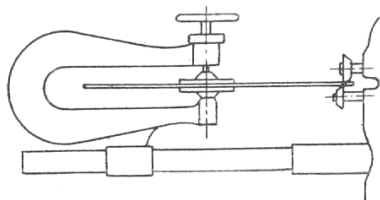


Kivágás, lyukasztás elméleti ismeretei
(segédlet az évközi feladat megoldásához)

ját a súrlódás csökkentésére $\alpha = 1,5 - 3^\circ$ -os hátszöggel készítik.

A párhuzamos késű ollók a lemez teljes vágandó keresztmetszetét igénybe veszik, ezért a vágóerő nagy. A vágóerő csökkentésére alkalmazzák a ferde késű ollókat, melyek a vágandó keresztmetszeteknek csak a kés által bezárt szögtől függő keresztmetszetét veszik igénybe, és így a vágóerő lényegesen csökken. Hátránya a ferdekésű ollóknak, hogy a lemezt a vágás síkjára merőlegesen elfordítani igyekeznek, a levágott sáv elcsavarodik. Az elcsavarodás annál nagyobb, minél nagyobb a kések által bezárt szög. A kések által bezárt szög a vágandó anyag minőségétől és a lemezvastagságtól függően $3 - 10^\circ$.

Körlemez alakú tárcsákat körollóval vágunk. A lemezt megközelítően a középpontjában két forgatható tárcsa közé fogják be. A lemez széle két forgó, tárcsa-alakú kés közé nyúlik, melyek a lemezt a befogási pont körül forgatva vágják. A vágandó tárcsa átmérőjének változtatására a befogótárcsák helyzete változtatható (317. ábra).



317. ábra. Tárcsaolló

Bonyolult körvonalú darabokat a rezgőkéses vagy vibrációs ollókkal vágják. Ezeknek az ollóknak a kései ék alakúak. Az alsó kés álló, a felső perccenként 1000–2000 alternatív mozgást végez.

A felső kést hegyesre készítik, $15 - 20^\circ$ -os hajlással. 2 mm lemezvastagságig a vágás üzem közben előkészítés nélkül megkezdhető. Nagyobb vastagságú lemezek vágásához a kések kímélése érdekében célszerű a bekezdést előfűrni. A vágás méretpontossága a gép kezelőjétől függően ± 1 mm.

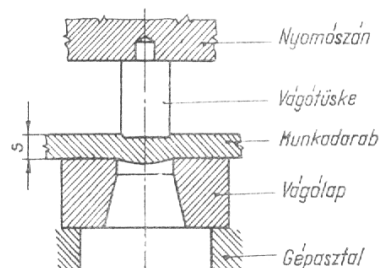
C) KIVÁGÁS ÉS LYUKASZTÁS

A különböző kivágó- és lyukasztóműveletek a legjobban elterjedt lemezalakító eljárások. A műveletek lényege, hogy az anyagot adott, zárt körvonal mentén leválasztjuk. A vágás folyamata alapján azonos az ollón végzett vágással. Úgy képzelhetjük el ugyanis, hogy az ollókések egyenes vágóéleit a kivágandó munkadarab körvonalának megfelelően alakítjuk ki. A kivágó-, illetve lyukasztószerszám két fő alkatrésze: a vágótüske vagy bélyeg a felső kés, a vágólap az alsó kés szerepét veszi át.

A kivágást és lyukasztást akkor alkalmazzuk, ha azonos alakú és méretű munkadarabokat nagy darabszámban kell előállítani. Az alakító gép leginkább excenter vagy forgattyús sajtó.

1. Az anyag feszültségi és alakváltozási állapota

A kivágás és lyukasztás elvi szerszámának két fő eleme a vágótüske (bélyeg) és a vágólap (318. ábra). A vágótüske keresztmetszetének és a vágólap nyílásának alakja és körvonala pontosan megegyezik a

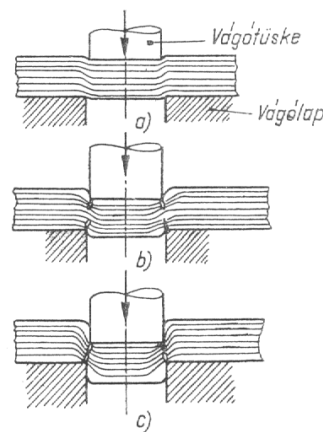


318. ábra. Kivágószerző elvi felépítése

munkadarab méreteivel és körvonalával. A vágólapra helyezett lemezre a vágótüske nyomást fejt ki, a lemezből a vágólap nyílásával egyenlő alakú és méretű darabot leválasztja. A vágótüske megfelelő méretei kisebbek, mint a vágólap méretei, közöttük tehát hézag van, amit vágórésnek nevezünk. A vágórés nagyságának, mint a továbbiakban látni fogjuk, rendkívül nagy hatása van a vágási felület minőségére és a méretpontosságra.

Az anyag igénybevétele, feszültségi és alakváltozási állapota függ a vágandó anyag minőségétől, a vágórés nagyságától és a szerszám működő részeinek állapotától.

A kivágó- és lyukasztószerző a lemez anyagát a tiszta nyíráshoz közel eső igénybevételnek veti alá. Kísérleti megfigyelések alapján a vágás folyamata három fázisra tagozódik (319. ábra).



319. ábra. A kivágás fázisai

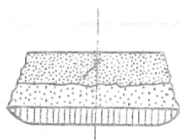
Az első fázisban a vágótüske az anyagot nyomásra veszi igénybe, és benne rugalmas alakváltozást létesít (319a ábra).

A második fázisban a szerszám vágóélei az anyagba behatolnak, az igénybevétel meghaladja a fém rugalmassági határát, és kismértékű képlékeny alakváltozás lép fel. A szerszám vágóélein azonban a feszültségek összesűrűsödnek, meghaladják a fém nyírószilárdságát, és a képlékeny alakváltozással szinte egyidejűleg a vágótüske és vágólap élei mentén megjelennek a nyírási repedések (319b ábra).

A vágás harmadik fázisában a fém szétválik. A nyírási repedések a vágótüske előrehaladásával megnövekednek, s egymással találkozáskor az anyag szétválását idézik elő, és ezzel a vágás befejeződött (319c ábra).

A vágótüskének a vágás befejezése után már csak a szétvált anyagfelületeknek egymáson és a szerszámon fellépő súrlódását kell legyőznie.

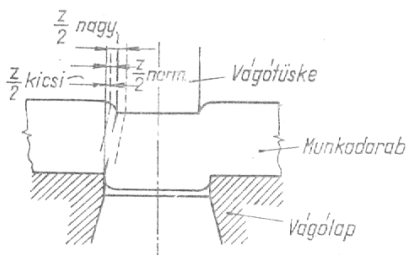
A vágás folyamán lejátszódó jelenségek a vágási felület kialakítására döntő hatással vannak. A vágás folyamata a vágási felületen jól követhető. A vágási felületnek a vágólap felé eső keskeny, szalagszerű rétege az ott fellépő kismértékű képlékeny alakváltozás következtében fényes, a kivágott darabnak erre az oldalára eső határolólapja a vágóélek közelében kissé meghajlik. A vágott felület vágótüske felé eső része kissé kúpos, és többé-kevésbé érdes. A vágási felület tehát nem merőleges a határolólapokra, hanem a vágórés nagyságának megfelelő kúposágú (320. ábra).



320. ábra. A kivágott tárcsa vágási felülete

A vágás folyamán fellépő feszültségi és alakváltozási állapot a fent leírt módon a legkedvezőbb vágórés esetén alakul ki, amikor a vágótüske és vágólap éleitől kiinduló nyírási repedések egy vonalba esnek, találkoznak. Ha azonos anyag vágásakor az optimálisnál nagyobb vagy kisebb a vágórés, a vágóélektől kiinduló repedések nem találkoznak. A köztük maradó anyagréteg elválasztása a vágási felületen sorjaképződést von maga után (321. ábra).

Kemény anyagok vágásakor a nyírási repedések megjelenése előtt csak igen kismértékű képlékeny alakváltozás lép fel. A vágási felület fényes része lényegesen keskenyebb, mint a lágy anyagoknál.

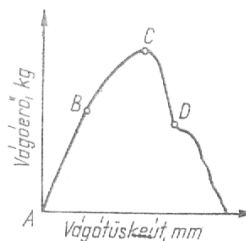


321. ábra. A vágórés hatása a nyírási repedésekre

Az anyag szétválása rövidebb úton megtörténik, a vágás robbanásszerűen megy végbe.

A feszültségi- és alakváltozási állapotra a vágóélek állapotának hasonló hatása van, mint a vágórésnek. Kopott, tompa élű szerszám hatása hasonló, mint a túl nagy vágórésé. Az anyag a vágás folyamán benyomódik a vágórésbe, ahol a vágási felületen sorja alakjában jelentkezik.

A vágás folyamán lejátszódó jelenségek jól megfigyelhetők a vágóerő – út-diagramokon. Ezek a diagramok hasonlóak a szakítódiagramhoz, s ha nem is olyan kifejezetten, de megtalálhatjuk rajtuk a rugalmas és képlékeny alakváltozás szakaszait, valamint az anyag szétválásának, a szakadásnak megfelelő szakaszt. A 322. ábrán bemutatott vágóerő – út-



322. ábra. Vágóerő – tüskeút-diagram

diagramon $A-B$ a rugalmas, $B-C$ a képlékeny alakváltozás, $C-D$ az anyagszétválasztás szakaszait jelzik.

A tapasztalat szerint az anyag szétválása a nyírási repedések mentén leggyakrabban a kristályokon belül megy végbe, azaz a repedés intrakristallin. Kristályközi, interkristallin szakadás a vágóműveletek során ritkán fordul elő.

A vágóerő csökkentésére, hasonlóan a ferde késű ollókhöz, a kivágáshoz is alkalmaznak ferde élű szerszámokat, amikor vagy a vágótüskét vagy a vágólapot kétoldali hajlással készítik. A hajlásszöveget $2-6^\circ$ -ra szokás felvenni. A ferde élű szerszámokat főleg olyankor alkalmazzák, amikor a rendelkezésre álló saját nyomóereje az adott vágóművelet elvégzésére nem elég.

2. Kivágó- és lyukasztószerszámok szerkesztésének alapelvei

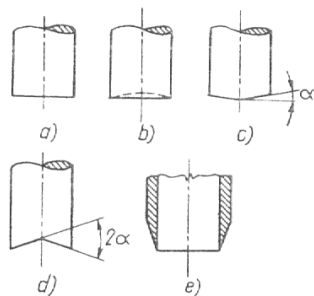
A kivágó- és lyukasztóműveletek gazdaságossága, a munkadarab minősége, alak- és mérethűsége elsősorban a szerszám helyes megszerkesztésétől függ. A kivágó- és lyukasztószerszámok szerkezetileg néhány egyszerű szerszámelem többé-kevésbé bonyolult kombinációi.

a) A szerszám vágóelemei. Vágótüske és vágólap

A kivágó- és lyukasztószerszám két legfontosabb eleme a vágótüske és vágólap. A vágótüske működő keresztmetszetét és a vágólap nyílását alak és méret

tekintetében a munkadarab, illetve a benne levő nyílások körvonalainak és méreteinek megfelelően kell kialakítani.

A vágótüske lényegileg hasáb alakú test, működő része a vágóél. A tüske vágóélét a vágandó darab körvonalának megfelelően a vágás körülményeinek figyelembevételével képezzük ki. A leggyakoribb a tüske alkotójára merőleges sík vágóél (323a ábra).

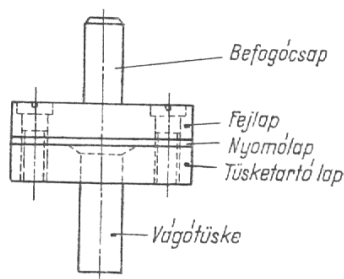


323. ábra. A vágótüske éleinek kialakítása

Egyszerűen, olcsón készíthető, könnyen élezhető, jó minőségű vágásfelületet ad. 2 mm lemezvastagságig majdnem kizárólag ezt használjuk. Nagyméretű, vékony lemezből készült alkatrészek vágásához a vágósíkot néha homorúra készülik (323b ábra).

