

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Konstrukční návrh drtiče skrývky na výložníku
velkstroje

Structural Design of Overburden Crusher on Large-
Scale Excavator Boom

Student:

David Minarik

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Horst Gondek DrSc.

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání bakalářské práce

Student: **David Minarik**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 10 Stroje pro těžbu a zpracování užitečných surovin
Téma: **Konstrukční návrh drtiče skrývky na výložníku velkostroje**
Structural Design of Overburden Crusher on Large-Scale Excavator Boom

Zásady pro vypracování:

- 1) Proved'te rešerši zařízení pro drcení rozpojené horniny na velkostrojích
- 2) Proved'te konstrukční návrh drtiče umístěného na špičce kolesového výložníku
- 3) Proved'te základní výpočet výkonu pohonu drtiče
- 4) Proved'te detailní výkres držáku zubu drtiče

Seznam doporučené odborné literatury:

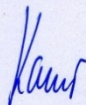
- ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 48 s
- Gondek, H., Ševčík, A.: *Stroje pro těžbu a zpracování užitečných surovin I*, Vydala: VŠB – TU Ostrava, Ostrava 2006, ISBN 80- 248- 1040 - 9
- BOLEK, A. – KOCHMAN, J. et.al.: *Části strojů – 1. svazek*. 5. vydání Praha. SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1989, 775 s. ISBN 80-03-00048-7.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

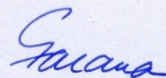
Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Horst Gondek, DrSc.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



doc. Dr.Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 21.5.2012

..... David Minárek
podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě..... 21.5. 2012

David Minarik
.....
podpis

David Minarik

Zelená 50

Zelená

431 02

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

MINARIK, D. *Konstrukční návrh drtiče skrývky na výložníku velkstroje: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB –Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstrukce, 2012, 43 s. Vedoucí práce: prof. Ing. Horst Gondek DrSc.

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem drtiče skrývky umístěného na špičce kolesového výložníku, tzv. kruhadla. Na začátku práce je rozebrána problematika procesu rozpojování drticím zařízením s výpisem vlastností hornin a popisem některých mechanických zkoušek pevnosti hornin. Dále práce pokračuje rešerší drticích zařízení užívaných na kolesových rypadlech. Následně práce pokračuje konstrukčním návrhem kruhadla a na základě navržených parametrů rotoru kruhadla je proveden základní výpočet výkonu pohonu kruhadla. K práci je dále přiložen jako příloha výkres držáku zubu drtiče pro výměnné zuby.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

MINARIK, D. *Structural Design of Overburden Crusher on Large-Scale Excavator Boom: bachelor thesis*. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2012, 43 s. Thesis head: prof. Ing. Horst Gondek DrSc.

Bachelor thesis deals with the structural design of overburden crusher located at the tip of wheel boom, the Slicer. At the beginning of the thesis the process of disintegration crushing device is analyzed with a list of properties of rocks and a description of some mechanical strength tests of rocks. Further I am dealing with searches of crushing equipment used on wheel excavators in thesis. Subsequently, work continues structural design of the Slicer and based on the proposed parameters of the rotor Slicer basic calculation of drive power is made. To the work is attached as Annex drawing a crusher tooth holder for removable teeth.

Obsah

Obsah	Chyba! Záložka není definována.
Seznam použitých značek	7
Seznam použitých zkratk	8
Úvod.....	9
1 Přehled problematiky rozpojování	10
1.1 Podstata zdrobňování	10
1.2 Drtitelnost	11
1.3 Vlastnosti hornin podmiňující drtitelnost.....	11
1.3.1 Vliv pevnosti v tlaku, tahu, smyku a ohybu na drtitelnost	13
1.3.2 Vliv tvrdosti na drtitelnost	18
1.3.3 Vliv křehkosti na drtitelnost.....	18
1.3.4 Vliv plasticity na drtitelnost	19
1.4 Vlastnosti uhlí	19
1.5 Faktory ovlivňující drcení	21
1.6 Teorie zdrobňování	21
1.6.1 Povrchová teorie (podle Rittingera)	21
1.6.2 Objemová teorie (podle Kicka)	22
1.6.3 Tzv. třetí teorie zdrobňování (podle Bonda).....	22
1.6.4 Teorie zdrobňování podle Charlese	22
2 Nasazení drtících zařízení na kolesových rypadlech	24
3 Drtící zařízení na kolesových rypadlech.....	25
3.1 Drtící zařízení na konci dopravních cest velkorypadel.....	27
3.1.1 Drtič skřívky DSOH	27
3.1.2 Tangenciální drtič skřívky	28
3.2 Drtící zařízení umístované do přesypů kolesových rypadel	29
3.2.1 Drtič těženého materiálu v přesypech pásových cest těžebních zařízení	30
3.3 Drtící zařízení umístované na špičky kolesových výložníků	31
3.3.1 Jednorotorové kruhadlo skřívky 1 RKS na velkostroji KU800/8	32
3.3.2 Jednorotorové kruhadlo skřívky 1 RKS na velkostroji SchRs1320	35
3.3.3 Dvourotorové kruhadlo	37
4 Základní výpočet výkonu pohonu drtiče.....	39
5 Závěr.....	41
6 Použitá literatura	42
Seznam příloh	43

