

Katedra netkaných textilií, Fakulta textilní, Technická Univerzita v Liberci,
Jakub Hrůza,

ZPRACOVÁNÍ ODPADŮ TEXTILNÍCH A POLYMERNÍCH

7. Drcení a mletí polymerního odpadu



Použití:

- 1) V případech, kdy textilní, nebo polymerní odpad nelze zpracovat textilními technologiemi – velké množství pojiva, chemických přísad, zátěrů, nebo jiných (například pryžových) příměsí neumožňuje získat jednotlivá vlákna.
- 2) V případech, kdy není možné, nebo vhodné použít technologie aglomerace, regranulace, případně depolymerace z důvodu znečištění odpadu, nerozebíratelné směsi s různými teplotami tání, případně nemožnosti roztavení materiálu.

Příklady:

- Pneumatiky,
- Ostatní výrobky z kaučuku
- Díly karoserie aut
- Vlákné kompozity,
- Čalounění, části autosedaček,
- Koberce pod....



Zpracovávané materiály:

- Pneumatiky:

- 45 až 48 % elastomeru – NR (natural rubber) a BR (butadien rubber),
- 22 % sazí,
- 15 až 25 % oceli,
- 0 až 5 % textilu,
- 1 až 1,2 % ZnO, 1 % S, 0 až 0,2 % Se + Te a 6 až 8 % ostatních chemikálií

- Ostatní kaučukové materiály (hadice, těsnění, izolace, elektroinstalace...): NR (natural rubber), BR (butadien-rubber), SiR (silicone-rubber), SBR (styren-butadien-rubber), NBR (nitril-butadien-rubber)...

- Díly karoserie aut (car body parts):

Obvykle polymer, nebo kaučuk ve směsi s vlákny, pilinami, nebo jinými částicemi...

- Vláknenné kompozity (sport, letectví...):

sklolamináty, uhlíkové kompozity.....

- Čalounění, autosedačky:

PUR ve směsi s jinými materiály (vlákna, dráty, tkaniny, pleteniny.).

- Koberce:

PA, PP, PU, wo.... Spojené se zátěrem (akrylátový, kaučukový)

Princip:

Mechanické působení kovových elementů tlakem a stříhem drtí odpad na menší kusy, drť, nebo prášek. Obvykle je nutné chlazení. Minimální velikost prášku 600 μm (konvenční drcení), respektive 100 μm (použití chlazení).

Chlazení je u polymerního odpadu obvykle nutné ze dvou důvodů:

- 1) Nepřekročit teplotu tání, jedná – li se o termoplastický polymer, nebo teplotu destrukce u termosetů (při mechanickém namáhání se každá hmota ohřívá).
- 2) Snížit teplotu pod bod skelného přechodu, kdy se polymer stává křehkým.

Polymer	PE	PP	PA6	PET	PVC	NR	BR
Teplota zesklennění °C	-120	-20	50	69	80	-70	-73
Teplota Tání °C	110- 130	170	215	256	- (190)	-	-

Kryogenní drcení

Jedná se o drcení v podchlazeném stavu, zvláště výhodné u polymerních materiálů s viskoelastickými až elastickými vlastnostmi a především se uplatňuje při drcení pneumatik. Tyto materiály vlivem pružných deformací omezují drcení za normálních podmínek a mechanická energie přiváděná do drticího stroje je jen v malé míře využita na zmenšování velikosti částic. Větší část mechanické energie se přemění na teplo, což omezuje jemné mletí a negativně ovlivňuje výsledný produkt. Jednou z hlavních předností kryogenní techniky je možnost mletí ojetých pneumatik s ocelovou výztuží. Jemnější drcení a dokonalá separace ocelových a textilních výztuží umožňují rozšířit zpětné využití práškové frakce v gumárenském průmyslu. Pro kryogenní drcení odpadu pryže a především pneumatik je rozšířen chladicí systém s kapalným dusíkem. Hrubé frakce drti jsou chlazeny pod teplotou zesklennění (u pryže - 80 °C). Pryž v tomto stavu je křehká a tak se snadno drtí na drobné částice. Navíc se mnohem lépe separuje od ocelových a textilních výztuží.

Chlazení pomocí kapalného dusíku:

Bod varu kapalného dusíku - $195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ umožňuje volbu teploty pro drcení pryže. Plynný dusík je inertní, takže zabraňuje vzniku výbušných směsí v průběhu chlazení. Chladicí schopnost dusíku vyplývá z hodnoty jeho výparného tepla a z množství tepla, které je nutné pro zahřátí nad teplotu bodu varu. Aby se 1 kg pryžové drti ochladil, je nutno použít 0,3 až 1 kg kapalného dusíku (pro velmi jemnou drť i více).

Chlazení pomocí vzduchu:

Jde o chlazení v klasickém termodynamickém systému. Zařízení je složitější a jeho chladicí schopnost menší. Vzduch lze chladit maximálně na teplotu $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$. Výhodou je nižší cena.

