor újabb éles szemcsék forgácsolnak.

A dörzsköszörüléshez egyrészt a megmunkálás-kor keletkező meleg elvezetésére, másrészt a munkadarabról leválasztott finom forgácsok, valamint a kötésükből kiszabadult szemcsék eltávolítására hűtő-kenőfolyadéként általában petróleumot használunk.

Elvileg a dörzsköszörülést nemcsak belső, hanem külső felületek megmunkálására is használhatjuk, mégis ez az eljárás az alkalmazott

szerszámok kialakítása következtében inkább a furatok megmunkálására terjedt el.

Az anyagleválasztás gyors és gazdaságos, miközben a hőfejlődés és a munkadarab elhuzódása kicsi. Ezen eljárással kör keresztmetszetű egyenes furatokat készíthetünk, mert helyrehozza azokat a kuposságból, ovalitásból vagy görbeségből származó hibákat, amelyek az előző megmunkálásból visszamaradtak. A felületi minőséget  $R = 0,8 \dots 0,05 \mu\text{m-re}$  és a méretet IT 5-IT 7 pontossággal biztosítjuk.



8.32 ábra

A dörzsköszörülő szerszám flexi-  
bilis szerszámbe fogása

beállítani, hogy a köszörürudak alul és felül a rudhossz  $1/4 \dots 1/2$  részével a furat végén tulfussanak (8.33 ábra).

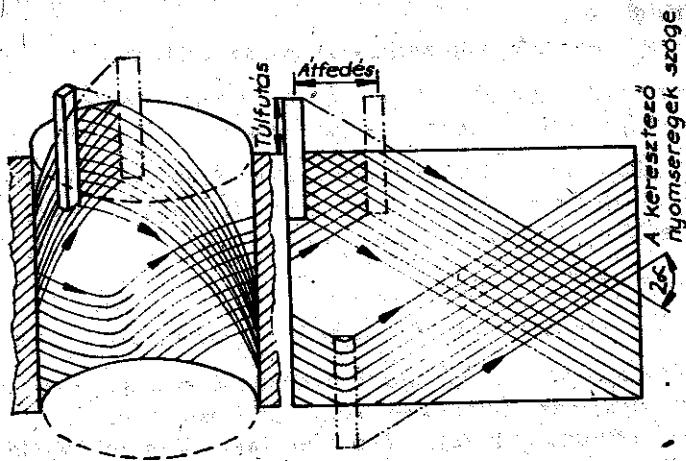
Dörzsköszörüléssel bármely anyag megmunkálható. A megmunkálható anyag keménysége nem korlátozza a megmunkálást, csupán az anyagleválasztási teljesítményt és a használandó szerszám anyagának a megválasztását befolyásolja.

Megfelelő készülékkel és szerszámmal a legkisebb dörzsköszörüléssel még megmunkálható furat átmérője kb. 6 mm, míg a szakirodalom adatai szerint a legnagyobb eddig megmunkált furat átmérője 1070 mm és hossza 16 000 mm volt. A dörzsköszörüléssel megmunkálható munkadarabok méretei felső határának gyakorlatilag csak a szerszám gép mérete szab határt.

A dörzsköszörülés nem változtatja meg az előmunkált furat helyzetét, mert a szerszámot az előmunkált furat vezeti, ezért flexibilis szerszámbe fogást kell alkalmazni (8.32 ábra).

A furat pontatlanságának és a kiálló felületi egyenetlenségek eltávolítása után fekszenek csak fel egyenletesen a köszörürudak a furat falán, és a szerszám csak ezután munkálja a furatot egyenletesen. A furat egyenletes továbbmunkálása végett a tengelyirányú váltakozó mozgás és a forgó mozgás viszonya nem lehet egész szám, mert különben a csiszolórudak mindig ugyanazon a pályán mozdulnának el és a felület egyenletes továbbmunkálása helyett a furatba nagy emelkedésű csavarmenetet készítenének.

A köszörürudak hossza rendszerint a furatátmérő másfélszerese. A szerszám löketét úgy kell



8.33 ábra  
Dörzsköszörülési nyomselegző

Dörzsköszörüléssel, ha csak felületi minőséget akarunk javítani, elegendő  $2 \dots 12 \mu\text{m}$  oldalankénti ráhagyás; ha hibakerrigálást is végzünk, akkor az oldalanként gazdaságos ráhagyás maximum  $0,012 \dots 0,25 \text{ mm}$ .

A dörzsköszörülésnél alkalmazott ráhagyás pontosságától,  $25 \dots 500 \text{ mm}$  átmérőhatárok közötti öntöttvas és acél furatokhoz az átmérőre vett ráhagyás a sorrendnek megfelelően  $0,02 \dots 0,20$  és  $0,01 \dots 0,08 \text{ mm}$ .

Miután a dörzsköszörűfej egyidejűleg forog és alternáló mozgást végez, a köszörűhasábok csavarvonalu pályán mozognak és a karcolatsereg, amit a megmunkálandó felületen hagynak, ugyancsak csavarvonalban helyezkedik el és az egyes hasábok keresztelő nyoma  $2\alpha$ -szöget zár be (8.33 ábra). Ha a  $v_k$  és a  $v_a$  értékeit változtatjuk, akkor különböző  $2\alpha$  érték jön létre.

A dörzsköszörülési eljárás termelékenysége és a kialakított felületi minőség tehát a dörzsköszörűfej  $v_k$  kerületi sebességétől,  $v_a$  alternáló sebességétől és a kettő viszonyától függ ( $v_k/v_a$ ).

Méretváltoztató dörzsköszörülésre  $1 \text{ m}$ -nél nem hosszabb furatok esetében a következő  $v_k$  (m/min-ben) értékeket ajánlatos alkalmazni:

lágycél	.....	20-22
kemény acél	.....	20-32
öntött vas	.....	30-62
aluminium	.....	30-68
bronz	.....	32-67

Felületjavító dörzsköszörülés esetében a közölt értékeket 20...30%-kal csökkenteni kell.

Ha a  $v_k$  értékek változatlanul hagyása mellett a  $v_a$  értékeket növeljük, természetesen nő a megmunkálás termelékenysége. Igen nagy  $v_a$  értékek esetén azonban olyan lengés keletkezhet, ami összetöri a köszörűhasábokat. Előzetes dörzsköszörüléskor általában a munkalöket hosszának figyelembevételével az adott gépen lehetséges legnagyobb  $v_a$  értéket állítjuk be. Ez acélra  $v_a = 5-15$  m/min, öntöttvasra pedig  $v_a = 15-20$  m/min.

A  $v_k/v_a$  viszonyt úgy kell megválasztanunk, hogy a nyomsereg  $2 \alpha$  metszésszöge a  $30...60^\circ$  között legyen. Ebben az esetben a köszörűszemcsék pályájának hajlásszöge  $15...30^\circ$  közé esik.

1 m-nél rövidebb furatok méretváltoztató, illetőleg felületsímitó dörzsköszörülésére használatos átlagos  $v_k/v_a$  értékeket a 8.4 táblázatban közlünk.

8.4 táblázat

A  $v_k/v_a$  viszony közepes értékei különböző fémekre

Megmunkálandó anyag	A dörzsköszörülés fajtája	$v_k/v_a$ viszony
Szürkevasöntvény	Méretváltoztató	2...5
Szürkevasöntvény	Felületjavító	4...8
Nem edzett acél	Méretváltoztató	1,5...2,5
Nem edzett acél	Felületjavító	2,5...4,0
Edzett acél	Méretváltoztató és felületjavító	2...4

A dörzsköszörülés forgácsolósebessége a dörzsköszörűfej forgó, valamint alternáló mozgásának eredője.