Seznam použitých značek

Značka	Jednotka	Popis
A	[m ²]	počáteční průřezová plocha vzorku
D	[m]	průměr horninového kotouče
F	[N]	maximální dosažená síla při porušení tělesa
F_c	[N]	celková drtící síla
F_z	[N]	maximální drtící síla na jeden zub
D	[m]	průměr kruhového razníku
D_k	[m]	průměr rotoru kruhadla
D_z	[m]	střední průměr zrn před zdrobněním
M_o	[N·m]	ohybový moment
P	[W]	výkon drtiče
S_{oz}	[m ²]	plocha vzniklá otupením špičky zubu
T	[N]	posouvající síla
W	[J·kg ⁻¹]	měrná spotřeba práce
c	[-]	empiricky stanovená konstanta
c_B	[-]	empiricky stanovená konstanta
c_K	[-]	empiricky stanovená konstanta
c_R	[-]	empiricky stanovená konstanta
d_r	[m]	průměr roubíku
d_z	[m]	střední průměr zrn po zdrobnění
f_z	[-]	součinitel tření mezi zubem a uhlím
m	[-]	empiricky stanovená konstanta
n_k	[ot./min]	otáčky kruhadla
t	[m]	tloušťka zkoušené destičky
x	[m]	velikost zrna
μ	[-]	součinitel nakypření
π	[-]	Ludolfovo číslo
σ_c	[MPa]	pevnost v jednoosém tlaku
σ_{uh}	[MPa]	pevnost uhlí v tlaku
σ_1	[MPa]	napětí v tříosé napjatosti na ose y
σ_2	[MPa]	napětí v tříosé napjatosti na ose x
σ_3	[MPa]	napětí v tříosé napjatosti na ose z
ω_k	[rad·s ⁻¹]	úhlová rychlost rotoru kruhadla

Seznam použitých zkratek

Zkratka	Význam zkratky
DNT	Doly Nástup Tušimice, součást Severočeských dolů, a.s.
DSOH	drtič skrývky obkročný housenicový
KU800/8	kolesové rypadlo univerzální na kráčivém podvozku
KU800/20	kolesové rypadlo univerzální na kráčivém podvozku
SchRs1550	kolesové rypadlo na housenicovém podvozku, z německého jazyka Schaufelradbager
SchRs1320	kolesové rypadlo na housenicovém podvozku, z německého jazyka Schaufelradbager

Úvod

Při těžbě nerostných surovin kolesovými rypadly, zvláště pak nadložních zemin při odkrývání těchto nerostných surovin dochází k uvolňování velkých kusů těžené horniny. Tyto nadměrné kusy horniny jsou korečky kolesschopny svou objemností dopravit až na dopravní cesty velkorypadel a poté dál na dálkovou pásovou dopravu. Nadměrné kusy ovšem negativně působí na dopravní cesty, což je nežádoucí převážně z ekonomického hlediska. K odstranění těchto nežádoucích vlivů jsou do dopravních cest vkládána drtící zařízení, která nadměrné kusy těžného materiálu zdrobňují.

Cílem této bakalářské práce je konstrukční návrh drtiče na špičce kolesového výložníku kolesového rypadla, jehož funkcí je zdrobňovat nadměrné kusy horniny na maximální stanovenou velikost.

1 Přehled problematiky rozpojování

Abychom mohli navrhnout důlní zařízení, je potřebné seznámit se s některými pojmy z dané problematiky a s vlastnostmi těžných hornin. Využití poznatku o složení těžné horniny a také hlavně o jejích fyzikálně mechanických vlastnostech má podstatný význam pro konstrukci důlních strojů a jejich částí s ohledem na očekávaný výkon a životnost.

1.1 Podstata zdrobňování

Zdrobňování (drcení) nerostných surovin a jiných materiálů je proces, při kterém se působením vnějších sil překonávají vnitřní mezimolekulární síly soudržnosti a dochází tak k rozrušení zrn [2]. Rozpadem zrn při drcení vzniká soubor menších zrn a současně vzrůstá celkový povrch. Příklad vzrůstu celkového povrchu krychle o objemu 1cm^3 je znázorněn v tabulce 1.

Tabulka 1 – Vzrůst celkového povrchu krychle při jejím dělení

Velikost krychle	1 cm	1 mm	100 mikronů	10 mikronů	1 mikron
Počet krychlí	1	103	106	109	1012
Celkový povrch	6cm^2	60cm^2	600cm^2	6000cm^2	6m^2

K drcení lze využívat různých způsobů rozrušování a zdrobňování materiálů. Rozhodující význam má namáhání zdrobňovaných zrn tlakem, úderem a stříhem. V menší míře se uplatňuje i namáhání na ohyb. Naproti tomu vliv namáhání tahem je nepatrný. Způsob zdrobňování závisí na konstrukci a typu používaného stroje [1].

Ve většině zdrobňovacích strojů je materiál rozrušován kombinovaným účinkem různých způsobů namáhání a průběh zdrobňování bývá proto velmi složitý [1]. Při zdrobňování se jednotlivá zrna rozpadají vždy v místech se zmenšenou pevností. Při pokračujícím dalším zdrobňování se počet takových míst postupně zmenšuje a odpor vůči zdrobňování zvětšuje.

1.2 Drtitelnost

Drtitelností označujeme odporzdrobňovaného materiálu vůči pracovním elementům zdobňovacích strojů. Čím menší je tento odpor, tím snadněji se příslušný materiál rozrušuje a zdobňuje.

Vzhledem k velkému množství různých vlivů působících při zdobňování je prakticky zcela vyloučeno formulovat jednotné, obecně platné kritérium zdobňování.