A vágóerő csökkentésére a nagyméretű vágótüske élét kúposra készítik. A kúpszög $\alpha = 2^\circ - 4^\circ$ (323c-d ábra). Nagyon vékony fémlamezek és nemfémes anyagok vágásához késszerű vágótüskét használnak (323e ábra).

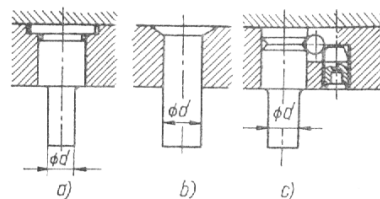
A vágótüskét a tüsketartólaphoz rögzítik, melyet a fejlaphoz erősítenek. A fejlapot befogócsappal kötik a sajtológép nyomószánjához. A tüsketartólap és fejlap közé, élettartamuk növelésére nyomólapot iktatnak (324. ábra).



324. ábra. A vágótüske felerősítése

A tüsketartólap vastagsága, a tüske méreteitől függően, 10–20 mm, a fejlapé 18–25 mm. Anyaguk A 60 II, vagy A 70 II. A betétnyomólap 60–70 kp/mm² szakítószilárdságú szívós acéllemez, vastagsága 3–6 mm.

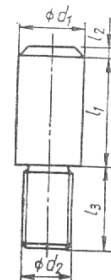
A tüskét a tartólapba illesztik, és kiesés ellen peremmel biztosítják (325a ábra). Kisebb méretű tüskék gyakori rögzítési módja, hogy az illesztett tüske fejét a tartólap süllyesztett furatába zömítik (325b



325. ábra. A vágótüske megerősítése a tartólapban

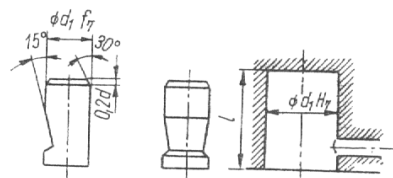
ábra). A tüske gyors rögzítését és cserélhetőségét biztosítja a golyós rögzítés (325c ábra).

A befogócsap méreteit és kivitelét a sajtó nyomószánjának szerkezete határozza meg. A számos megoldás közül gyakori a hengeres, menetes befogócsap (326. ábra), melynek hengeres részét a nyomószán



326. ábra. Hengeres, menetes befogócsap

furatában csavarral rögzítik, menetes részét pedig a fejlapba szorosan becsavarják. A csap méreteit a hengeres rész átmérőjének függvényében a 26. táblázaton ismertetjük. Gyakori megoldás a biztosító-hornyos és biztosítólapos csapkiképzés (327. ábra).



327. ábra. A befogócsap. A nyomószán furata

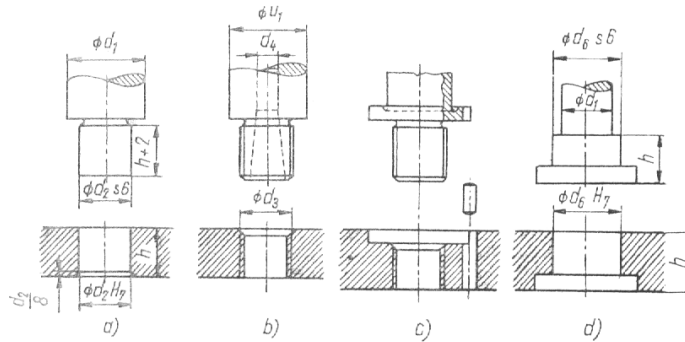
A befogócsapot a fejlaphoz szegecseléssel zömítik.

26. táblázat

Menetes befogócsap méretei, milliméterben

$\phi d_1 f_7$	d_2	l_1	l_2	l_3
16	M 14 × 1,5	32	2	A szerszámház fejlapmagasságától függő méret
20	M 14 × 1,5	40	2	
25	M 20 × 1,5	45	2	
32	M 24 × 1,5	56	2	
40	M 30 × 1,5	72	3	
50	M 30 × 1,5	80	3	

A csap alsó részét a fejlap furatába illesztik, és süllyesztett részébe szegecselik (328a ábra). Ez a meg-



328. ábra. A befogócsap megerősítése a fejlapban

oldás általában csak kisméretű szerszámokra alkalmas.

Gyakorlati tapasztalatok szerint kedvező megerősítési mód a kúpos csappal biztosított csavaros rögzítés. A befogócsap menetes részébe kúpos furatot munkálnak, és a becsavarás után a furatba kúpos csapot nyomnak be, mely a csap meneteit a fejlap meneteihez szorítja (328b ábra).

A nagyméretű szerszámok befogócsapjait elfordulás ellen hengeres csappal biztosítják. A csap részére a furatot a menet becsavarása után fúrják (328c ábra). A befogócsapot rögzíthetjük besajtolással is, amikor a csap alsó részét peremesre készítjük, és a fejlapba alulról besajtoljuk (328d ábra).

A különböző szerszám típusok befogócsapjának gyakorlati kivitelét az MSZ 3454–52 tárgyalja.

A vágóerő a kivágótüskét nyomásra és kihajlásra vetíti igénybe. Kis keresztmetszetű tüskét kihajlásra ellenőrizni kell. A tüskét terhelési módjának megfelelően

$$P = \frac{\pi^2 \cdot EI}{l^2}$$

összefüggéssel ellenőrizzük; P a legnagyobb sajtolóerő, E a rugalmassági modulusz, I az inercianyomaték, l a tüske hosszúsága. Szokás a fenti összefüggésből a legnagyobb tüskehosszúságot meghatározni:

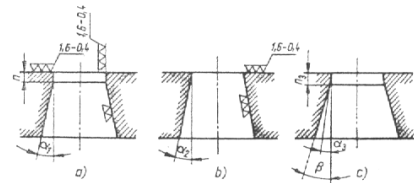
$$l_{\max} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot EI}{P}}$$

Általában arra kell törekedni, hogy a vágótüske átmérője ne legyen kisebb, mint a vágandó lemez vastagsága.

A vágólap, mint neve is mutatja, kis vastagságú tömb, melybe a kivágandó alkatrész, illetve a lyukasztandó furat alakjának és méreteinek megfelelő átmérő nyílást munkálnak be.

A vágólapnyílás működő felületének, a vágóövnek kialakítása szerint megkülönböztetünk hengeres, kúpos és kétkúpos vágólapot (329. ábra).

Hengeres vágólap előnye, hogy a vágóél nagy élettartamú, utánélezéskor a nyílás mérete nem változik. Hátránya, hogy a kivágott lemezrész (munkadarab, illetve hulladék) beszorul a hengeres övbe, eltávolítása munkát igényel.



329. ábra. A vágólap vágóövének kiképzése

A hengeres öv magassága a lemezvastagságtól függően $h=3-12$ mm. A hengeres övhöz kúpos rész csatlakozik, melynek hajlásszöge $\alpha_1=3-5^\circ$ (329a ábra).

A kúpos vágólapnak hengeres öve nincs. Ez biztosítja a kivágott darab könnyű átesését. A kúp szöge, α_2 az anyagvastagságtól függ (329b ábra).

$$\begin{aligned} \text{Ha } s < 1 \text{ mm,} & \quad \alpha_2 = 0^\circ 30' \\ s = 1-3 \text{ mm,} & \quad \alpha_2 = 1^\circ \\ s > 3 \text{ mm,} & \quad \alpha_2 = 1^\circ 30'. \end{aligned}$$

A kúpos vágólap vágóéle kevésbé tartós, mint a hengeresé. Újraélezéskor a nyílás mérete megváltozik. A méretnövekedés azonban kicsi, és több éleztést megenged, mint amennyit a gyakorlatban rendszerint hasznosítanak.

A kétkúpos kivitel (329c ábra) ritkábban használjuk. A felső, pontos méretű kúpos övet ugyanolyan kúposággal készítik, mint az egykúpos kivitelűt. Ennek magassága a lemezvastagságtól függ:

$$\begin{aligned} \text{Ha } s < 0,5 \text{ mm} & \quad h_3 = 3-5 \text{ mm} \\ s = 0,5-1 \text{ mm} & \quad h_3 = 5-8 \text{ mm} \\ s > 1 \text{ mm} & \quad h_3 = 8-10 \text{ mm}. \end{aligned}$$

A felső kúpos részhez csatlakozó másik kúpos rész hajlásszöge, $\beta=3-5^\circ$.

A vágólapot közvetlenül a gépszaltra vagy az asztalra rögzített alaplappal csavarokkal vagy szorító-kengyelekkel erősítik fel. A hengeres vágólapot szorítógyűrűvel rögzítik, vagy az alaplappba besajtolják.

A vágólap H vastagságát tapasztalati adatok alapján határozzák meg a kivágott munkadarab legnagyobb b szélességétől függően. 0,8–3,0 mm vastag lemezek vágásához a vágólap magasságát a következő empirikus összefüggésekkel állapíthatjuk meg:

$$\begin{aligned} b &= 15 - 50 \text{ mm}, & H &= 0,50b - 0,35b \\ b &= 50 - 100 \text{ mm}, & H &= 0,35b - 0,22b \\ b &= 100 - 200 \text{ mm}, & H &= 0,22b - 0,18b \\ b &> 200 \text{ mm}, & H &= 0,18b - 0,12b. \end{aligned}$$

Ha a lemeztavastagság kisebb, mint 0,8 mm, a vágólap magasságát 20%-kal kisebbre, ha nagyobb, mint 3 mm, 20%-kal nagyobbra választjuk.

A vágólapot szilárdságilag a legnagyobb vágóerőre, egyszerűsített képletekkel hajlításra szokás ellenőrizni.

b) A vágórés. A szerszám elkészítési tűrései

A kivágott és lyukasztott munkadarabokkal szemben általában szigorú minőségi követelményeket támasztunk. A fő követelmények egyrészt az alak- és mérethűségre, másrészt a vágási felület minőségére vonatkoznak. A munkadarab alakja és méretei egyezzenek meg a vágólap és vágótüske alakjával és méreteivel, illetve közelítsék meg azokat. A vágási felület tiszta, sorja- és repedésmentes legyen.

A kivágott és lyukasztott munkadarabok minőségére a vágórés nagysága döntő hatása. Vágórésen a vágólap és vágótüske méreteinek különbségét értjük. A vágórésnek nemcsak a kivágott munkadarabra van nagy hatása, hanem a vágáshoz szükséges erő nagyságára, a szerszám kopására és élettartamára is.

A vágórés nagyságának van legkedvezőbb, optimális értéke, mely mellett a munkadarab méretei legjobban megközelítik a vágólap és vágótüske méreteit, a vágási felület minősége a legjobb, a vágáshoz szükséges erő a legkisebb, a szerszám élettartama a legnagyobb.

Az optimálisnál nagyobb vágóréssel kivágott munkadarab méretei kisebbek, mint a vágólap, illetve vágótüske méretei. A vágótüske nyomásának hatására az anyag behúzódik a nagy részbe, és így a munkadarab sorjás lesz. Nagy vastagságú lemezek vágásakor a vágólap felőli oldal erősen lekerekített.

Mivel a kivágott darab méreteit a vágólap, a lyukét pedig a vágótüske méretei határozzák meg, lyukasztáskor a vágórés nagyságának ellentétes hatása van, mint kivágáskor.

A kivágott munkadarab, illetve a vágással előállított lyuk sorjásodását nemcsak a vágórés helytelen megválasztása, hanem a vágólap és vágótüske élének kopása, eltompulása is okozhatja.

A vágórésre vonatkozó eddigi megállapításaink alapján a vágórés szemben az első és legfontosabb követelmény, hogy a vágórés *optimális méretű* és a körvonalon mindenütt azonos, egyenletes legyen.

Az optimális vágórés nagysága elsősorban a vágandó anyag minőségétől és a lemez vastagságától függ. Meghatározására különböző összefüggéseket javasolnak. Így pl. 3 mm-nél kisebb vastagságú lemezek vágására

$$z = 0,005s + \sqrt{\tau},$$

3 mm-nél nagyobb vastagságú lemezekre

$$z = (0,01s - 0,015)\sqrt{\tau},$$

s a lemeztavastagság, τ a lemez anyagának nyírószilárdsága.

