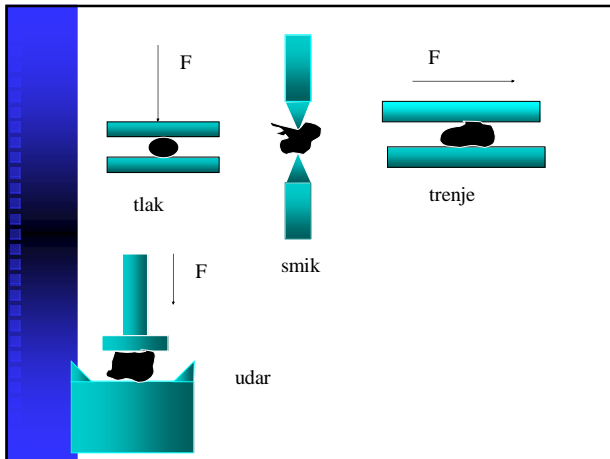
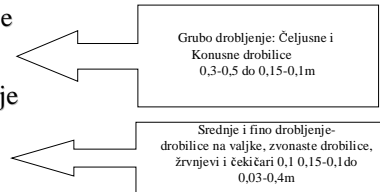


Usitnjavanje

usitnjavanje

- Sjeckanje
- Drobljenje
- Mljevenje
- Drobljenje



mljevenje

- Jednostavno
- Složeno

- Mlini: kamenovi, mlinovi sa valjcima, mlinovi sa kuglama, centrifugalni mlinovi, čekićari sa unutarnjim klasiranjem, mlinovi na strujnu energiju fluida
- Koloidni mlinovi – smicajni, vibraciono-tarni i kavitacioni

Ritingerovo pravilo

- Rad koji se troši na usitnjavanje je proporcionalan povećanju površine čestica krute tvari
- radnja potrebna za usitnjavanje čestica povećava se s povećanjem stupnja usitjenosti

Stupanj usitnjavanja čestica krute tvari:

- $\eta = d_{iz}/d_{ul}$ η (eta)
- d_{iz} - karakteristična linearna dimenzija čestica prije, d_{ul} nakon usitnjavanja
- $\eta = 2$ čestica oblika kocke čiji se brid smanji na pola, 3 na jednu trećinu itd.
- Povećanje površina čestica:
- $A_r = K d_{ul}^2 (\eta - 1)$
- Za kocku $K=6$, ovisi o obliku čestice
- Rad koji se troši na usitnjavanje:
- $W = w A_r = w K d_{ul}^2 (\eta - 1)$

Kickovo pravilo

- Rad koji se troši na usitnjavanje krute čestice raste po aritmetičkoj progresiji a stupanj usitnjavanja po geometrijskoj progresiji iz čega slijedi da je rad proporcionalan logaritmu stupnja usitnjavanja
- $W=K \log \eta$

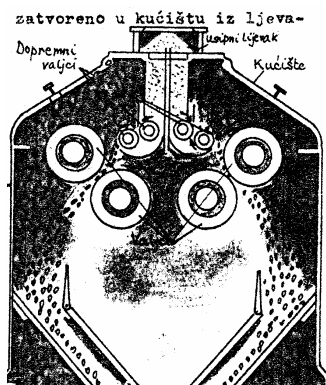
Strojevi za mljevenje

- Grubo
- Srednje
- Fino
- Mlinski valjci, mlinski kamenovi, čekićari, dezintegratori, dismembratori, kuglični mlinovi, vibracioni mlinovi, strujni mlinovi
- Koloidni mlinovi: smični, smično-tarni i kavitacioni

mlinski valjci

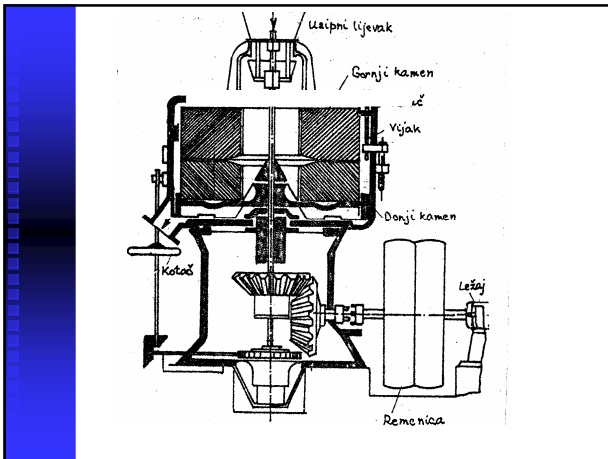
- Jedan ili dva para željeznih valjaka
- Kućište iz ljevanog željeza
- Valjci-sitno zrnato ljevano željezo koje je s vanjske strane duboko kaljeno
- $d=0,25 \text{ m}$; $L = 0,6,0,8,1,1,25,1,5$
- Valjci se okreću jedan u odnosu na drugog u suprotnom smjeru
- Doprerni valjci – pogon dobivaju od gornje osovine glavnog valjka

- Aspiracija $0,057 - 0,0095 \text{ m}^3/\text{s}$
- Krupljenje i mljevenje okrajaka $n_{\text{gornji}}=6 \text{ 1/s}$
- Prijenosni omjer 2,5
- Usitnjavanje $n_{\text{gornji}}=3,6 \text{ 1/s}$ i prijenosni omjer 1,5