Drtitelnost hornin, rud a jiných materiálů nezávisí jen na jejich fyzikálních nebo fyzikálně-chemických vlastnostech, ale i na způsobu, jakým je materiál rozpojován, na konstrukci a typu použitého zdobňovacího stroje, na vzájemném působení zrn v průběhu zdobňování, případně i na vlivech prostředí atd. Podstata zdobňovacího procesu není dosud ve všech podrobnostech dostatečně známa[1].

V praxi se používá poměrně velký počet různých metod pro určování drtitelnosti. Většina z nich je však zaměřena nebo omezena na konkrétní případy.

1.3 Vlastnosti hornin podmiňující drtitelnost

Horniny i ostatní materiály, které drtíme, mají různé, často odlišné vlastnosti. Tyto vlastnosti nám významně ovlivňují drtitelnost. Z tohoto důvodu je znalost vlastností drcených materiálů potřebná k navrhování a volbě drticích zařízení.

K vlastnostem hornin a jiných materiálů, které podmiňují jejich drtitelnost, patří[1]:

- pevnost v tlaku,
- pevnost v tahu,
- pevnost ve smyku,
- pevnost v ohybu,
- pevnost v krutu,
- tvrdost,
- křehkost,
- plasticita,
- elasticita,

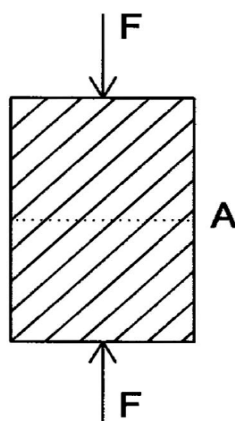
- stlačitelnost,
- obsah vody,
- schopnost přijímat nebo ztrácet vodu,
- hydroskopičnost,
- sorpční schopnost,
- sklon k hydrataci povrchu,
- tepelná vodivost,
- tepelná roztažnost,
- schopnost dekrepitovat,
- elektrická vodivost,
- permitivita,
- krystalová strukturní mřížka,
- způsob chemické vazby v krystalech,
- štěpnost,
- vady v krystalové mřížce,
- místa nehomogenity na rozhraní různě orientovaných vzájemně srostlých krystalů,
- vruby na povrchu reálných zrn,
- struktura hornin,
- textura hornin,
- vrstevnatost,
- břidličnatost,
- stříhy (kolmé nebo šikmé k vrstevnatosti),
- kliváže,
- tektonické pukliny (uzavřené) nebo trhliny (otevřené),
- trhlinky vyvolané trhacími pracemi při uvolňování hornin z masivu,
- stupeň zvětrání hornin,
- obsah popelovin v uhlí,
- stupeň zvětrávání hornin,
- nestejnorodost nerostného složení hornin,
- rozdílné vlastnosti jednotlivých komponent,
- odolnost proti otěru,
- abrazivnost,
- velikost zdrobňovaných zrn,
- granulometrické složení zdrobňovaného materiálu.

1.3.1 Vliv pevnosti v tlaku, tahu, smyku a ohybu na drtitelnost

Mechanické způsoby zdrobňování jsou založeny na využívání tlakových sil. To, že se v drtičích využívá především namáhání tlakem, je nevýhodné, protože pevnost v tlaku je přibližně 20 až 50krát větší než pevnost v tahu téhož materiálu.

K určení pevnostních vlastností hornin se využívá celá řada zkoušek.

Pevnost v jednoosém tlaku (tzv. prostá tlaková pevnost) je největší síla, kterou zkušební těleso snese při namáhání jednoosým tlakem, vztážená na počáteční průřez tohoto tělesa[3] (obrázek 1).



Obrázek 1 – Schéma zkoušky pro stanovení pevnosti horniny v jednoosém tlaku
 F – maximální dosažená síla při porušení tělesa, A – počáteční průřezová plocha vzorku

Pevnost v jednoosém tlaku má mezi ostatními pevnostmi stanovovanými na horninách jisté výjimečné postavení. Je totiž součástí řady účelových klasifikací a sama o sobě je základní klasifikací hornin[3] (tabulka 2 a 3).

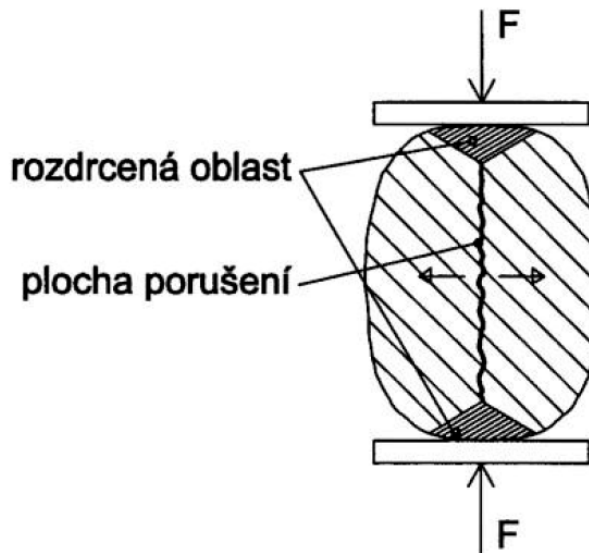
Tabulka 2 – Klasifikace hornin podle pevnosti (ČSN 72 1002/1990, ČSN 73 1001/1988)

Třída pevnosti	Pevnost v jednoosém tlaku stanovená na horninovém tělísku σ_c [MPa]	
(R0)	(> 250)	skalní horniny
R1	> 150	
R2	50 ÷ 150	(nepříliš šťastně zvolená formální hranice) ↓
R3	15 ÷ 50	poloskalní horniny
R4	5 ÷ 15	
R5	1,5 ÷ 5	(formální hranice) ↓
R6	0,5 ÷ 5	zeminy

