

## Израда зупчаника

Код израде зупчаника треба разликовати израду тела зупчаника и израду озубљења.

■ Тело зупчаника може бити израђено **стругањем из пуне плоче, ковањем, заваривањем или ливењем**. На овај начин обликовано тело затим се озубљује.

■ Код зупчаника већих димензија тело и венац зупчаника могу бити израђени од различитих материјала. Венац се израђује од квалитетнијег материјала и спаја се са телом зупчаника пресованим склопом или завртњевима.

Зупчаници се могу израђивати:

- резањем (на више начина) и
- без резања.

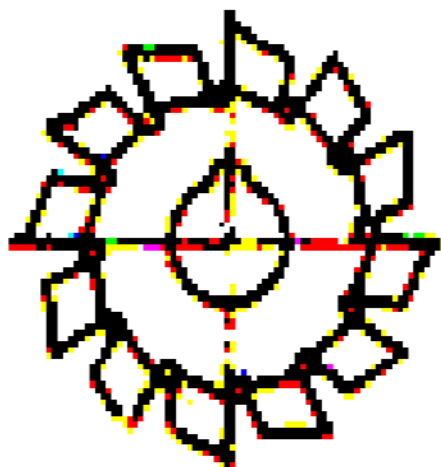
## Израда зупчаника резањем

Зупчаници се резањем могу израдити:

- глодањем са профилним глодалом,
- рендисањем, са алатом у облику основне зупчасте летве (Маг поступак),
- рендисањем, са алатом у облику зупчаника (Фелоуз поступак),
- одвалним глодањем (Пфаутер поступак),
- брушењем (Рајсхауер поступак),
- бријањем.

## Израда зупчаника резањем

- **Израда зупчаника глодањем са профилним глодалом** у облику међузубља.
- Застарео поступак израде зупчаника и користи се само код великих модула  $m > 25 \text{ mm}$ .



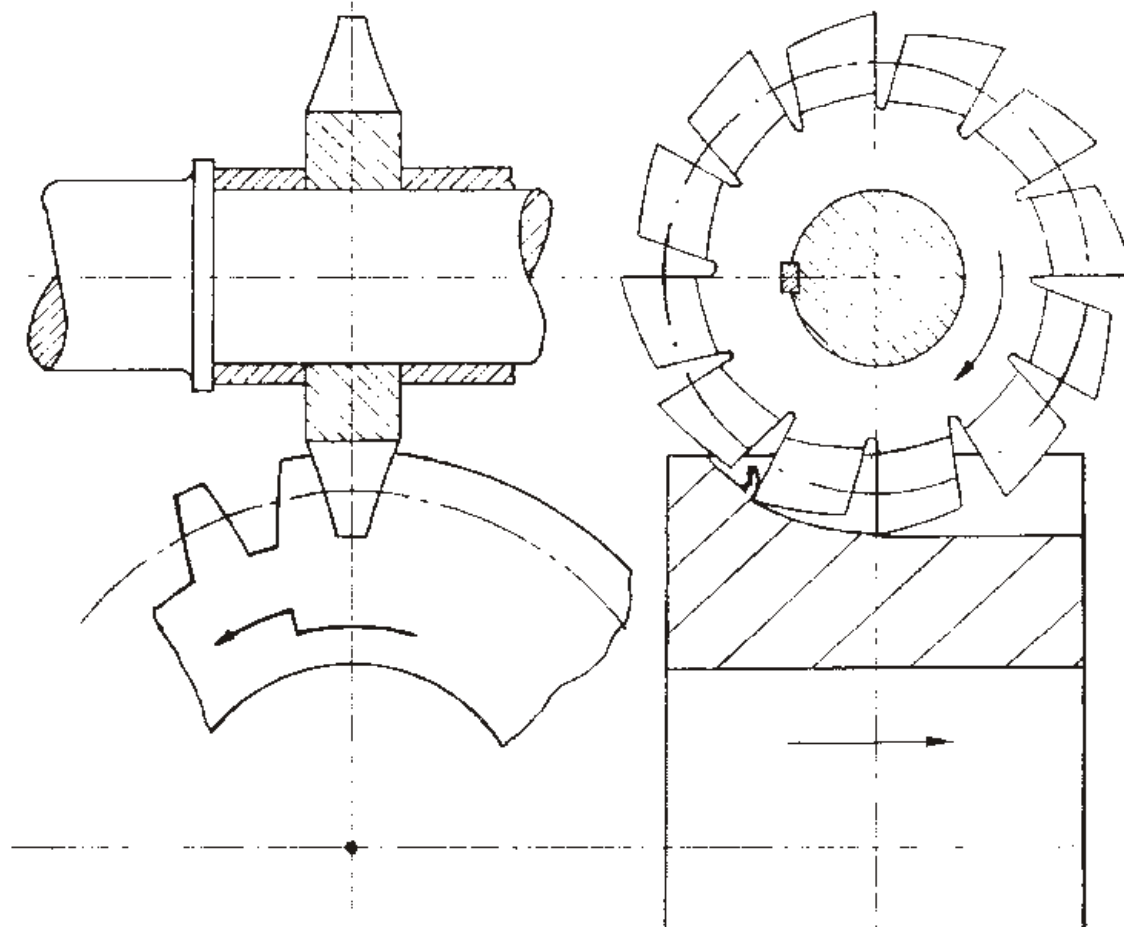
Плочасто профилно  
глодало



Вретенасто  
профилно глодало

## Израда зупчаника резањем

### ■ Израда зупчаника глодањем са профилним глодалом



## Израда зупчаника резањем

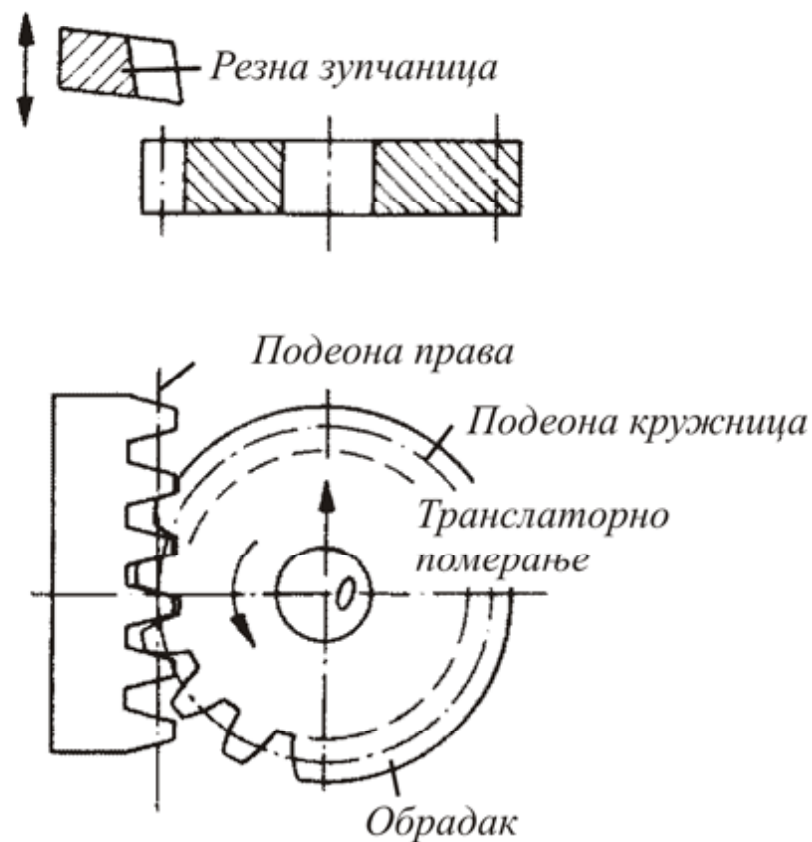
- Израда зупчаника глодањем са профилним глодалом



