

OSNOVE MAŠINSKIH TEHNOLOGIJA 2

TEHNOLOGIJA PLASTIČNOG
DEFORMISANJA

Kovanje

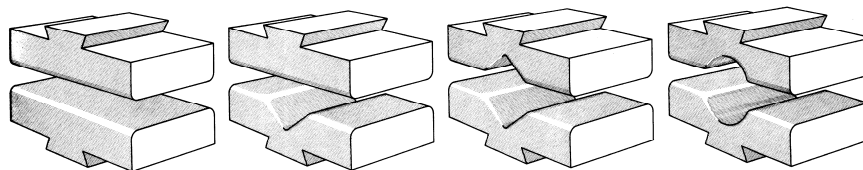
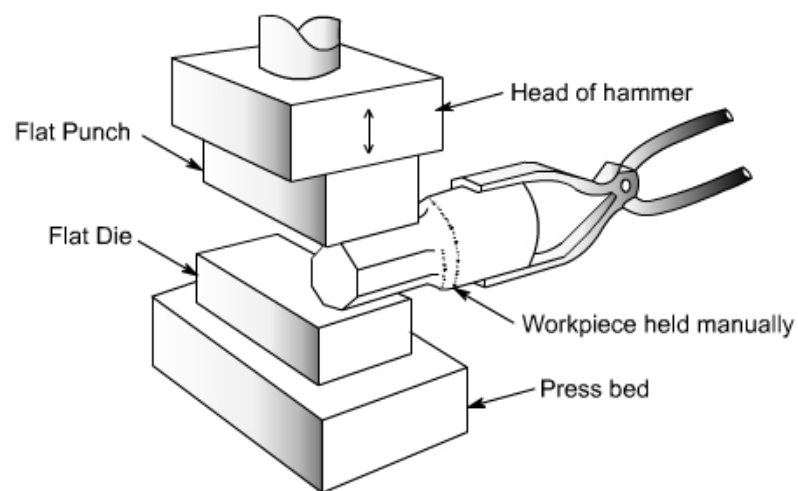
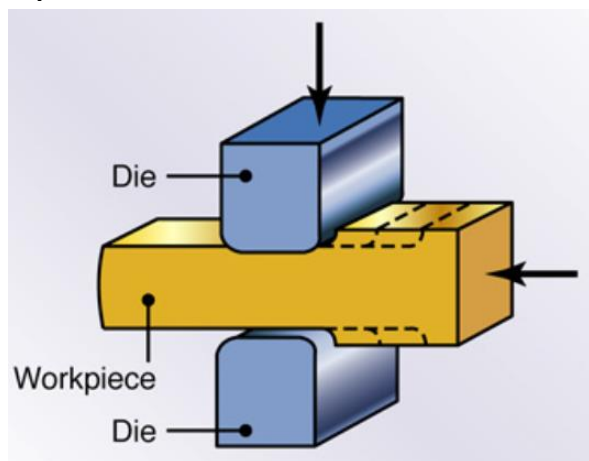
Kovanje je postupak plastičnog deformisanja metala između dva međusobno pokretna dela alata, pri čemu se materijal izlaže pritisnim i zateznim naponima i to impulsnim (udarnim) putem.

Kovanje je jedna od najstarijih obrada metala i izvodi se na toplo.

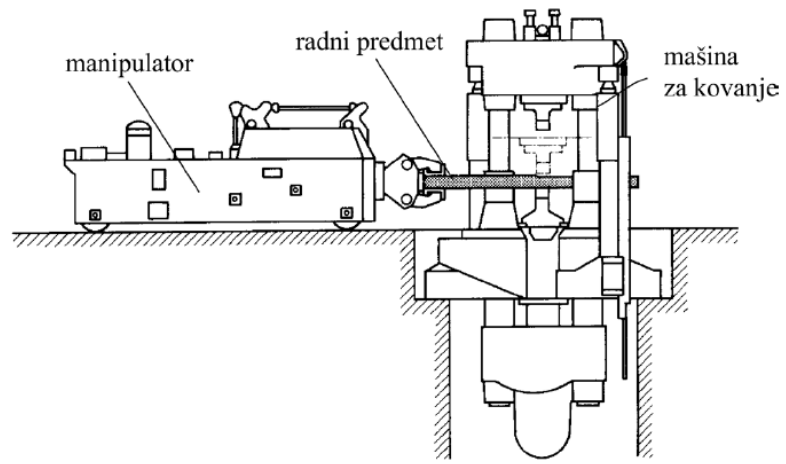
Postoje dve vrste kovanja:

- Slobodno kovanje i
- Kovanje u kalupu.