Tabulka 3 – Klasifikace hornin podle pevnosti (ČSN EN ISO 14689-1/2004)

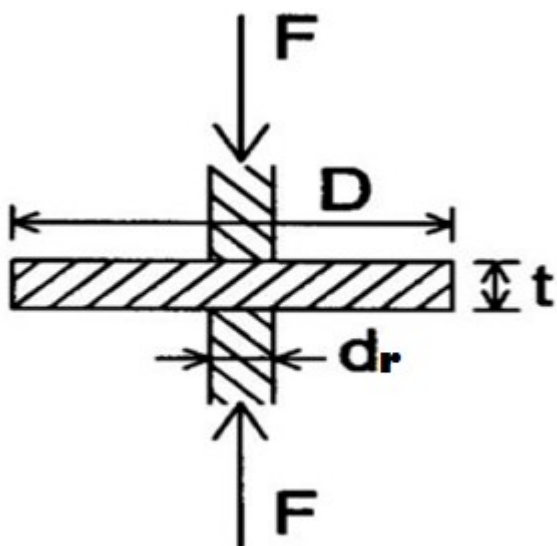
Termín	Polní identifikace	Jednoosá tlaková pevnost MPa
Extrémně slabá	Lze vtlačit nehet	< 1
Velmi slabá	Rozpadá se pod úder špiče geologického kladiva, lze škrábat nožem.	1 až 5
Slabá	Lze obtížně škrábat kapesním nožem, povrchový (mělký) vrub rázným úderem špiče geologického kladiva.	5 až 25
Středně pevná	Nelze škrábat kapesním nožem, vzorek může být rozbit jedním rázným úderem geologického kladiva.	25 až 50
Pevná	Vzorek je nutno rozbít více než jedním úderem geologického kladiva.	50 až 100
Velmi pevná	Vzorek je nutno rozbít mnoha údery geologického kladiva.	100 až 250
Extrémně pevná	Vzorek může být geologickým kladivem pouze vyštípnut (oštípnut).	> 250

Pevnost v drcení nepravidelných horninových těles (tzv. oříšková zkouška) je zkouška vhodná pro poloskalní horniny v případech kdy není možné připravit pravidelná zkušební tělesa. Zkušební těleso je ve skutečnosti porušováno příčným tahem[3](obrázek 2).



Obrázek 2 – Schéma zkoušky pro stanovení pevnosti v drcení nepravidelných horninových těles
 F – maximální dosažená síla při porušení tělesa

Pevnost v tlaku stanovená pomocí sousých roubíků je stanovována na destičkách upnutých v axiátoru mezi dvěma roubíky o profilu, který odpovídá tloušťce zkušební destičky [3] (obrázek 3). Zkouška je určena především pro křehké horniny.



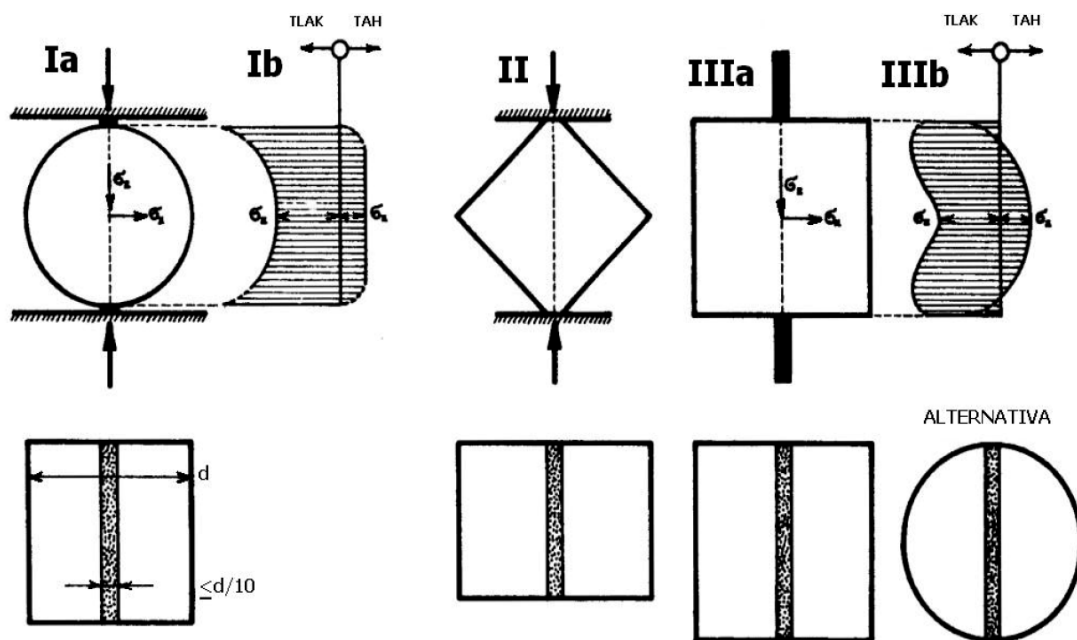
Obrázek 3 – Schéma zkoušky pro stanovení pevnosti horniny v tlaku pomocí sousých roubků
 F – maximální dosažená síla při porušení tělesa, d_r – průměr roubků, ($d_r = t$), t – tloušťka zkoušené destičky, D – Průměr horninového kotouče

Pevnost horniny v jednoosém tlaku (tzv. prostá tahová pevnost) je největší síla, kterou zkušební těleso snese při namáhání jednoosým tahem, vztažená na počáteční průřez zkoušeného tělesa [3] (obrázek 4).