## Израда зупчаника резањем

■ **Израда зупчаника рендисањем са алатом у облику основне зупчасте летве, Маг (MAAG) поступак.**

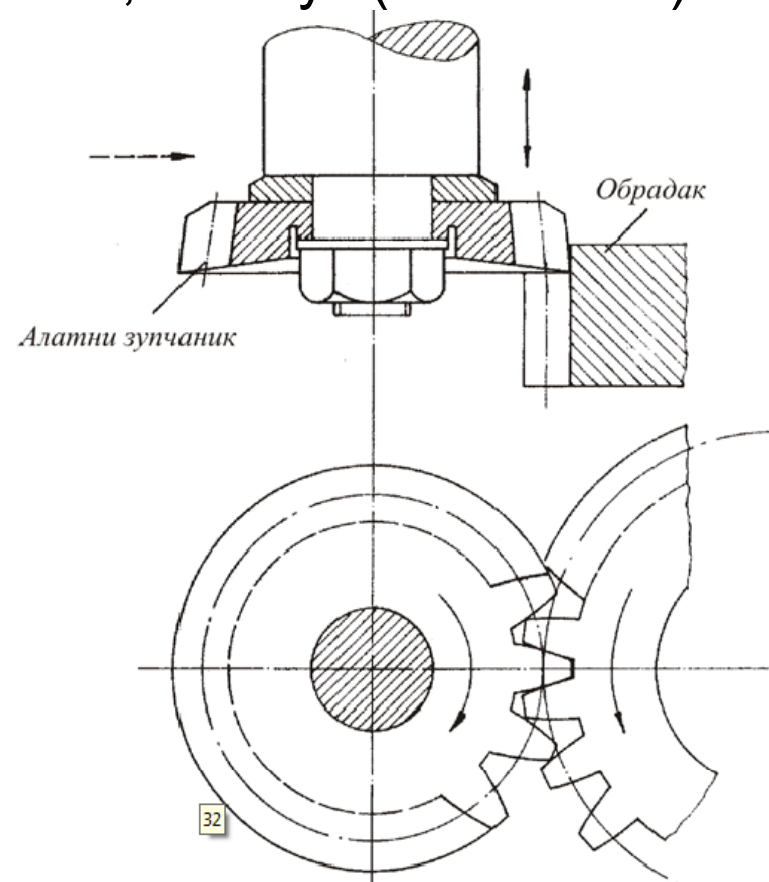
■ Такође застарео поступак израде зупчаника рендисањем са алатом у облику зупчасте летве.



## Израда зупчаника резањем

■ **Израда зупчаника рендисањем са алатом у облику зупчаника** са релативним кретањем, Фелоуз (FELLOWS) поступак.

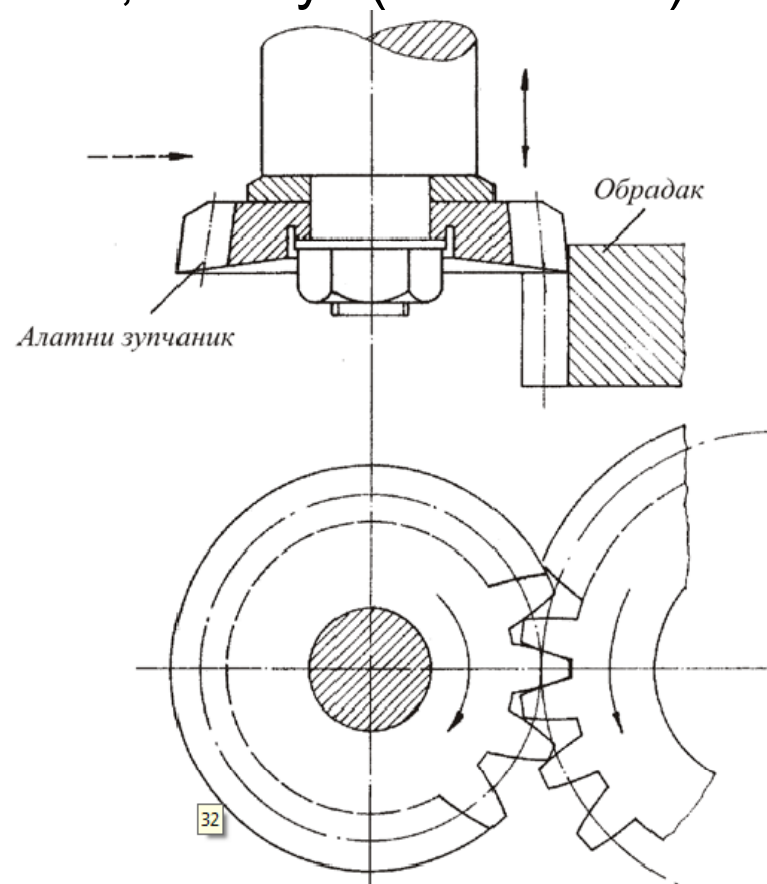
■ Овакав поступак израде зупчаника се ређе користи код израде зупчаника са спољашњим озубљењем.



## Израда зупчаника резањем

■ **Израда зупчаника рендисањем са алатом у облику зупчаника** са релативним кретањем, Фелоуз (FELLOWS) поступак.

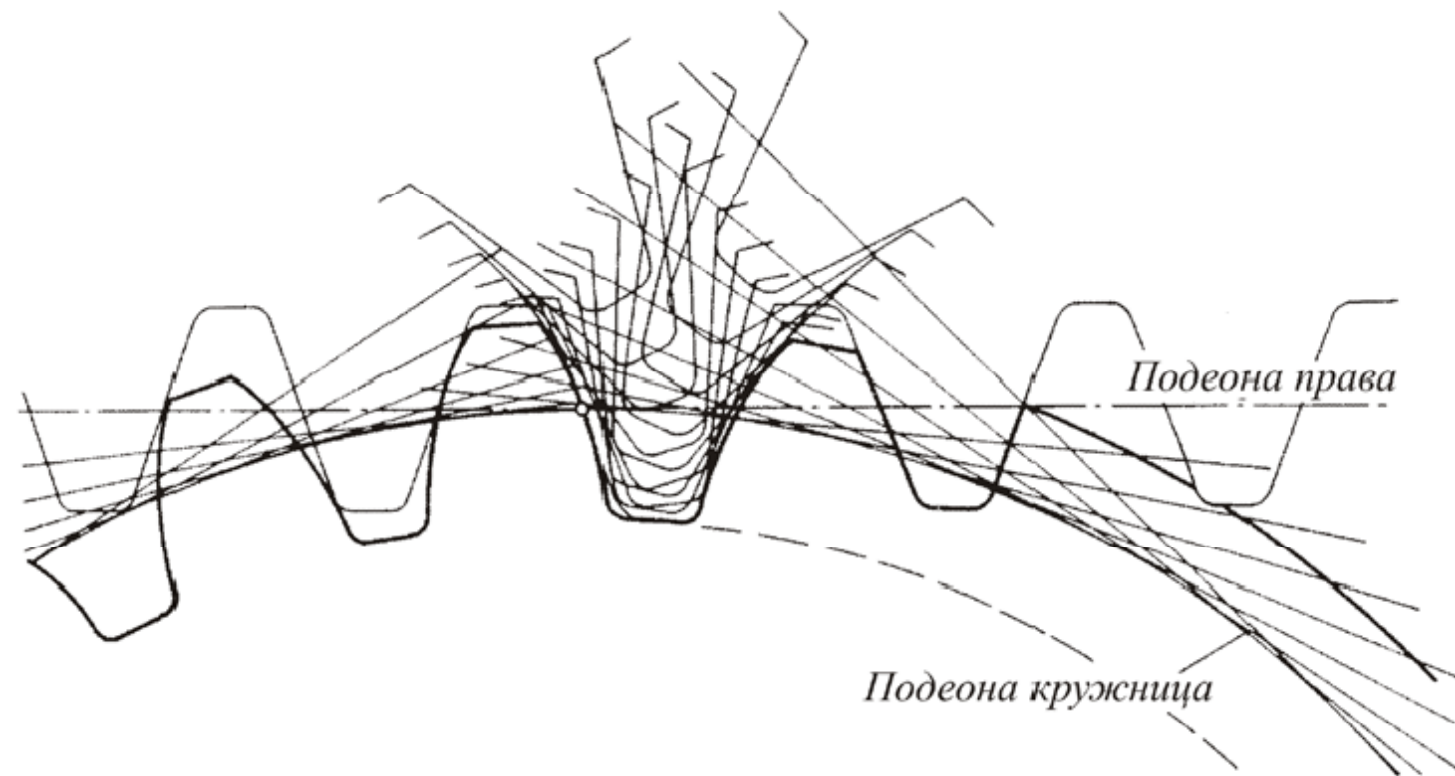
■ Бројеви обртаја алата и обратка одговарају преносном односу таквог зупчастог пара. На овај начин могуће је једним кружним алатом израђивати зупчанике са различитим бројевима зубаца - при једнаком модулу. Поступак се може применити и за израду спољашњих, и за израду унутрашњих зубаца зупчаника.