Slobodno kovanje je obrada pomoću univerzalnih alata čija je osnovna karakteristika da ne moraju imati oblik koji odgovara obliku obratka. Oblikovanje se najčešće obavlja uz upotrebu većeg broja udaraca. Kod delova manjih dimenzija manipulisanje izvodi radnik pomoću ručnog alata dok se kod većih delova koristi poseban uređaj – manipulator.



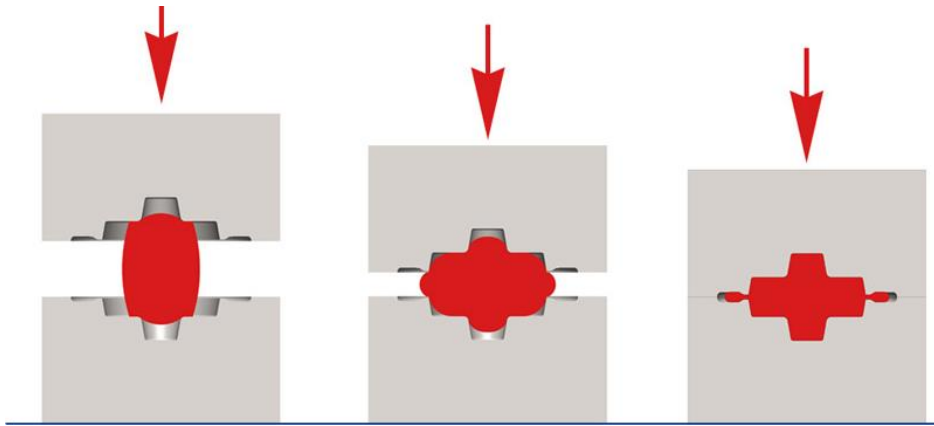
Slobodno kovanje delova večih dimenzija



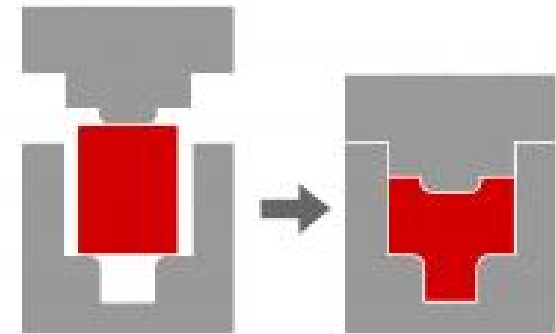
Alat za kovanje naziva se kalup. Šupljina u kalupu (alatu) naziva se gravura i odgovara obliku otkovka.

Kovanje u kalupu može biti:

- Kovanje u otvorenom kalupu (otkovak ima venac - srh) i
- Kovanje u zatvorenom kalupu (otkovak bez venca - srha).