Gyakorlati tapasztalatok szerint az optimális vágórés a lemeztavastagság 4–20%-a közt változik, az anyag minőségétől függően.

Használat közben a vágótüske és vágólap kopnak. A kopás következtében a vágórés értéke megnő. Ezért célszerű megállapítani az optimális vágórés legkisebb és legnagyobb értékeit. Új szerszámon az optimális rés legkisebb értékét kell beállítani. Az optimális vágórés legnagyobb értéke bizonyos mértékű szerszámkopás után az az érték, mely mellett a vágási felület minősége még kielégítő.

Az optimális vágórés legkisebb értékét a következő összefüggéssel határozhatjuk meg:

$$z = ms,$$

m az anyag minőségétől függő tényező, s a lemeztavastagság.

$$\text{Lágy anyagokra (réz, sárgaréz, lágyacél)} \dots m = \frac{1}{20}$$

$$\text{középkemény acélokra} \dots m = \frac{1}{16}$$

$$\text{kemény acélokra} \dots m = \frac{1}{14}$$

$$\text{alumíniumra} \dots m = \frac{1}{12}$$

A vágórés nagysága a kivágott munkadarab körvonalának méreteitől gyakorlatilag független.

A vágás kezdetén az anyag rugalmas alakváltozást szenved. Vágás után a rugalmas alakváltozás megszűnik, a kivágott darab méretei megnövekednek, mint mondani szokták, az anyag rugózik. A rugózás következtében a vágás pontossága csökken. A rugózás annál nagyobb mértékű, minél keményebb a lemez anyaga és minél kisebb a vastagsága. Vékony lemezek vágásakor a rugózás mértéke anyageloszlással jelentős mértékben csökkenthető.

A szerszámok vágóelemeinek kopása különböző mértékű. Ezért fontos cserélhetőségük, amit a rések és tűrések alkalmas megválasztásával biztosítunk. Ezen felül a vágótüske és vágólap elkészítési tűréseit úgy kell megválasztani, hogy az optimális vágórés kialakítását lehetővé tegyék.

A kivágással és lyukasztással általában a munkadarabon az ISO tűrési rendszer IT 9–IT 12 minőségeknek megfelelő pontosságot érhetünk el. A szerszám elkészítési tűrései ennek megfelelően IT 6–IT 8 minőségnek feleljenek meg.

Kivágáskor és lyukasztáskor a vágólapnak pozitív, a vágótüskének negatív tűrést szokás adni.

A vágótüske és vágólap tűréseinek nagyságát a vágórés nagyságával és a munkadarab tűrésével határozzuk meg. A 330. ábrán a vágótüske és vágólap tűréseinek elhelyezését mutatjuk be, kivágásra és lyukasztásra. Tekintettel arra, hogy a vágólap kopása a nyílás méreteinek növekedéséhez, a vágótüske kopása pedig a tüske méreteinek csökkentéséhez vezet, a vágólap névleges méretét a legkisebbre, a vágótüskéét pedig a legnagyobbra választjuk.

lyezhetők a szerszámalaplap valamely tengelyén vagy átlósan két vagy négy sarokban, továbbá aszimmetrikusan az alaplap tengelye mögött.

Szerkezeti és gyakorlati előnyei miatt a vezetőoszlopos szerszámok a tömeg- és nagy sorozatgyártásban rendkívül elterjedtek.

Hátránya a vezetőoszlopos szerszámnak a vezetőlapossal szemben, hogy nagy terjedelmű, előállításuk költséges, beépítése nagyobb asztalméretű sajtót tesz szükségessé. Ezeket a hátrányokat azonban a nagy élettartam és a munkadarab jobb minősége ellenúlyozzák.

A vezetőoszlopot a fejlapba épített vezetőpersely fogja körül.

A vezetőoszlopos szerszám befogócsapját a sajtó nyomószánjához célszerű nem mereven, hanem beállóan rögzíteni.

A vezetőoszlopok szokásos átmérője 20–50, hosszúságuk 100–350 mm. Anyaguk rendszerint betétben edzhető acél, 55–60 HRC keménységre nemesítve. A vezetőoszlopokat különböző átmérőjűre kell készíteni, hogy a fejlapot ne lehessen az oszlopokra fordítva felfűzni.

A szerszám alaplapja a fejlappal és a vezetőoszlopokkal együtt alkotja a vezetőoszlopos szerszámházat, melynek egyik egyszerű kivitelét a 332. ábrán mutatjuk be (MSZ 3452-52).

A vezetékes szerszámok vezetőelemének harmadik típusa a vezetőhenger, a legpontosabb vezetést biztosítja. A vágótűskét dugattyúszerűen képezik ki, és féhérfémperzselyvel bélelt hengerben vezetik. Ezt a vezetékesi módot — bonyolult felépítése miatt — ritkán alkalmazzák.

A szerszámház egyik legfontosabb alkatrésze az alaplap, melyet csavarokkal és a lap peremére támaszkodó leszorítóvasakkal erősítenek a sajtó asztalához. Az alaplap méretei a vágólap méreteitől függenek, vastagsága a munkafelülettől függően 20–90 mm, anyaga legtöbbször Öv 26 vagy A 50 II.

Az alaplapot a vágóerő hajlításra veszi igénybe. Tapasztalati adatok alapján megválasztott vastagságát szilárdságilag hajlításra kell ellenőrizni.

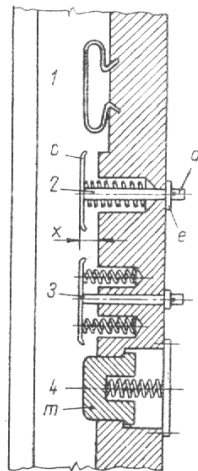
d) A szerszám helyzetmeghatározó- és rögzítőelemei

A kivágás és lyukasztás alapanyaga táblalemez és tekercsbe csévelt szalag. A táblalemezt a munkadarab méreteinek megfelelő szélességű sávokká darabolják.

A lemezsávot és a szalagot vezetékek között juttatják a vágó elemek közé. A helyes vezetés legfontosabb követelménye, hogy a vágandó anyag oldalirányú elmozdulását megakadályozza. Tekintettel kell lenni azonban a lemezsáv, illetve szalag szélességi méretének változására.

Az anyagot oldalirányban vezetőlécek vezetik. A vezetőléc készülhet a vezetőlappal egy darabból vagy külön elemként, melyet a vezetőlapra rögzítenek. Célszerű, hogy a vezetékekben a lemezsáv, illetve szalag egyik oldala felfeküdjék. A szélességi méret változásának figyelembevételével a másik oldalt rugósan

képezik ki. Oldalrugós vezeték néhány gyakorlati kivitelét a 333. ábrán mutatjuk be. Az 1. kivitel szerint a vezetőlécbe vágott nyílásba 0,3–0,5 mm vastagságú lemezsávot szerelnek be. A 2. kivitelnél a vezetőlemezt tekercsrugó szorítja az anyaghoz, a ve-



333. ábra. Oldalrugós anyagvezeték

zetőlemez helyzetét *e* gyűrű és *d* csapszeg határozza meg. A 3. kivitel két rugót alkalmaz. A 4. kivitelnél a vezetőlécben elhelyezett *m* szorítóelemet ugyan-csak rugó vezérli.

A vezetőléc méreteit a vágó- és a vezetőlap méretei határozzák meg. Vastagságuk legalább kétszeres lemezsáv vastagság, $v = 2 \cdot s$. Vékony lemezek vezetéséhez a vezetőléc vastagságát a lehető legkisebbre választjuk, hogy a lemez felhajlását megakadályozzuk.

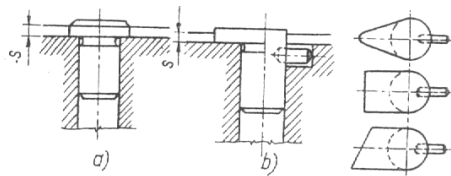
Kézzel vagy automatikus adagolószervezettel adagolunk.

A lemezsávot vagy szalagot a kivágott munkadarab méretei által meghatározott szakaszos előtolással kell a vágóelemek közé juttatni. Az előtolás mértékét ütközőkkel, keresőcsapokkal, és oldalkésekkel állítják be.

Az előtolás-határoló ütközőket két csoportba osztjuk: rögzített és mozgó ütközőkre.

A legegyszerűbb rögzített előtoláshatárolók a hengeres fejű (334a ábra) és az orros ütközőcsap (334b ábra). A hengeres fejű ütközőcsap a kis ütközőfelület miatt gyorsan kopik, és így az előtolás pontossága csökken. Az orros ütköző pontosabb adagolást biztosít.

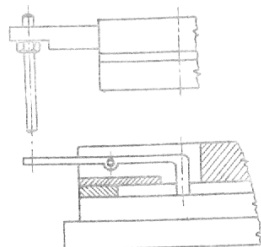
A rögzített ütközők az adagolás ütemét lassítják, mert az anyagot a gép minden lökete után át kell



334. ábra. Hengeres fejű és orros ütközőcsap

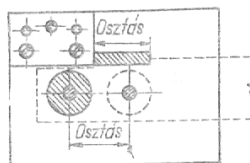
emelni az ütközőcsapon, ezért főleg kézi adagoláshoz alkalmazhatók. A csap anyaga betétben edzhető acél, $HRC=60$ keménységre edzve.

A mozgó ütközők gyorsabb ütemű adagolást tesznek lehetővé. Ezekkel az anyag megemelése nélkül lehet adagolni. Gyakran használt mozgó ütköző a csappantyús végütköző; a fejlapra szerelt ütközőrúd működteti (335. ábra).



335. ábra. Csappantyús végütköző

A legpontosabb előtoláshatárolás az oldalkéses ütköztetés; lényege, hogy a fejlapba beépített segédvágótüskék a szalag egyik vagy mindkét oldalán az előtolással egyenlő hosszon $0,5-3$ mm széles sávot vágnak ki. A kicsipett szélű lemez sáv vagy szalag az előtolás folyamán a vezetőlapra szerelt ütközőbe ütközik (336. ábra). Az oldalkés vastagsága $6-10$ mm, hosszúságát úgy kell megválasztani, hogy a vezetőlap a legelső helyzetében is vezesse.



336. ábra. Oldalkéses ütköztetés

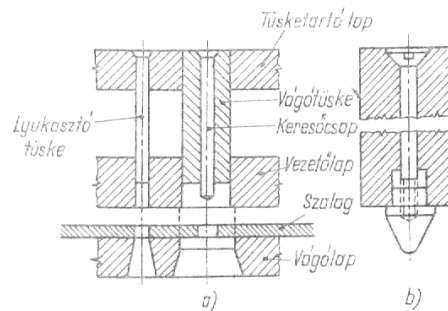
Folyamatos vágáshoz, főleg sorozatszámokon alkalmazzák az alakos oldalkést, mely az előtoláshatárolás mellett a munkadarab kialakításában is részt vesz.

Nagy pontosságú munkadarabok kivágásakor és lyukasztásakor az előtoláshatárolók pontossága nem üti meg a kívánt mértéket. Az előtolás kisebb pontatlanságait a kereső- vagy helyrehúzócsapok egyenlítik ki, és a munkadarab helyzetét pontosan beállítják.

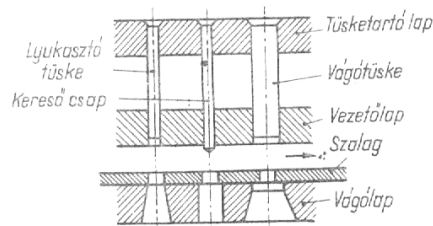
Keresőcsapot csak $0,2$ mm-nél nagyobb vastagságú lemezek vágásakor alkalmazhatunk, mert a vékonyabb lemezeket a keresőcsap a lyuk körül behúzza.

Kiseb méretű szerszámok keresőcsapját a vágótüskében elhelyezett betétben képezik ki (337a ábra), a nagyobb méretű keresőcsapot a vágótüskére csavarokkal erősítik fel (337b ábra). Ha a vágótüske keresztmetszete olyan kicsi, hogy abban a keresőcsapot elhelyezni nem lehet, a keresőcsapot a szerszám önálló elemeként képezzük ki (338. ábra).