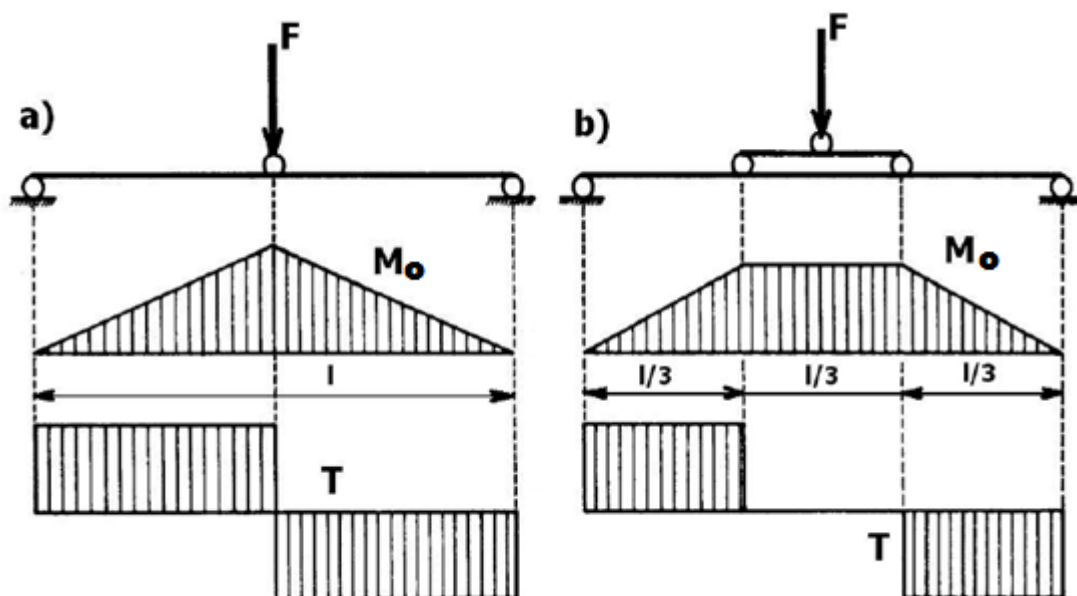
Obrázek 4 – Schéma zkoušky pro stanovení pevnosti horniny v jednoosém tahu
 F – maximální dosažená síla při porušení tělesa, A – počáteční průřezová plocha vzorku

Pevnost horniny v příčném tahu (tzv. Brazilská zkouška) spočívá v zatěžování pravidelného tělíska na dvou protilehlých rovnoběžných přímkách. Porušení nastane rozštěpením tělesa tahovým napětím v rovině spojující protilehlé přímky zatížení [3] (obrázek 5).



Obrázek 5 – Schéma zkoušky pro stanovení pevnosti horniny v příčném tahu

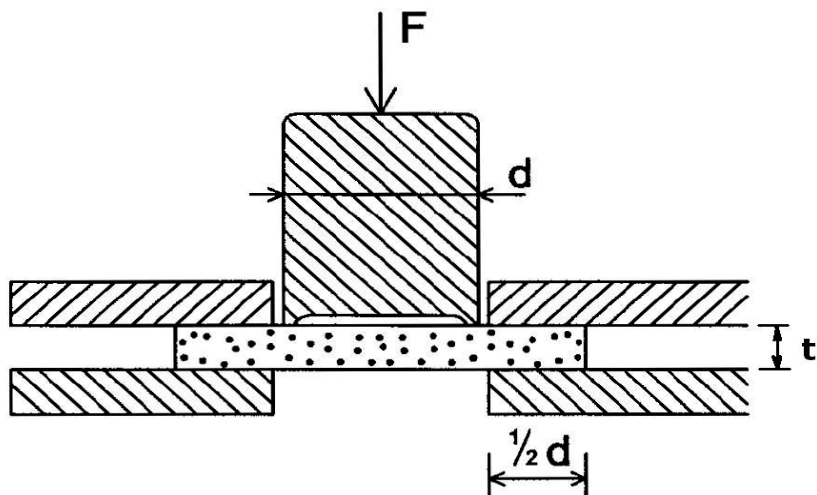
Pevnost horniny v tahu za ohybu je rovna nejvyššímu dosaženému napětí v dolních tažených vláknech ohýbaného zkušební tělesa. Zkušební trámeček je namáhán ohybem, tzn. tlakem i tahem (obrázek 6). Tato zkouška není příliš požívána. Hlavní význam má při testování kamene jako stavební suroviny [3].



Obrázek 6 – Průběh ohybových momentů M_o a posouvajících sil T v trámečcích testovaných v tahu za ohybu, a) bez vahadla, b) zatížení přes vahadlo