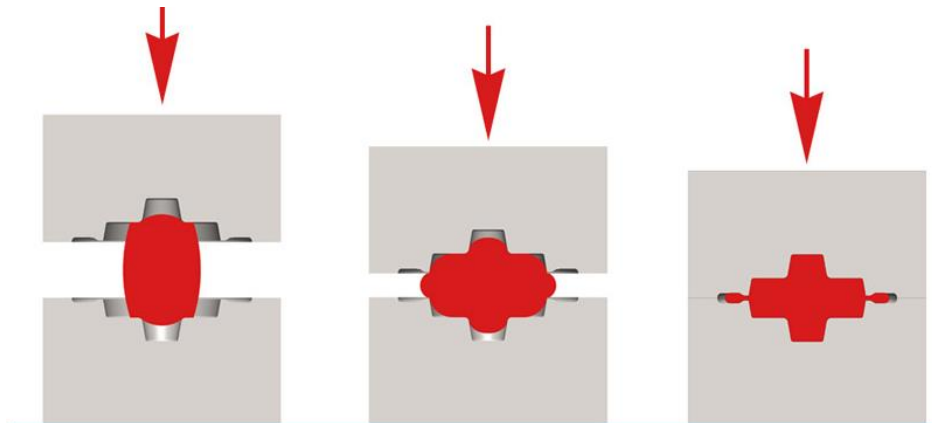
Kovanje u otvorenom kalupu



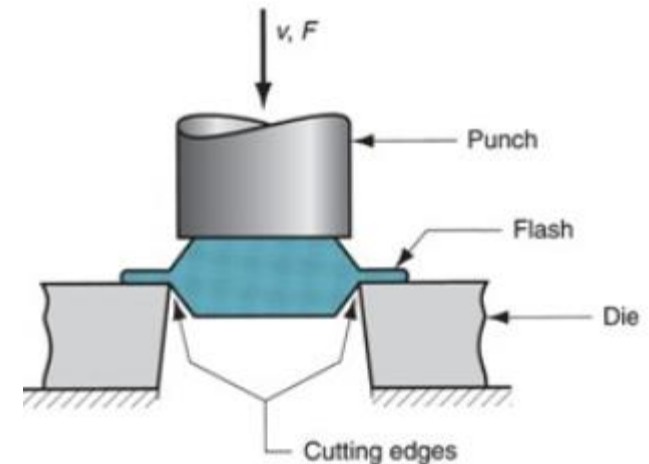
Kovanje u zatvorenom kalupu

Kod **kovanja u otvorenom kalupu** zapremina pripreмка je veća od zapremine otkovka koji treba da se dobije. Zbog toga u kalupu pored gravure postoji i kanal u koji ističe višak materijala i na taj način se formira venac – SRH.

Zbog formiranja srha nakon operacije kovanja uvek je potrebno opseći taj višak materijala, pa je potrebna još jedna dodatna operacija.

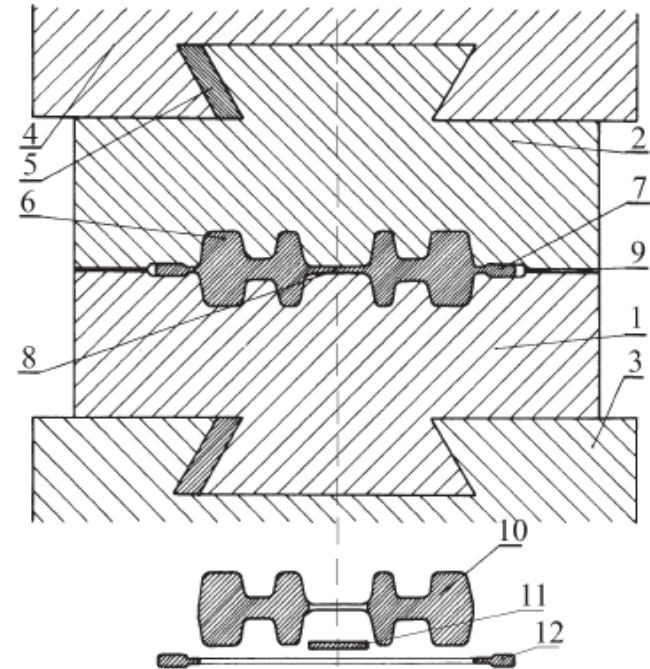
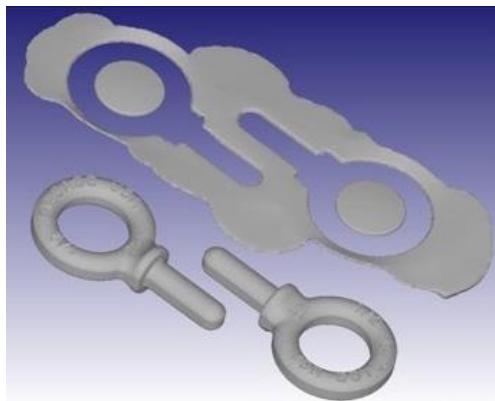


