

## АЛАТИ И ОСНОВНЕ ОПЕРАЦИЈЕ ПРИ ОБРАДИ КОВАЊЕМ

Опште је познато да постоји слободно и ковање у калупима, као и ковање у хладном и топлим стању. Ковањем се добијају припремци за обраду резањем. Отковци имају повољнију структуру у односу на одливке, односно хомогенију и ситнорзнасту структуру, већу затезну чврстоћу, мање додатке и већу тачност.

Подела отковака:

1. отковци за алате и приборе;
2. отковци опште и конструкционе намене ( вијци, навртке,... )
3. отковци посебне конструкционе намене

Машине на којима се врши ковање:

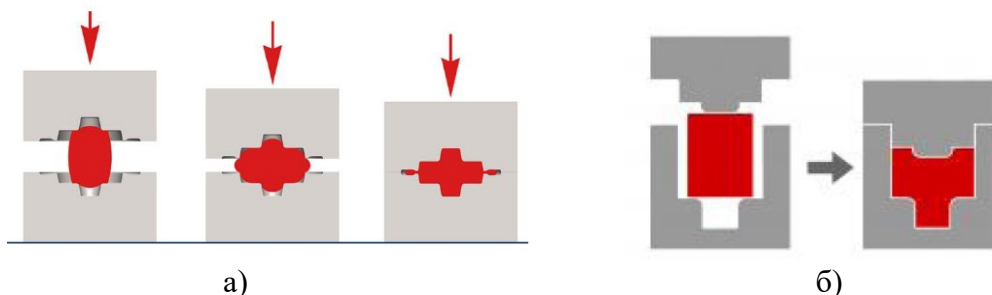
1. **ковачки чекићи** ( ваздушни, парни, парно-ваздушни и слободнопадни ), код којих је велика маса падајућег дела( маља са горњим делом алата), а величина чекића се бира на основу потребне деформационе силе и рада.
2. **ковачке пресе** ( механичке-кривајне, коленасте и фрикционе и хидрауличне ),
3. **хоризонталне ковачке пресе**, и
4. **специјалне машине за ковање**, нпр. ковачки ваљци који служе за припремно ковање.

Чекићи се углавном употребљавају за ковање сложенијих облика, а пресе за ковање простијих. Код чекића се операција обавља у више операција а код преса углавном у једној.

### АЛАТИ ( КАЛУПИ ) ЗА КОВАЊЕ

Алати могу бити:

1. **отворени алати** - састоје се из горњег и доњег дела са удубљењима и каналима за венац (сл.3а);
2. **затворени алати** – у њима се не формира венац, а запремине припремка и отковка су исте(сл.3б).



Сл. 3 Врсте алата за ковање

Операције при обради ковањем су:

1. **припремно ковање**- формира се припремак сличан крајњем облику отковка. Изводи се у затвореном калупу или специјалним машинама за ковање;
2. **дефинитивно ковање**- одвија се у једној или две операције ( претходно и завршно ковање). У последњој операцији отковак добија крајње димензије;
3. **операције одвајања**- одвајање отковка од шипке, раздвајање отковака у случају када се кује више једновремено и одсецање венца и пробијање данца.

## ОСНОВНЕ КОНСТРУКЦИОНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ОТКОВАКА

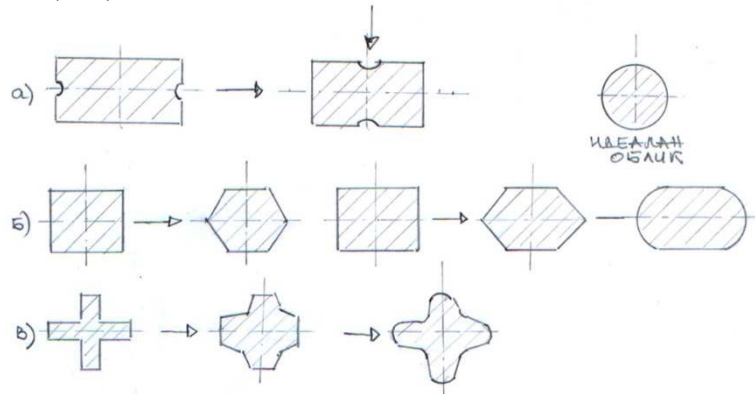
Отковци се дефинишу цртежом отковка који садрже конструкционе и технолошке карактеристике.

**Конструкционе карактеристике** се пре свега односе геометријски облик и то:

- облик попречног пресека,
- нагибе бочних површина,
- заобљење ивица,
- дебљину зидова,
- подеону раван,
- толеранције израдка ( додатак за накнадну обраду )

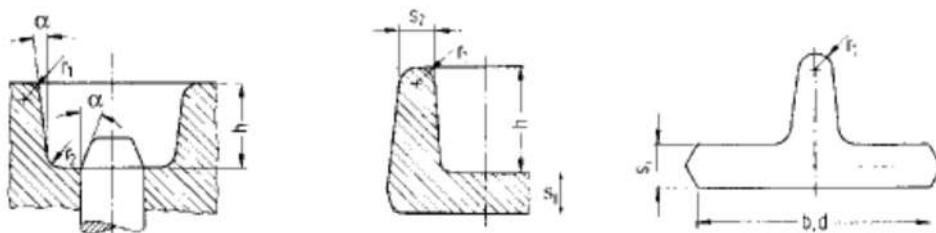
Цртеж отковка формира се на основу претходно наведених карактеристика.

**Облик попречног пресека** треба да омогући олакшано течење материјала и вађење отковка из калуца ( сл.1). При томе треба водити рачуна да положај удубљења треба да буде нормално на раван отварања (а), квадратни и правоугаони пресек треба трансформисати у конични и заобљени (б,в).