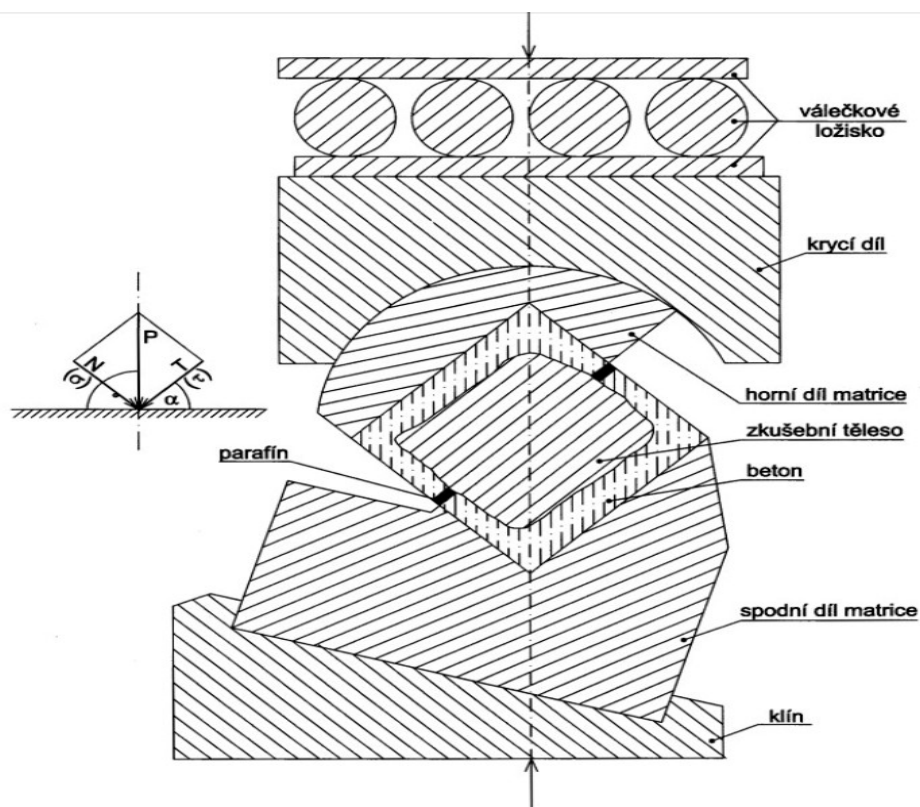
Pevnost hornin v prostém stříhu je nejvyšší síla potřebná k prostřížení horninové destičky vztažená na počáteční plochu namáhaného průřezu. Provádí se na destičkách

tloušťky 5 až 10 mm upnutých ve speciálním přípravku a prostřihovaných kruhovým razníkem [3] (obrázek 7). V praxi je tato zkouška užívána poměrně často.



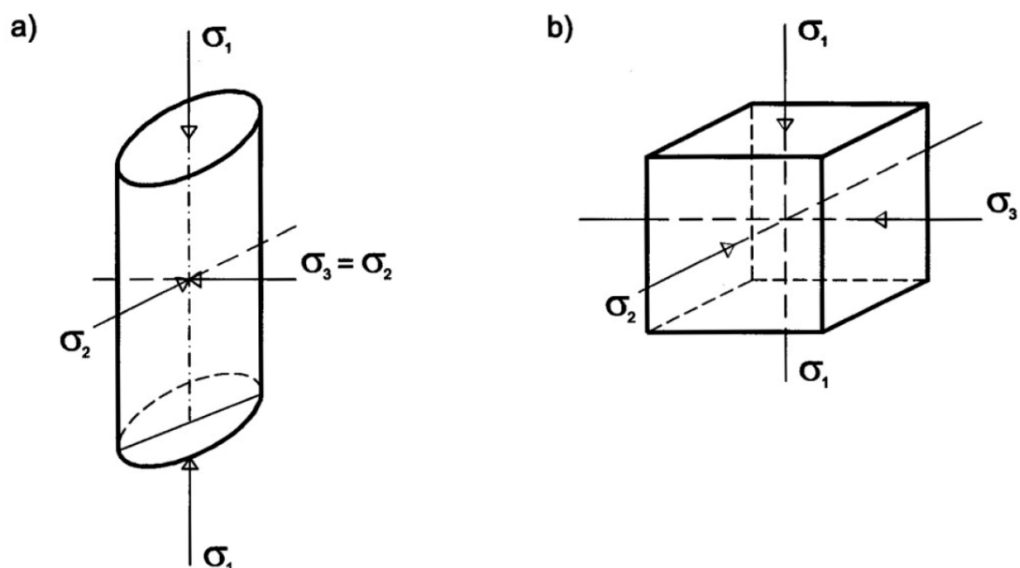
Obrázek 7 Schéma zkoušky pro stanovení pevnosti horniny v prostém stříhu
 F – maximální dosažená síla při porušení tělesa, d – průměr kruhového razníku, t – tloušťka zkušební destičky

Pevnost horniny v kombinovaném stříhu a tlaku (tzv. ukloněné matrice) je zkouška, při které jsou plocha i směr porušení předem předurčeny. Na vymezené ploše porušení působí tangenciální stříhové napětí a napětí normálové [3] (obrázek 8).



Obrázek 8 – Sestava (ukloněných) matic a silové působení při zkoušce pevnosti horniny v kombinovaném stříhu a tlaku

Triaxiální pevnost modeluje pevnost horniny v tříosé napjatosti. Ta by měla odpovídat původnímu (přírodnímu) stavu nacházejícímu se uvnitř masívu. Při triaxiálním namáhání se vyvíjejí výraznější plastické deformace, při porušení zřetelné. Pro tuto zkoušku je potřebné mimořádně složité a náročné (konstrukčně a finančně) testovací zařízení. Princip spočívá v nutnosti provést zkoušku v systému tzv. řízené deformace [3] (obrázek 9).



Obrázek 9 – Schéma namáhání zkušebních vzorků horniny v triaxiálním přístroji
a) v nepravém přístroji, b) v pravém přístroji

1.3.2 Vliv tvrdosti na drtitelnost

V technické praxi se velmi často používá Mohsova stupnice. Ale to je nesprávné, protože Mohsova stupnice byla vytvořena jako pomůcka pro určení tvrdosti různých materiálů na základě jejich odporu při vrypu a nevyjadřuje jejich mechanické vlastnosti z hlediska jejich drtitelnosti[1].