Kovanje u otvorenom kalupu



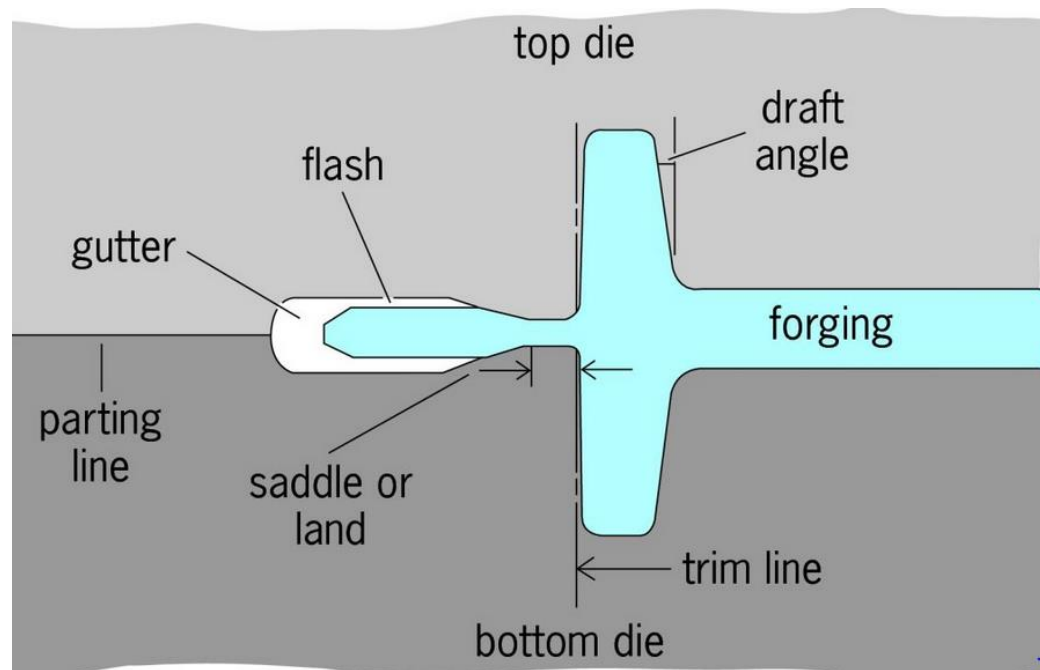
Opsecanje srha

Kovanje u otvorenom kalupu



- | | |
|---|---|
| 1 – donji deo kalupa | 6 – otkovak |
| 2 – gornji deo kalupa | 7 – spoljni srh (venac) |
| 3 – nosač donjeg dela kalupa (nakovanj) | 8 – unutrašnji srh |
| 4 – nosač gornjeg dela kalupa (malj) | 9 – podeona ravan |
| 5 – klin za učvršćivanje alata | 10 – otkovak izvan kalupa nakon obrezivanja |
| | 11 – 12 – otpad |