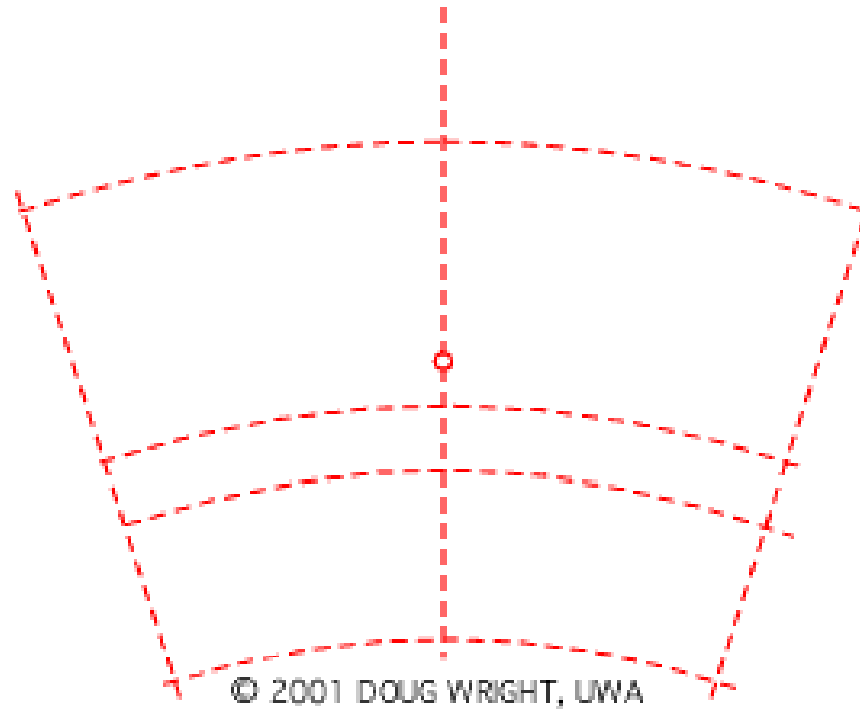
## Израда зупчаника резањем

- Израда зупчаника рендисањем са алатом у облику зупчаника



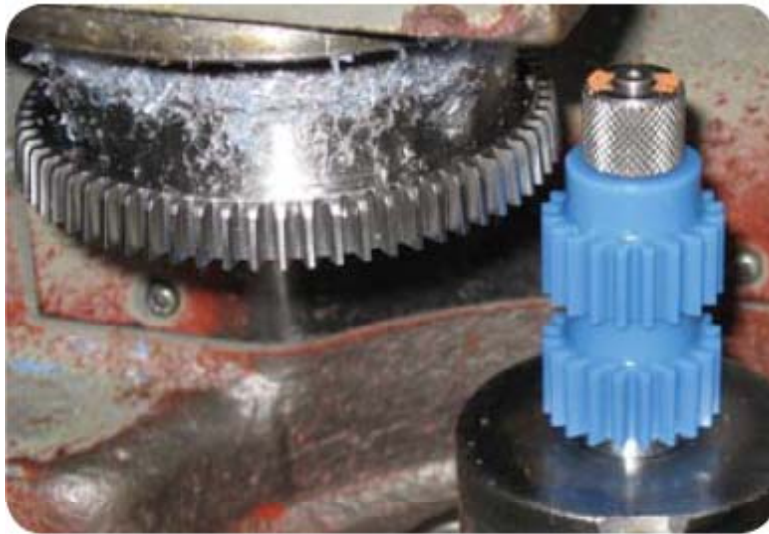
## Израда зупчаника резањем

- Израда зупчаника рендисањем са алатом у облику зупчаника



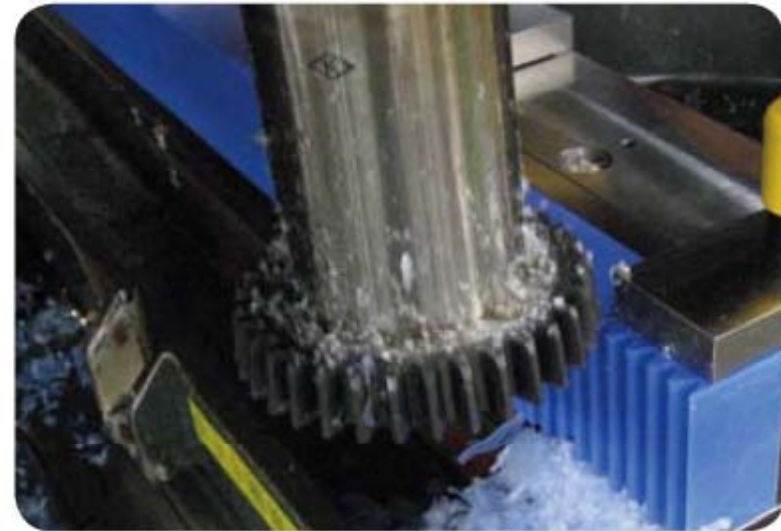
## Израда зупчаника резањем

- Израда зупчаника рендисањем са алатом у облику зупчаника