A keresőcsap az egyszerű elkészíthetőség érdekében mindig forgástest. Ha a munkadarabon nincs



337. ábra. Keresőcsap a vágótüskében



338. ábra. Keresőcsap, mint önálló szerszámelem

megfelelő lyuk, akkor a hulladékhídban alakítunk ki a helyrehúzócsap befogadására alkalmas lyukat. A sorozatszámot — az anyagvesztesség megakadályozására — előütközővel szerelik fel.

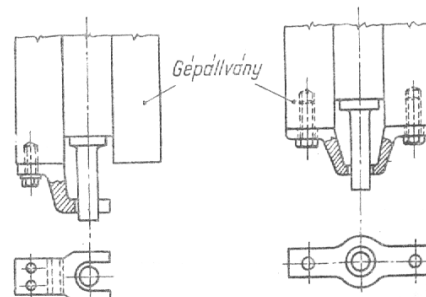
Az előtoláshatárolás szabványos szerszámeleit az MSZ 3458-52 tárgyalja.

e) Anyaglehúzó és kivetők

Kivágáskor a hulladékként maradó lemezrész, lyukasztáskor a munkadarab a vágótüskére szorul, anyaglehúzóval távolítjuk el. Az anyaglehúzó két nagy csoportba sorolható: rögzített és mozgó lehúzó.

A rögzített anyaglehúzó legjellegzetesebb típusa a vezetőlap, mely a vágótüske visszahúzásakor a tüskére szorult anyagot lehúzza.

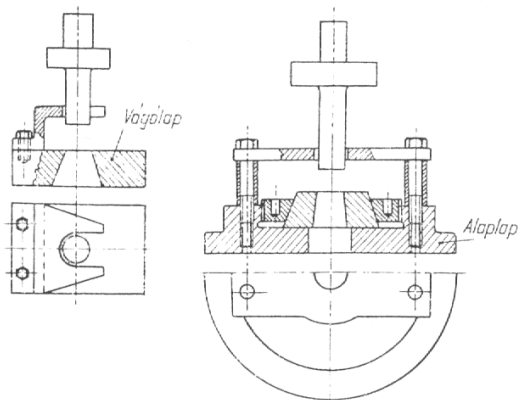
Vezeték nélküli szerszámokba az anyaglehúzót mint önálló szerszámelet építik be. Leginkább a sajtó állványához rögzítik. Furatában vagy kivágásában a vágótüske szabadon mozoghat, a tüskére szorult anyagot azonban visszatartja (339. ábra).



339. ábra. Sajtóállványhoz rögzített merev lehúzó

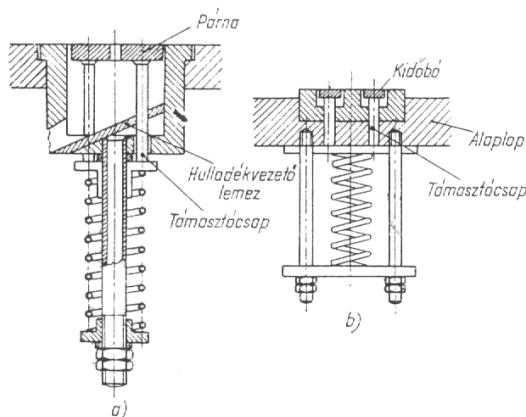
A szerszám vágó- vagy alaplapjában rögzített merev lehúzó mutat a 340. ábra.

Mivel a vezeték nélküli nyitott szerszám balesetveszélyes, a lehúzót a vágólap felett legfeljebb 5 mm-re helyezik el, hogy kézzel ne lehessen a vágólap és vágótüske közötti térbe nyúlni.



340. ábra. A szerszámon rögzített merev lehúzó

Az eddig ismertetett lehúzók csak akkor felelnek meg, ha a kivágott lemezrész a gép asztalának furatán átesik. Ha a munkadarab mérete olyan nagy, hogy a gépasztal furatán nem fér át, vagy a szerszám, alaplapjában kiképzett lejtős nyíláson át, vagy a vágólap felett kell eltávolítani. Utóbbi esetben a munkadarabot vezérelt, mozgó anyagkidobóval távolítjuk el. A mozgó anyagkidobók egyik legelterjedtebb típusa a rugós kidobó. Szerkezeti megoldása a rugós párna, melyet a sajtó asztalába építenek be (341. ábra).

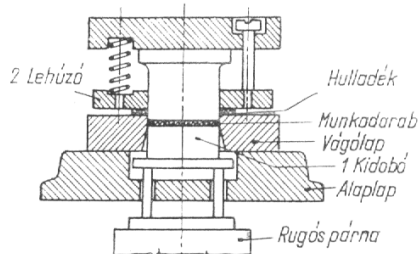


341. ábra. Rugós párna és rugós kidobó

A rugóerőt támasztócsapok viszik át a párnára. Kivágáskor a munkadarab a rugós párnára támaszkodik. A vágótüske a kivágott darabot a rugóerő ellenében a vágólap nyílásába nyomja. A rugóerő a tüske visszahúzásakor a vágólapba szorult darabot a vágólapból kitolja. Szabványos kivitele az MSZ 3462-52 szerint.

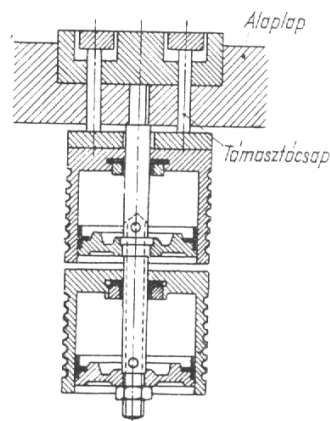
A vágótüskére vagy a vágólapba szorult anyagot rugós lehúzóval is eltávolíthatjuk. A 342. ábrán vázolt szerszámon a kivágott darabot a vágólapból az 1 rugós párna, a hulladékot pedig a tüskeről 2 rugós lehúzó távolítja el.

A rugó helyett gyakran gumit építenek be.



342. ábra. Kivágószerszám rugós lehúzóval és rugós kivetővel

Nagyméretű, nagy vastagságú lemezek vágásakor a kidobáshoz és lehúzáshoz szükséges erőt rugókkal nem lehet gazdaságosan kifejteni, több nagy keresztmetszetű rugóra volna szükség. A rugós párna helyett ilyenkor légpárnát alkalmaznak. Itt a kidobó erőt pneumatikus hengerek fejtik ki, és a rugós párnához hasonlóan, az erőt támasztócsapokkal viszik át a kidobópárnára. A támasztócsapok száma rendszerint 4–8. Előnye a légpárnás kidobónak, hogy a kidobó erő a sűrített levegő nyomásával változtatható. (343. ábra).



343. ábra. Kéthengeres, állódugattyús légpárna

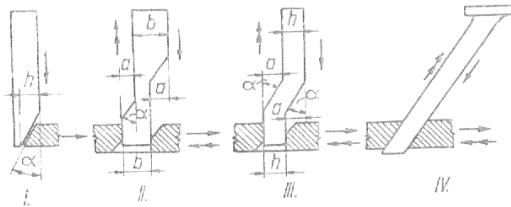
Az anyaglehúzás, illetve kidobás megkönnyítésére sokszor célszerű, ha a vágótüske és vágólap helyet cserélnek, vagyis a gép nyomószánja mozgatja a vágólapot, a vágótüskét pedig az alaplapra erősítjük. A munkadarab helyzete nem változik.

A lehúzók és kidobók rugói kör vagy négyszög keresztmetszetű huzalból készített hengeres vagy kúpos csavarrugók, esetleg lemezből készített tekercs- vagy tárcsás rugók.

Az anyag lehúzásához, illetve kidobásához szükséges erőt a gyakorlatban a vágóerő 10 %-ára szokás felvenni.

f) Oldalék

Vágóműveletek, főleg lyukasztás során gyakran szükséges, hogy a nyomószán irányára merőleges irányú munkamozgást létesítsünk, például ha üreges test palástján vagy hajlított munkadarabon akarunk lyukat vágni. A lemezmegmunkálógép nyomószánja függőleges vagy vízszintes irányban mozog. Ezekre merőleges irányú mozgás legegyszerűbben oldalékkal valósítható meg. Az oldalék kivitele igen sokféle lehet, néhány változatot a 344. ábra mutat. A legegyszerűbb



344. ábra. Oldalék különböző típusai

megoldás a tűsketartólapba rögzített ék, amelynek 60° körüli ékes alsó része érintkezik a szerszám alsó részében csúszó elemmel, mely a lyukasztótűskét hordja, és amelyet rugóerő tart szélső helyzetében. A nyomószán előrehaladásakor az oldalék a csúszó elemet vízszintes irányú mozgásra kényszeríti a vágólap felé, visszahúzásakor a csúszó részt a rugó nyugalmi helyzetébe visszahúzza. A rugó kifáradása vagy törése sok hibát okozhat.

Ezt a hátrányt kiküszöbölik a 344. ábra II., III. és IV. kényszermozgású megoldásai.

A szerszám annál tartósabb, minél kisebb az oldalék szöge. Általában 30° -ra, ha azonban a vízszintes irányú mozgás útja nagy, 45° -ra veszik fel.

3. A kivágó és lyukasztó szerszámok osztályozása. Egyszeres és többszörös működésű szerszámok

A vágószerszámok szerkezetüknek és működésüknek megfelelően igen sokfélék lehetnek.

A vágómunka jellege szerint vannak kivágó-, lyukasztó- stb. szerszámok.

A működés módja szerint megkülönböztetünk egyszeres és többszörös működésű szerszámokat.

A vezetékek rendszere alapján vannak vezetékek nélküli (nyitott), vezetőlapos, vezetőszelepes és vezetőszelepes szerszámok.

Az anyagutkötetés rendszere szerint megkülönböztetünk merev ütközős, mozgó ütközős, keresőcsapos, oldalkéses stb. szerszámokat.

A felsorolt osztályokon belül a rögzítők, az anyagkidobók és lehúzó típusa szerint a szerszámot alosztályokba sorolhatjuk.

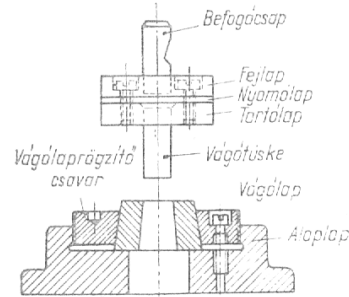
A vágószerszámok sokféleségüknél fogva nehezen rendszerezhetők.

A gyakorlatban leginkább a működés és vezetés alapján szokták a szerszámokat rendszerezni.

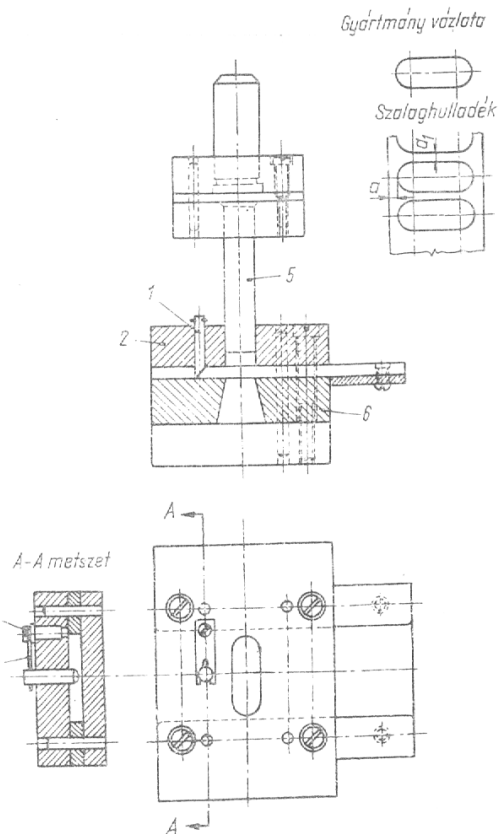
A következőkben a működés módja és a vezetékek szerkezte szerinti osztályozást alapul véve néhány jellegzetes szerszámtípust ismertetünk.