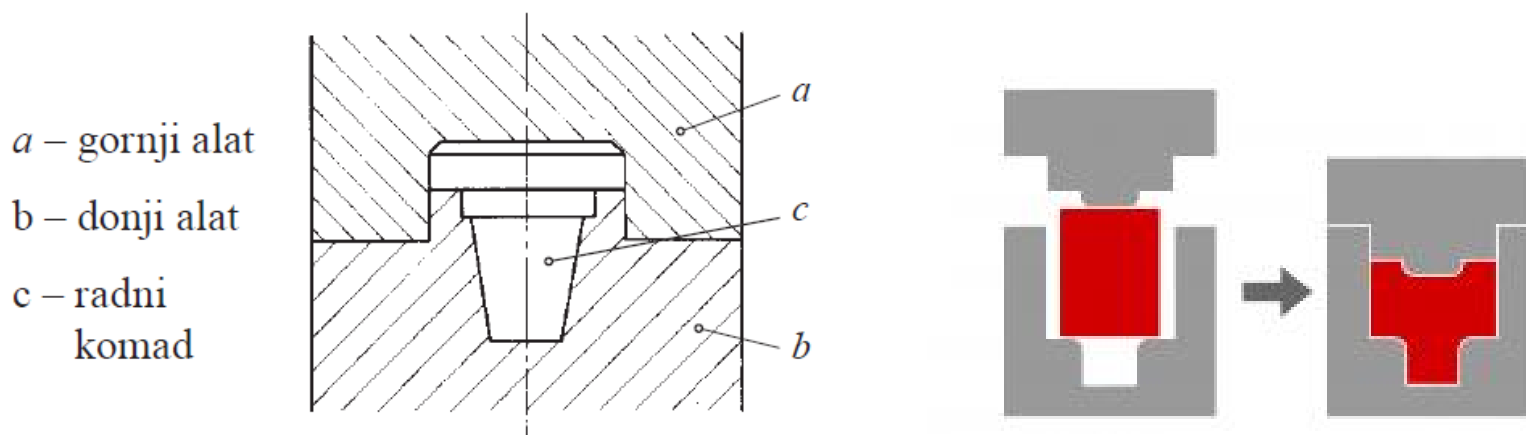
Kanal za srh i formiranje srha



Kovanje u zatvorenom kalupu

Specijalna vrsta kovanja je kovanje u zatvorenom kalupu. U ovoj vrsti kovanja nema viška materijala i zapremina gravure odgovara zapremini otkovka. Izračunavanje dimenzija i izrada priprema u ovoj vrsti kovanja mora biti veoma tačno.

Netačnost u zapremini priprema dovodi ili do nekompletnog ispunjavanja kalupa (ako je zapremina priprema manja od potrebne) ili do preopterećenja i eventualnog loma alata (ako je zapremina priprema veća od potrebne).



Kovanje u zatvorenom kalupu

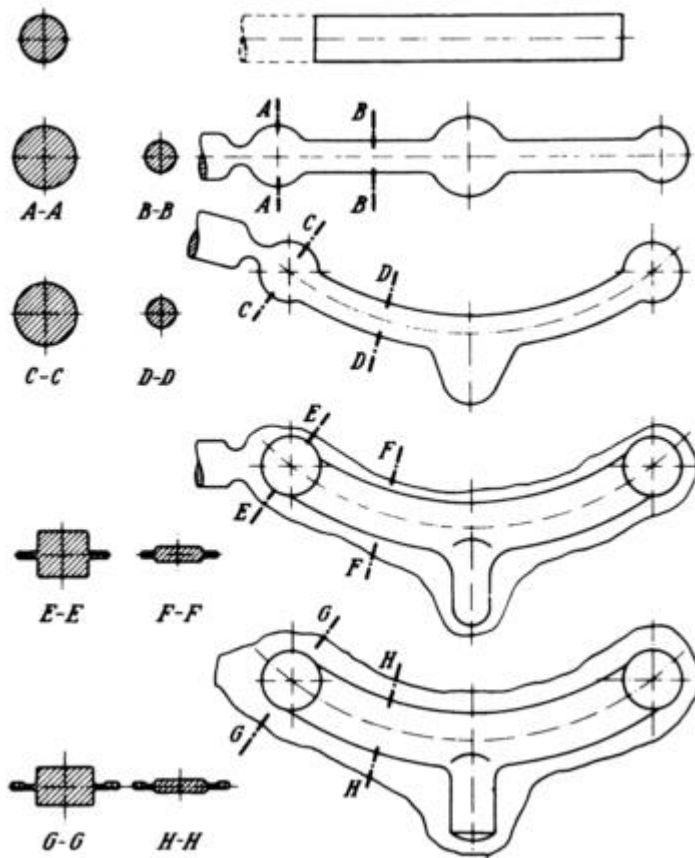
PRIPREMNO I ZAVRŠNO KOVANJE KOD KOVANJA U OTVORENOM KALUPU

Kod kovanja u otvorenom kalupu priprema se postepeno, kroz nekoliko operacija oblikuje do konačnog oblika otkovka.