## Израда зупчаника резањем

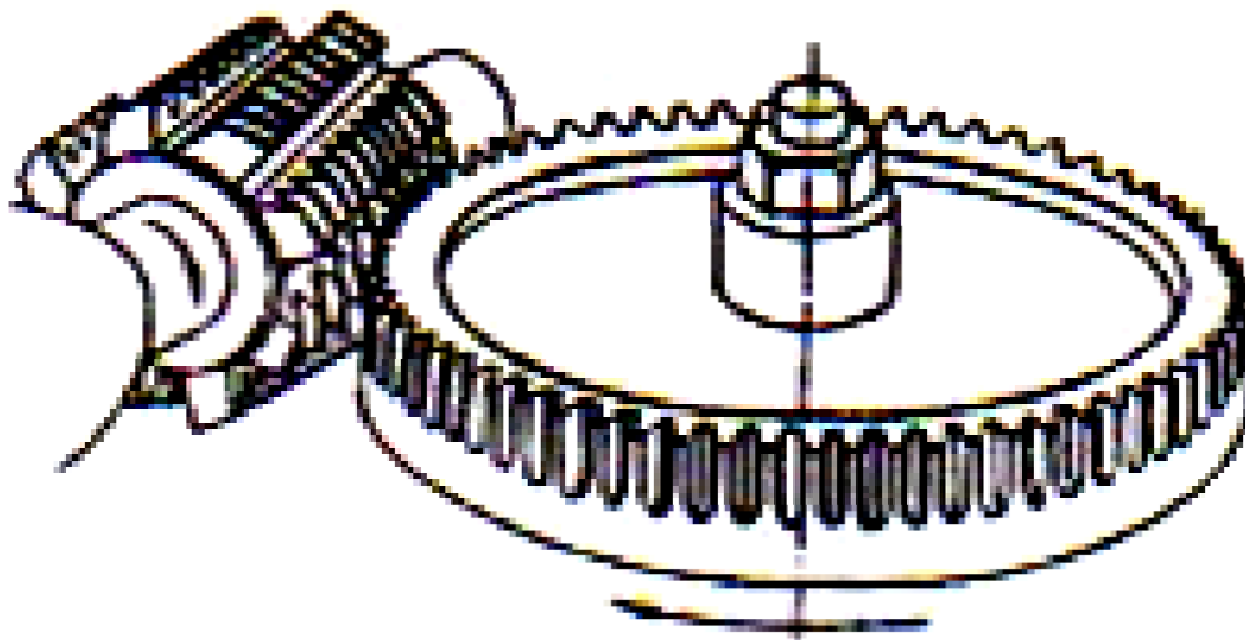
- Израда зупчаника рендисањем са алатом у облику зупчаника



## Израда зупчаника резањем

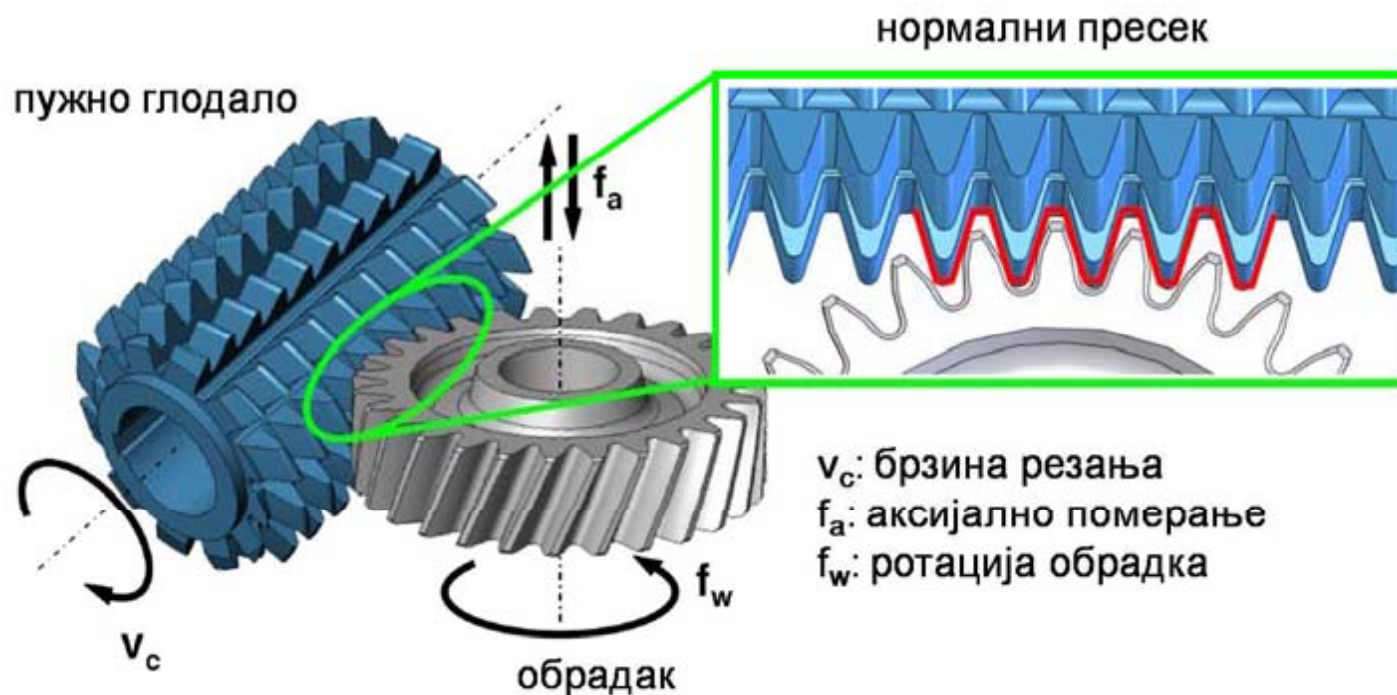
■ **Израда зупчаника одвалним глодањем, са алатом у облику пужастог глодала, по методи Пфаутер (PFAUTER).**

■ Данас је ово најчешће коришћени поступак израде зупчаника.