Сл.1 Облик попречног пресека

**Бочни нагиби површина** служе за олакшавање течења материјала и вађење дела из калуца. Величина нагиба ( $\alpha$ ) зависи од:



Сл.2 Нагиби бочних површина и радијуси заобљења на отковку

- конструкције отковка и положаја спољашњих и унутрашњих површина;
- односа димензија отковка;
- врсте машине за ковање;
- материјала отковка и др.

На сл.2 је нагиб површина уз напомену да су они променљиви на делу и угао нагиба се креће од  $5-15^\circ$ . Угао нагиба унутрашњих бочних површина је већи јер се при хлађењу смањују димензије удубљења, па је отежано скидање. Код чекића су нагиби већи у односу на пресе, јер они немају избацивач.

**Заобљења ивица и прелаза** служе да:

- побољшају услове течења материјал;

- олакшају попуњавање удубљења течења;
- смањују хабање ивица удубљења;
- смањују концентрацију напона на критичним местима.

Величина полупречника заобљења (сл.2.) зависе од величине отковака и односа његових димензија.

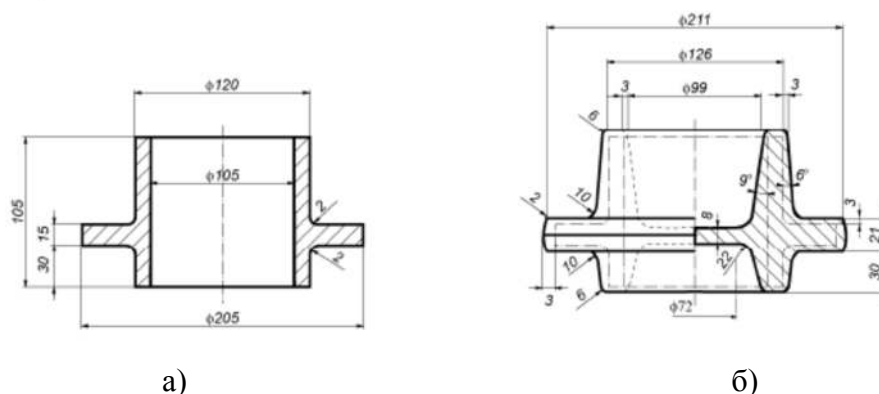
**Дебљина зидова** ( $S$ , сл.2) се посматрају и правцу ковања и у правцу управном на правац ковања. Минималне дебљине су уведене да би се избегло преоптерећење алата и да би се обезбедило добро испуњење калупа. Минималне дебљине у правцу ковања додају се на местима где су предвиђени отвори на готовом делу.

**Толеранције израдка** (додатак за накнадну обраду) се одређују на основу:

- врсте материјала отковка ( његове обрадљивости);
- величине отковка; и
- сложености отковка.

Сложеност отковка дефинише се као однос запремине отковка и запремине контуре коју чине максималне димензије отковка. Толеранције се могу одредити за уобичајене квалитете отковака. Додаци за накнадну обраду предвиђају се на површинама дела које се након ковања обрађују неком од метода обраде резањем.

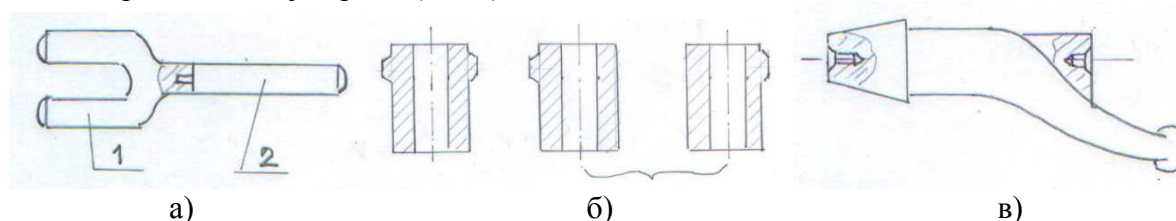
**Цртеж отковка** се израђује на основу цртежа готовог дела и правила који су претходно наведени ( сл.3 ).



Сл.3 Радионички цртеже израдка (а) и цртеж отковка (б)

**Технолошке карактеристике** за конструкцију отковака подразумевају препоруке у погледу смањена цене отковка, односно:

- Треба предвидети накнадну обраду само на оним површинама отковка које су у додиру са другим деловима;
- Квалитет површина које се накнадно обрађују треба да је што могуће нижи
- Треба тежити симетричним деловима ;
- Потребно је извешавати делове са танким зидовима и ребрима са малим међусобним растојањем;
- Сложенији отковци треба да се разложе на простије, па да се врши њихово спајање ( сл.4а);
- Где год је могуће треба вршити унификацију отковака ( сл.4б);
- Уколико је неопходно потребно је формирати додатне технолошке базе због стезања при накнадној обради (сл.4в).



Сл.4 Технолошке препоруке за конструкцију отковака

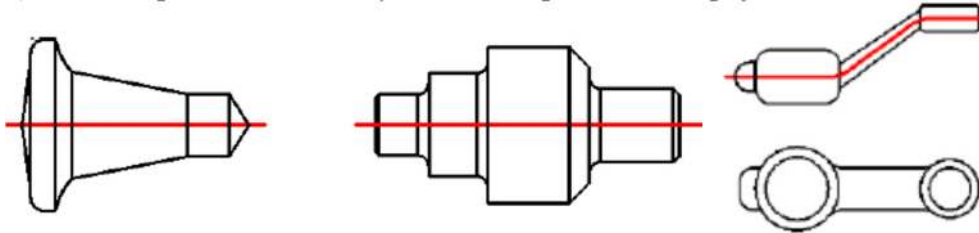
## ПОДЕОНА РАВАН ОТКОВАКА

Подеона раван одговара месту формирања венца и она је код отворених алата неопходна ради вађења отковка из калупа. Положај подеоне равни утиче на:

- интензитет течења материјала и број операција;
- запремину материјала који се скида накнадном обрадом услед промене висине отковка са бочним нагибом;
- сложеност калупа за ковање;
- сложеност алата за одвајање венца, итд.