Osim definisanja oblika priprema, potrebno je odrediti međuoblike i završni oblik – oblik otkovka.

U operacije pripremnog kovanja spadaju:

- Raspored mase materijala po dužini glavne ose otkovka,
- Savijanje,
- Predoblikovanje poprečnog preseka.



Pripremak

Pripremno kovanje radi rasporeda mase materijala

Pripremno kovanje savijanjem

Predoblikovanje poprečnog preseka

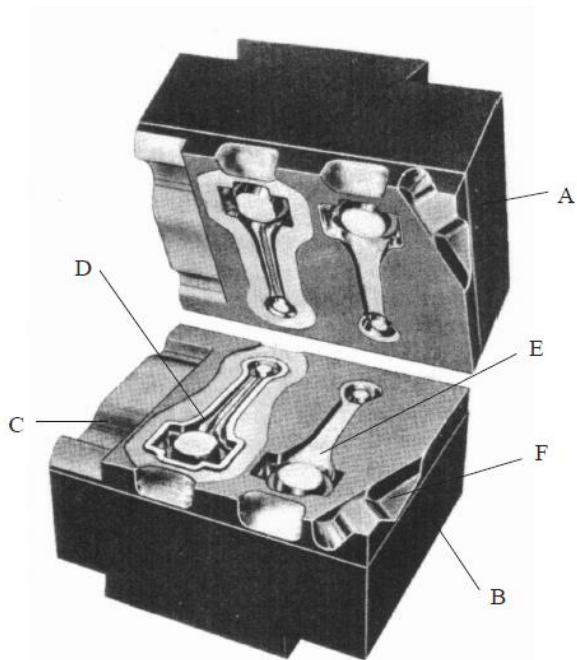
Završno kovanje

Alat za kovanje

Gravure za pripremno kovanje služe da se oblik polaznog dela (priprema) približi obliku završnog dela (savijanje, promena poprečnog preseka itd.)

U **prethodnoj gravuri** otkovak se priprema za završno kovanje (završnu gravuru) i oblik ove gravure je sličan obliku završne gravure. Razlika postoji u radijusima, nagibima i ostalim elementima konstrukcije gravure.

U **završnoj gravuri** se dobija finalni otkovak i ona predstavlja negativ finalnog otkovka u toplom stanju.



A – gornji kalup
 B – donji kalup
 C – pripravna gravura
 D – završna gravura
 E – prehodna gravura
 F – pripravna gravura



1 – polufabrikat
 2 – pripravno kovanje
 3 – prehodno kovanje
 4 – gotov otkovak pre odsecanja venca
 (završno kovanje)
 5 – gotov otkovak posle odsecanja
 venca

Mašine za kovanje

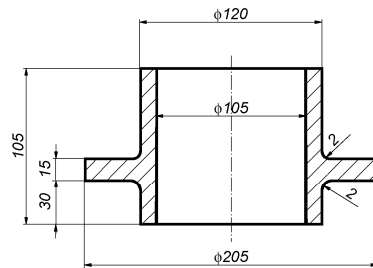
Kovanje se izvodi na mehaničkim i hidrauličnim presama i čekićima.

Mehaničke prese koje se koriste za kovanje u kalupu mogu biti krivajne i zavojne.

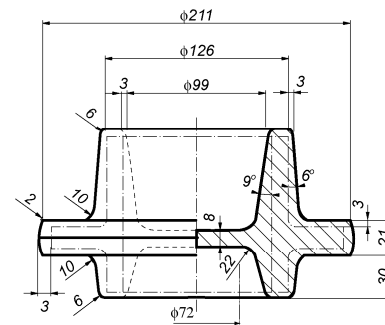
Čekići se koriste za kovanje najsloženijih otkovaka. Prema vrsti pogona oni mogu biti: parovazdušni, vazdušni, hidraulični i mehanički.

Konstrukcija otkovka

Otkovak ima različite dimenzije i oblik od završnog oblika dela. Po pravilu, završni oblik se dobija naknadnom obradom otkovaka skidanjem strugotine. Na osnovu crteža završnog oblika dela konstruiše se otkovak iz koga će se taj deo dobiti.