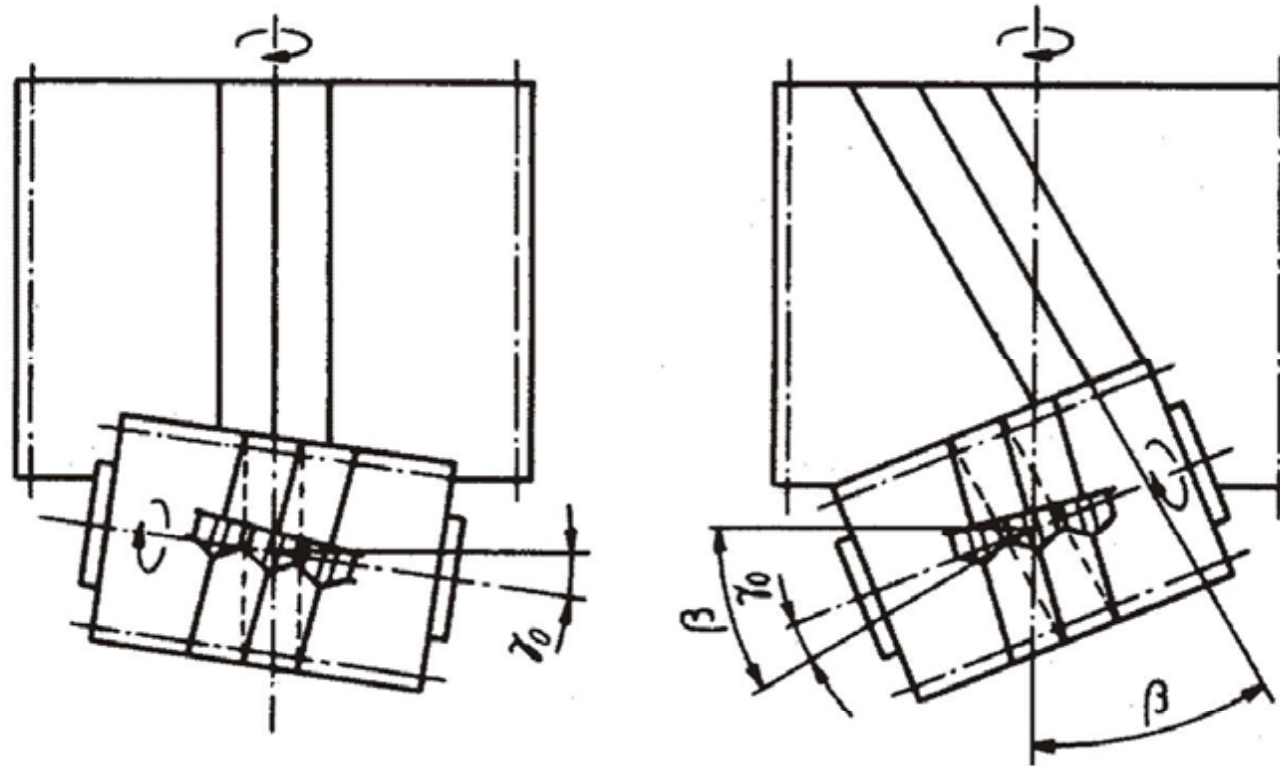
## Израда зупчаника резањем

- Израда зупчаника одвалним глодањем, са алатом у облику пужастог глодала



## Израда зупчаника резањем

- Израда зупчаника одвалним глодањем, са алатом у облику пужастог глодала



## Израда зупчаника резањем

- Израда зупчаника одвалним глодањем, са алатом у облику пужастог глодала





## Израда зупчаника резањем

- Израда зупчаника одвалним глодањем, са алатом у облику пужастог глодала

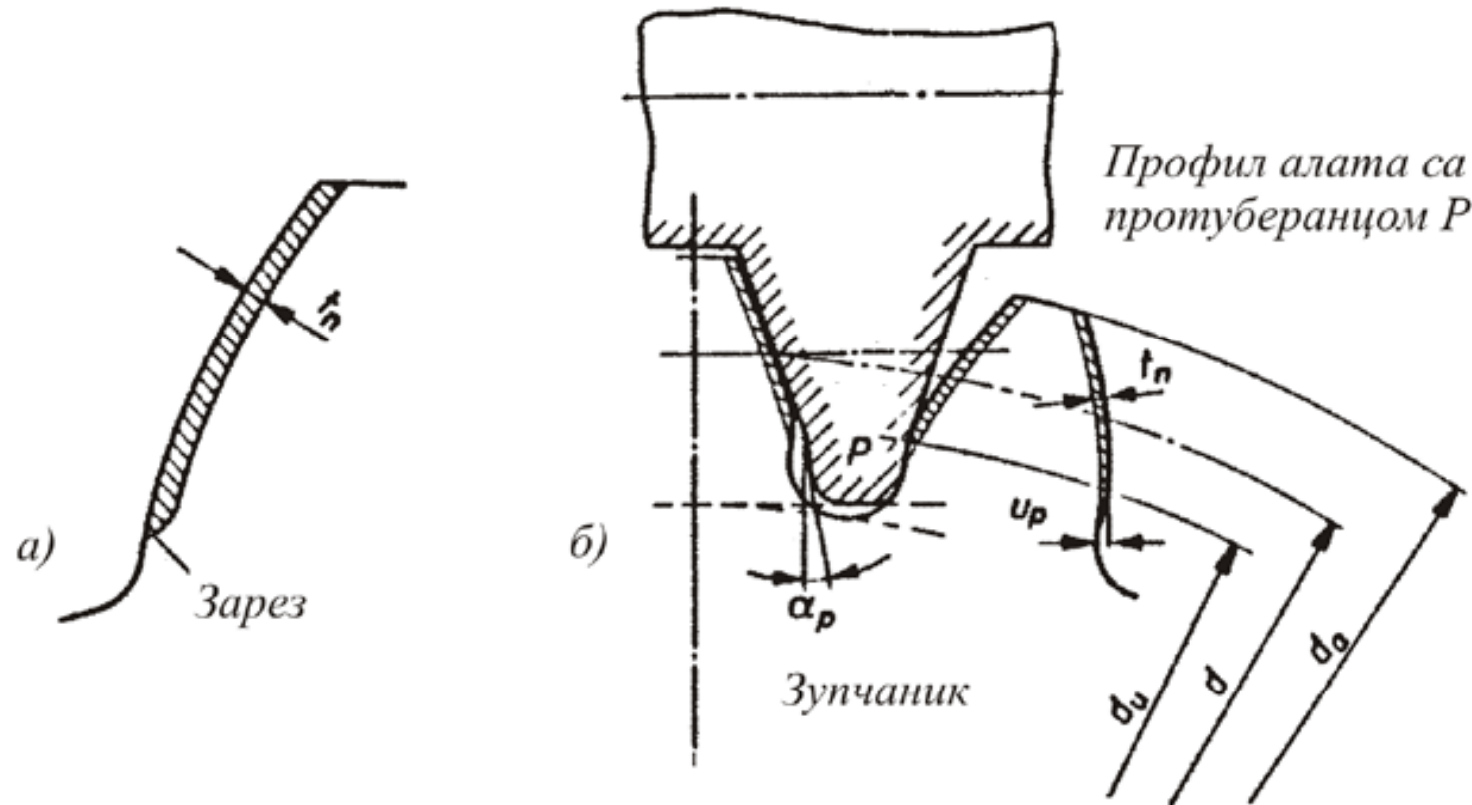


## Израда зупчаника резањем

- За виши квалитет тачности израде профила зубаца, после израде рендисањем односно глодањем врши се завршна обрада брушењем, бријањем или глачањем.
- Уколико се зупчаници термички обрађују (цементација и каљење) постоји и могућност деформације њихових зубаца, што намеће потребу да се после термичке обраде зупци накнадно бресе на тачну меру, скидањем материјала за дебљину  $t_n$ .

## Израда зупчаника резањем

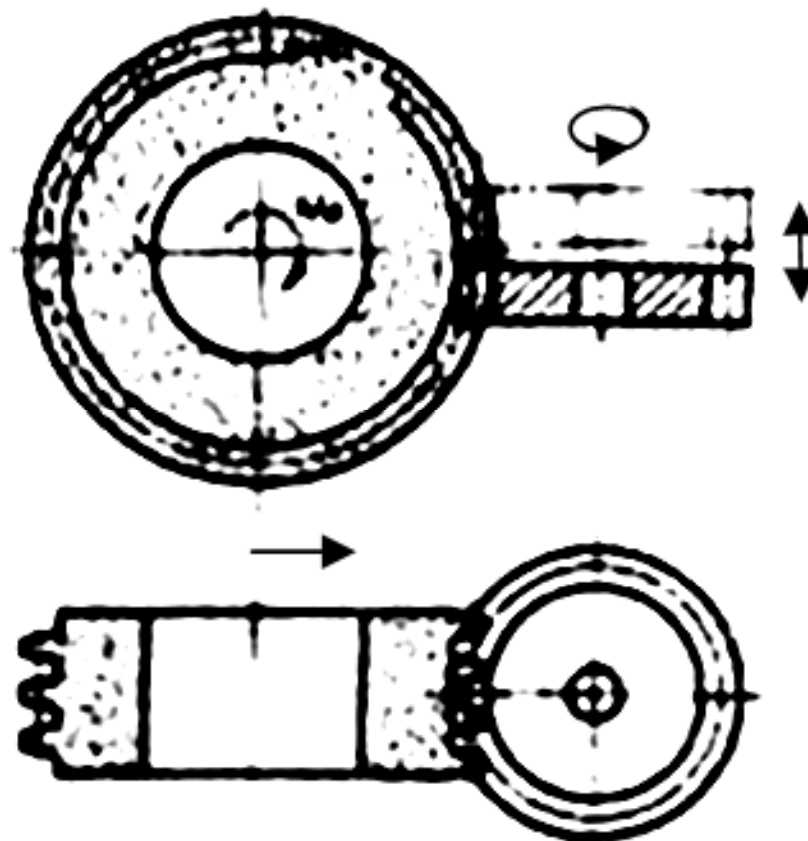
- Да се при томе не би створио додатни зарез у подножју зупца, претходна обрада се изводи алатом са протуберанцом чиме се унапред оставља додатак за завршну обраду.