Stroje pro drcení a mletí:

1) Drtiče

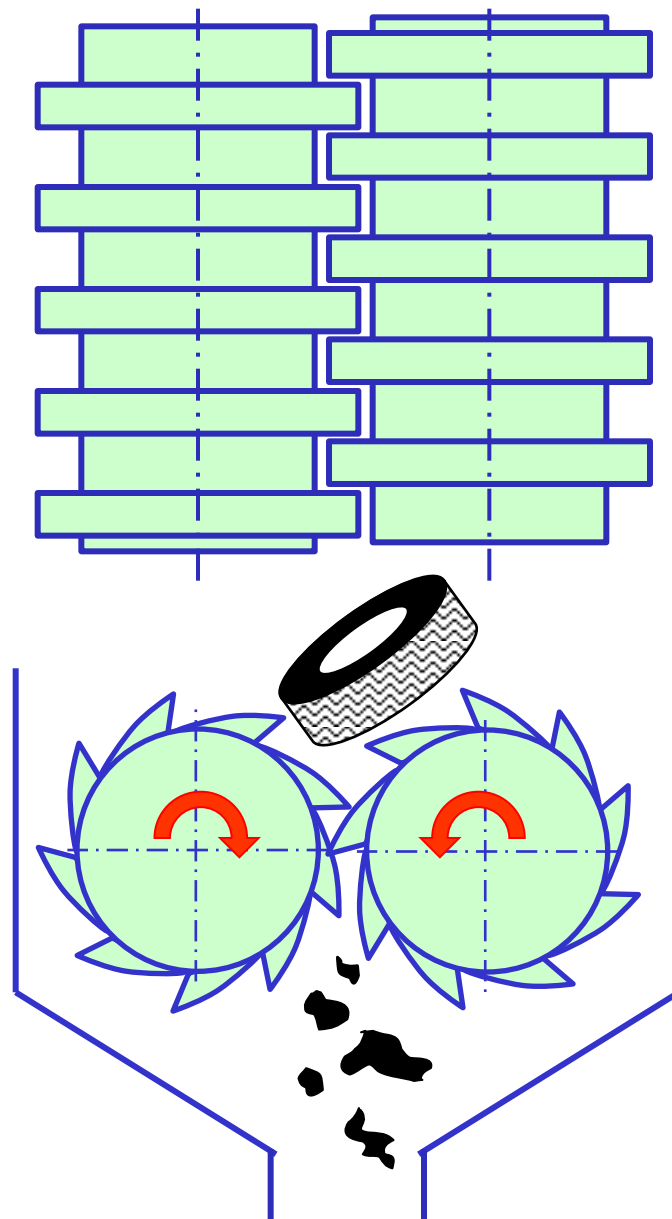
Použití:

Hrubé drcení velkých kusů odpadu na menší části cca desítky milimetru velké. Často jsou tyto stroje využívány také jako první stroj v různých linkách na zpracování odpadu - pro předdrčení odpadu před jeho drčením nebo mletím najemno.

Popis:

Obvykle jednohřídelové nebo dvouhřídelové drtiče stříhají a drtí materiál pomocí segmentů na hřídelích, které se pomalu otáčejí proti sobě. Výstupem z drtiče jsou proužky nebo kousky odpadu, jejichž velikost závisí na charakteru vstupního odpadu a na šíři segmentů. Dvouhřídelové drtiče jsou vhodné na drcení různých druhů odpadů, jako jsou plasty, karton, dřeno, laminát, pneumatiky, apod. V případě potřeby mohou být drtiče vybaveny přítlačným zařízením, které zajišťuje natlačení objemného odpadu mezi drtící segmenty.

Je možné chladit segmenty postřikem vody.



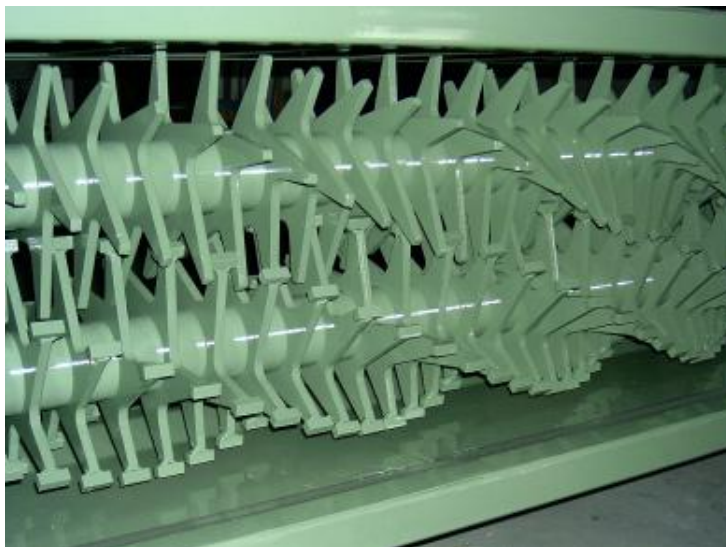
Příklady mechanismů drtičů



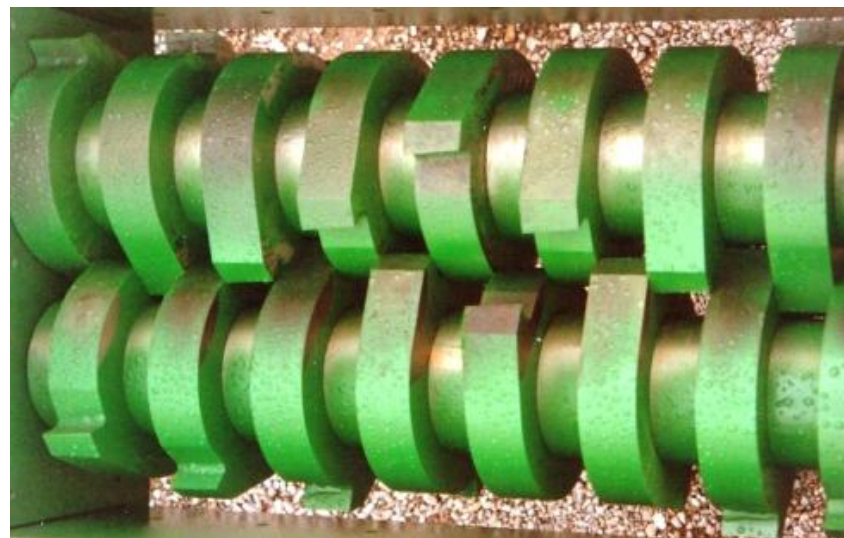
Všechny materiály (ne kov); menší výkon,
možnost nastavení velikosti drtě 6 – 50 mm



Papír, dřevo, plasty...