Препоруке за дефинисање положаја подеоне равни су:

а) подеона раван може да буде нека од равни симетрије отковка;

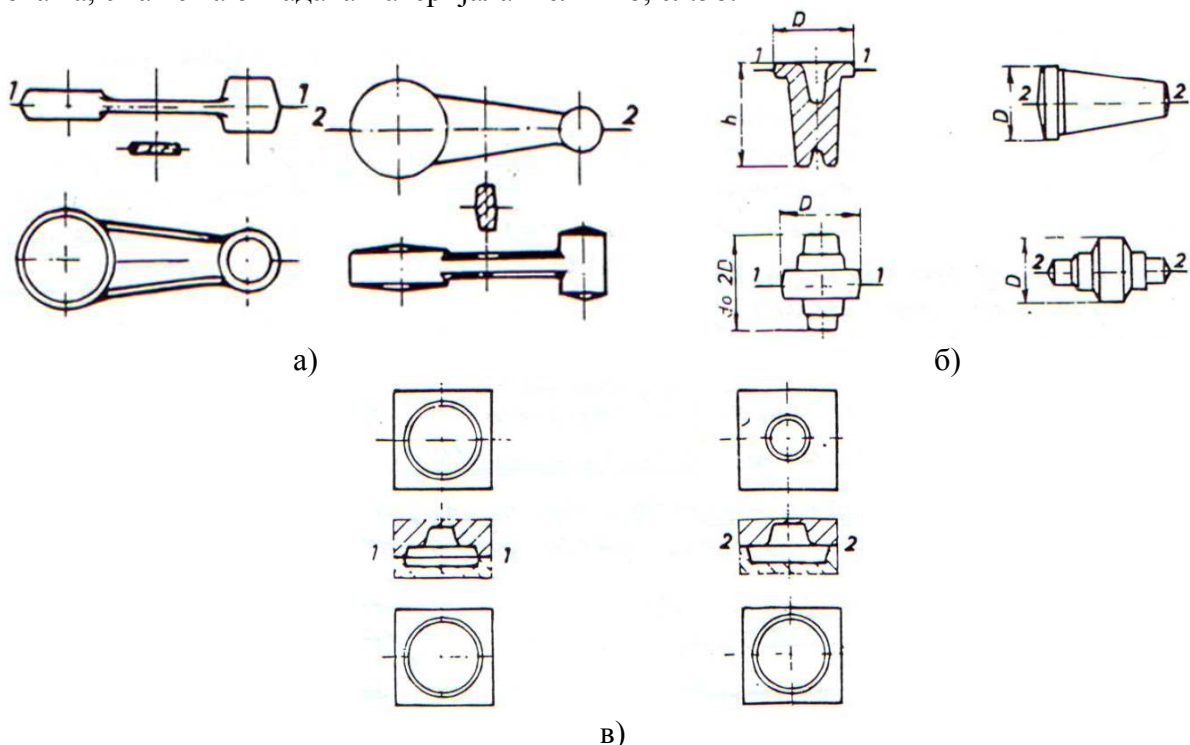


б) због мањег губитка материјала било би добро да подеона раван дели отковак на приближно два иста дела;

в) подеона раван треба да буде постављена да конструкција алата за ковање и опсецање венца буде што једноставнија;

г) тежити да се обликовање материјала више изводи сабијањем, а не истискивањем.

На сл.5 су дати примери за правилан и неправилан положај подеоне равни. Подеону раван треба тако изабрати да дубина удубљења калупа буде најмања а ширина највећа (олакшано попуњавање удубљења калупа, смањује се губитак материјала услед бочних нагиба, упрошћава се израда калупа итд., сл.5а. Избор подеоне равни извршити при узимању у обзир упрошћења израде калупа за ковање и алата за одсецање венца, упрошћења процеса ковања, смањења отпадака материјала и слично, сл.5б).



Сл.5 Избор подеоне равни ( лево правилно а десно неправилно)

Поделу калупа извршити тако да обим контуре удубљења у подеоној равни буде исти код горњег и доњег дела калупа ( у циљу избегавања релативног померања делова калупа у хоризонталној равни ); при одступању од овог правила треба предвидити вођице ( сл5в).

### МАТЕРИЈАЛИ ЗА ОТКОВКЕ И ЊИХОВЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Отковци се израђују од свих материјала који поседују својства пластичности, а то су:

- челици;
- легуре лаких и обојених метала;
- специјални материјали на бази Ti и његових легура

Најважније карактеристике ових материјала су:

**1. Температура ковања (  $t$  )**- у каталозима произвођача су дати препоручени интервали температуре  $t_{min}$  -  $t_{max}$ . Загревање испод минималне температуре може да доведе до непотпуног попуњавања удубљења алата, а загревање изнад максималне вредности до феномена сагоревања материјала а тиме и грешке отковка.

**2. Коефицијент скупљања материјала (  $\alpha$  )** – је веома важан за димензионисање удубљења алата ( Lk ):

$$Lk = L_0 ( 1 + \alpha \cdot t )$$

$L_0$  – димензија ( мера ) отковка.