## Израда зупчаника резањем

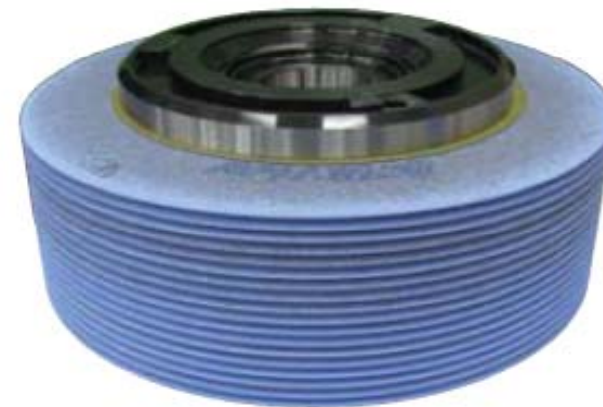
■ **Израда зупчаника брушењем**, по методи Рајсхауер (REISHAUER).

■ Пошто се зупчаници након израде зубаца термички обрађују, нарушава се њихова геометрија, па их је потребно брусити.



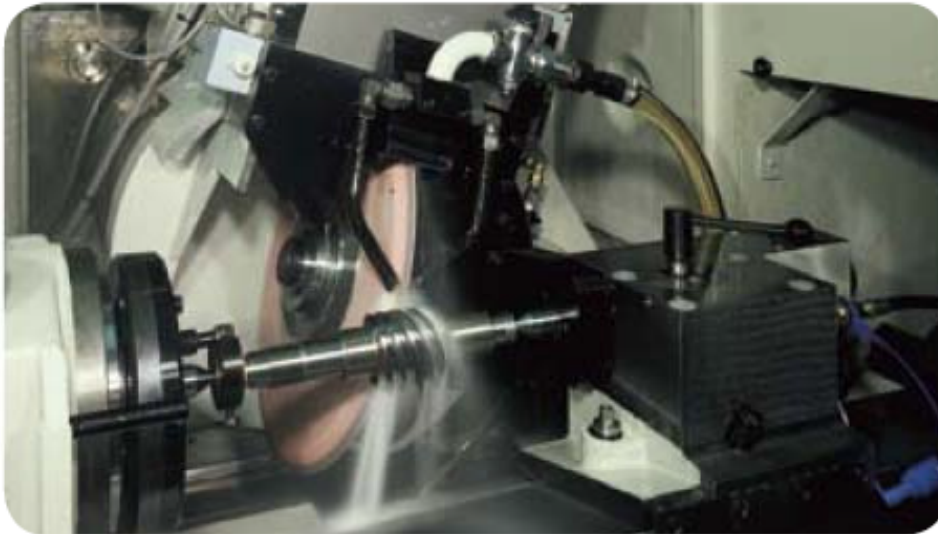
## Израда зупчаника резањем

- **Израда зупчаника брушењем**, по методи Рајсхауер (REISHAUER).



## Израда зупчаника резањем

- **Израда зупчаника брушењем**, по методи Рајсхауер (REISHAUER).



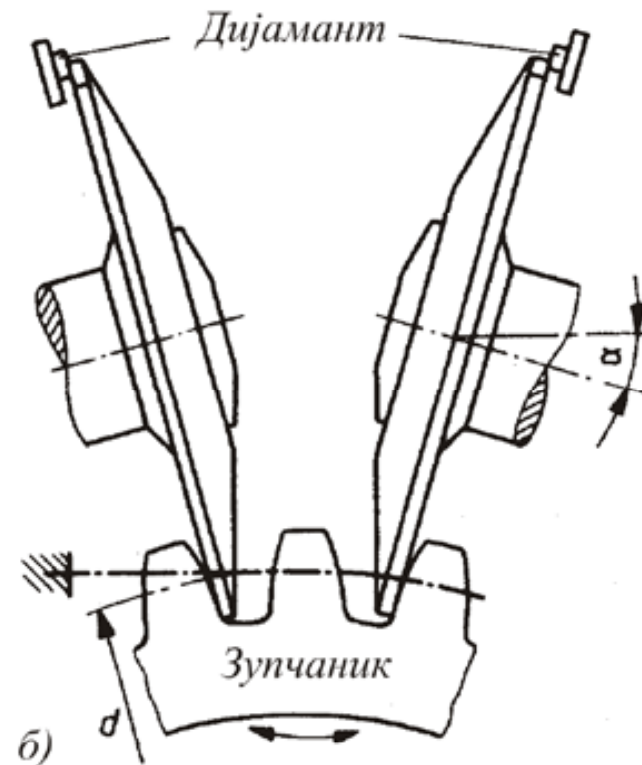
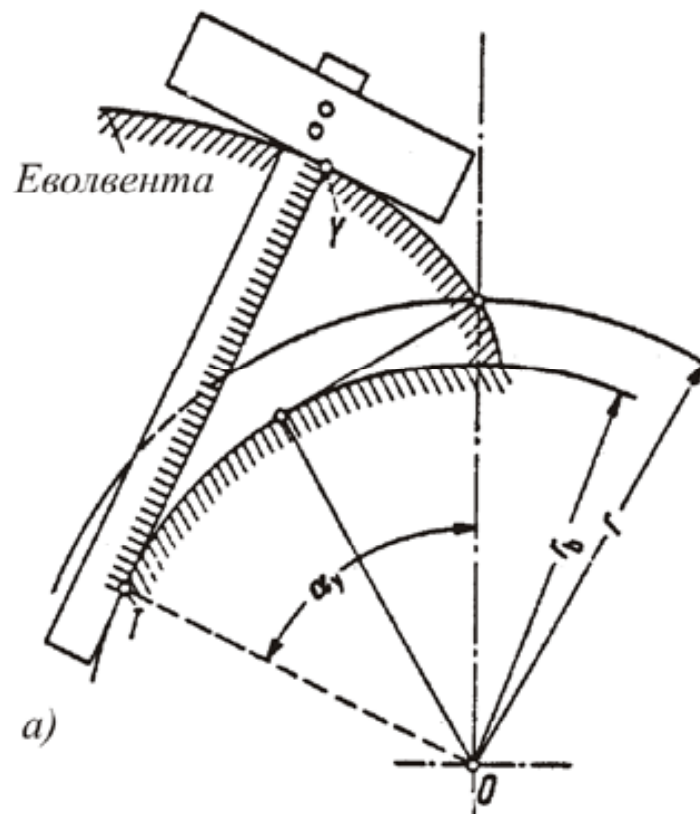
## Израда зупчаника резањем

- **Израда зупчаника брушењем**, по методи Рајсхауер (REISHAUER).