Polystyren, PU desky



Pneumatiky, hadry, olejové filtry...

Jednotlivý drtič



tire shredder.avi

Drticí linka



Další druh drtiče – Bubnový drtič

Pro drcení odpadu z nesourodých surovin jako je např. odpad z výroby izolačních desek, elektrošrot, elektromotorky aj., kde jednou surovinou je kov a další surovinou plast, je vhodné použít drtiče, který suroviny oddělí a připraví je pro následné zpracování.



2. Mlýny

Použití:

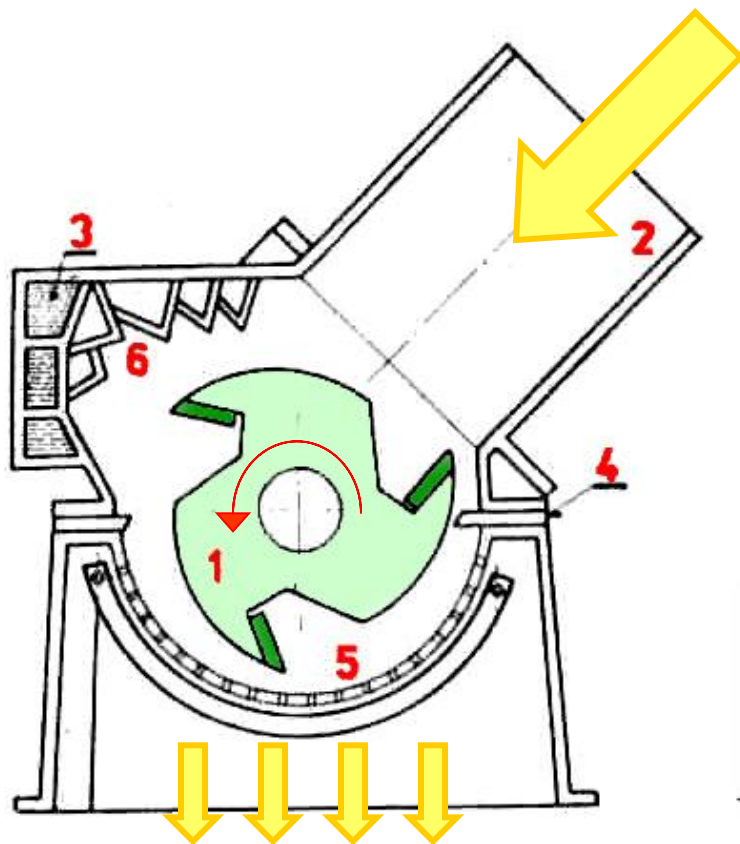
Mlýny jsou určeny pro jemné rozdrčení odpadu na částice velké 0,5 – 0,1 mm. Mletí je prováděno buď konvenční bez chlazení, nebo s chlazením. Chlazení je prováděné vodou, nebo kryogenně pomocí kapalného dusíku.

Rozdělení:

- nožové
 - s plným rotorem
 - s dutým rotorem
- kladivové
- kuželové
- šnekové
- hydraulické protlačování

Nožové mlýny:

Jsou určeny pro textilní a pryžový odpad s menší tvrdostí. Při mletí dochází zejména k působení stříhových sil. Namletá drť propadává sítím, jehož hustotou je dána velikost částic. Pro další zpracování je transportována buď dopravníkem, nebo pneumaticky.



Popis:

1. Rotor s noži
2. Násypka na předrcený odpad
3. Chlazení
4. Statický protinůž
5. Síto

Příklad nožového mlýnu: Nožový mlýn G 300/400

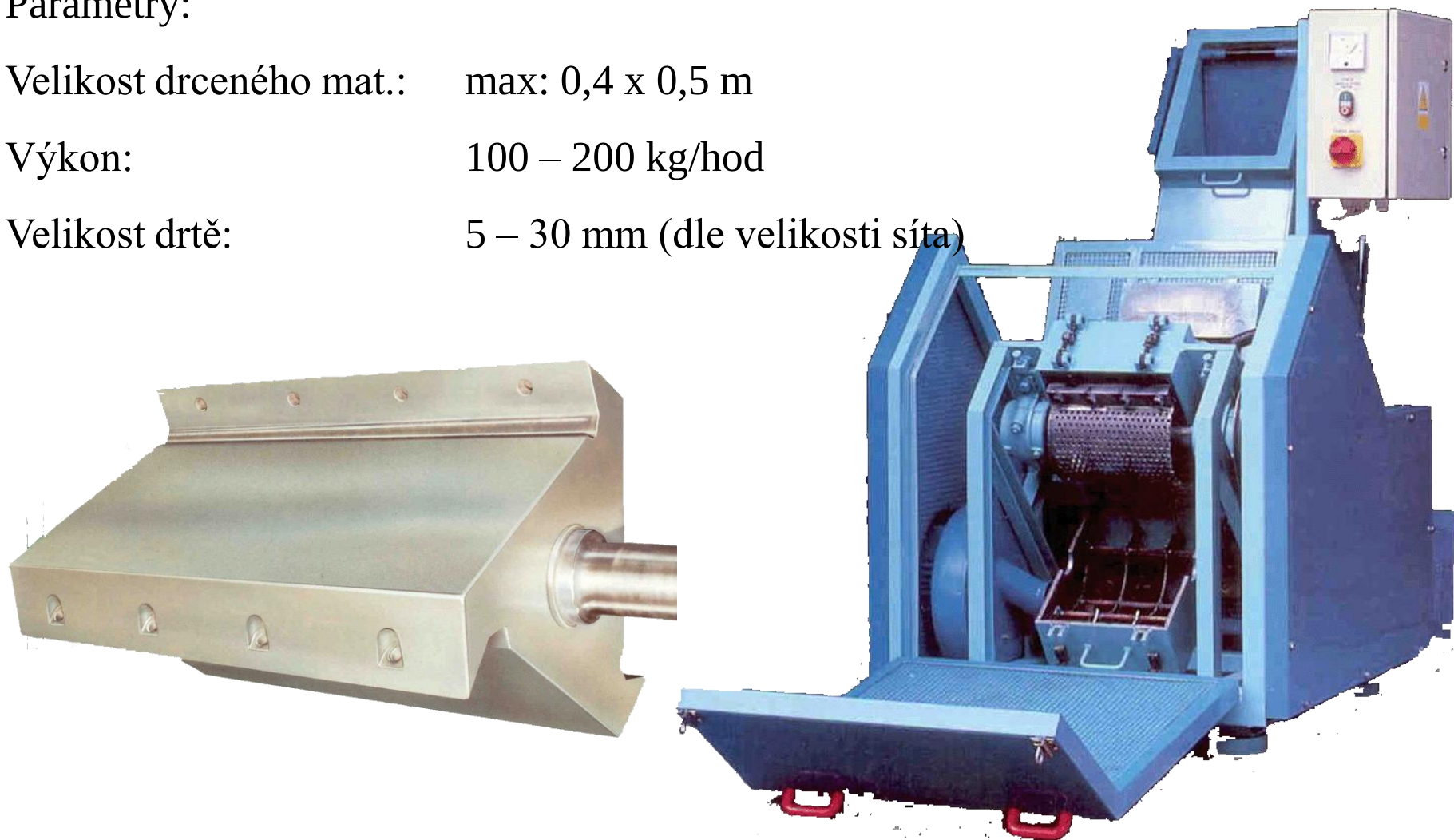
Určení: Mletí tříděného plastového odpadu, papíru, kůže, kabelů Al, Cu, textilu a dalších s výjimkou tvrdokovů a minerálů.

Parametry:

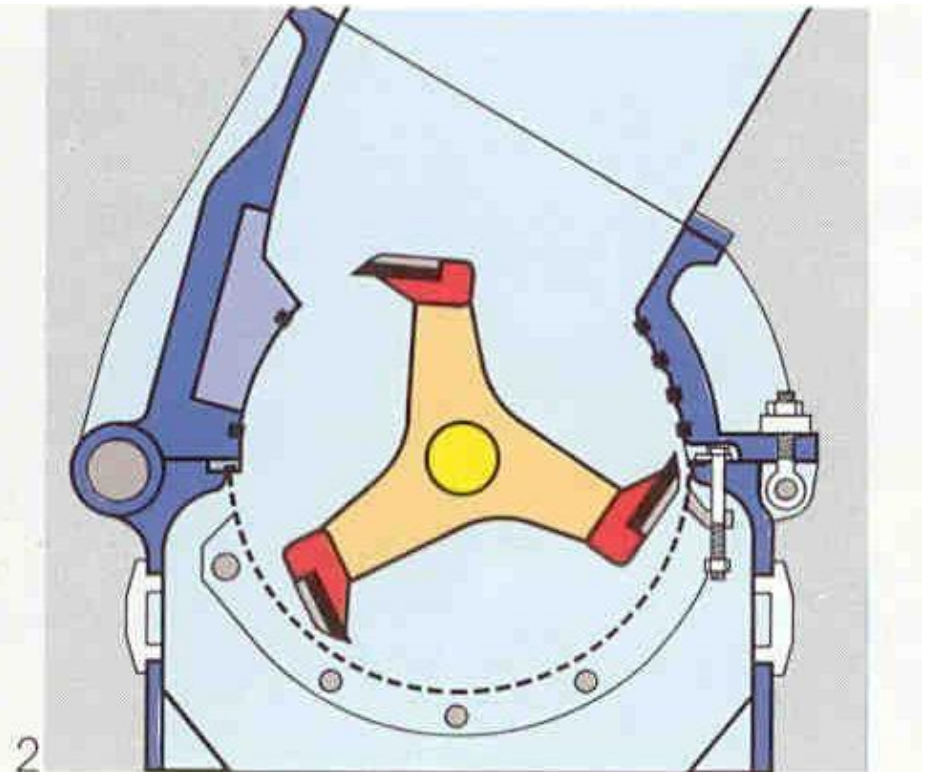
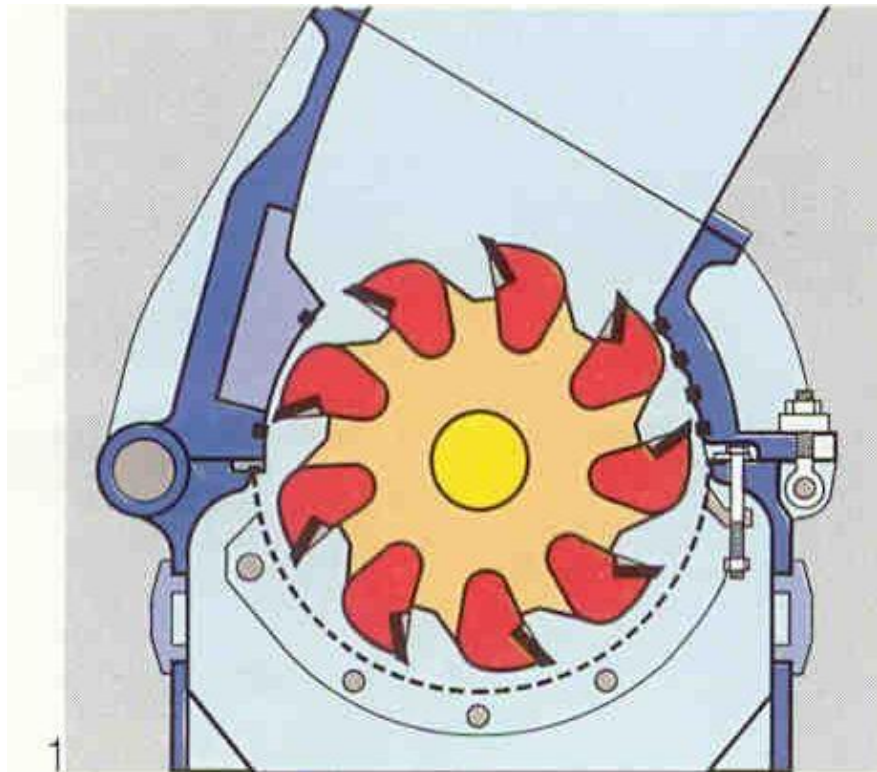
Velikost drceného mat.: max: 0,4 x 0,5 m