### ТЕХНОЛОГИЈА КОВАЊА НА КОВАЧКИМ ЧЕКИЋИМА

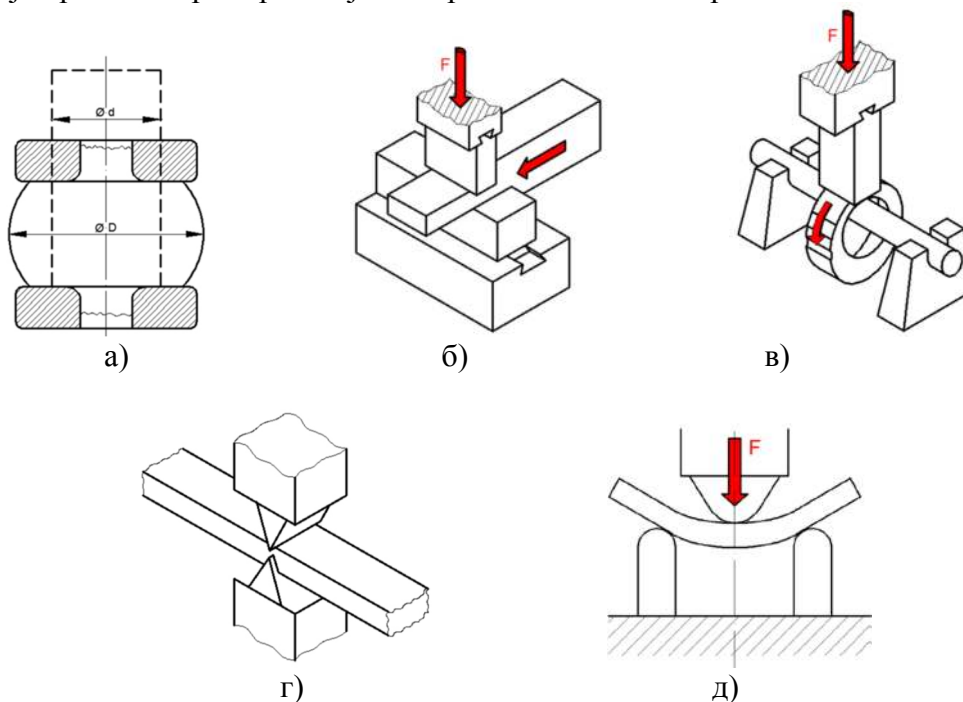
Као што је већ наведено, постоје три групе операција при ковању:

1. **припремно ковање;**
2. **дефинитивно ковање;**
3. **операције одвајања.**

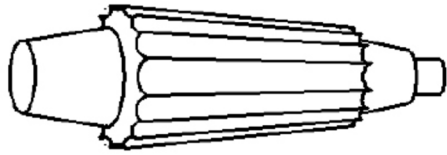
#### Операције припремног ковања

Операције припремног ковања обухватају : сабијање ( сл.6а), издуживање (сл.6.б), раскивање (сл.6.в), засецање ( сл.6.г), савијање ( сл.6.д), уваљивање итд.

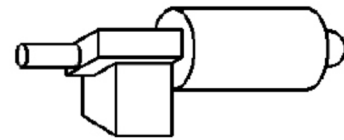
На сл.7 је приказан пример добијања израдка - коленасто вратило.



Сл.6 Операције припремног ковања



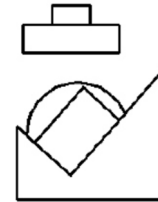
1. Припремак



5. Издуживање



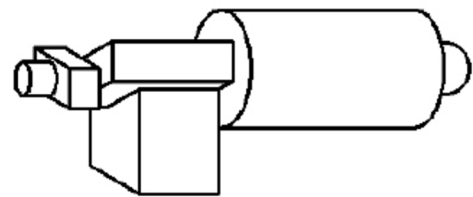
2. Издуживање



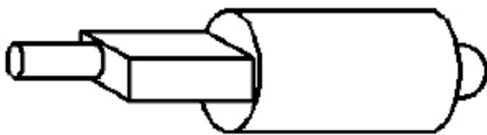
6. Обликовање



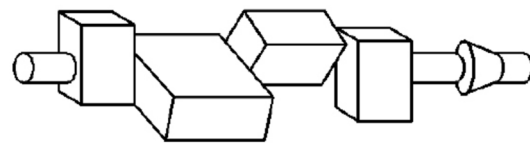
3. Засецање



7. Претходно грубо обликовање



4. Издуживање



8. завршно обликовање

Сл.7 Редослед операција при добијању коленастог вратила

## ПОДЕЛА И ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ АЛАТА ЗА КОВАЊЕ НА КОВАЧКИМ ЧЕКИЊИМА

Алати (калупи) се деле по више основа:

1. подела:

- везани ( доњи део калупа се везује за наковањ а горњи за маљ )