## Израда зупчаника резањем

- Израда зупчаника брушењем помоћу две брусне плоче тањирастог облика



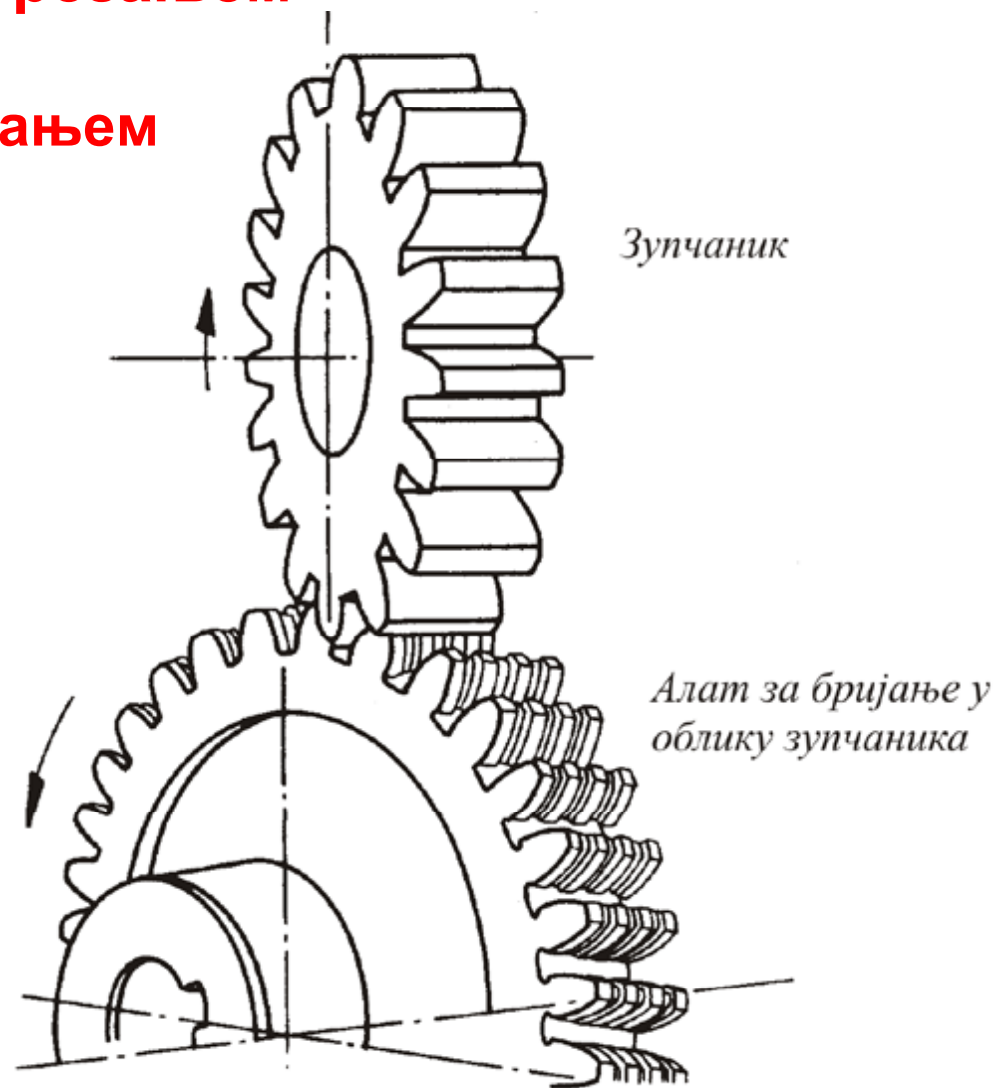


## Израда зупчаника резањем

### ■ Израда зупчаника бријањем

■ Обично се обрађују зупчаници, код којих задовољава нижи квалитет обраде од оног који се добија брушењем.

■ Овакав поступак обраде се данас ретко користи.



## Израда зупчаника без резања

Зупчаници се без резања могу израдити:

- ливењем,
- пресовањем,
- синтеровањем.

## Израда зупчаника без резања

### ■ Израда зупчаника ливењем

■ Ливени зупчаници немају тачан облик профила зубаца, због нетачности модела односно калупа за ливење, као и због сакупљања растопљеног метала при хлађењу. Због тога се ливени зупчаници користе за грубе машине са обимним брзинама до 3 m/s. Код зупчаника мањих димензија може се користити ливење у калупима под притиском, али се то исплати само код великосеријске производње.

## Израда зупчаника без резања

### ■ Израда зупчаника пресовањем

■ Зупчаници од легура цинка, алуминијума и магнезијума израђују се ливењем под притиском у готове челичне калупе, који имају тачан облик зупчаника. Зупчаници добијени на овај начин су прилично високе тачности.

■ Слично се израђују и зупчаници од пластичних материјала. Пластични материјал се загрева у посебном цилиндру на температури од 200 °C до 300 °C и убризгава под притиском у металне калупе. Шупљина калупа има облик зупчаника и може се вршити истовремено убризгавање у већи број калупа. После испуњења гравуре калупа, пластична маса се хлади и очвршћава, а затим се алат отвара и избацује готов производ – зупчаник.

## Израда зупчаника без резања

### ■ Израда зупчаника синтеровањем

■ Због високе економичности у пракси се доста примењује металургија праха и техника синтеровања. Израда синтеровањем је металуршки поступак **обликовања делова од прахова**, која се одвија у више радних корака.

■ Различити облици зупчаника могу се производити поступком синтеровања. Синтеровањем се добијају **зупчаници мањих димензија** ( $m = 0,8 \dots 4,25 \text{ mm}$ ;  $b = 2,5 \dots 60 \text{ mm}$ ;  $d = 5 \dots 150 \text{ mm}$ ), чија тачност приближно одговара тачности глоданих зупчаника.