Egyszeres működésű az a szerszám, mellyel a sajtó egy löketére a munkadarabon egyetlen műveletet végzünk. Ezek a szerszámok egyszerű kivitelűek, kis költséggel előállíthatók. Legfőbb hátrányuk: 1. A munkadarab méretpontossága kicsi, mert a vágótűskét csak a nyomószán vezeti. 2. Beállításuk nehézkes. 3. Gyorsan kopnak. 4. Működés közben balesetveszélyesek.

A 345. ábrán a leggyakrabban alkalmazott nyitott szerszámot mutatjuk be. Szerkezete és működése — a



345. ábra. Vezeték nélküli vágószerszám

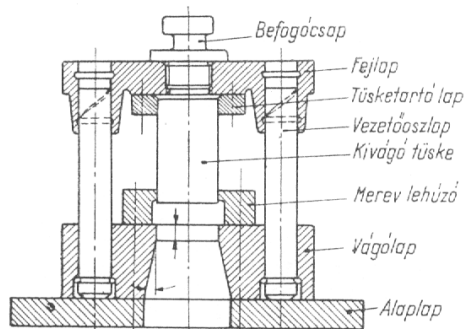


346. ábra. Egyszeres működésű vezetőlapos vágószerszám

szerszámelemek ismeretében — különösebb magyarázat nélkül a vázlatból megérthető.

Egyszeres működésű vezetőlapos szerszámot a 346. ábra mutat. A vázolt szerszám mozgó ütközőjű. A 2 vezetőlap furatába helyezik az 1 ütközőt, melyet a vágólaphoz a 3 rugó szorít, a rugót a 4 csavar rögzíti. Az ütközőt az előtolás iránya felé ferdén levágjuk.

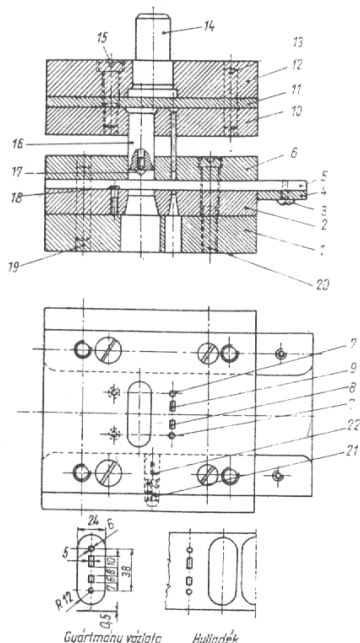
Egyszeres működésű vezetőoszlopos szerszámot a 347. ábrán láthatunk. A szerszám szerkezetének és



347. ábra. Egyszeres működésű vezetőoszlopos vágószerszám

működésének megértéséhez külön magyarázat nem szükséges.

Sorozatszerszámnak nevezzük azt a szerszámot, mely a saját egyetlen löketére a munkadarabon két vagy több műveletet végez. Az anyag adagolásának kezdetekor az egymás után, sorozatban elhelyezett szerszámelemek közül csak az első alakít, a következő löketben már a második szerszám is részt vesz a munkában, és így tovább. Az első munkadarab el-



348. ábra. Vezetőlapos, sorozat kivágó—lyukasztó-szerszám

készülte után már a szerszám összes alakító elemei működnek, és a gép minden egyes löketére elkészít egy munkadarabot.

A nagysorozat- és tömeggyártás széles körben alkalmazza az egyidejű lyukasztó—kivágó-sorozatszerszámot, mely a sorozat első lépcsőjében lyukasztott munkadarabot a második lépcsőben kivágja. A szerszám termelékeny.

A 348. ábrán vezetőlapos lyukasztó—kivágó-sorozatszerszám vázlatát mutatjuk be. A szerszám a sorozat első lépcsőjében az előtolás irányára merőleges sorban elhelyezett négy lyukasztótüskével a lemezbe négy különböző alakú lyukat vág, második lépcsőben az előlyukasztott lemezből kivágja a munkadarabot.

Az 1 alaplaphoz a 2 vágólapot és a 6 vezetőlapot 4 db 20 csavar és 4 db 19 illesztőszeg rögzíti. Az 5 vezetőléchez a 3 csavarok erősítik a 4 vezetővályút. A 10 tüsketartólapban vannak a 7, 8, 9 lyukasztótüskék és a 16 kivágótüske. A 10 tartó-11 nyomó- és 12 fejlapot 4 db 13 illesztőszeg és 4 db 15 csavar fogja össze, a szerszámot a 14 befogócsappal erősítik fel. A nyersanyag adagolását 2 db 18 merev ütköző szabályozza. A kivágott lyukaknak a munkadarab körvonalához viszonyított helyzetét a kivágótüske furataiba helyezett 2 db 17 központosító keresőcsap biztosítja.

Jellegzetes eleme a szerszámnak a 21 rugóval működő 22 előütköző, melyet a szerszám megindulásakor az első lépcsőben kézi erővel működtetnek.

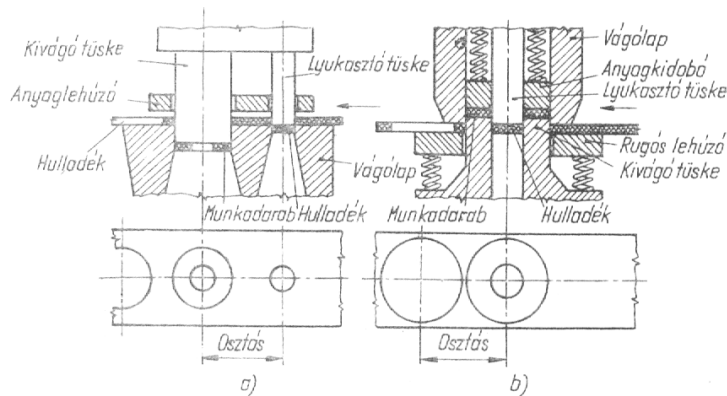
Az oldalkéses szerszámok tüsketartólapjában a kivágó- és lyukasztótüskéken kívül egy vagy két oldal-kést rögzítenek, melyek a munkadarab kialakításában nem vesznek részt.

A sorozatszerszámok készülnek vezetőoszlopos kivitelben is; mozgó vagy merev anyaglehúzóval.

Egyesített, kombinált vagy blokkszerszám — a sorozatszerszámmal hasonlóan — a gép egyetlen löketére több műveletet végez. A sorozatszerszám alakító elemeit azonban önálló elemként egymástól bizonyos távolságban építik be, az egyesített szerszám alakító-elemei szerves egységet képeznek. A különböző műveleteket a sorozatszerszám ugyanabban az időben, de különböző helyen (349a ábra) az egyesített vagy kombinált szerszám ugyanabban az időben és ugyanazon a helyen végzi (349b ábra).

Szerkezeti szempontból és könnyebb kezelhetőség céljából az egyesített szerszámok munkafelülete a kivágótüske, mely egyidejűleg a szerszám felső részében elhelyezett lyukasztótüske vágólapja is. Az egyesített szerszámok előnye a kis helyszükséglet mellett a nagy méretpontosság. A vágóelemek élettartama és a munkadarab méretpontossága a pontos vezetés következtében nagy. Hátrányuk, hogy előállításuk bonyolult, költséges, az egyes szerszámelemek, különleges pontossággal kell készíteni, a szerszám egyes részeit a többihez viszonyítva mozgatni kell. Ezek miatt az egyesített szerszámok legtöbbször csak a nagysorozat- és tömeggyártásban gazdaságosak.

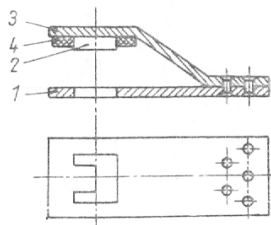
Az egyedi és kissorozat-gyártásban, amikor különféle alkatrészekből csak néhány darabot kell gyártani, a szokásos szerszámtípusok túl költségesek. Ilyenkor



349. ábra. Kettős működésű vágószerszámok működési elve
a) sorozat, b) egyesített

egyszerűsített, könnyen elkészíthető, olcsó, lemezből készült, csipeszes szerszámokat alkalmaznak.

A 350. ábrán vázolt egyszerű csipeszes szerszám 1 vágólapja acéllemezből készül; vastagsága megegyezik a munkadarabéval. A 2 vágótüskét ívhegesztéssel vagy szegecseléssel rögzítik a 3 lemezugóhoz. A szer-



350. ábra. Csipeszes szerszám

számot a sajtó nyomószánja alatt kézi erővel tartják, és kézi erővel vezetik a kivágásra kerülő lemezsávot is. A nyomószán előrehaladása közben a lemezugóra erősített vágótüskét lenyomja, és elvégzi a vágást. A vágótüskére szorult munkadarabot vagy hulladékot kézi erővel vagy a vágótüskére húzott 4 gumipárnával távolítják el.

A szerszám vágóelemeit megfelelő módon hőkezelik. Csipeszes szerszámmal acéllemez 1 mm vastagságig, nemvasfém- és könnyűfémlemez 3 mm vastagságig vágható.

Igen kis vastagságú fémlemezek, fémfóliák, továbbá nemfémes anyagok: papír, bőr, gumi vágására késes kivágószerszámokat használnak.

Ezek a szerszámok a vágólapot és vágótüskét egyetlen vágóelemben, a késben egyesítik. A kés körvonala megegyezik a vágandó munkadarabéval. A 351. ábrán egyszerű, korong kivágására alkalmas késes szerszámot mutatunk be. Az 1 cső alakú kés, a 2 tartólapban van, melyet a 4 csavarok erősítenek a 3 fejlaphoz. A késben megszorult munkadarabot a 6 rugóval működtetett 5 kidobó távolítja el.

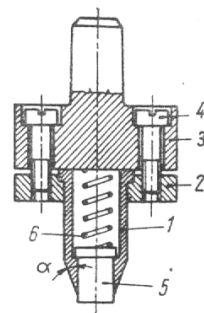
A csőszerűen kialakított kések készülhetnek külső vagy belső élézzel. A vágási felület minősége érdek-

ben a kés hengeres felülete mindig a munkadarab, kúpos felülete pedig a hulladék felé essék.

A kés élszöge fémfólia és cellulóz vágásához 10° , keménygumihoz $8-12^\circ$, papírhoz és bőrhöz $15-20^\circ$.

A kivágandó lemez alá — a kés élének kímélésére — jól felfekvő alátétet tesznek, anyaga bükkfa, fíber vagy karton.

Az ismertetett szerszámok néhány kiragadott példa a gyakorlatban található számos szerszámkivitelből. A kivágó- és lyukasztószerszámok szerkezetére vonatkozóan általános érvényű szabályt adni nem lehet.



351. ábra. Késes kivágószerszám

A szerszámtípus és kivitel megállapítására a munkadarab alakja és méretei, a pontossági és gazdasági követelmények, a gyártó üzem adottságai vannak legnagyobb hatással.

Az egyes szerszámtípusok alkalmazhatósága nagymértékben függ a munkadarabbal szemben támasztott pontossági követelményektől.

A különböző típusú szerszámokkal elérhető méretpontosságra vonatkozóan a 27. táblázat ad tájékoztatást.

A táblázat tájékoztató adatai alapján például vezetékek nélküli vágószerszám kis darabszámú, egyesített szerszám nagy méretpontosságú, nagy darabszámú gyártásra alkalmas.

Különböző szerszámtípusokkal elérhető méretpontosság a munkadarabon

Szerszámtípus	Kivétel	Eltérés a névleges mérettől, mm
Nyitott kivétel	Különböző vastagságú lemezek feldolgozásához	$\pm 0,15 - 0,20$
Vezetőlapos kivágó	Kerek, orros vagy csappantyús ütközővel, előlyukasztóval vagy anélkül	$\pm 0,10 - 0,20$
Sorozat	I. oldalvágóval, két lépcsőben	$\pm 0,08 - 0,12$
	II. négy lépcsős	$\pm 0,10 - 0,15$
Egyesített	—	$\pm 0,025 - 0,05$

4. A szerszám nyomásközéppontja

A kivágó- és lyukasztószerszámokkal rendkívül változatos alakú és méretű munkadarabokat készítenek. A vágóerő támadási pontja a kivágott idom súlypontja, a szerszám nyomásközéppontjának is nevezzük. A szerszám és a sajtológép helyes működése érdekében fontos, hogy a szerszám nyomásközéppontja a gép nyomószánja tengelyébe essék. A fejlapon rögzített befogócsapot tehát úgy kell elhelyezni, hogy tengelye a szerszám nyomásközéppontján haladjon át. A vágóerő a nyomószánt nyomó- vagy húzóigénybevétellel terheli. Ha a nyomószán tengelye és a szerszám nyomásközéppontján átmenő tengely excentrikus, vagy szöget zárnak be, a vágóerő hajlítógénybevételt létesít, mely adott körülmények között tekintélyes nagyságú lehet, és hatására a nyomószán elfordulhat, a sajtó és szerszám vezetékei nagymértékben kopnak, helyükből elmozdulhatnak. Előfordulhat, hogy a vágótűske és vágólap egymáshoz viszonyított helyzete megváltozik, a vágórés egyenlőtlen lesz.