A köszörűhasábok jellemzői a dörzsköszörülés jellegétől és a megmunkálandó anyagtól függenek.

Acél munkadarabok méretváltoztató dörzsköszörülésekor fehér elektronrud használatos, de szürkevasöntvényből vagy szinesfémekből készült munkadarabokhoz 16-10 szemcsenagyságu zöld szilícium-karbidből gyártott köszörűtestek használata ajánlatos. Ezekkel a köszörűszerszámokkal az  $R_a = 0,63...0,92$  érdességi osztály előírásai kielégíthetők.

Felületjavító dörzsköszörüléshez 6-3 szemcsenagyságu köszörűszerszámokkal  $R_a = 0,1...0,4$  felületi minőség érhető el.



Méretváltató dörzsköszörüléshez alkalmazott köszörűhasábok kerámikus kötéseik, felületjavító célokra azonban a bakelitkötésűek az előnyösebbek.

Amilyen mértékben növeljük a köszörűszerszámok fajlagos nyomását a munkadarabra, úgy nő a termelékenység, azonban csak egy bizonyos határig. Tovább fokozva a fajlagos nyomást, a termelékenység visszaesik. Egy m-nél nem hosszabb furatok méretváltató dörzsköszörülésekor megfelelő a fajlagos nyomás, ha  $50 \dots 120 \text{ N/cm}^2$  között van, felületjavító dörzsköszörülésre ugyanez  $20 \dots 50 \text{ N/cm}^2$ .

A dörzsköszörüléskor feltétlenül megfelelő folyadékot kell alkalmazni, amelynek hűtő, kenő és öblítő szerepe van. Méretváltató dörzsköszörüléskor szürkevasöntvény megmunkálásához petróleumot, acél megmunkálásához orsóolaj (25%) és petróleum (75%) keverékét alkalmazzuk.

Miután a petróleum gyúlékony és általában az egészségre ártalmas, a következő összetételű hűtő-kenő folyadékot ajánljuk: trietanol-amin 0,25...0,6%, glicerin 0,25...0,6%, a többi víz. A hűtő-kenő folyadékot rendszeresen tisztítani kell az iszaptól. A legmegbízhatóbb és minőségileg kifogástalan tisztítás a centrifugával végzett szeparálás.

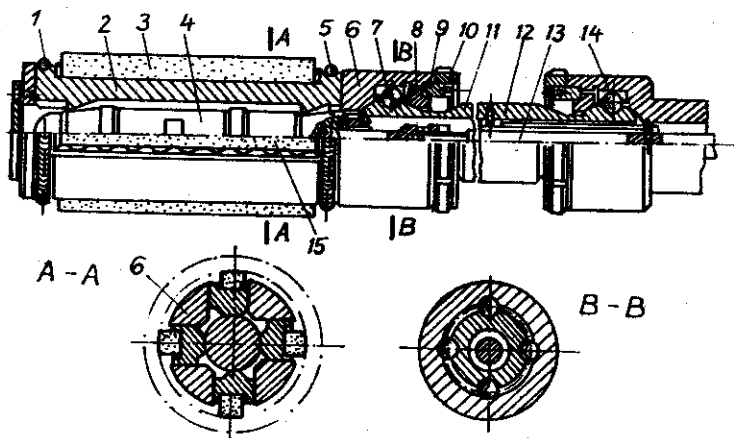
Ismeretesek olyan dörzsköszörűfejek, amelyekben vagy gépi, vagy hidraulikus uton oldották meg a köszörűhasábok fajlagos nyomását létrehozó szétnyomást. A gépi uton való szétnyomással működő fejek működése közben - miután a köszörűhasábok állandóan kopnak - a fajlagos nyomás csökken. A hidraulikus szétnyomás esetében természetesen a nyomás mindig állandó marad.

A 8.34 ábrán olyan dörzsköszörűfej látható, amely  $50 \dots 120 \text{ mm}$  átmérőjű furatok megmunkálására alkalmas. A fej (6) teste egy teljes henger, amelynek belsejében mozog a (4) előtolótengely. A test hornyaiban vannak a (2) pofák. A (15) rugók közreműködésével ezekben rögzítik a (3) köszörűhasábokat.

A (2) pofák a (4) előtolótengely kupos felületére támaszkodnak, az (1) és (5) rugók pedig azt biztosítják, hogy a pofák kifogástalanul felfeküdjenek a tengelyen. A fej teste a gép orsójához a (14) tartóhüvely és a (11) tüske közreműködésével csuklósan kapcsolódik. A tüske gömbfelületének bemélyedéseiben találjuk a négy (7) golyót, amelynek a tartóhüvely és a fej testének vágataiba illeszkednek. A fej testének és a tüske csuklós kapcsolatát a két (8) félgűrű, a (9) anya és a (10) ellenanya biztosítja.

A (13) rudra tengelyirányban alkalmazott erő hatására az előtolótengely elmozdul és a köszörűhasábokat tartó pofákat addig tolja sugárirányban ki, amíg azok fel nem ütköznek a dörzsköszörülésre kijelölt felületen. A (12) rugó segíti elő, hogy az előtolótengely kiindulási helyzetébe visszatérhessen.

A dörzsköszörülést erre a célra épített gépeken végezzük. A függőleges elrendezésű dörzsköszörűgépeken 2 m-nél nem hosszabb furatokat munkálunk meg, a vízszintes elrendezésűeken a 2 m-nél hosszabbakat. Alkalmaznak néha kézi előtolással furógépeket is erre a célra.



8.34 ábra  
Dörzsköszörűfej.

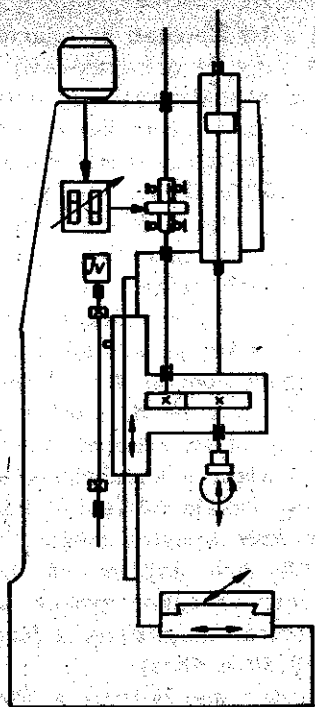
Legelterjedtebbek az egyorsós és többorsós függőleges tengelyelrendezésű dörzsköszörűgépek. Némelyikük teljesen automatizált.

A függőleges tengelyű dörzsköszörűgépeken (8.35 ábra) szerszám forgó főmozgását néhány fordulatközpont beállítására alkalmas mechanikus hajtómű létesíti. Egyes gépek fokozat nélküli (mechanikus vagy hidraulikus) hajtóművel készülnek. Az orsó váltakozó irányú, egyenesvonalú mozgását hidraulikus berendezés létesíti. A szerszám és a főorsó között rendszerint nincs merev kapcsolat, hanem csuklós kardántengely köti össze őket. A szerszámot a furat vezeti. Az átmérő beállítását a szerszámon kézzel végzik, a kellő felületi nyomást rugó létesíti. A korszerű dörzsköszörű gépek önműködő (hidraulikus) szerszámbeállítással és mérőberendezéssel készülnek.