Gotov deo



Otkovak

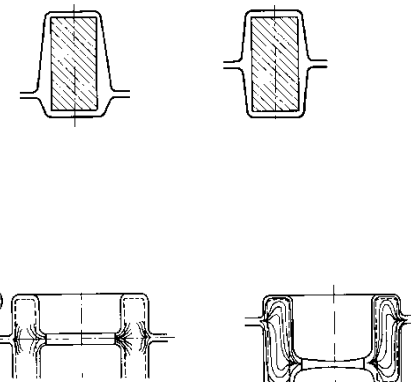
Glavni elementi konstrukcije otkovka su:

- podeona ravan
- dodaci za naknadnu obradu
- kovački nagibi
- radijusi
- minimalne debljine kovanja - dodaci za obradu
- tolerancije izrade otkovka

Podeona ravan je ravan na kojoj se sastaju gornji i donji kalup. Položaj podeone ravni utiče na konstrukciju alata za kovanje i za opsecanje srha, kao i na iskorišćenje materijala.

Neke od preporuka za definisanje položaja podeone ravni su:

- Podeona ravan može da bude neka od ravni simetrije otkovka,
- Zbog manjeg gubitka materijala bilo bi dobro da podeona ravan deli otkovak na približno dva ista dela,
- Podeona ravan treba da bude tako postavljena da konstrukcija alata za kovanje i opsecanje bude što jednostavnija,
- Treba težiti da se oblikovanje materijala više izvodi sabijanjem, a ne istiskivanjem itd.



Dodaci za naknadnu obradu predviđaju se na površinama dela koje se nakon kovanja obrađuju nekom od metoda skidanja strugotine.

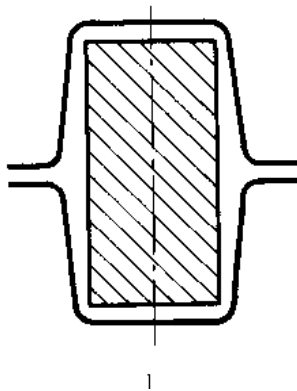
Ovi dodaci su neophodni kako bi se na tim površinama postigla tačnost dimenzija i kvalitet obrađene površine i kako bi se eliminisao razugljeničeni sloj koji takođe sadrži mikropukotine i druge netačnosti.

Dodaci za naknadnu obradu određuju se na osnovu dimenzija dela i vrste mašine na kojoj se izvodi kovanje, ali ne bi trebali da budu manji od 1,5 mm.

Dodaci za naknadnu obradu na otkovku				
Najve a -irina b ili d [mm]	Kovački čekići			
	Najve a visina h_1 ili dužina na obra enom mestu [mm]			
	< 63	63 ó 160	160 ó 400	400 ó 1000
< 25	1,5	1,5	1,5	2
25 ó 40	1,5	1,5	1,5	2
40 ó 63	1,5	1,5	2	2,5
63 ó 100	1,5	2	2,5	3
100 ó 160	2	2,5	3	3,5
160 ó 250	2,5	3	3,5	4
Prese i horizontalne kovačke mašine				
	Najve a visina h_1 ili dužina na obra enom mestu [mm]			
	< 63	63 ó 160	160 ó 400	400 ó 1000
< 25	1,5	1,5	1,5	1,5
25 ó 40	1,5	1,5	1,5	1,5
40 ó 63	1,5	1,5	1,5	1,5
63 ó 100	1,5	1,5	2	2
100 ó 160	1,5	2	2,5	2,5
160 ó 250	2	2,5	3	3

Kovački nagibi izvode se na svim spoljnim i unutrašnjim površinama otkovka koje su paralelne pravcu kretanja alata radi lakšeg vađenja otkovka iz kalupa nakon operacije kovanja. U kovačkim gravurama nema vertikalno postavljenih površina. Nagibi počinju od podeone ravni, tj. na njoj menjaju pravac (gornji i donji kalup).