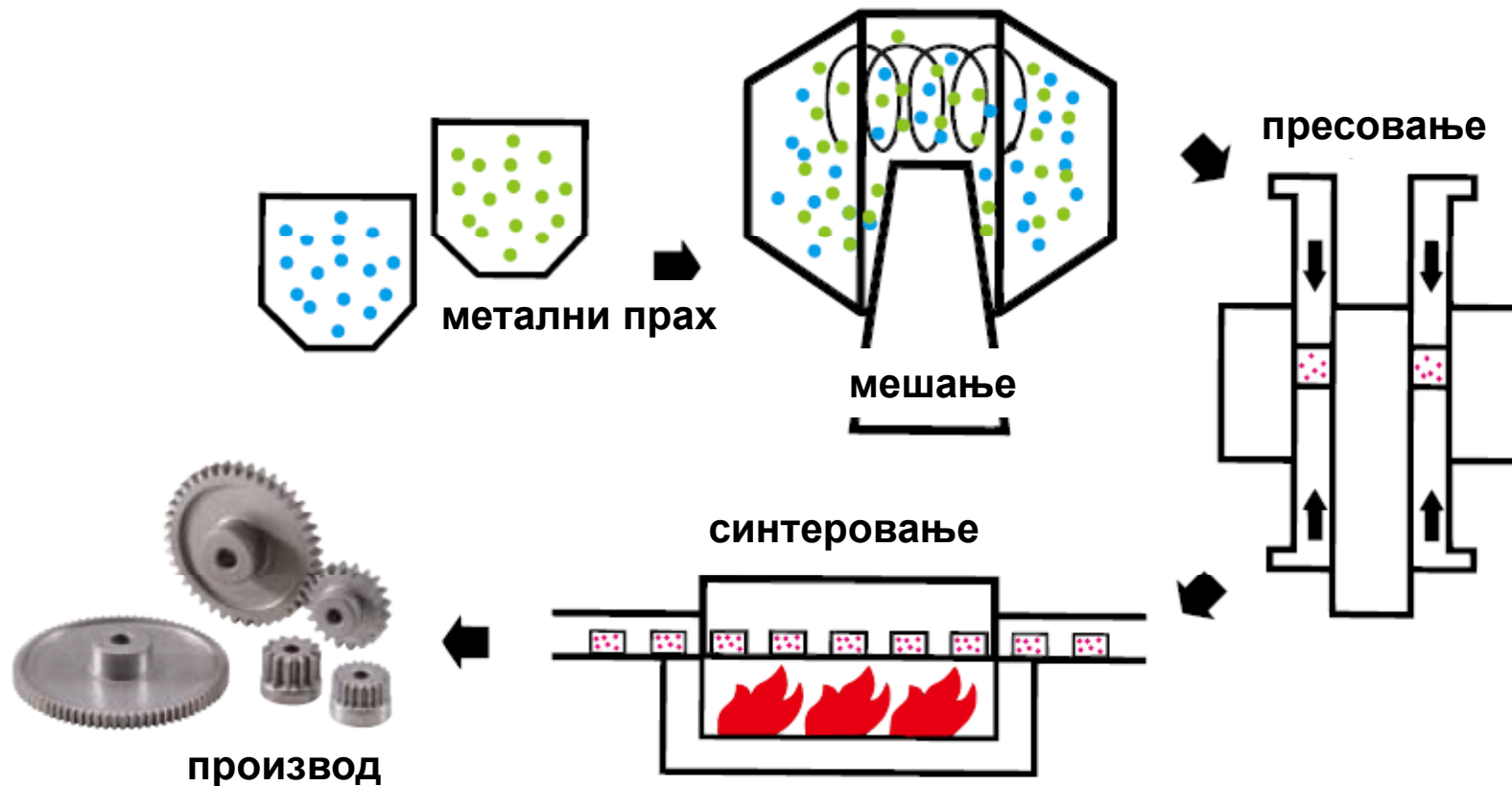
## Израда зупчаника без резања

### ■ Израда зупчаника синтеровањем



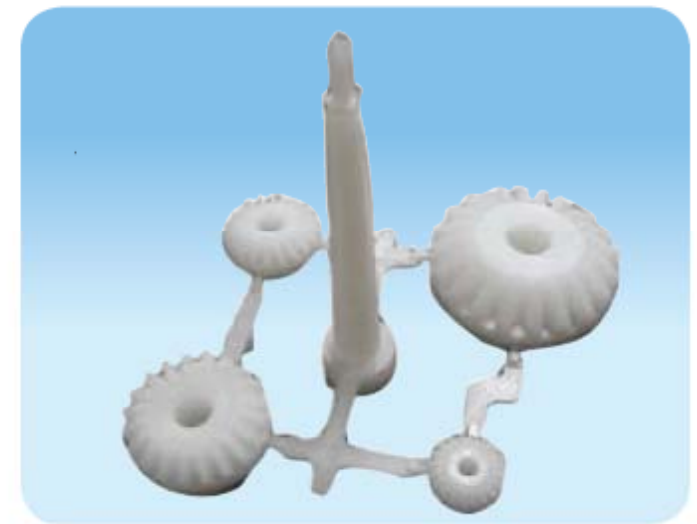
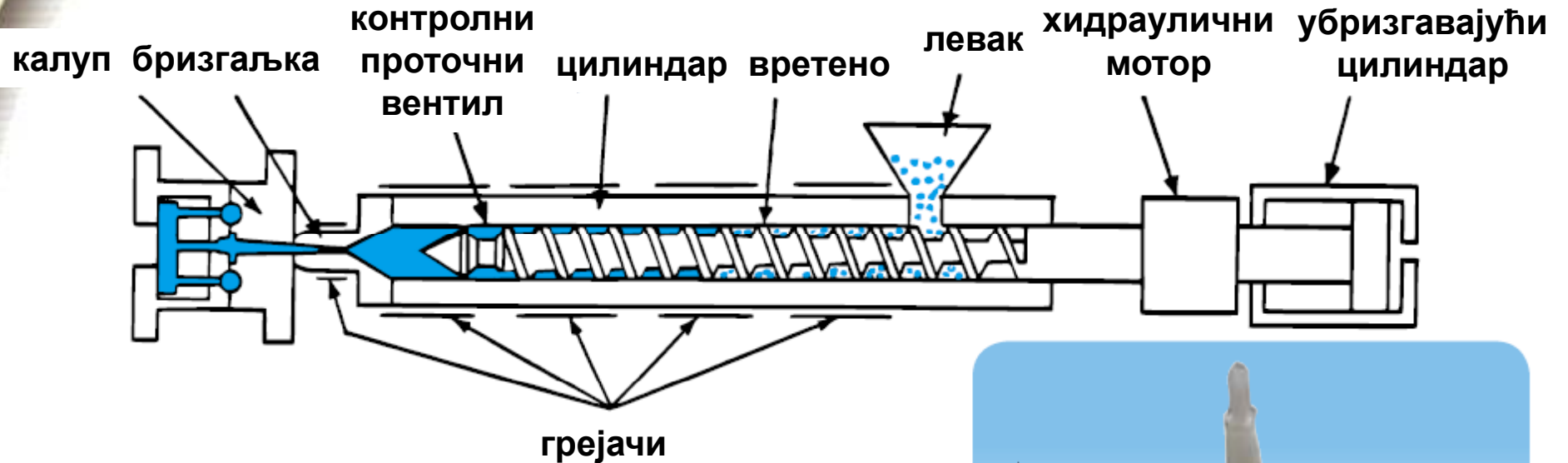
## Израда зупчаника без резања

### ■ Израда зупчаника синтеровањем - метал



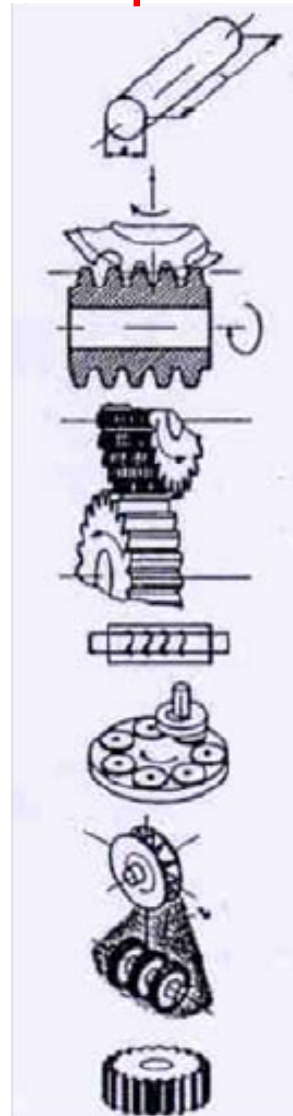
## Израда зупчаника без резања

### ■ Израда зупчаника синтеровањем - пластика

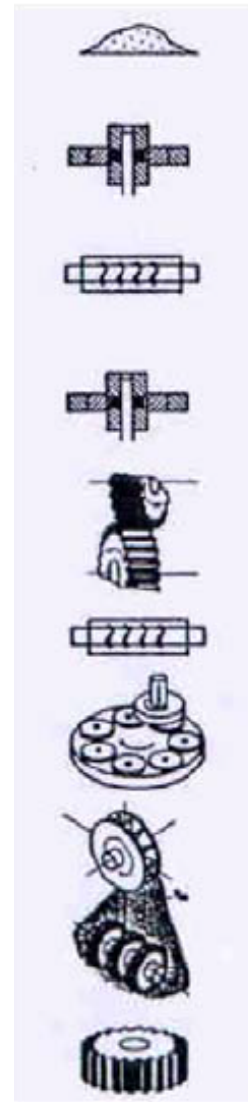




## ■ Конвенционални поступак израде зупчаника



## ■ Поступак израде синтерованих зупчаника



# Питања ...