#### 8.415 Tükörsímitás (szuperfiniselés)

A tükörsímitást (szuperfinis) főleg külső hengeres és sík felületek fokozott minőségű megmunkálására alkalmazzák. A tükörsímitás csak a kiálló felületi egyenetlenségek eltávolítására, tehát a felületi minőség javítására alkalmas eljárás. A felületi egyenetlenségek eltávolítása után további anyaglemunkálás önműködően megszűnik.

A tükörsímitás csupán kis alakhüség eltérések (hullámosság) kijavítására képes, de sem az ovalitást, sem a kuposságot érdemlegesen nem javítja.



8.35 ábra  
Függőleges dörzsköszörülő  
gép kinematikai vázlata

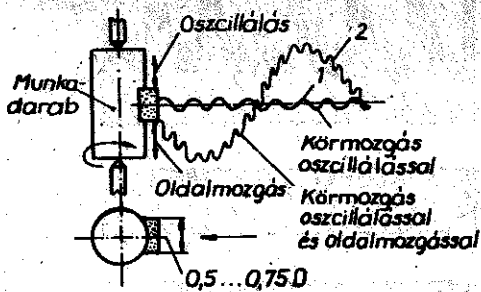
térésű (3...5 mm) és 300...700 percenkénti lengésszámu oszcilláló mozgást kell végeznie. Hosszu munkadarabnál a szerszámnak oldalelőtölást is kell adni.

A megmunkálás alatt bőséges hűtő-kenőfolyadék hozzávezetéséről kell gondoskodni.

A tükörsimításhoz az előmunkálás rendszerint köszörülés, Tükörsimítással mintegy 2,5  $\mu\text{m}$  vastag réteget munkálnak le. A tükörsimítással elérhető átlagos felületi érdesség  $R_a = 0,04 \mu\text{m}$ . Miután ilyen esetekben sem több az átmérőcsökkenés, mint 5  $\mu\text{m}$ , ezért tükörsimításhoz anyagráhagyást nem szükséges hagyni, csak arra kell ügyelni, hogy az előmunkált átmérő a csapra megadott tűréshatár felső értéke közelében legyen.

Ezt a megmunkálási módot a tömeggyártás feltételei között célszerű alkalmazni.

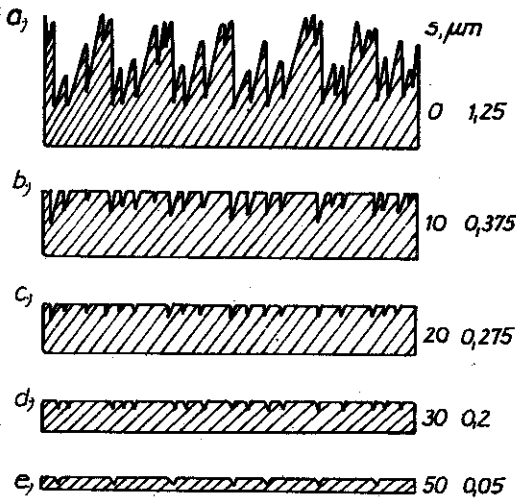
A tükörsimítási művelet vázlatát a 8.37 ábrán látjuk. A megmunkálás kezdetén (8.37/a ábra) a köszörűhasábok és a megmunkálandó felület közötti érintkezési terület kicsi.



8.36 ábra

A tükörsimítás mozgásviszonyai és  
szerszám-munkadarab elrendezése

A tükörsimítás elvét a 8.36 ábrán szemléltetjük. A munkadarab átmérőjének kb. 50-75%-át kitevő szélességű csiszolórudat (nagyobb méretek esetén 2 vagy 3 darabot) szorítunk rugóval a megmunkálandó felülethez. A csiszolószemcsékből készített rudnak teljesen hozzá kell simulni a megmunkálandó felülethez. A munkadarab  $v_t = 3...15 \text{ m/min}$  kerületi sebességgel forog, s azonkívül a szerszám tükörsimítő rudat tartó fejének még kis ki-



8.37 ábra

A forgácsolási folyamat és a felület érdességének változása tükörsimításnál

Ezekon a területeken a fajlagos nyomás nagy és a rajtuk levő olajfilm nem akadályozza meg a forgácsolást és a köszörűszemcsék a mikroegyenletlenségeket választják le (8.37/b ábra). Amilyen mértékben halad a felület megmunkálása, úgy nő az érintkező felület, s ennek megfelelően a felületegységre eső nyomás csökken. A ke-nőanyag korlátozza a megmunkálást és a forgácsolóhatás fokról fokra gyengül (8.37/c és d/ ábrák). Ezután egy olyan pillanat következik be, amikor a köszörűhasábok és a megmunkálendő felület között az érintkezés annyira megnő, hogy a közöttük levő olajfilm már nem szakad meg és ekkor gyakorlatilag automatikusan megszűnik a forgácsolás (8.37/e ábra).

A köszörűhasáb mozgásának egyik ciklusa után megváltozik a köszörűszemcse éleinek iránya a korábbi mozgásirányhoz képest, így megváltoznak a forgácsolóélek is, ezért a szemcse minden mozgásperiódusban más és más éleivel forgácsolja a fémét. Ez a tükörsimítási folyamat egyik alapvető fontosságú sajátossága. Miután a forgácsolásban igen nagy számú vágóélecske vesz részt, és ezek a köszörűhasáb mozgásirányának változásakor megtisztulnak a forgácstól, a megmunkálás feltételei jelentősen megjavulnak.

A tükörsimításkor leválasztásra kerülő fémréteg olyan csekély, hogy a ráhagyásról beszélni - a fogalom hagyományos értelmezésében - igen nehéz. Ha a munkadarab felületén a köszörülés után a mikroegyenletlenség  $0,5 \dots 0,75 \mu\text{m}$  volt, a tükörsimítás után ez az érték  $0,15 \dots 0,20 \mu\text{m}$ -re csökkent.

Tükörsimításkor, öntöttvas és acélok megmunkálása esetén  $5 \dots 60 \text{ N/cm}^2$  határok között változik a fajlagos nyomás. Finom tükörsimítás esetében ugyanaz acélokra  $10 \dots 30 \text{ N/cm}^2$ , öntöttvasra  $10 \text{ N/cm}^2$ , könnyűfémekre pedig  $3 \dots 5 \text{ N/cm}^2$ .

Ha a fajlagos nyomást 10-ről  $40 \text{ N/cm}^2$  értékre fokozzuk, a fémléválasztás 3,5...4-szeresére nő. A további nyomásfokozás azonban nem-hogy többleteredményt nem hoz, hanem a köszörűhasábok fémmel való eltömődése miatt visszaesik a fémléválasztás intenzitása.

A lengő és a forgó mozgások sebessége.

Irodalmi adatok szerint a köszörűhasábok lengése 300-1000 kettős

löklet/min. Lengés közepes amplitudója pedig 15...6 mm. A felület minősége javul, ha fokozzuk a lengés gyakoriságát, de rosszabbodik, ha az amplitudóját növeljük. Például előnyösebb úgy dolgozni, ha a lengés gyakorisága 1000 kettős löklet/min és az amplitudó 2 mm, mintha a gyakoriság 500 kettős löklet/min és az amplitudó 4 mm lenne.