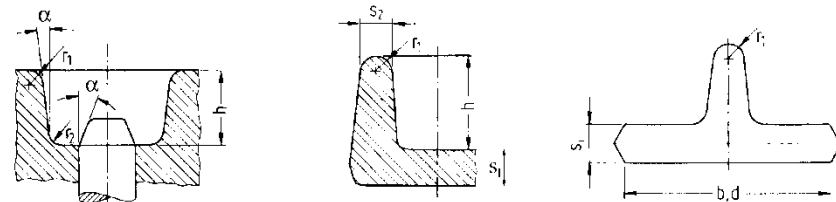
Veličine kovačkih nagiba su standardizovane i date tabelarno. Ukoliko su kovački nagibi veliki, otkovak se sigurno neće oštetiti prilikom vađenja iz kalupa, ali je u tom slučaju potrošnja materijala veća. Ukoliko su nagibi suviše mali, štedi se materijal, ali postoji opasnost da se otkovak zaglavi i ošteti prilikom vađenja iz kalupa.



Veličine kovačkih nagiba				
Mašine za kovanje	Spoljašnje površine		Unutrašnje površine	
	Ugao α°	Primena	Ugao	Primena
eki i	9	visoke	9	normalne
	6	normalne	6	kratke
	3	kratke		
Prese	6	kratke	9	duge
	3	normalne	6	normalne
	1	sa izbaciva em	3	sa izbaciva em
Horizontalne kovačke mašine	3	u tiska u	3	normalne
	1	normalne		
	0	posebne	1	kratke

Radijusi zaobljenja se predviđaju zbog olakšavanja tečenja materijala prilikom kovanja ali i zbog izbegavanja koncentracije napona u alatu. Na taj način se smanjuje i opterećenje alata i produžava njegova trajnost. Radijusi zbog toga treba da budu što veći.

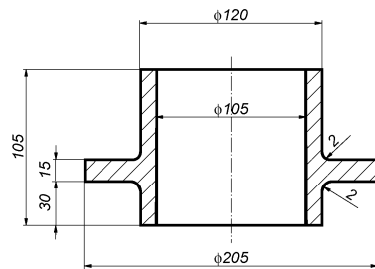
Minimalne vrednosti zaobljenja za otkovke iz elika		
h [mm]	r ₁ [mm]	r ₂ [mm]
< 25	2	4
25 ó 40	3	6
40 ó 63	4	10
63 ó 100	6	16
100 ó 160	8	25
160 ó 250	10	40
250 ó 400	16	63
Minimalne vrednosti zaobljenja za otkovke iz lakih metala		
h [mm]	r ₁ [mm]	r ₂ [mm]
< 4	1.6	2.5
4 ó 10	1.6	4
10 ó 25	2.5	6
25 ó 40	4	10
40 ó 63	6	16
63 ó 100	10	20



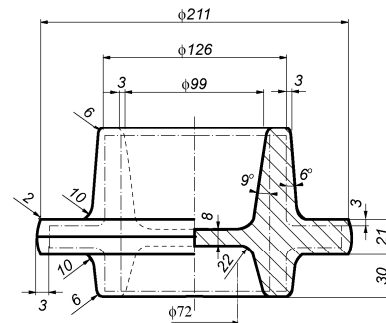
Minimalne debljine kovanja predstavljaju debljine zidova otkovka u pravcu kovanja i u pravcu normalnom na pravac kovanja. Ta ograničenja uvedena su da bi se izbeglo preopterećenje alata i da bi se obezbedilo dobro ispunjenje kalupa.

Minimalne debljine u pravcu kovanja dodaju se na mestima gde su predviđeni otvori na gotovom delu.

Minimalne debljine normalno na pravac kovanja definišu minimalne debljine



Gotov deo



Otkovak

Tolerancije otkovaka

Tolerancije otkovka određuju se na osnovu

- a) vrste materijala (njegove obradivosti),
- b) veličine otkovka, tj. njegove težine i
- c) složenosti.

Složenost otkovka definiše se kao odnos zapremine otkovka i zapremine konture koju čine maksimalne dimenzije otkovka. Tolerancije se mogu odrediti za uobičajeni kvalitet otkovka i povišeni kvalitet otkovka.