Výkon: 100 – 200 kg/hod

Velikost drtě: 5 – 30 mm (dle velikosti síta)



Možnosti tvaru rotoru:



1) Pro textilní odpad

Větší počet nožů po obvodu zabrání propadnutí kusu textilu ke středu rotoru, kde by se jen otáčel a namotával

2) Pro větší kusy odpadu

Kladivové mlýny

Jsou určeny pro křehký tvrdý materiál. Při mletí je využívána hybnost nožů ve tvaru kladiva, které jsou výkyvně uloženy na rotoru.

Kuželové mlýny

Jsou určeny zejména pro pryžový odpad spojený s odpadem textilním, například na pneumatiky.

Pryžový odpad je odírán kuželovým statorem a rotorem a oddělován od textilní části.

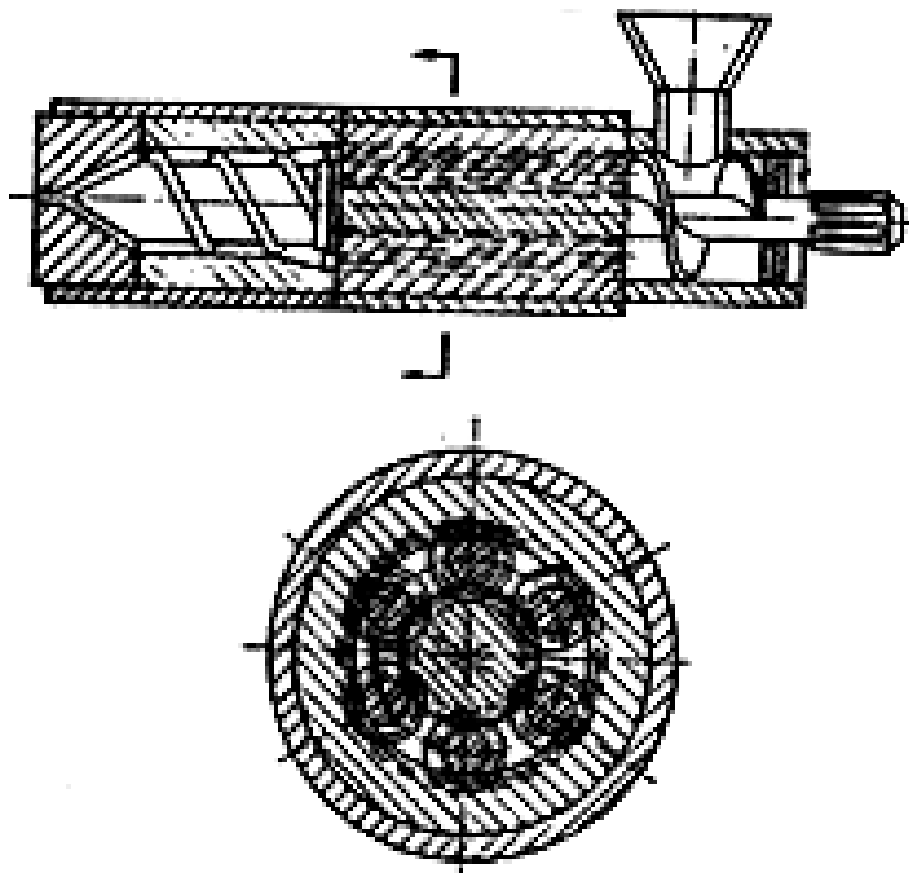
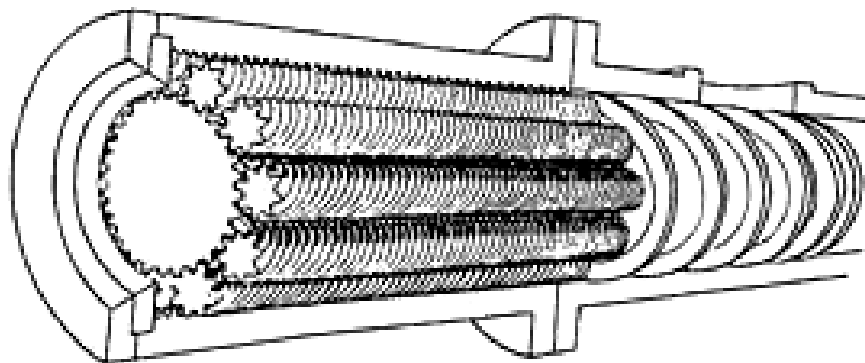
Oddělování probíhá třemi způsoby:

- Kombinace vibračních sít a odsávání vláken
- Elektrostatické oddělování
- Fluidní splav na základě rozdílných měrných hmotností pryže a vláken

Šnekový vytlačovací stroj

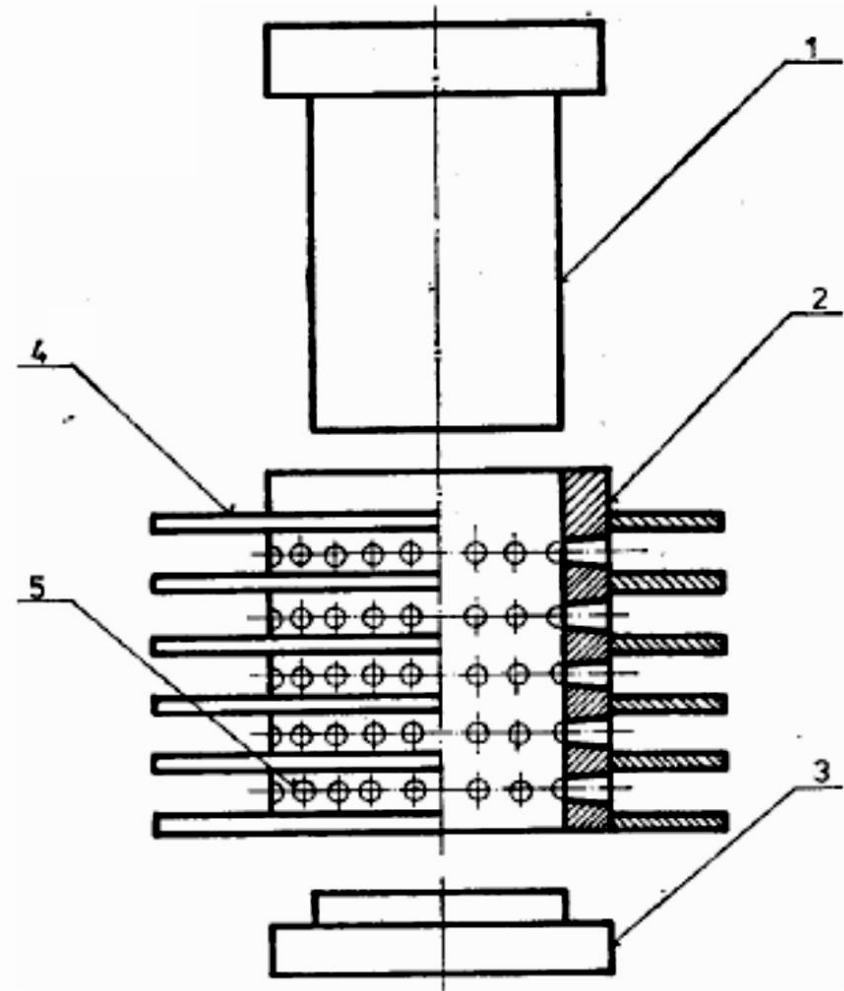
Je určen pro směsování jemné drti s dalšími přísadami a mechanickou plastifikaci za působení intenzivního smykového namáhání.

Používá se při tvorbě renegátu, tedy znovupoužití při výrobě nového pryžového výrobku.



Alternativní způsob drcení - Hydraulické protlačování.

Schéma vysokotlakého zařízení je uvedeno na obr. 3.2.3. Metoda je založena na velké tlakové síle vyvinuté hydraulickým pístem v prostoru válce, kde dochází k deformaci a protlačování pryžového odpadu otvory ve stěně pracovního válce. Deformační prostor válce je vymezen a axiálním posuvem hydraulického pístu, čímž lze dosáhnout požadovaného účinku. Určitá část kordových a ocelových vláken se přetrhne již v tlakovém prostoru a vystupuje spolu s pryžovými výtlačky otvory ve stěně válce. Podstatná část ocelových výztuží a patní lanka vytvoří v čelní zátce slisovanou skruž, kterou je potřeba v určitých intervalech odstraňovat. Spotřeba energie při této technologii je poměrně malá, protože při deformaci se teplota pryže zvyšuje jen nepatrně v okamžiku, kdy proniká přes otvory. Pryžové výtlačky různých tvarů a rozměrů je nutno dále zpracovávat konvenční nebo kryogenní technikou.