Arról már beszéltünk, hogy az amplitudó értékének növelése rontja a felületet, de meg kell azt is említeni, hogy fokozza a munka termelékenységét.

A munkadarab kerületi sebességét általában 2,5...10 m/min értékhatárok között tartják. Külföldről származó adatok szerint a munkadarab kerületi sebességével fel lehet menni 12...15 m/min értékig előmegmunkáláskor, majd a befejező műveletet 30 m/min kerületi sebességgel kell végezni. Igen kemény munkadarabok megmunkálásakor 120 m/min értékig is elmennek. Ebben az esetben a felület érdessége 0,1  $\mu$ m lesz.

Célszerű a kerületi sebességet a művelet alatt fokozatosan változtatni, hogy növeljük a ciklus kezdetén a fémleválasztás intenzitását és a végén fokozottan finom felületet állíthassunk elő. Ez azt jelenti, hogy a művelet kezdetén kisebb értékkel kell indulni, amelyet a végén 2-3-szorosára fokozunk. Ezenkívül a  $v_{ker}$  kerületi sebesség megállapításakor figyelembe kell venni a  $v_{leng}$  lengési sebességét, mert mindenképpen el kell kerülni, hogy ugyanaz a szemcse kétszer tegye meg ugyanazt a pályát. A megmunkálási ciklus első felében  $v_{ker} = (2-4)v_{leng}$ , a ciklus végén pedig  $v_{ker} = (6-8)v_{leng}$  alkalmazása célszerű. A lengő mozgás sebessége például felvehető  $v_{leng} = 5...7$  m/min értékhatárok között.

A hosszirányú előtolás sebességét 1...3 m/min értékek között célszerű alkalmazni. Ha a hasábok hosszlelőtolásának értékét helyesen vetjük fel, a köszörűhasábok szemcsél nagyobb intenzitással működnek a különböző irányokban, aminek következtében megnövekszik a köszörűszerszámok élettartama.

Miután tükörsímitásnál a fémleválasztás rendkívül kicsi, ezzel a művelettel lehetetlen a felület mikrogeometriai hibáit javítani.

#### A köszörűhasábok jellemzői

A megmunkálásra kerülő anyagtól függően fehér elektrokorundból vagy zöld szilícium-karbidból készült szerszámokat alkalmazunk.

A köszörűhasábok kötőanyag-minősége a megmunkálás módjától függ. Ha a megmunkálandó felülettel szemben nem túl magasak a minőségi igények, kerámia kötésű köszörűszerszámokat alkalmazunk, ha azonban a felület kifogástalanul elő van munkálva és a minőségi előírások fokozottak, bakelit kötésű köszörűhasábok használata a célszerű. A köszörűszerszámok szemcsenagyságát mindig a megkívánt végső felületi minőségtől függően kell megállapítani, de maximum a 6-os szemcsenagysággal lehet elmenni!

### Hűtő-kenő folyadék

Szinte törvényszerű, hogy ehhez a művelethez vagy tiszta petróleumot, vagy annak orsóolajjal való keverékét használjuk. A keverékben az olajtartalom 5-től 25%-ig terjed. Finomabb felület elérésére lágyabb hűtő-kenőanyagot célszerű használni, ha azonban a forgácsolóképeség intenzitását akarjuk növelni, akkor kevésbé lágy folyadékra van szükség, pl. 10...15% orsóolajra és 85...90% petróleum keverékre.

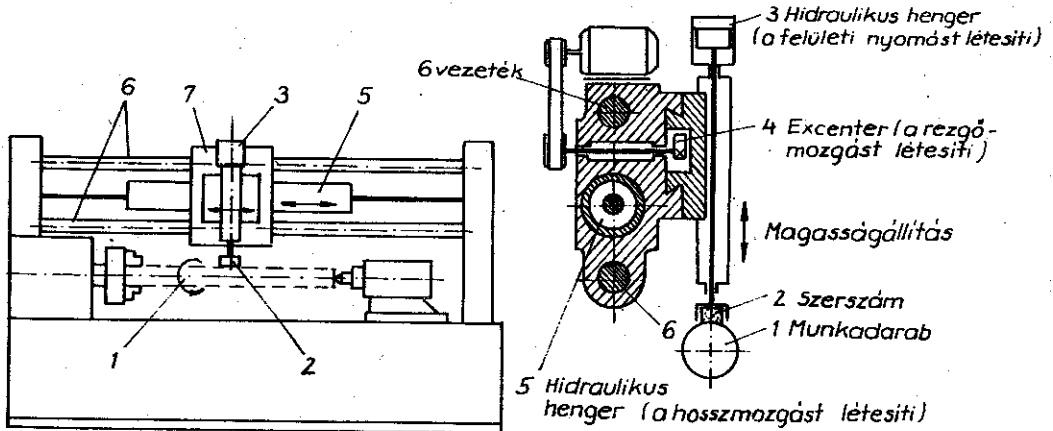
Kénnel és klórral dúsított keverék növeli a megmunkálás hatékonyságát.

### Berendezés

Vannak a) külső palást (csap), b) belső palást (furat) és c) síkfelület tükörsimító gépek. Furatokat inkább dörzsköszörülnek, vagy tükrosíté-  
nek. A c) csoportbeli síkfelület tükörsimító gépeket a szerszámgyártás-  
ban használják.

A külső palást tükörsimító gépek igen egyszerű felépítésűek. Akár mint önálló gépek, akár mint esztergára vagy köszörűgépre szerelhető készülékek használatosak.

A tükörsimító fejek lengő mozgását pneumatikus elektromágneses és mechanikus uton szokták megoldani. Ezeket ugyanugy alkalmazzák általános rendeltetésű és különleges tükörsimító gépeken, mint esztergákon, furatesztergákon, karusszelesztergákon és más forgácsoló szerszámgyépen. A szerszámnyomást rugóval, levegő- vagy folyadéknyomással állítják be.



8.38 ábra  
Tükörsimító gép vázlata

A 8.38 ábrán látható tükörsímló gépen a szerszámot mechanikus hajtás (excenter) mozgatja és hidraulikus henger szorítja a felületre.

Vannak különleges kivitelű többszerszámú és csucs nélküli gépek, továbbá célgépek, forgattyustengelyek, dugattyúk, szelepek stb. tükörsímitására.

Tükörsímitás céljára a Szovjetunióban több géptípust gyártanak általános és különleges rendeltetéssel. VSZ-22 és VSZ-23 típusjelű egytemes gépek csucsközé vagy készülékekbe fogható munkadarabok különböző hengeres felületeinek megmunkálására alkalmasak.

A 2K34 és 2K35 típusjelű gépek forgattyustengelyek csapjainak tükörsímitására alkalmasak.

#### 8.416 Tükörsímités (leppelés)

A tükörsímités (leppelés) az egyik legrégebbi eljárás nagy felületi simaságu és méretpontosságu felületek előállítására. A módszer lényege, hogy szerszám gyanánt olyan felületet alkalmazunk, amely alakhiően a munkadarab kívánt felületét testesíti meg hozzá simuló ellendarabként.

A megmunkálás úgy történik, hogy a megmunkálandó felület és a szerszám felülete közé finom csiszolószemcséket juttatunk folyadék segítségével, amely szemcsék az előzetes megmunkálásból visszamaradt kiálló felületrészeket fokozatosan lemunkálják a munkadarab és a szerszám viszonylagos mozgása közben. A forgácsleválasztó mozgás szabálytalan, nem ismétlődő mozgás.