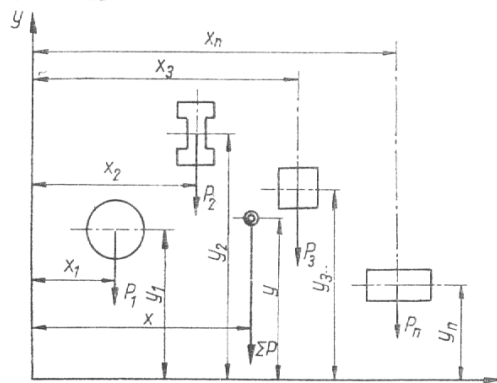
Szabályos alakú idomok kivágásakor a nyomásközéppont az idom középpontjába esik, a befogócsap helye tehát meghatározott. Szabálytalan idomok egyenkénti, továbbá sorozatszerszámokkal különböző alakú darabok egyidejű vágásakor a szerszám nyomásközéppontját az idom körvonalának súlypontja, illetve a szerszámmal egyszerre kivágott idomok vágóerőinek támadási pontja határozza meg.

A szerszám nyomásközéppontját számítással és szerkesztéssel határozhatjuk meg. Az eljárás alapja az ismert súlyponti tétel, mely szerint a hatóerők tetszőszerinti tengelyre vonatkoztatott nyomatékainak algebrai összege egyenlő az eredő ugyanerre a tengelyre vonatkoztatott nyomatékával.

A számítási eljárás menete, hogy meghatározzuk az egyes darabok kivágásához szükséges és az egyes

idomok súlypontjában működő erőket, valamint a súlypontok távolságát valamely tetszőleges felvett koordináta-rendszer tengelyeitől. A koordináta-rendszer tengelyeként célszerűen a vágólap két szomszédos oldalát választhatjuk.

Ha az egyes darabok kivágásához szükséges erők $P_1, P_2, \dots, P_n$, az idomok súlypontjainak a koordinátatengelyektől mért távolsága $x_1, x_2, \dots, x_n$, illetve $y_1, y_2, \dots, y_n$, az 0 nyomásközéppont koordinátái x, y , a súlyponti tétel értelmében (352. ábra):



352. ábra. Vázlat a nyomásközéppont kiszámításához

$$P_1x_1 + P_2x_2 + \dots + P_nx_n = (P_1 + P_2 + \dots + P_n) \cdot x,$$

$$P_1y_1 + P_2y_2 + \dots + P_ny_n = (P_1 + P_2 + \dots + P_n) \cdot y,$$

amiből a nyomásközéppont koordinátái:

$$x = \frac{P_1x_1 + P_2x_2 + \dots + P_nx_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i x_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

$$y = \frac{P_1y_1 + P_2y_2 + \dots + P_ny_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i y_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

Mivel a vágóerő arányos a kivágott darab kerületével, az erők helyett szokták a kerületeket is helyettesíteni.

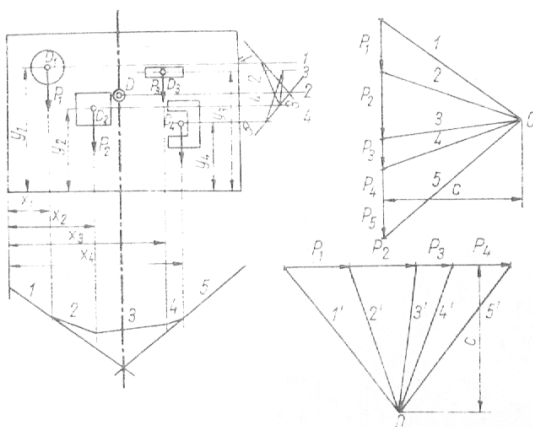
A nyomásközéppont szerkesztéses meghatározása lényegileg a számítási eljárás grafikus megoldása, vagyis több párhuzamos erőből álló erőrendszer eredőjének, illetve az eredő támadáspontjának megszerkesztése erő- és kötőpoligon segítségével.

A szerkesztés menetét a 353. ábrán mutatjuk be.

5. A vágóerő. A vágás munka- és teljesítményszüksége

A vágóművet az anyagot a tiszta nyíráshoz közel álló igénybevétellel terheli. Ha a szerszám párhuzamos élű, a vágóerő a nyírógénybevétel alapján egyszerűen kiszámítható

$$P = F \cdot \tau_0,$$



353. ábra. A nyomásközéppont grafikus meghatározása

összefüggéssel; F a vágott keresztmetszet, τ_0 a nyírószilárdság.

Ez csak közelítő számítás, mert a nyírószilárdságra, helyesebben a vágási ellenállásra számos tényezőnek jelentős hatása van, amit a képlet nem vesz tekintetbe.

A fontosabb tényezők, melyek a nyírószilárdságra hatással vannak:

a) A vágandó anyag minősége és méretei: a vágandó kerület alakja és méretei.

A lemeztavastagság növekedésével pl. a nyírószilárdság csökken. Minél kisebb a vágandó kerület, annál nagyobb τ_0 , a kerület bonyolultságával τ_0 nő.

b) A szerszám vágóelemeinek kivitele.

Optimális rés mellett a nyírószilárdság a legkisebb. Hengeres vágólappal τ_0 nagyobb, mint a kúpos vágólappal.

c) A vágás technológiai feltételei.

A vágósebesség növekedésével τ_0 nő. A vágóélek állapota is hatással van a nyírószilárdságra. Kopott vágóélek a nyírószilárdság növekedését vonják maguk után.

A fentiekben kívül az anyag és szerszám kenése, a súrlódás és más tényezők is hatással vannak τ_0 értékének alakulására.

A nyírószilárdság változását előidéző tényezők hatását pontosan nem ismerjük. Bonyolult, elméleti megfontolásokon alapuló számításokkal a fenti tényezők hatása megállapítható ugyan, de gyakorlati célokra jól megfelelő értéket kapunk, ha az anyagtól függő nyírószilárdsággal kiszámított vágóerőnek 1,1–1,3-szorosát tekintjük a vágáskor ténylegesen fellépő erőként.

Egyszerű számítással megbízható eredményhez jutunk, ha a nyírószilárdságot a vágási kísérleteknél mért erőből számítjuk ki, és

$$P_{\text{val}} = 1,1F \cdot \tau_0 \dots 1,3F \cdot \tau_0 = F \cdot \tau_{\text{val}}$$

összefüggéssel határozzuk meg a vágóerőt.

A fém nyírószilárdságát nagy megközelítéssel a szakítószilárdság 0,8-szeresére vehetjük fel: $\tau_0 = 0,8\sigma_B$. A kísérletileg megállapított valódi nyírószilárdsági értékeket a 28. táblázatban foglaltuk össze.

Ferde kérésű ollókkal a vágóerő lényegesen kisebb. Minél nagyobb a kések által bezárt szög, annál kisebb a vágóerő:

$$P = \frac{0,5s^2 \cdot \tau_0}{\lg \varphi}$$

s a lemeztavastagság, φ az ollók által bezárt szög.

Ferde vágóélű kivágó- és lyukasztószerszámokkal a vágóerő kiszámítása sokszor bonyolult feladat. Gyakorlati szempontból megfelelő értéket kapunk, ha

$$P = 0,6F \cdot \tau_{\text{val}} \dots 0,7F \cdot \tau_{\text{val}}$$

összefüggéssel számolunk, kisebb szöghöz 0,7, nagyobbhoz 0,6 tényező tartozik.

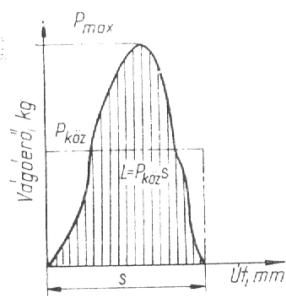
A vágáshoz szükséges munkát a vágóerőnek és a vágás útjának szorzataként kapjuk. Meghatározása, elméleti pontossággal, a vágóerő változása miatt nehézségekbe ütközik. A vágóerő a kezdő pillanatban nulla, majd hirtelen nő, legnagyobb értékét akkor éri el, amikor a nyírási repedések a teljes keresztmetszeten áthatolnak. Ettől kezdve az erő csökken, és a vágás végén ismét nulla. Ha a vágóerőt a vágótüske útjának függvényében ábrázoljuk, a 354. ábrán látható görbéhez jutunk. A görbe alatti terület adja a vágáshoz szükséges munkát. A munka meghatározásához tehát a közepes vágóerővel kellene számolnunk. Mi-

28. táblázat

Néhány fém és nem fém anyag valóságos nyírószilárdsága (τ_{val})

Anyag	Nyírószilárdság, kp/mm ²		Anyag	Nyírószilárdság, kp/mm ²	
	lágy	kemény		lágy	kemény
Ólom	2–3	—	0,6% C acél	55	72
Aluminium	4–6	8–10	0,8% C-acél	72	90
Al–Cu–Mg	20–22	28–30	1,0% C-acél	80	106
Al–Mg–Si	14–16	20–24	Rozsdamentes acél	52	56
Horgany	12	20	Gumi	0,6–1,0	
Sárgaréz	22–30	25–40	Papír	2,0–3,5	
Ón	18–22	22–30	Kemény papír	7	
Ónbron	32–40	40–60	Klingerit	4	
Alpakka	28–35	45–55	Műgyanta	2–3	
0,1% C-acél	25	32	Bőr	0,6–0,8	
0,2% C-acél	32	40	Celluloid	4,0–6	
0,3% C-acél	36	48	Keményfa	1,0–2	
0,4% C-acél	45	55	Puhafa	0,6	

vel az anyag vágási ellenállásával a legnagyobb vágóerőt határozzuk meg, a munkát az egyszerűség kedvéért korrekciós tényezővel számítjuk.



354. ábra. Vágóerő – túskeüt-diagram

A vágás útja elvileg a lemezvastagság. Mivel azonban a vágólap éle is behatol az anyagba, az anyag előbb szétválk, mielőtt a vágótuske megteszi a lemezvastagságnak megfelelő utat, és így a munka az elméletinél kisebb lesz. A vágási út csökkenésének hatását is a korrekciós tényező veszi számításba.

A fentiek figyelembevételével a vágás munkaszüksége

$$A = P \cdot s \cdot c.$$

P a vágóerő, s a lemezvastagság. A c korrekciós tényező értékére vonatkozólag pontos adataink nincsenek; értéke függ a lemez anyagának mechanikai tulajdonságaitól és a lemezvastagságtól. Minél nagyobb a lemezvastagság és minél nagyobb az anyag szakítószilárdsága, annál kisebb a korrekciós tényező értéke. Gyakorlati számításokhoz

2 mm-nél kisebb lemezvastagságig $c = 0,55 - 0,75$,
2–4 mm lemezvastagságig $c = 0,45 - 0,60$,
4 mm-nél nagyobb lemezvastagságra $c = 0,30 - 0,40$.

Szívós anyagokra a felső, keményre az alsó határhoz közel álló értékkel számolunk.

Ferde késű ollóval a vágás munkaszüksége:

$$A = Ph,$$

h az olló útja, $h = b \operatorname{tg} \varphi$; b a lemez szélessége, φ az ollók által bezárt szög.

A vágáshoz szükséges munka ismeretében a szükséges teljesítmény:

$$N = \frac{f \cdot A \cdot n}{60 \cdot 75 \cdot \eta} \text{ LE},$$

$f = 1,1 - 1,4$, a vágósebesség és egyéb tényezők hatását veszi figyelembe, n a sajtó percnkénti löket-száma, η a sajtó hatásfoka $= 0,5 - 0,7$.