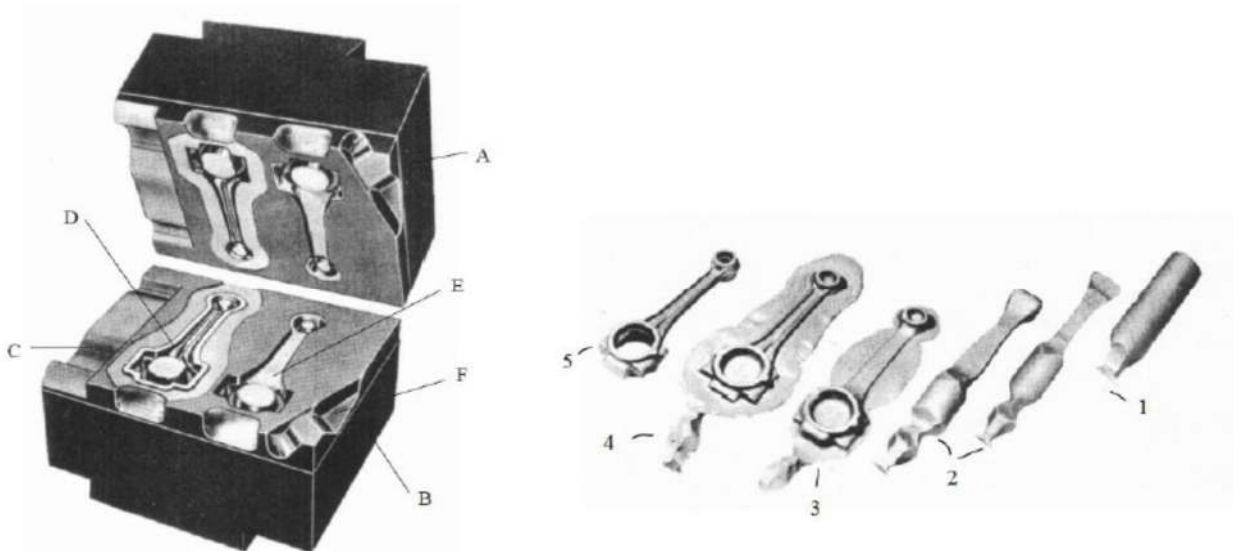
- не везани

2. подела:

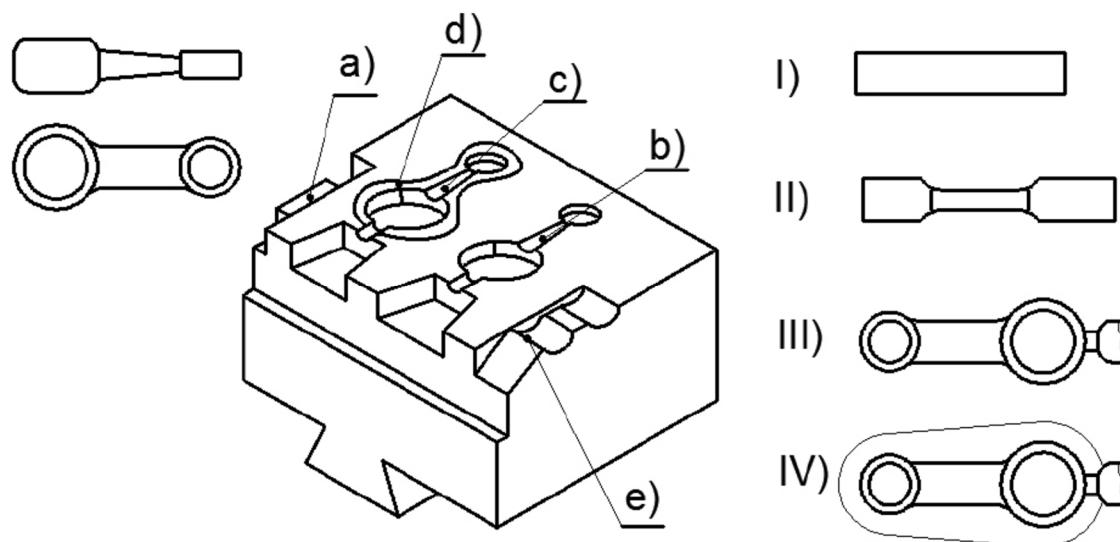
- вишеоперацијски ( сл.8,сл.9)

- једнооперацијски ( сл.11)

Коде вишеоперацијских калупа свака операција има своје удубљење и то да се не би више пута вршило загревање материјала.



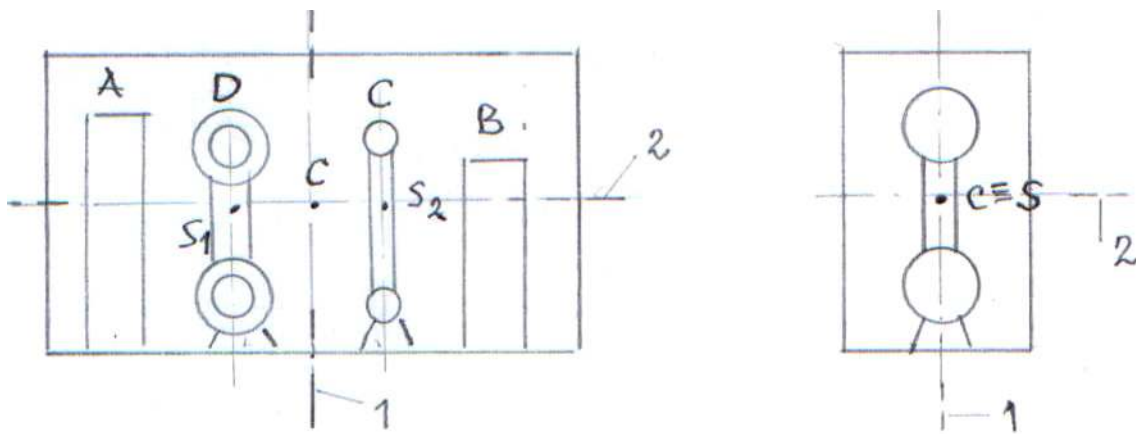
На сл.8 је приказан калуп за ковање дела **Полуга** и операције које се примењују: I – припремак ; II – обликовање ;III – предзавршно ковање; IV- дефинитивно ковање