A hordozófolyadék segítségével a megmunkálandó és a szerszámfelület közé juttatott csiszolószemcsék a felületeket tömörítik és koptatják és a mechanikai hatáson kívül fizikai és kémiai jelenségek is lejátszódnak a forgácsleválasztás helyén. A forgácsoló sebesség kicsi, a felületi rétegvastagság szinte nincs is. Az alkalmazott forgácsolósebesség 10...15 m/min. A kis forgácsolósebesség miatt a hőfejlődés elhanyagolható. A megmunkálásnál alkalmazott átlagos fajlagos nyomás 1...30 N/cm<sup>2</sup>. Ez azonban a megmunkálás kezdetén egyes helyeken 5...10-szeres értéket is felvehet.

A munkadarab és a szerszám mozgása között kényszerkapcsolat van. Alkalmazási területe ott van, ahol a munkadarab méretpontossága, alakúsága, felületi minősége más módszerrel nem érhető el. Pontosság sorozatgyártásban IT 4, kedvező feltétellel IT 2 (közepes munkadarabnál kb. 2 μm). Az előállítható felület átlagos érdessége  $R_a = 0,1...0,012 \mu m$ .

A munkadarab megmunkálhatósága megfelelő szövetszerkezetet és kialakítást követel meg. A megmunkálandó felületnek előnye viszont, hogy korrózióállóbb.

Tükörsímiteni elsősorban acélsanyagokat szoktak, de megfelelő csiszoló- és hordozóanyag, valamint szerszámtest választása esetén egyéb

anyagok is tükrösíthetők. A munkadarab ráhagyása minél kisebb legyen; ha csak felületi érdesség javítása a cél, elegendő  $5\ \mu\text{m}$ , alakhiba kiküszöbölésénél legfeljebb  $5\ \dots\ 20\ \mu\text{m}$ . A tükrösítés előtti utolsó köszörülés fogásmélységét sem célszerű  $20\ \dots\ 30\ \mu\text{m}$ -nél nagyobbra választani.

Megkülönböztetünk köszörülő, vegyi, mechanikus és elektro-vegyi-mechanikus tükrösítést.

A köszörülő tükrösítést igen elterjedten alkalmazzuk az iparban. Általában edzett és kemény felületű szerszámok és gépelemek megmunkálására használatos. Paszta és szuszpenzió alkalmazásával történik.

A vegyi-mechanikus tükrösítéssel acélból, rézből, alumíniumötvözetekből, öntöttvasból stb. készült szerszámokat és gépelemeket munkálunk meg. A tükrösítőanyag ebben az esetben paszta, legtöbbször króm-oxid.

A elektro-vegyi-mechanikus tükrösítést legtöbbször keményfémből készült forgácsolószerszámok megmunkálására használjuk. Anód-mechanikus köszörülés néven terjedt el az eljárás.

### Tükrösítőanyagok

Kemény anyagok, mint acél és öntöttvas tükrösítésére alkalmas tükrösítőpaszták és szuszpenziók korundból, elektrokorundból, szilícium-karbidból, bórkarbidból és gyémántból készülnek.

Lágy anyagok (réz- és alumíniumötvözetek, fehér csapágyfémek) tükrösítésének anyaga a króm-oxid.

A szemcseméretektől függően a tükrösítőanyagokat három csoportba osztjuk:

- F5-től F40 szemcse nagyságig terjedő csiszolóporok - durva tükrösítésére;
- F28-F14-ig terjedő mikroporokat - előtükrösítés céljára;
- F10 és F5 határok közötti mikroporokat a befejező tükrösítésre.

A lehető legfinomabb felületi minőséget megközelítő előírások esetén F3-F1 méretű finom mikroporokat M 05 és M 02 méretű szubmikroporokat alkalmazunk, vagyis olyan porokat, amelyek szemcsemérete  $0,5$  és  $0,2\ \mu\text{m}$ .

Különböző gépelemek tükrösítésére többféle pasztát használunk, amelyeket ugyancsak három csoportba sorolhatunk:

- elektrokorund, szilícium-karbid- és bór-karbid- alapú csiszolópaszták;
- szintetikus gyémántból előállított gyémántpaszták;
- króm-oxid-alapú vegyi-mechanikus paszták.

A gyémántpasztákat négy alapkvitelben gyártják: durva, közepes, apró és finom megnevezéssel, ezenkívül a szemcsék nagysága szempont-



Jából tizenkét fokozatot különböztetünk meg. A szemcseméretük 100-tól 1  $\mu$ m között váltakoznak, sőt még ennél finomabbak is léteznek.

A paszták kötőanyagául sztearint, paraffint, vazelint és oleinsavat szokás alkalmazni. A sztearinnak és az oleinsavnak – a többihez képest – még az az előnye is megvan, hogy meggyorsítja a tükrösítési folyamatot. A petróleum, benzín, víz és különféle olajok kenőanyagként használatosak.

A dörzsölőtestek öntöttvasból, acélból, sárgarézből, vörösrézből, üvegből stb. készülnek. A dörzsölőtestek anyaga lényegében befolyásolja a fémanyagoknak szabad közzőrűanyaggal végzett tükrösítését. Hőkezelt acélfelületeket, igen nagy pontossággal és kiváló felületfinomsági értékek mellett, kis grafitzáródmányokkal előállított szilárd fémszerkezetű, szűrke vasöntvényből készült dörzsölőtestekkel lehet tükrösíteni.

Alumínium és rézötvözetek vegyi-mechanikus pasztákkal végzett tükrösítéséhez elterjedt az üveg dörzsölőtestek használata.

### Berendezés

Gépelemeket egytetemes és különleges tükrösítőgépeken tükrösítjük. Az egytetemes gépek sík és hengeres külső felületek, valamint furatok tükrösítésére alkalmasak. A gyártó ipar függőleges és vízszintes elrendezésű gépeket, valamint csucs nélküli tükrösítőgépeket állít elő. A legelterjedtebbek a ZA 814, Z 816 és ZB 816 típusjelű szovjet tükrösítőgépek, amelyeket két vízszintesen elhelyezett dörzsölőtárcsával szereltek fel.

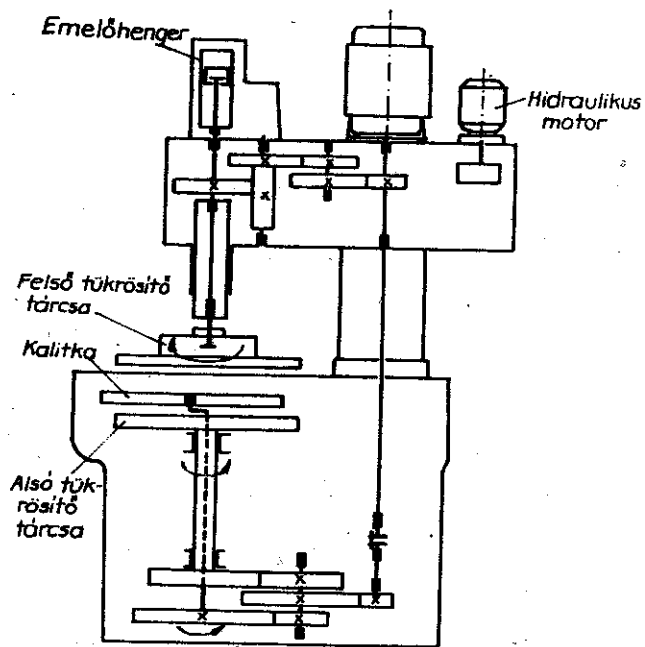
Megkülönböztetünk

- a) síkfelületek tükrösítésére való egytárcsás tükrösítő gépeket,
- b) párhuzamos síkfelületek és hengerfelelet tükrösítésére használt kéttárcsás tükrösítő gépeket,
- c) furattükrösítő gépeket,
- d) egytetemes tükrösítő gépeket és
- e) különleges feladatok elvégzésére alkalmas tükrösítő gépeket.