1.3.3 Vliv křehkosti na drtitelnost

Křehkost má poměrně velký vliv na drtitelnost. Při jakémkoliv rozpojování se využívá účinně jenom ta část energie, která se spotřebovává na elastickou deformaci rozrušující zdobňovaná zrna. Křehkost je výrazně závislá na zvýšení, či snížení teploty.

1.3.4 Vliv plasticity na drtitelnost

Plasticita materiálů je v podstatě opakem křehkosti. Plastické materiály se zdrobňují mnohem hůře než materiály křehké.

Materiály, které mají obvykle při pomalu vzrůstajícím namáhání znatelně plastické vlastnosti, chovají se při prudkém vzrůstu namáhání jako materiály křehké [1]. To má značný praktický význam, jelikož energie spotřebovaná při drcení se využívá účinně jenom u elastické, ale ne při plastické deformaci.

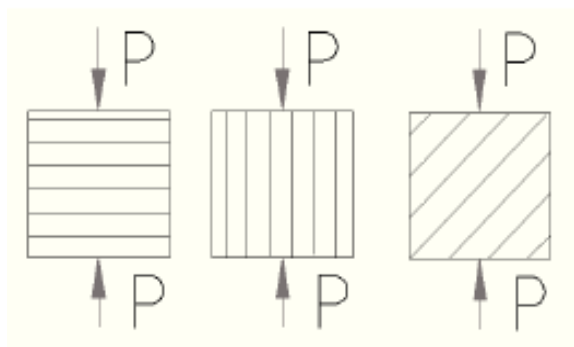
1.4 Vlastnosti uhlí

Jelikož v oblasti naší působnosti je uhlí hlavní těžená nerostná surovina, pokud pomineme nadložní zeminy, které jsou vynuceným produktem těžby, rozeberu jeho základní vlastnosti zvlášť.

Uhlí je nehomogenní hmota, jejíž složení je rozdílné nejen v různých slojích, ale i v jedné a téže sloji, což se projevuje na jeho mechanických vlastnostech. Při pohledu na uhlí je vidět, že se skládá z různých lesklých, matných a vláknitých vrstev, které vykazují rozdílné mechanické vlastnosti.

V uhelné sloji se vyskytují tzv. proplástky a tvrdé městky, které mají podstatně většími odpory proti rozpojení. Charakteristickou vlastností uhlí je jeho vrstevnatost a u některého druhu uhlí také příčné prostoupení jednotlivých vrstev jemnými trhlinami (tzv. diaklasami), jejichž přítomnost velmi usnadňuje rozpojování. Vzhledem k nesourodému složení uhlí jej hodnotíme podle pevnosti, což zahrnuje mechanické vlastnosti jako tvrdost, pružnost a houževnatost.

Provedenými zkouškami bylo ověřeno, že pevnost uhlí v tlaku a jeho odolnost proti rozrušení se mění podle směru působící síly k vrstevnatosti. Největší pevnost v tlaku vykazuje uhlí při kolmém působení tlaku na vrstevnatost a naopak nejmenší pevnost pod úhlem 45° [2] (obrázek 10).



Obrázek 10 – Směr působení tlaku na vrstevnatost

Největší pevnost vykazuje uhlí v tlaku a naopak nejmenší pevnost pak v tahu aohybu.

Pevnost uhlí ovlivňuje:

- mineralizace,
- stupeň prouhelnění,
- obsah tvrdých uhelných složek, např. duritických a clarit-duritických,
- stupeň tektonického porušení.

Určování pevnosti uhlí je velmi složitý problém adosud neexistuje jednotná a přesná metoda jeho určování. Nejpoužívanější způsob zjišťování pevnosti uhlí je metoda dynamického drcení, která umožňuje určit první kriteria pro výběr mechanizačních a dobývacích prostředků [2].

Z hlediska pevnosti uhlí v tlaku rozdělujeme uhlí na:

- velmi pevné (35-40 MPa),
- pevné (25-30 MPa),
- středně pevné (10-15 MPa),
- měkké (5-10 MPa)

V uhelných slojích je mnoho vlivů, které působí na vlastnosti uhlí.

Mechanické vlastnosti uhlí ovlivňuje:

- jeho teplota,
- pórovitost,
- vlhkost,
- hloubka podpovrchem,
- obsah plynů ve sloji, apod.

1.5 Faktory ovlivňující drcení

Faktory ovlivňující drcení jsou velice různorodé a žádný z nich není opomenutelný.

Mezi nejdůležitější faktory patří:

- způsob drcení,
- konstrukce a typ drtiče,
- požadovaná velikost (zrnitost) produktu,
- optimální granulometrické složení produktu,
- požadovaná tvarová hodnota rozdrcených zrn,
- vliv extrémních teplot,
- vliv prostředí (rozpojování za sucha nebo za mokra).

1.6 Teorie zdrobňování

Do dnešní doby vzniklo několik teorií zdrobňování, ale žádná z nich neřeší průběh zdrobňování komplexně.

1.6.1 Povrchová teorie (podle Rittingera)

Tato teorie předpokládá, že energie (práce) spotřebovaná při drcení je úměrná nově vytvořenému povrchu.

Podle Rittingeroviteorie je úměrná spotřeba práce při drtícím procesu určena vztahem [2]:

$$W = c_R \cdot \left(\frac{1}{d_z} - \frac{1}{D_z} \right) \quad (1)$$

W - měrná spotřeba práce	$[\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}]$,
c_R - empiricky stanovená konstanta	$[-]$,
D_z - střední průměr zrn před zdrobňováním	$[\text{m}]$,
d_z - střední průměr zrn po zdrobňování	$[\text{m}]$.