A vágóerő, munka és teljesítmény meghatározása az alapja a vágásra alkalmas gép megválasztásának. A sajtókon feltüntetetik a gép által kifejtendő legnagyobb nyomóerőt, és ezzel adják meg a gép nagyságát is. A gép megválasztásakor a számított vágóerő kisebb legyen, mint a gép nyomóereje. Nem helyes azonban a gépet csak a vágóerő alapján megválasztani, hanem a vágáshoz szükséges munkát is figye-

lembe kell venni, mert azonos vágóerő mellett nagyobb vastagságú lemez vágásához nagyobb munka szükséges. A gép által teljesített munka a lendítőkerék kinetikai energiája és a megengedett fordulatszámcsökkenés ismeretében meghatározható. A számítás menete a „képlékeny alakítás gyakorlatok” c. jegyzetben található.

6. A gazdaságos anyagfelhasználás

A kivágott munkadarabok gyártási költségeinek jelentékeny része az anyagköltség. Nagysorozat- és tömeggyártásban az anyagköltség a gyártási költségek 60–70%-a, ami az eljárás nagy termelékenységével magyarázható. A bérköltség 5–15%-ra tehető.

Mivel a termelési költségek túlnyomó része anyagköltség, különös gondot kell fordítanunk az anyag gazdaságos felhasználására.

A lemezmegmunkáló műveletek alapanyaga a derékszögű négyszög alakú táblalemez és a tekercselt végtelen szalag. Az alapanyag alakjának megfelelően a munkadarab anyagszüksége bármilyen bonyolult alakú legyen is, a köréje írható derékszögű négyszög alakú anyagmennyiséggel jellemezhető. Minél jobban megközelíti a munkadarab alakja a derékszögű négyszöget, annál kedvezőbben alakul az anyagfelhasználás. Mivel a lemezsávból, illetve a szalagból egymás mellett több munkadarabot vágnak ki, a fenti megállapítás nem annyira az egyes munkadarabok alakjára, hanem az egymás mellé helyezésük során elérhető alakra vonatkozik.

A gyakorlatban derékszögű négyszög alakú munkadarab ritkán fordul elő, ezért adott alakú munkadarab esetén az anyagfelhasználás nagymértékben függ a darab elhelyezési módjától.

A gazdaságos anyagfelhasználás kérdése szorosan összefügg a helyes szerkesztéssel. A szerkesztőnek már a munkadarab tervezéskor olyan alakot kell választania, hogy az a lehető legegyszerűbben, a legkisebb anyagfelhasználással előállítható legyen, természetesen az egyéb szerkezeti és szilárdsági követelmények betartása mellett. Kerülje a csillag, kereszt, U és villa alakú alkatrészek tervezését, mert ezek csak nagy anyagvesztéssel állíthatók elő.

A vágóműveletek anyagvesztése két fő részből tevődik össze.

1. Alakvesztés, oka, hogy a munkadarab alakja eltér a derékszögű négyszögtől.

2. A szél- és hídvesztés, abból származik, hogy a munkadarab leválasztásakor a lemezsáv, illetve a szalag szélein és az egymás melletti munkadarabok között bizonyos anyagmennyiséget, hidat kell hagyni, ami hulladékot jelent.

Táblalemez feldolgozásakor az alak- szél- és hídvesztéshez hozzájárul még a lemezmeret- és alakvesztés. A lemezmeret-vesztés oka, hogy a vágáshoz szükséges sáv szélességi mérete a lemeztábla egyik fő méretében sem foglalhatik maradék nélkül, az alakvesztés pedig akkor lép fel, ha a lemez alakja a szabályos derékszögű négyszögtől eltér.

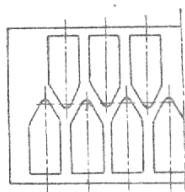
Alakvesztés van minden munkadarabnál, melynek alakja a derékszögű négyszögtől eltér.

Az alakvesztés a munkadarabnak ésszerű elhelyezésével csökkenthető, esetleg teljesen ki is küszöbölhető.

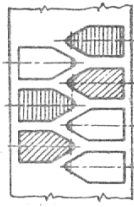
A legkedvezőbb elhelyezési mód elméleti meghatározása bonyolult, sokszor megoldhatatlan feladat. Ezért a legkisebb anyagfelhasználással járó elhelyezést a legcélszerűbb kísérleti úton meghatározni. Papírból kivágjuk a mintadarab több (három – négy) sablonját, és ezek egymás mellé helyezésével keressük meg a leggazdaságosabb anyagfelhasználással járó elhelyezést.

Az alakvesztés csökkentésére többféle módszer van. A fordításos vágás, lényege, hogy a munkadarabot két sorban egymáshoz képest eltoltt tengellyel helyezzük el; a szalagot a szerszámon kétszer vezetjük át. A második átvezetés 180°-os fordítással történik (355. ábra).

A két vágótűskés szerszám nemcsak az anyagfelhasználást javítja, hanem növeli a termelékenységet is (356. ábra), mert a gép egy löketére két munka-



355. ábra. A munkadarab elhelyezése fordításos kivágáshoz



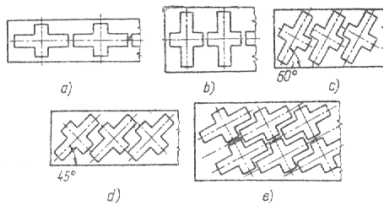
356. ábra. Kétsoros kivágás két tűskével

darab készül. Az anyag és a szerszám igénybevételek csökkentésére a két vágótűskét egy osztással eltolva működtetjük.

A munkadarabnak a lemezszárv vagy szalag tengelyével bezárt elhelyezési szögének alkalmas megválasztása az alakvesztést lényegesen csökkenti.

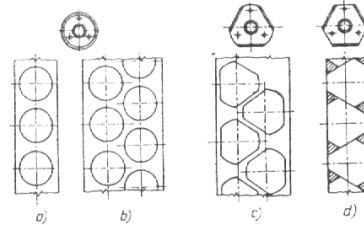
Kereszt alakú munkadarabot hossz tengelyével a sáv hossz tengelye vagy arra merőleges irányban elhelyezve az anyagfelhasználás kedvezőtlen (357a-b ábra), 60°-os elhelyezés 15%-os (357c ábra), 45°-os elhelyezés további 15%-os (357d ábra) anyagmegtakarítást eredményez. Ha még a legkedvezőbb szögű elhelyezés mellett kétsorososan vágunk, további 15%-os javulás mutatkozik (357b ábra). Már ebből az egy példából kitűnik, hogy az alakvesztés csökkentése lényeges, példánkban 45% anyagmegtakarítással jár.

Gyakran lényeges anyagmegtakarítást eredményez



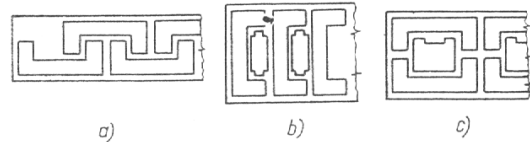
357. ábra. Kereszt alakú munkadarab elhelyezési lehetőségei

a munkadarab alakjának célszerű megváltoztatása. A 358a ábra szerint egysoros elhelyezéssel kivágott kör alakú alátét tárcsa kétsoros kivágása csak 5%-os anyagmegtakarítást eredményez (358b ábra). Ezzel szemben, ha az alakját megváltoztatjuk és körvonalát részben egyenesekkel, részben körívvel alakítjuk ki, 20%-os (358c ábra), csak egyenesekkel kialakított körvonal esetén 32%-os anyagmegtakarítást érünk el (358d ábra).



358. ábra. Anyagfelhasználás javítása az alak megváltoztatásával

Ha az anyagihasználat a munkadarab elhelyezésével csak kismértékben javítható, alakját konstrukciós, szilárdsági vagy egyéb más ok miatt nem változtathatjuk meg, úgy helyezzük el, hogy a leeső hulladék más célra felhasználható legyen (359. ábra).



359. ábra. Anyagkihozatal javítása a hulladék felhasználásával

A 359a ábra vázlata szerint az U alakú munkadarab csak nagy anyagvesztéssel vágható ki, a 359b-c ábra vázlata szerint az anyagvesztés még nagyobb lenne, de a hulladék felhasználásával az anyagkihozatal javul.

Gyűrű alakú munkadarabok kivágásakor a kieső, kör alakú hulladék előnyösen felhasználható kisebb átmérőjű gyűrű előállítására.

A lemezszárvon vagy a szalagon egymás mellett elhelyezett munkadarabok körvonalai nem érintkezhetnek, hanem köztük és a lemezszárv széle között megfelelő szélességű anyagot, hidat kell hagyni. A hid elsősorban azért szükséges, hogy a munkadarab geometriai alakját és a vágásfelület megfelelő minőségét biztosítsuk. Hid nélkül a vágótűske a lemezt a vágólap nyílásába húzza be, a munkadarab alakja hibás, a vágási felület sorjás lesz.

A hid anyagvesztés, tehát arra kell törekedni, hogy szélessége a lehető legkisebb legyen. A hid szélességi méretét azonban nem választhatjuk tetszőlegesen. Vágás közben a hid biztosítja a lemezszárv megfelelő merevségét és szilárdságát, hogy adagolás közben ne vetemedjék, el ne szakadjon. Megakadályozza az anyag behúzódnak a vágólapba, biztosítja a mun-

A hulladékhíd tájékoztató értékei, mm-ben

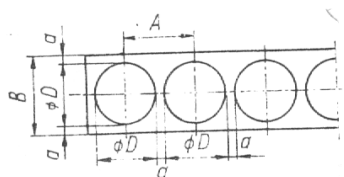
Lemezsáv- vastagság, mm	Sávszélesség, mm							
	10	50	100	150	250	350	500	1000
0,10	1,2	—	—	—	—	—	—	—
0,20	1,2	1,5	1,8	—	—	—	—	—
0,30	1,3	1,7	2,4	2,9	3,3	—	—	—
0,40	1,4	1,8	2,6	3,1	3,5	—	—	—
0,50	1,5	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5	—	—
0,75	1,2	1,7	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	—
1,00	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	6,0
1,25	1,4	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,3	6,0
1,50	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	6,5
1,75	1,8	2,2	2,7	3,2	3,7	4,2	4,7	6,7
2,00	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	7,0
2,25	2,0	2,8	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	7,2
2,50	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	7,5
2,75	2,0	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	7,7
3,00	2,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	8,0
3,50	2,5	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,5	8,0
4,00	2,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0
4,50	3,0	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	7,0	8,5
5,00	3,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	9,0
6,00	3,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,5
7,00	4,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0
8,00	5,0	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
9,00	6,0	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
10,00	7,0	8,0	8,5	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0

kadarab teljes körvonalának pontos kialakítását még akkor is, ha az adagolás nem elég pontos.

A híd nagysága hatással van a szerszám élettartamára is. Ha a híd szélessége a megengedettnél kisebb, a szerszám élettartama, a híd anyagának behúzó-dása miatt, lényegesen csökken. Tapasztalat szerint a helyesen megválasztott hídszélességgel dolgozó szerszámok élettartama 50%-kal nagyobb, mint a híd nélkül működőké.

A híd nagysága elsősorban az anyag minőségétől, a lemezvastagságtól, a munkadarab alakjától és méreteitől, illetve a lemezsáv szélességétől, az adagolás módjától függ. A jól bevált tájékoztató adatokat a 29. táblázatban foglaltuk össze.