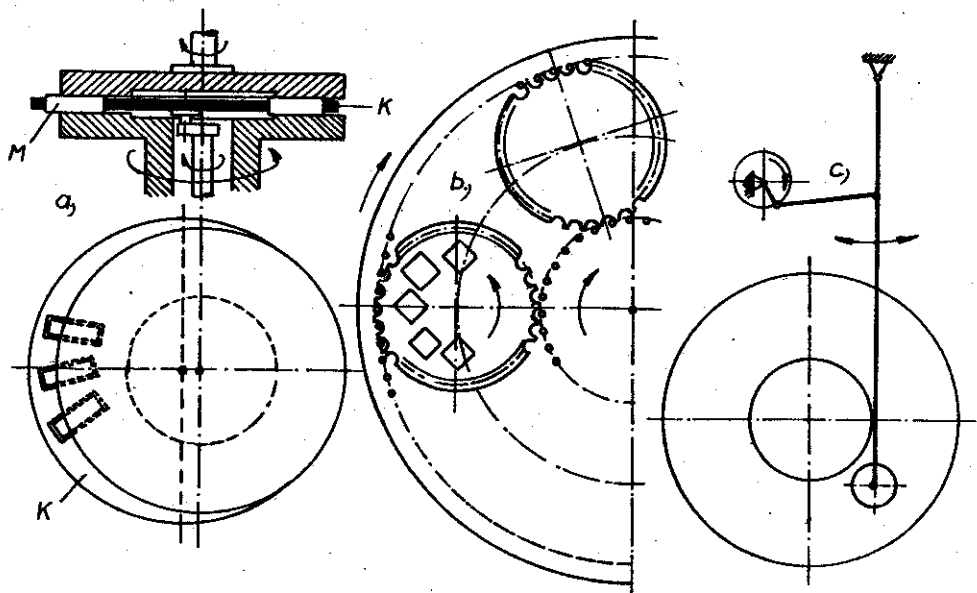
Az egytárcsás gépek függőleges vagy vízszintes tengellyel készülnek. Síkfelületek kézi tükrösítésére az előbbit használják. Különleges feladatokhoz (pl. idomszerek finommegmunkálására) vízszintes tengelyű és igen pontos gépi mozgatású, egytárcsás tükrösítő gépeket készítenek.

Kéttárcsás tükrösítő gép (8.39 ábra) egytetemesebb jellegű. Jellemzője a két párhuzamos és egymással szemben különböző sebességgel forgó tükrösítő tárcsa, amelyek között a munkadarab befogására, ill. vezetésére való kalitka bolygó vagy váltakozó irányú lengő mozgást végez (8.40 ábra). A megfelelő felületi nyomást és a tárcsa emelését is hidraulikus henger létesíti. Egyes gépeken a felső tárcsa kifordítható.

A furattükrösítő gépek vízszintes vagy függőleges tengellyel készülnek. Egyszerű szerkezetűek, gyakran kézi vezetéssel dolgoznak.



8.39 ábra  
Kéttárcsás tükrösítőgép kinematikai vázlata



8.40 ábra  
A munkadarab-megvezetés módszerei kéttárcsás tükrösítőgépen: a) excenteres, b) bolygóműves, c) csuklós vezetés

Az egytetemes tükrösítő gép az egytárcsás, a kéttárcsás és a furat-tükrösítő gépet egyesíti. Mindenféle tükrösítési feladat elvégezhető rajta.

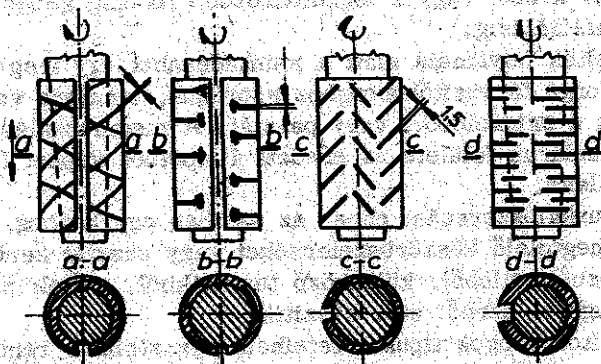
Ha a munkadarabokon mértanilag igen pontos külső sík és hengeres felületeket akarunk kialakítani, amikor a legnagyobb méretű eltérés  $0,1 \dots 0,25 \mu\text{m}$  lehet, a dörzsölőtesteknek síktól való eltérése nem lépheti túl a  $0,3 \dots 0,5 \mu\text{m}$ -t.

Belső hengeres felületek tükrösítését két módon lehet megoldani:

- uszó dörzsölőtesttel (csuklósan vagy rögzítve), amelyet a mereven rögzített munkadarabhoz állítunk be,
- a dörzsölőtestet fogjuk be mereven és a munkadarab beáll az orsó tengelyéhez képest.

Az első változat nagyméretű, nehéz munkadarabokra előnyös, a másik pedig a könnyen mozgatható munkadarabok tükrösítésekor.

A furatok tükrösítésének szerszáma belső kuppal (1:50, 1:30) kiképzett szétnyíló hüvely. A szerszám anyagául legjobban Öv 18 minőségjelzésű szürkevasöntvény vált be. Előnyösen alkalmazhatók a hengeres dörzsölőtestek (8.41 ábra) excentrikusan elhelyezkedő vagy egyenes hornyokkal. Igen jó eredményt biztosítottak a  $0,8-1,0 \text{ mm}$  mély és  $1,0-1,5 \text{ mm}$  széles és rövid hornyokkal kiképzett dörzsölőtestek. A hornyok megmunkálás folyamán tartalékolják a köszörűanyagot és így a tartály szerepét töltik be. A tükrösítés folyamán a hornyokból az elegy fokozatosan kerül a munkatérbe a megmunkálandó felületre.



8.41 ábra

Hengeres alakú, hornyokkal ellátott dörzsölőtestek

Nagy átmérőjű furatok tükrösítését szokásos szerkezeti kialakítású dörzsköszörű fejekkel végezhetjük, amikor a köszörűhasábok helyére öntöttvas dörzsölőtesteket szerelünk fel.

Kis átmérőjű hosszú furatokat célszerű rugalmas dörzsölőtestekkel tükrösíteni. Az ilyen dörzsölőtestet kézi tükrösítéssel kell működtetni.

#### 8.417 Fényesítés (polírozás)

A fényesítés a felület befejező művelete. A művelet célja, hogy a gépelem felületi finomsága, valamint élettartama megnövekedjék.

Fényesítjük különböző alaku munkadarabok belső és külső felületeit, de leggyakrabban bonyolult, görbe vonalú profilu felületeket kell az esztétikai érvényesülési funkció biztosítása érdekében fényesíteni.