1 - hydraulický píst, 2 - tlakový válec, 3 – čelní zátka, 4 - odvodní lišta, 5 - otvory v tlak. válci.

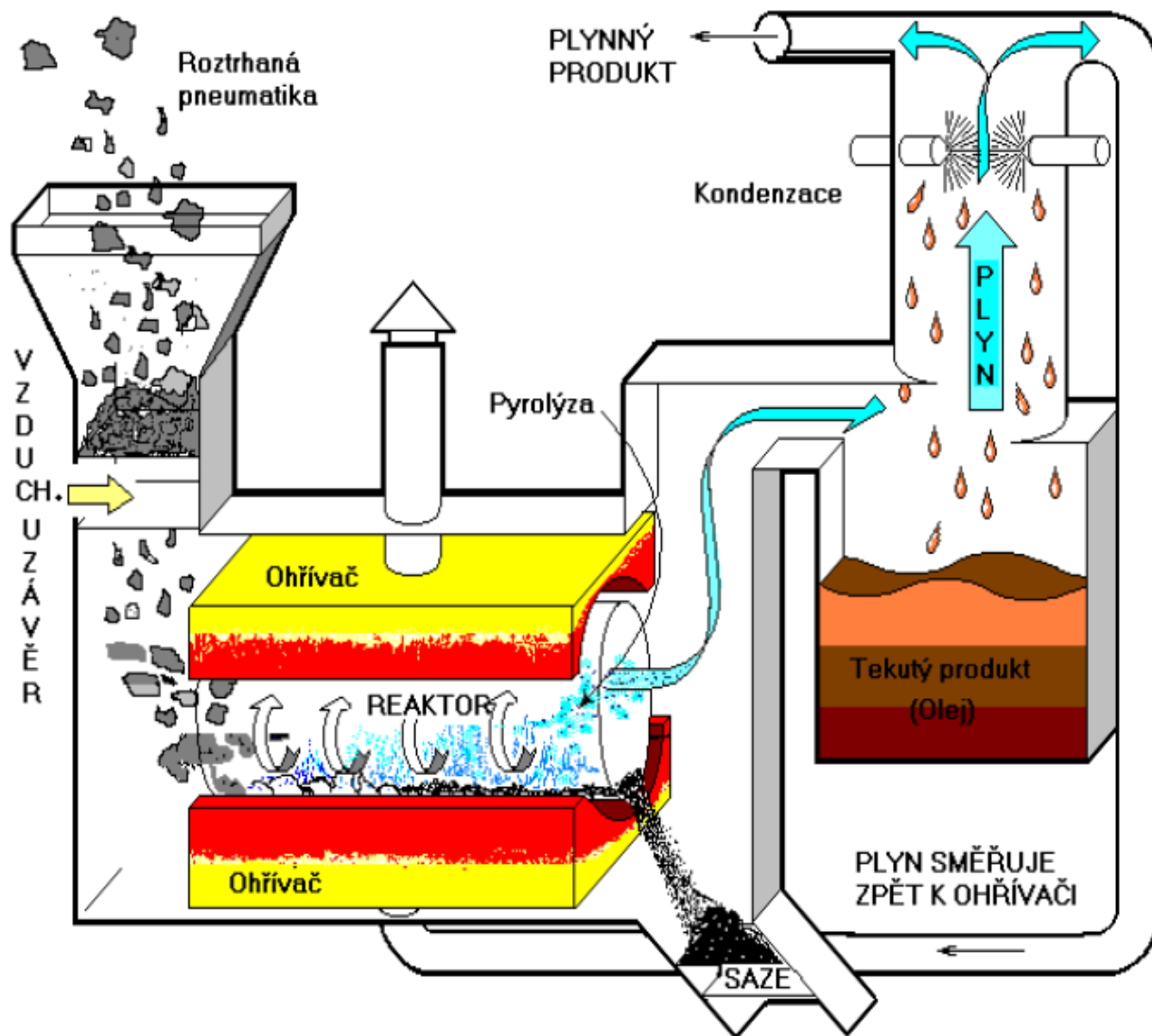
Aplikace drti

1. **Spalování** – hrubá drť (drcená-ne mletá) se používá jako palivo pro cementárny. Jde o nejrozšířenější způsob zpracování pneumatik v ČR. Viz. spalování.
2. **Renegát** – dávkování jemného prášku do nových pryžových směsí. Lze dávkovat pouze do 10 - 20 % . Jde o depolymerační proces, při němž se přerušují vazby v existující síti vulkanizátu nebo v řetězci polymeru, popř. v obou typech vazeb zároveň. Proces musí probíhat kombinovaným účinkem chemikálií (regeneračních přísad), tepla a mechanického namáhání (kromě přírodního kaučuku). Drť je mechanicky zpracována a homogenizována pomocí šnekových míchaček. Čím je jemnější drť, tím kratší je doba regenerace a menší pracnost při rafinaci regenerátu na válcích. Platí zásada, že čím jsou jemnější částice, tím větší množství drtě lze přidávat přímo do nových směsí. Experimenty prokázaly, že drť pryže o průměru částic 75 až 200 μm lze bez úpravy přidávat do nových směsí do obsahu 20 % .