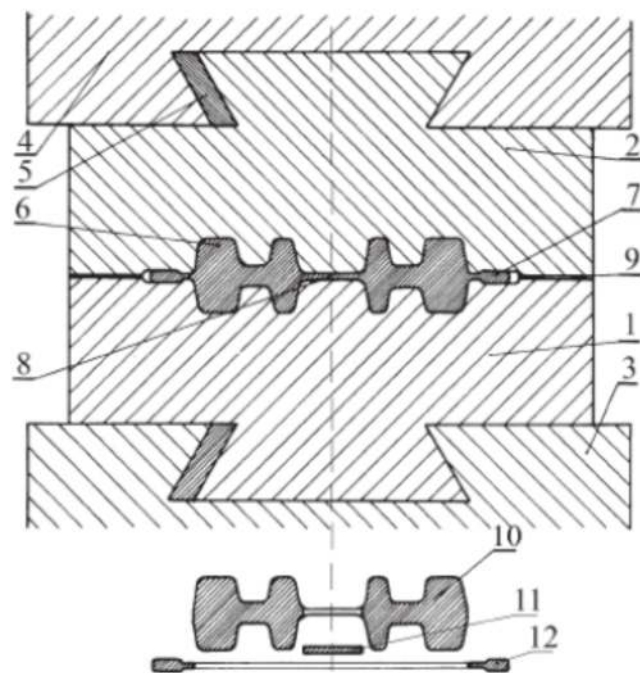
Сл.9 Вишеоперацијски калуп за ковање : (a) издуживање, b) предзавршно обликовање, c) дефинитивно ковање, d) канал за венац, e) нож за одсецање

Када је реч о распореду удубљења код вишеоперацијског калупа, препоручује се да се удубљења за припремно ковање постављају на периферији површине блока калупа и то према редоследу операција, полазећи од стране окренуте ка пећи за загревање материјала.

Основна карактеристика блока калупа је **центар блока калупа (C)** који се налази у пресеку осе клина за центрирање (2) и осе испуста за везивање (1), сл.10. Позиција удубљења ( $S_i$ ), представља тежиште пројекције површине удубљења на подеону раван. Код једнооперацијских калупа треба да се покlope тачке  $S_i$  и  $C$ , сл. 10б. Код вишеоперацијских калупа за претходно и завршно ковање  $C$  треба да се налази на правој која повезује  $S_1$  и  $S_2$ , померено ка делу где је већи отпор деформисања- завршно ковање, тако да резултујући отпор пролази кроз центар блока  $C$ , сл.10а .



Сл.10 Распоред удубљења код вишеоперацијског (а) и једнооперацијског (б) калупа



- |   |   |
|---|---|
| 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                             |

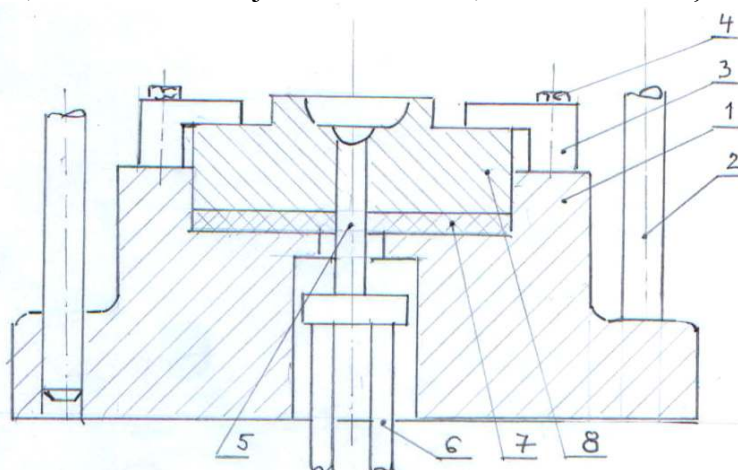
Сл. 11 Основни елементи једно операцијских алата



## ОСНОВНА ШЕМА АЛАТА ЗА КОВАЊЕ НА КРИВАЈНИМ ПРЕСАМА

При обликовању делова на кривајним пресима добијају се тачнији отковци у односу на добијање на чекићима, па је и тиме мања накнадна обрада. На сл.1 је приказан изглед доњег дела алата, уз напомену да горди део уместо стубова има чауре за вођење које су стандардне и нема избациваче.

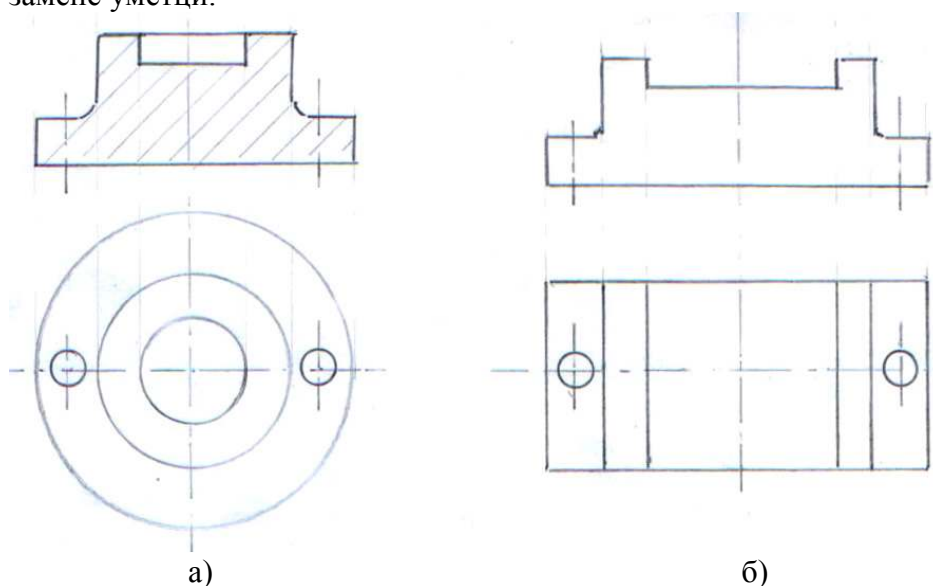
Алати се конципирају као монтажни и садрже елементе: тело алата ( кућиште ), уметак са удубљењима , елементе за спајање и везивање, елементе за вођење и избациваче.