Símitó fényesítéssel 0,01...0,03 mm vastag fémréteget választunk le. Durva fényesítéskor a leválasztott fémréteg 0,03 mm vagy még ennél is több.

Fényesíteni a legkülönbözőbb módon lehet: gépi uton, vegyileg, elektrokémiai eljárással stb.

A gépiparban széles körben alkalmazott gépi fényesítést valamilyen módon tartókban rögzített, vagy egyáltalán nem rögzített, hanem szabadon mozgó kemény koptató anyagokkal végezzük. Fényesíthetünk korongokkal, szalagokkal, különleges fényesítő szerkezetekkel, dobokban, rezgő szekrényekben, sugarakat kilövelő és centrifugáló berendezésekben és egyéb módokon.

A következőkben tekintjük át a gépi fényesítés módozatait.

A fényesítés korongokkal az egyik legjobban elterjedt módszer, amely történhet kézzel vagy a legkülönbözőbb fokokig gépesítve, egészen a teljes automatizálásig.

A fényesítés folyamata alatt a munkadarabot egy meghatározott nyomással a forgó fényesítőkoronghoz szorítjuk, amelyre valamilyen módon feljuttatjuk a csiszolóport vagy pasztát. A megmunkálás eredményeképpen a munkadarab felülete az eredeti állapothoz képest fokozottan fényes és sima lesz.

A megmunkálószerszám ebben az esetben egy korong, amelyre felragasztjuk a megfelelő köszörűszemcséket vagy pasztát kenünk rá. A korongokat nemezsből, filcből, különböző textiliákból, sajtolt papírból, gumiából, műanyagból, bőrből stb. készítik.

A fényesítőkorongok típusméreteiben tapasztalható rendkívüli sokféleség magyarázata, hogy ezáltal igen sokféle előnyös tulajdonság emelhető ki; a viszonylagos olcsóság; egy sor olyan sajátosság, aminek következménye a rendkívüli elterjedtségük az iparban.

Használunk természetes fényesítőanyagokat - krókus (plirruzs, kréta, bécsimész, talkum, kovaföld, tripoliföld stb. és mesterségeseket - vasoxid, krómoxid, alumíniumoxid stb.

Nagyon elterjedtek a különféle fényesítőpaszták, amelyek igen finom köszörűszemcsék porát, kötőanyagokat, zsírokat, felületileg aktív anyagokat stb. tartalmaznak.

A koptatóanyag-tartalom függvényében megkülönböztetünk krómos, krókuszos (párizsi vörös), marsallitos és meszes pasztákat. A pasztákat ezenkívül rendeltetésük szerint is osztályozzuk: edzett acélok fényesítésére, színes fémek fényesítésére stb.

A fényesítést erre a célra készült gépeken végezzük. Ezek lehetnek egyorsós kétoldalas, kétorsós kétoldalas, hajlékony tengelyű gépek, csucs nélküli fényesítőgépek, félautomaták, automaták, és automata gépsorok.

A forgástest alaku munkadarabokat egy- vagy többmunkahelyes különleges gépeken fényesítjük.

Nagy munkadarabok fényesítésére vagy nagyméretű munkadarabok egyes felületszakaszainak fényesítésére, valamint többpozíciós berendezéssel való munkánál olyan kézi egytetemes köszörű-fényesítő gépet használunk, amelyhez különböző típusú cserélhető fejeket lehet kapcsolni.

A fényesítő művelet fontos adatai közé tartozik a korong forgássebessége (a kerületi sebesség) és ennek nyomása a munkadarabra a megmunkálás folyamata alatt. A korong optimális kerületi sebessége a megmunkálendő anyag és a korong jellemzőitől függ.

A korong nyomása a munkadarabra  $25 \dots 60 \text{ N/cm}^2$ , a korong és a munkadarab érintkező felületének területegységére vonatkoztatva. Nagyobb nyomást alkalmazunk a művelet elején és csökkentett a művelet befejező szakaszában.

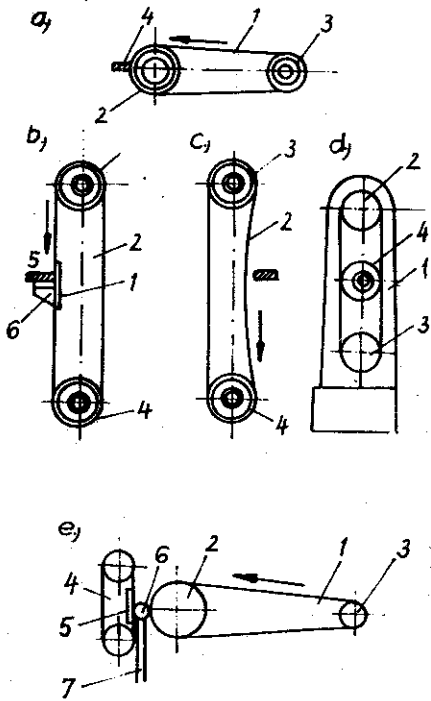
### Fényesítés szalaggal

Fémről készült munkadarabok köszörűlő fényesítésére a csiszolószalag sok esetben termelékenyebb és jobb eredményt biztosít, mint a koronggal végzett fényesítés.

A csiszolószalagot papír vagy textil alapanyagból készítik, majd köszörűszemcsékkel fedik. Kötőanyagként valamilyen ragasztó vagy lakk használatos. A szalagok többnyire végtelenítettek, rugalmasak, gumi vagy szintetikus gyanta kötőanyagok, végtelenítéskor ragasztottak illetve varrottak.

Fényesítésre általában a rugalmas szalagok jönek, amelyekre eredetileg semmilyen koptatóanyag nincs felvive, hanem a megmunkálás ideje alatt a fogyasztásnak megfelelő mennyiségben kerül rá az alkalmas paszta.

Csiszolászalagokkal különféle kötőanyagokból gyártott igen sokféle munkadarab fényesíthető. A megmunkálendő darabtól függően használunk 10-től 775 mm széles szalagokat, amelyek hossza 25 000 mm is lehet, Néha 500...700 mm széles szalagokból 3000 mm-ig összeragasztanak a fentieknél lényegesen szélesebb szalagokat is.



8.42 ábra

Megmunkálás csiszolószalaggal:

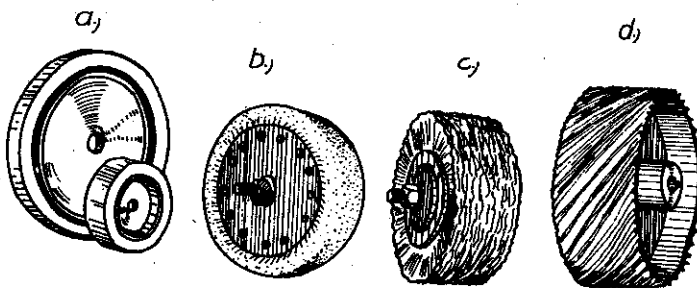
- a) sugárirányú előtolással érintve,
- b) megmunkálás támaszlappal,
- c) megmunkálás szabad szalaggal,
- d) alakos érintkező megmunkálás,
- e) csucs nélküli csiszolás szalaggal

A szalagokkal végzett fényesítés elvi vázlatát a 8.42 ábrán látjuk. A legelterjedtebb megoldás a szalaggal való fényesítésre, ha a szalag (8.43 ábra) görgőkre támaszkodva fut. Ezek a görgők általában alumínium-ötvözetekből készülnek, majd 3...15 mm vastag rugalmas anyaggal a palástjukat bevonják.