Kör alakú munkadarabok legegyszerűbb elhelyezési módja az egysoros elrendezés (360. ábra). Ez az



360. ábra. Kör alakú munkadarab egysoros elhelyezése

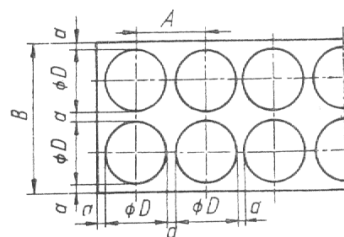
elhelyezés gazdaságtalan. Az ábra jelölései alapján feltételezve, hogy a szélráhagyás és a hídszélesség egyenlő, a D átmérőjű kör kivágásához:

$$B = D + 2a$$

szélességű sávra van szükség, az eltolás

$$A = D + a.$$

Javul az anyagkihasználás, ha két vagy több, azonos elrendezésű, párhuzamos sorban helyezük el a munkadarabot (361. ábra). Ebben az esetben az előbbi



361. ábra. Kör alakú munkadarab kétsoros elhelyezése

feltételt megtartva változatlan eltolás mellett a szükséges sávszélesség két darab kivágásához

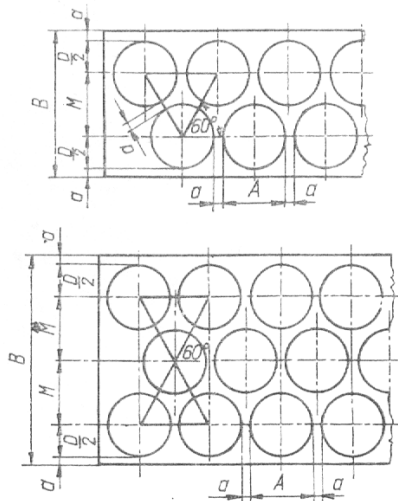
$$B = 2D + 3a,$$

ami egy hídszélességnek megfelelő anyagmegtakarítást jelent.

Minél több a sávok száma, annál jobb az anyagkihasználás, mert a szélráhagyás több munkadarabra oszlik meg.

Lényegesen kedvezőbb az anyagfelhasználás alakulása, ha az egymás mellett elhelyezett két vagy több sorban a körök középpontjait soronként fél osztással eltoljuk. A középpont eltolásával, azonos hídszélesség mellett a szükséges sávszélesség csökken. A középpontok eltolása fél osztással azt eredményezi, hogy bármely három szomszédos kör középpontjai egyenlő oldalú háromszög csúcsaiba esnek. A többsoros elrendezés mellett annyi kivágótűskére van szükség,

ahány soros az elhelyezés. A 362. ábra két- és háromsoros elrendezést mutat. Az ábra jelölései alapján a sáv szélesség, az előtolás és az anyagkihasználás tényezője egyszerűen meghatározható.



362. ábra. Kör alakú munkadarab két- és háromsoros elhelyezése fél osztással eltolva

Minél többsoros az elrendezés, annál kedvezőbb az anyagkihasználás, de annál bonyolultabb a szerszám. A szerszám bonyolultsága miatt a gyakorlatban legfeljebb 9-soros kivágást alkalmazunk, de a leggyakoribb a 2–4-soros elrendezés.

7. Pontossági vágás (borotválás, repasszálás)

A kivágó- és lyukasztóműveletekkel elérhető méretpontosság, a vágási felület minősége, sok esetben nem felel meg a munkadarabban szomszoros támasztott követelményeknek. Az anyagban fellépő feszültségek hatására a munkadarab többé-kevésbé meghajlik, a vágási felület a nyírási repedések következtében durva, a szélek sorjásak, a darab felülete nem merőleges a vágási felületre stb.

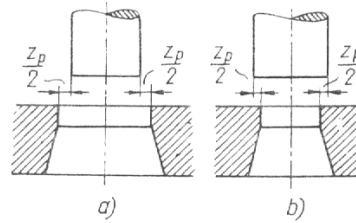
A fenti jelenségek főleg 0,5 mm-nél nagyobb vastagságú munkadarabokon még a leg gondosabban szerkesztett szerszám és a vágás körülményeinek legkevesebb megválasztása mellett is fellépnek. Ezek a hibák nem engedhetők meg az olyan munkadarabokon, melyeknek vágási felületét a további megmunkáláshoz bázisfelületként használják. Erre a célra tiszta, sima vágási felület szükséges.

Nagysorozat- és tömeggyártásban a munkadarabban szemben támasztott pontossági és minőségi követelmények a pontossági vágással borotválással elégíthetők ki.

A pontossági vágás a szokásos vágóműveletekkel szemben forgácsleválasztással alakít.

Mind a kivágott munkadarab külső, mind a kivágott lyuk belsővágási felülete megmunkálható pontossági vágással.

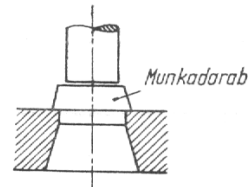
A pontossági vágószerszám készülhet pozitív vágórészel, amikor a szokásos módon a vágótűske méretei kisebbek, mint a vágólapé (363a ábra). Készülhet negatív vágórészel, amikor a vágótűske méretei nagyobbak, mint a vágólap méretei (363b ábra).



363. ábra. Pontossági vágás elve

A pozitív vágórész nagysága $z_{\text{pont}} = 0,02 - 0,05$ mm.

A kivágással előállított munkadarab bázisfelületeinek mérete a vágórész miatt nem egyenlő: a vágótűske felé eső bázislap méretei a vágótűske, a vágólap felé eső pedig a vágólap méreteivel egyeznek. Pontossági vágáshoz a munkadarabot a vágáskor kialakult nagyobb bázislapjával helyezzük a vágólapra (364. ábra).



364. ábra. A munkadarab helyzete pontossági vágáshoz

A munkadarab pontosságának és minőségének biztosítására azonban nem elégedhetünk meg csak a vágórésznek megfelelő ráhagyással, hanem ezt növelni is kell.

Az oldalankénti ráhagyás mértékére vonatkozó tájékoztató adatokat a 30. táblázatban foglaltuk össze.

30. táblázat

Pontossági vágáshoz a ráhagyás tájékoztató értékei

A munkadarab vastagsága, mm	Ráhagyás, mm					
	lágyacél, sárgaréz		közepkemény acél		kemény acél	
	legkisebb	legnagyobb	legkisebb	legnagyobb	legkisebb	legnagyobb
0,5–1,5	0,10	0,15	0,15	0,20	0,15	0,25
1,6–3,0	0,15	0,20	0,20	0,25	0,20	0,30
3,0–4,0	0,20	0,25	0,25	0,30	0,25	0,35
4,0–5,5	0,25	0,30	0,30	0,35	0,30	0,40

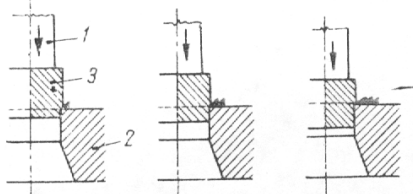
A 30. táblázatban közölt ráhagyás oldalanként értendő, tehát kör alakú munkadarabon a rádiuszt növeljük a ráadással.

Hogy a vágási felület sima, tiszta legyen, a vágólap munkafelületét $h = 6 - 8$ mm szélességben hengerre készítik.

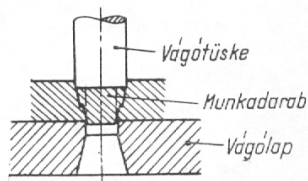
A pontossági vágás menetét a 365. ábra szemlélteti. Az 1 vágótűske nyomása következtében a 2 vágólapra helyezett 3 munkadarabba a vágólap éle behatol, és

a munkadarabról a teljes ráhagyás mértékének megfelelő vastagságú forgácsot leválasztja.

Újabban mindinkább tért hódít a negatív vágórésű pontossági vágás, amikor a vágótüske méretei nagyobbak a vágólapéinál. Ez esetben a vágótüske alsó holtponthelyzetében a vágólap felett 0,2–0,5 mm-re megáll. A művelet első fázisában a vágótüske kivágja



365. ábra. A pontossági vágás lefolyása



366. ábra. Negatív résű pontossági vágás elve

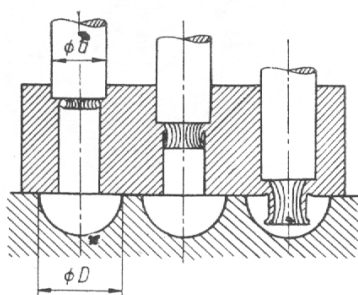
a ráhagyással megnövelt munkadarabot, a második fázisában a darabot a vágólap nyílásába nyomja (366. ábra). A munkadarabot a vágólap nyílásán a következő munkadarabbal nyomja át.

A pontossági vágás erőszükséglete

$$P_{\text{pont}} = k(\Delta + 0,2s)\tau_0$$

összefüggéssel számítható ki; k a munkadarab kerület, $\Delta = z + y$ az összes ráhagyás, s a munkadarab vastagsága, τ_0 a nyírószilárdság.

Lyukat pontos méretre olyan szerszámmal alakítunk, amelynek szoros értelemben vett vágólapja nincs. A vágólapot egyszerű, furattal ellátott lemez helyettesíti, amely az alakításban nem vesz részt, csak a munkadarab alátámasztására való. A furat átmérője a lyuk átmérőjének 1,5-szerese: $D = 1,5d$. Lyukak borotválásakor a forgácsképződés folyamata megegyezik a kivágott darabok pontossági vágásakor lejátszódó folyamattal. A gyűrűs elemekből álló, forgástest alakú forgács keletkezésének egyes fázisait a 367. ábrán szemléltetjük.



367. ábra. Lyuk pontossági vágása

A lyuk borotválásához a megmunkálási ráhagyás elsősorban az anyagtól és a munkadarab vastagsától függ. 3,5 mm vastagságig a ráhagyás $\Delta = 0,1 - 0,2$ mm.

Lyuk pontossági vágásához a munkadarabot lekerékített részével helyezzük alátétlemezre.

A borotválószerszám tervezésekor figyelembe kell venni a munkadarab rugalmas alakváltozását. Ezért a borotválótüske átmérőjét a rugalmas alakváltozás mértékével meg kell növelni. A rugalmas alakváltozás mértékét megközelítőleg alumíniumra 0,005–0,01 mm, sárgarézre 0,007–0,012 mm, lágyacélra 0,008–0,015 mm-re vehetjük fel.

Lyukak borotválással elérhető méretpontossága 0,01–0,03 mm. A lyuk fala a pontossági vágás után köszörült felületnek látszik, szabad szemmel nem látható megmunkálási nyomokkal.

A pontossági vágás szerszámai szerkezetileg megegyeznek a szokásos kivágó- és lyukasztószerszámokkal. A munkadarabot különleges berendezéssel adagolják.

Az adagolóberendezés típusától függően megkülönböztetünk forgó- és toló adagolókeretes, valamint rögzített adagoló berendezésű borotválószerszámot.

8. Vágás gumiszerszámmal

A vágóművelet akkor gazdaságos, ha a készítendő darabszám nagy, s a vágószerszám költségeinek egy munkadarabra eső része kicsi. Kis számú darab vágásakor az egy munkadarabra eső szerszámköltség nagy, és így a gyártás nem gazdaságos.

Vékony lemezeket gazdaságosan vághatnak gumiszerszámmal. Gumival vágható az acéllemez 1 mm, az alumínium lemez pedig 1,5 mm vastagságig. Kivágáshoz a vágótüsket acéllemez, a vágólapot gumipárna helyettesíti, lyukasztáskor a vágótüske gumí, a vágólap acél.

A gumiszerszám szerkezete egyszerű, elkészítése könnyű és kis költséggel jár. Hátránya azonban, hogy nagy a hulladék, a vágási felület minősége gyenge, a kivágott munkadarab méretpontossága korlátozott.

Kivágáshoz a gumit vagy szabadon használjuk, vagy acélköpenybe foglaljuk. Köpenybe foglalt gumival a vágás menetét a 368. ábrán mutatjuk be: az 1. alaplapon rögzítjük a 2. lemezsablont, melynek körvonalát a kivágandó munkadarab körvonalának megfelelően alakítjuk ki. A 2. sablonra helyezzük az 5. munkadarabot (368a ábra). A sajtó nyomószánjának előhaladásával a 4. burkolatba foglalt 3. gumí a lemeznek a sablonon túlnyúló részeit lehajlítja, és az alaplaphoz szorítja (368b ábra), majd a nyomószán további előhaladásával a lehajlított lemezszeleket leválasztja (368c ábra).

A sablonlemez vastagsága a lemezvastagságtól függően 6–15 mm, a gumipárna vastagsága 4–5-szöröse a sablon vastagságának. A sablonlemez vágóövét 1 mm szélességben hengeresre készítik, amelyhez $\alpha = 8 - 12^\circ$ -os dőlésű rész tartozik.

A lyukasztás menetét a 369. ábra szemlélteti.