Сл.1 Шема монтажног алата ( 1-кућиште;2- стуб за вођење;3-стезна шапа; 4- завртањ; 5- избацивач; 6- избацивачки систем;7-међуплоча;8- уметак )

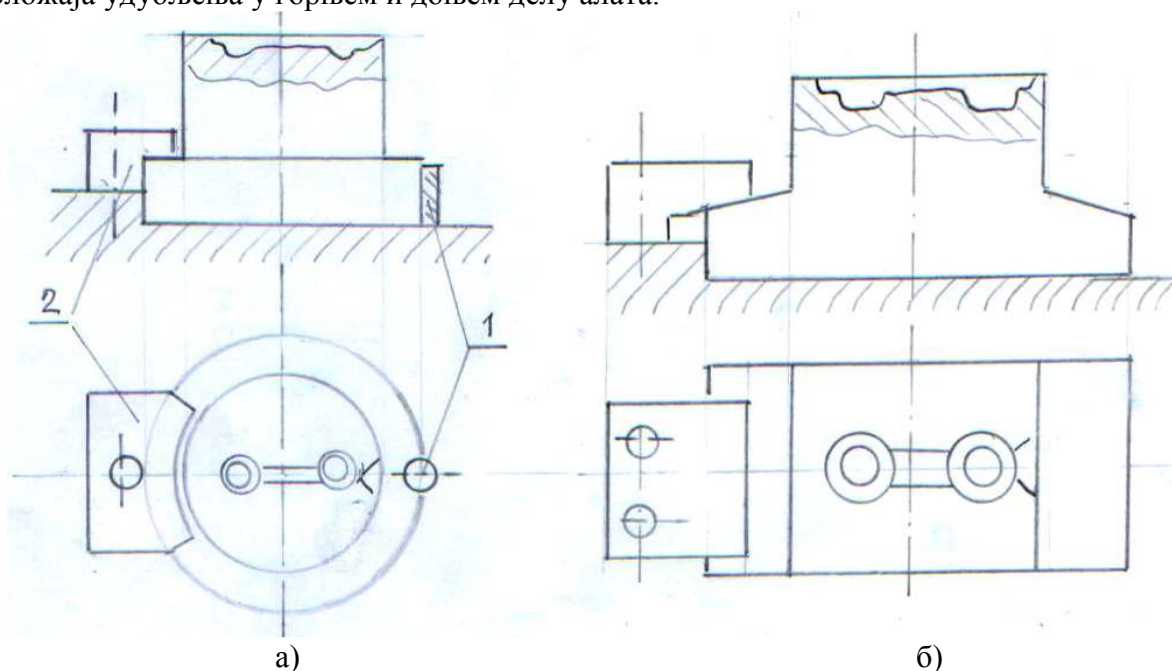
### КУЋИШТА, УМЕТЦИ СА УДУБЉЕЊИМА И ИЗБАЦИВАЧИ КОД АЛАТА ЗА КОВАЊЕ НА КРИВАЈНИМ ПРЕСАМА

**Кућишта алата** су типизирана и изводе се у две варијанте и то за цилиндричне обратке ( сл.2а ) и призматичне обратке ( сл.2б ). Исто кућиште се може користити за више алата, уколико се замене уметци.



Сл.2 Типизирана кућишта

**Уметци са удубљењима** се израђују од алатних материјала, док сви остали елементи углавном од конструкционих материјала. Уметци могу бити цилиндрични ( сл.3а) и призматични ( сл.3б). Уколико дође до оштећења, уметак се може променити. Код цилиндричних уметака врши се центрирање помоћу чивија у циљу одређивања правилног положаја удубљења у горњем и доњем делу алата.



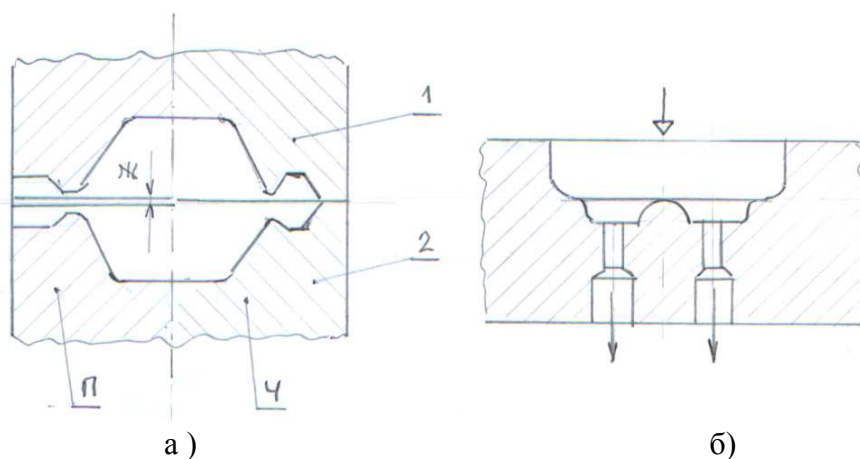
Сл.3 Цилиндричан (а) и призматичан уметак (б)

**Међуплоча** служи за спречавање утискивања уметака у кућиште алата јер су кућишта урађена од мекших материјала у односу на уметке.

**Стубови и чауре за вођење** су стандардни елементи алата и служе за правилно вођење покретног у односу на непокретни део алата.