žrvanj

- mlinski kamena
- Dvije kružne ploče (kamen)
- U zazoru između ploča rotira tvar koja se melje
- Prema položaju radne površine je podjela na:
 - Žrvnjeve kod kojih je radna površina položena horizontalno
 - Žrvnjeve kod kojih je radna površina položena vertikalno



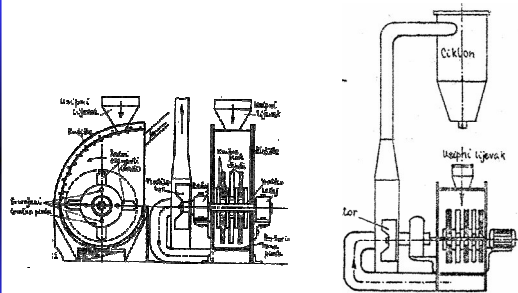
- Žrvnjeve kod kojih je radna površina položena horizontalno- gornji kamen rotira a donji miruje (kamen gornjak) ili gornj miruje a donji se okreće
- Kamen gornjak se primjenjuje pri izmeljavanju, a kamen donjak pri ljuštenju
- Jedan od kamenova je obješen na tri vijka na kućište – pomoću vijaka se regulira razmak između kamenova
- Mlinski kamenovi – prirodni ili umjetni kamenovi
- Prirodni: bazalt, tralit, porfir, granit, kremenasto kamenje, slatkovodni kvarc
- Umjetni- iz brusnih kamenčića ili u mješavini s lomljenim kvarcom

- Na dodirnoj površini mlinskih kamenova urezuju se brazde
- O obliku brazda ovisi način rada i kvaliteta mliva
- Brazde – oblik srpa, pravca, brazde s stalnim kutem rezanja i logaritamske
- Broj brazda važan za ispravno mljevenje
- Kut rezanja brazde važan pri mljevenju
- Krupljenje – brazde ravne linije (a)
- Izmeljavanje – olučena leđa (b)
- Krupnije mlivo-oblik trokuta (c)
- Oštrica jednog kamena nailazi na oštricu drugog
- Brazde imaju oštricu i leđa

- Učinak kamena ovisi o dubini brazde, broju brazde, i broju okretaja mlinskog kamena
- Broj okretaja 3,3 – 4,2 1/s
- Snaga pri mljevenju žitarica 2,2-9 kW

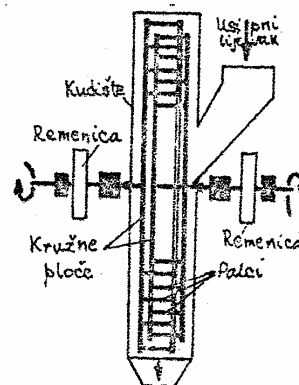
čekićar

- Kućište unutar koga je horizontalno vratilo u kome se okreću radni elementi
- Radni elementi-čekići su slobodno pomično pričvršćeni svornjacima na kružne ploče ili bubanj
- Na donjem dijelu kućišta je perforirana ploča
- $n=42-75$ 1/s
- Obodna brzina 8-60 m/s



dezintegratori

- Princip udara
- Kućište u kome rotiraju u suprotnom smjeru dvije kružne ploče
- Na pločama su učvršćeni u koncentričnim krugovima palci
- Palci jedne ploče prolaze između palaca druge
- Obodna brzina 20-40 m/s
- Konačna dimenzija čestica ovisi o razmaku između palaca posljednjeg ploče reda i broju okretaja
- Usitnjava maksimalno do 40 puta

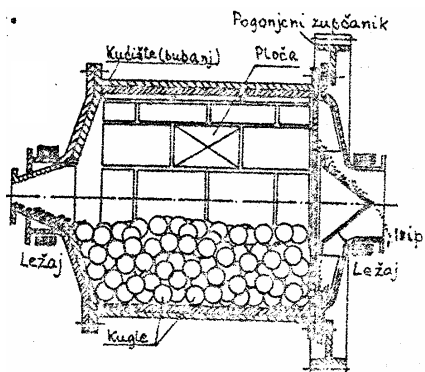


Dismembrator

- Isti kao dezintegrator samo što je jedna ploča nepokretna

Kuglični mlin

- Bubanj rotira i unutar njega su kugle
- Tvar se uvodi kroz osni dio bubnja
- Kugle melju udarom i trenjem
- Bok bubnja u obliku sita
- Kontinuirano
- Usitnjava do vrlo malih dimenzija



Koloidni mlinovi

- Krute čestice iz suspenzije do 10^{-7} m
- Velika sila rezanja koja nastaje pri velikom broju okretaja radnog elementa
- Homogenizacija suspenzija- voćnih i povrtnih sokova, dobivanje mlijeka iz mliječnog praha, emulzija itd
- Konusni rotor i stator
- Broj okretaja rotora – 16,7-333 1/s
- Obodna brzina 36-125 m/s
- Promjer 0,125-0,38 m

- Razmak između rotora i statora je 0,025 mm
- Rotacijom rotora u priključku nastaje potlak uslijed čega se kapljevina usisava
- Kapljevina i čestice prolaze između statora i rotora i usitnjavaju se
- Brzina strujanja kapljevine je najveća u osi
- Uz rotor brzina čestica jednaka brzini rotora
- Uz stator brzina je gotovo nula
- U sloju između rotora i statora nastaje gradijent i tangencijalno naprezanje-usinjavanje čestica

Strujni mlinovi

- Energija potrebna na usitnjavanje krutih čestica se predaje struji zraka, pregrijane pare ili inertnog plina koji se uvodi iz sapnice brzinom zvuka ili brzinom većom od brzine zvuka