A szalaggal való fényesítésre igen sokféle szerkezeti megoldásu gépet használnak aszerint, hogy milyenek a munkadarab konstrukciós sajátosságai és mi a fényesítés célja.

Az osztályozás szerint ismerünk egyetemes és különleges szalagfényesítő gépeket. Néha külön említik önálló csoportként a szalaggal fényesítő fejeket, amelyeket különböző helyzetben hozó berendezéseken, aggregátgépeken és folyamatosan fényesítő gépsorokban lehet alkalmazni.

A szalaggal végzett fényesítéshez felhasználhatók kisebb korszerűsítő átalakítással a szokványos köszörű-fényesítő gépek, egyorsós asztali köszörűállványok és más hasonló szerkezetek.



8.43 ábra

Különböző kialakítású vezető görgők: a) gumi borítású, b) fiber borítású, c) textilanyaggal borítva, d) bordázott gumi borítással

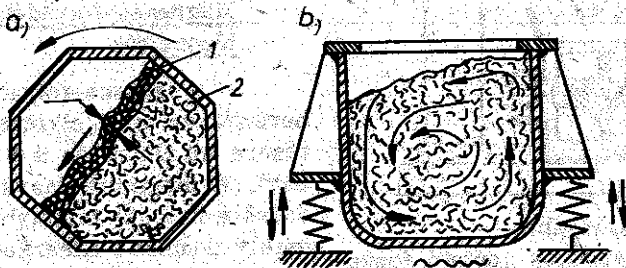
A megmunkálási folyamat termelékenysége és a nyert felület minősége a szalag fajlagos nyomásától, sebességétől és szélességétől függ.

Ha a fajlagos nyomást növeljük, a leválasztott fém mennyisége nő, azonban a szalag élettartama csökken. Ha a fajlagos nyomás kicsi, a szalag hamar elveszti élességét, ha a nyomás nagy, a megmunkálás alatt álló felület beég.

A szalag sebességét legtöbbször 10...25 m/s értékhatárok között vesszük fel. Ha a sebességet 25 m/s-ig növeljük, a fajlagos fémleválasztás fokozódik, azonban ha ezt a határt túllépjük, a fémleválasztás észrevehetően visszaesik.

A szalag szemcséinek finomságát aszerint kell megállapítani, hogy milyenek a követelmények a felület minőségével szemben. A szalagokkal fényesített hengeres felületek megmunkálási pontossága nem jobb, mint 0,01 mm. Nagyméretű alakos profilok fényesítése esetében ugyanez 0,1 mm. Olyan síkfelületek megmunkálásakor, amelyekhez acél támaszlapot lehetett használni, a pontosság 0,05 mm-ig, csucs nélküli fényesítés esetén pedig legfeljebb 0,09 mm érhető el.

Dobokban olyan darabok fényesítését végezzük, amelyeket alakjuknál fogva egyébként nem lehetne fényesítőgépre tenni. Ennek az eljárásnak lényege a következő. A megmunkálandó darabokat és a fényesítőanyagot behelyezzük egy dobba. A dob forgatása (8.44/a ábra) vagy vibrációja (8.44/b ábra) következtében a koptatóanyag ütközik a munkadarabok felületével és eltávolítja onnan a mikroegyenletlenségeket.



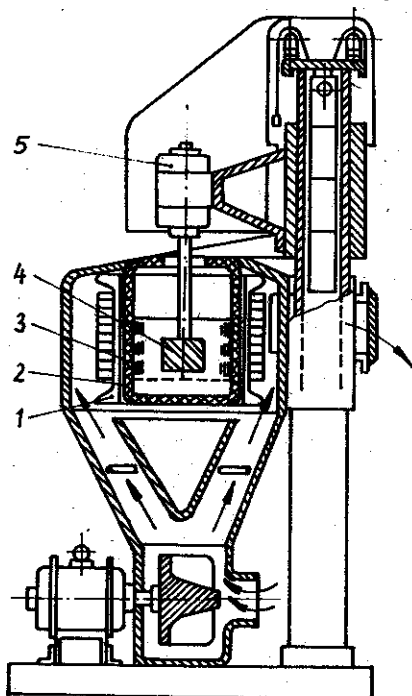
8.44 ábra

Forgó és rezgő fényesítő dobok

A dob az egész művelet alatt változatlan fordulatszámmal forog, kerületi sebessége 0,5...1,0 m/s. A munkadarabok és a fényesítőanyag felemelkednek egy határig az 1 térben (8.44/a ábra), majd a nehézségi erő hatására lezuhannak és a dob alsó terében összekeverednek. Ezalatt választja le a koptatóanyag a megfelelő fémréteget a munkadarabról. Forgódobbal végzett megmunkálásakor a munkadarabok és a koptatóanyag nagy része a 2 térben viszonylagos nyugalomban van, ezért a fémleválasztás intenzitása kicsi.

A rezgő- (vibrációs) fényesítésnek alávetett munkadarabokra a koptatóanyag hatásának intenzitása az egész mennyiséget alapulvéve, nagyobb. A dob rezgésszáma általában 1000-tól 3000 lengés/min értékig terjed, az amplitudó 2...10 mm értékhatárok között váltakozik.

A dobbal végzett fényesítés majdnem teljes területére érvényes, hogy a nedves koptatóközeg előnyösebb, mint a száraz. A legelterjedtebb koptatóanyag, amelyből a fényesítőközeget összeállítják, a mesterséges korund, különösen a szokványos elektrokorund. Ritkábban használunk szilícium-karbidot és még ritkábban bór-karbidot.



8.45 ábra  
Mágneses folyadékös koptató fényesítés

Amikor az állórész tekercseire rákapcsoljuk a háromfázisú váltakozó áramot, forgó mágneses mező keletkezik, amely mozgásba hozza az edénybe helyezett munkadarabokat. Ezek az edény oldalfalához csoportosulnak, így az edény közepe kiürül. Ebbe a térbe eresztik ilyenkor bele a lapátos (4) keverőt, amelyet az (5) villamos motor hajt. A keverőlapátok keverési iránya a mágneses mező forgásirányával ellentétes, ezáltal a keverő a folyadékot a benne fürdetett munkadarabokkal ellentétes áramlással hajtja.

A munkadarabok felületének minőségére igen erőteljesen hatnak a nem koptató jellegű töltőanyagok és a munkafolyadék fajtája. Töltőanyagként használunk acélgolyót, fémsörétet, igen kemény (HRC 62-65) acélgörgőket. Gyakran a golyók és görgők közé egyéb anyagokat is kevernek, pl. kis porcelándarabokat stb.

Munkafolyadékként lágy vízben oldott 0,2...0,5%-nak megfelelő szappant használunk.

A fényesítés után a megmunkált felület a tükörhöz hasonló fényességű lesz.

#### Mágneses-folyadékös koptató fényesítés

A mágneses-folyadékös koptatóberendezés apró alkatrészek fényesítésére alkalmas és a 8.45 ábrán látható. A megmunkálásra kerülő (3) darabokat a (2) tartályba helyezik, amely pontosan illeszkedik a tekercselt (1) állórészhez. Az edényt feltöltjük megfelelő fényesítőfolyadékkal.