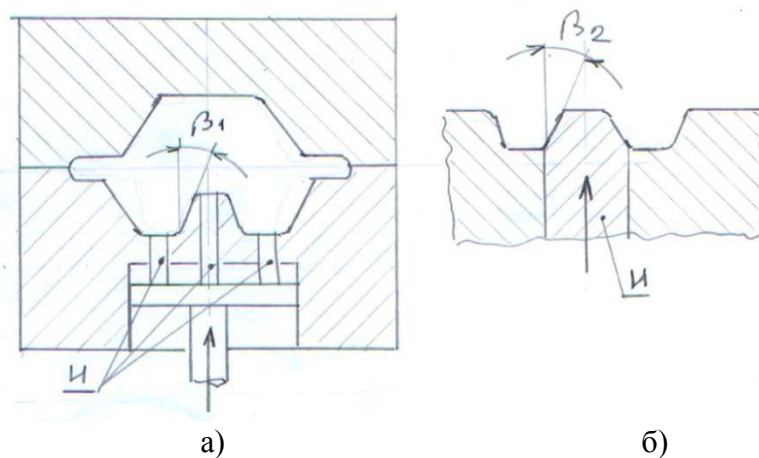
**Конструкција удубљења** у уметцима разматрамо на примеру завршног ковања. Димензије удубљења се разликују код алата за пресе и чекиће. Код преса се горњи и доњи део калупа не додирују како неби дошло до оштећења ( сл.4а ).

**Канали (отвори) за излаз гасова** морају постојати на местима која се тешко попуњавају ( испусти, ребра итд.), па се зато код калупа за завршно ковање буше отвори кроз које се ти гасови истискују ( сл.4б).



Сл.4 Конструкција удубљењ (а) и канали за излаз гасова(б)

**Избацивачи отковака** су присутни код алата за ковање на пресама јер код ових калупа су мањи углови нагиба  $\beta_1$  и  $\beta_2$ , па је и тиме теже вађење отковака из калупа. Избацивачи могу бити обезбеђени посебним механизмом у радном столу пресе (сл.5а), или као део доњег дела калупа ( сл.5б). У варијанти (б) су већи углови јер је потребно свући отковак са избацивача ( $\beta_2 > \beta_1$ ).

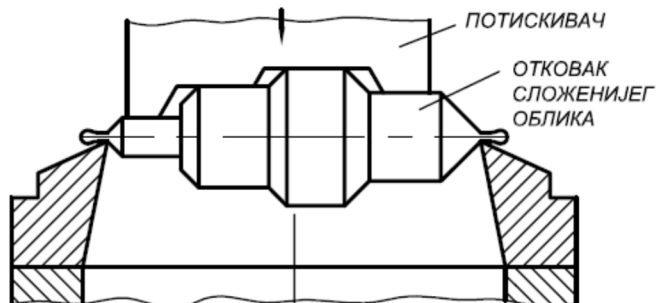
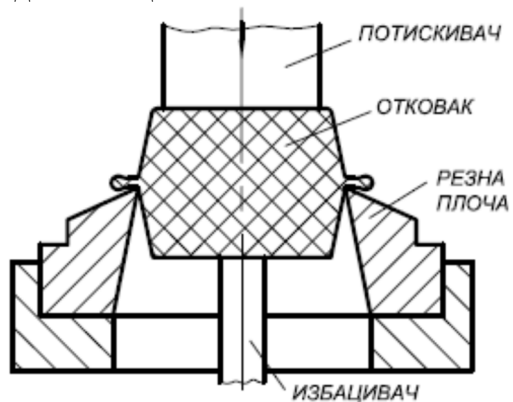


Сл.5 Ибацивачи отковака

## АЛАТИ ЗА ОПСЕЦАЊЕ ВЕНЦА И ПРОБИЈАЊЕ ДАНЦА

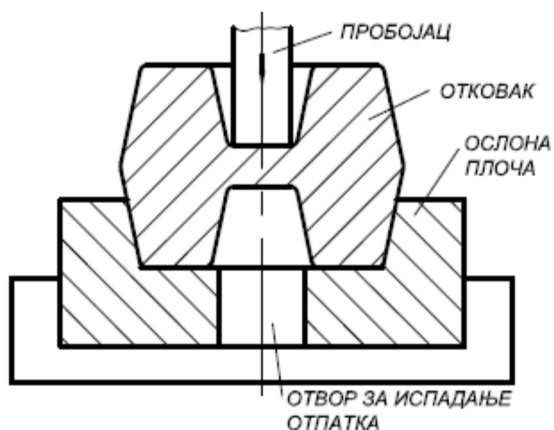
Ови алати се користе за финално обликовање отковака, након завршног ковања у дводелним калупима. Процес се одвија на фрикционим или кривајним пресама.

### Скидање венца

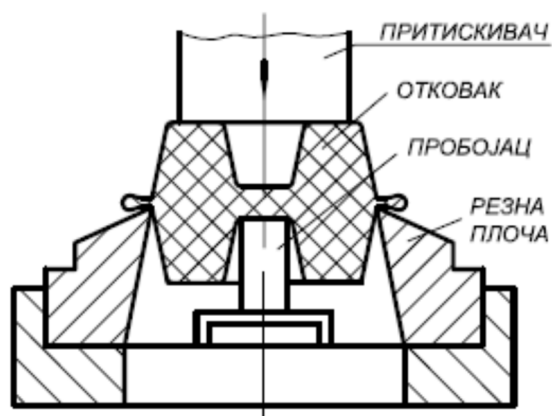


Потискивач делује само на цилиндричне површине, а не сме деловати на конусне површине.

### Пробијање данца



### Комбиновани алат (I)



### Комбиновани алат (II)