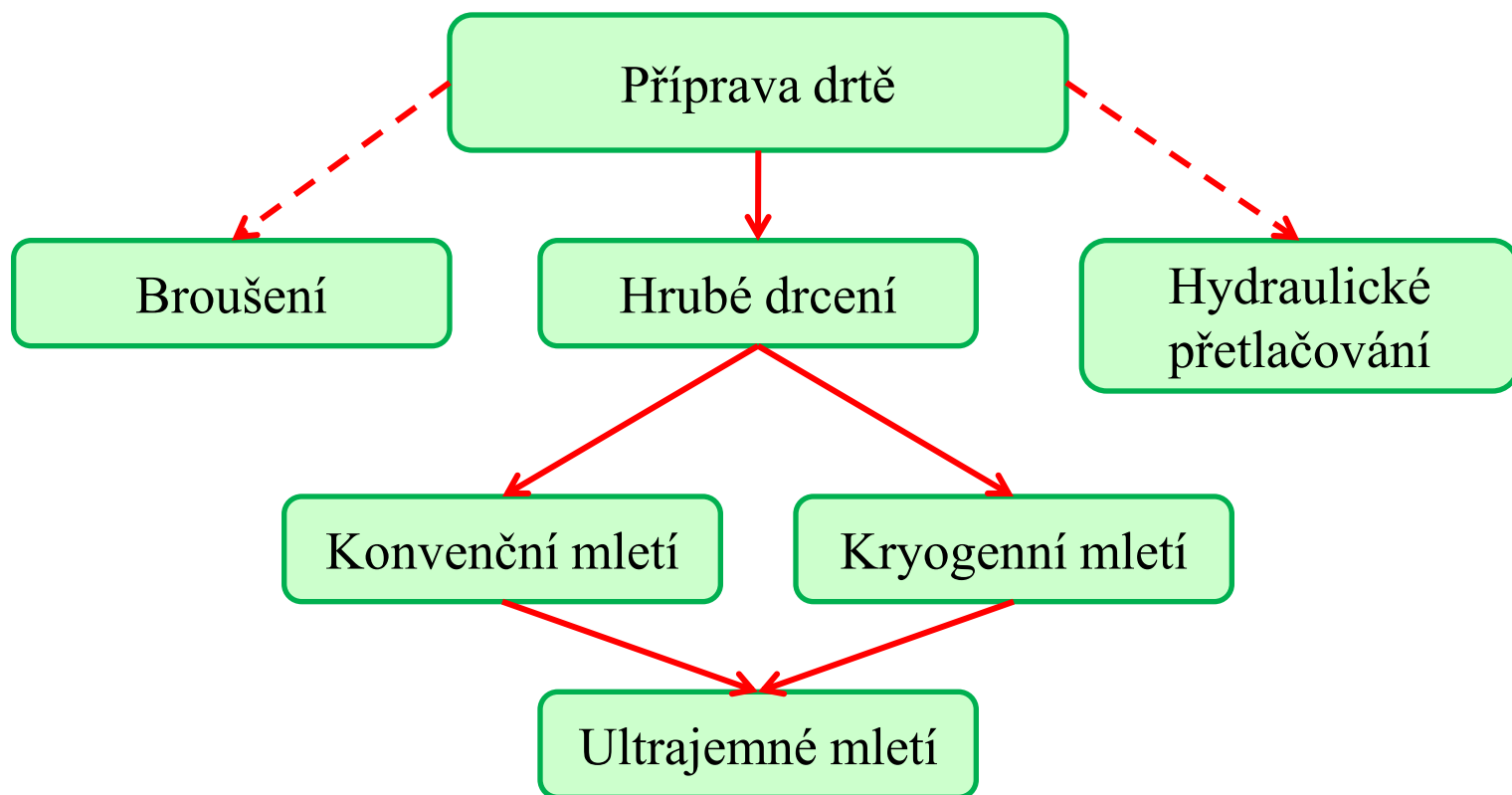
3. **Pryžové izolační hmoty** - použití jako tlumicí desky, dlaždice, nebo koberce pro komunikační plochy, vozovky, chodníky, přejezdy, sportovní hřiště apod. Často se jedná o recyklaci koberce a jeho použití do téhož výrobku. Jemná drť je smíchána s pojivem a dávkována jako podkladová pružná vrstva pod krytinu. Výhodou je pružné chování a nízká tepelná vodivost.
4. **Plnivo pro asfalt, nebo beton** – vozovky s lepšími mechanickými vlastnostmi, přísada pro povrchové úpravy sportovišť. Přídavkem elastomeru je možno modifikovat u asfaltu teplotu měknutí, zmenšit penetraci, zmenšit teplotní citlivost bez změny lepivosti, zvětšit odolnost proti dynamickému namáhání, zvětšit odolnost proti stárnutí především vlivem slunečního záření a mrazu, zvýšit přilnavost povrchu. Uvedené změny vlastností podstatně prodlužují životnost silničních povrchů. Pro zajištění těchto příznivých vlastností je nutno dodržovat podmínky (především teplotní) při technologickém postupu modifikace a technologii zpracování asfaltů v obalovnách. Při dlouhé době homogenizace modifikovaných asfaltů s pryží za vysokých teplot může destrukce makromolekul dosáhnout takového stupně, že se pak projeví i negativní vliv modifikace.

5. **Sorbční materiály** pro případ ekologických havárií - 1 litr jemné netoxické drti umístěné na vodní hladině je schopen sorbovat 3 litry benzínu, 1,7 litru nafty, nebo 1,5 litru oleje. Znečištěný materiál je následně mechanicky shrnut z hladiny, nebo zachycen sítí.

6. **Pyrolýza** – tvorba látek použitelných v chemickém průmyslu (zatím problematické).



Technologie zpracování pneumatik:



Zpracování použitých pneumatik v Evropě