1.6.2 Objemová teorie (podle Kicka)

Objemová teorie drcení vychází z předpokladu, že celkové množství technické práce odpovídá elastické deformační práci vynaložené k rozrušení zrna.

Podle Kickovi teorie je hodnota měrné spotřeby práce stanovena vztahem [2]:

$$W = c_K \cdot \log \frac{D_z}{d_z} \quad (2)$$

W – měrná spotřeba práce	$[\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}]$,
c_K – empiricky stanovená konstanta	$[-]$,
D_z – střední průměr zrn před zdrobněním	$[\text{m}]$,
d_z – střední průměr zrn po zdrobnění	$[\text{m}]$.

1.6.3 Tzv. třetí teorie zdrobňování (podle Bonda)

Tato teorie předpokládá, že množství energie potřebné ke zdrobnění částic je závislé jak na velikosti objemu, tak na velikosti povrchu částic.

Podle Bondovi teorie lze stanovit spotřebu měrné práce z výrazu [2]:

$$W = c_B \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{d_z}} - \frac{1}{\sqrt{D_z}} \right) \quad (3)$$

W – měrná spotřeba práce	$[\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}]$,
c_B – empiricky stanovená konstanta	$[-]$,
D_z – střední průměr zrn před zdrobněním	$[\text{m}]$,
d_z – střední průměr zrn po zdrobnění	$[\text{m}]$.

1.6.4 Teorie zdrobňování podle Charlese

Podle Charlese se vztahují všechny tři uvedené teorie jen na zvláštní případy, podmíněné určitými, avšak náhodnými podmínkami zdrobňovacího procesu.

Charles proto formuloval obecný diferenciální zákon, do něhož jsou zahrnuty i zvláštní případy [1]:

$$dW = -c \cdot \frac{dx}{x^m} \quad (4)$$

W – měrná spotřeba práce $[J \cdot kg^{-1}]$,

x – velikost zrna $[m]$,

c, m – empiricky stanovené konstanty $[-]$,

dW - přírůstek energie nutný ke zmenšení velikosti zrna,

dx – diferenciální změna velikosti zrna.

Přestože Charlesova teorie vystihuje lépe vztah mezi vynaloženou prací a výsledkem procesu zdrobnění, nevyjadřuje nějaké skutečné fyzikální zákonitosti.

Žádná z dosud vyslovených teorií není bez principiálních nedostatků z teoretického hlediska a jejich praktický význam je většinou omezen jen na určité, úzce vymezené podmínky.

2 Nasazení drtících zařízení na kolesových rypadlech

V severočeských dolech se kolesovými rypadly těží uhlí a nadložní zeminy, kterými jsou povětšinou jílové horniny. Obě tyto těžené hmoty, uhlí i jílové horniny, jsou náchylné ke kvádrování. Při těžbě dochází vlivem kvádrování hornin k uvolňování nadměrných kusů horniny, které se dostávají samotnou těžbou na dopravní cesty kolesových rypadel. Zde potom tyto nadměrné kusy horniny způsobují škody, jak na dopravních cestách kolesových rypadel, tak po celé dálkové pasové dopravě.

Nadměrné kusy horniny způsobují:

- provozní škody (prostoje),
- materiálové škody,
- hluk, otřesy.

Provozní škody (prostoje) nadměrnými kusy horniny jsou technologického rázu. Způsobují je ucpané dopravní cesty rozměrnými kusy (sýpky na velkorypadlech nebo přesypy jednotlivých dopravních pásů), tzv. závaly. Nežádoucí prostoje vznikají také dočasným znemožněním provozu dopravní linky vyražením většího počtu válečků linky z jejich uložení a to po průchodu nadměrného kusu po dopravníku. Dopravní pás by se mohl o uložení pro válečky, tzv. kozlíky, poškodit, takže by zároveň vznikla i materiálová škoda.

Materiálové škody jsou další nežádoucí působení nadměrných kusů horniny na dopravních cestách. Mezi materiálové škody řadíme ničení konstrukčních částí dopravních cest (válečků linky, bočnic, sýpek, štítů přesypů, atd.), a samozřejmě znehodnocení dopravního pásma (průrazy, rychlejší degradace).

Provozní a materiálové škody jsou charakteru ekonomického, na rozdíl od hluku a otřesů, které jsou charakteru hygienického a bezpečnostního.

Pro eliminaci těchto nežádoucích jevů se snažíme přepravě velkých kusů horniny předcházet, a proto vkládáme do dopravních cest drtící zařízení (drtiče).

3Drtící zařízení na kolesových rypadlech

Z výše popsaných příčin jsou součástí kolesových rypadel válcové drtiče se zuby, které zmenšují kusovitost přiváděné horniny na velikost maximální stanovenou a menší. Velké kusy horniny jsou drceny (rozbíjeny) na malé části, které již nemají negativní dopad na dopravní cesty.

Rotory válcových drtičů na kolesových rypadlech jsou válce osazené prstencovými segmenty s hroty (zuby) různých profilů, což je výhodné při těžbě jílových hornin. U původních návrhů rotorů se zuby byly rotory osazeny prstenci s držáky pro výměnné zuby (obdobné jako u korečků). Tyto rotory byly ovšem náročnější na údržbu, zuby se vylamovaly a bylo je potřeba vyměňovat a doplňovat. Proto se přešlo na konstrukčně jednodušší a na údržbu minimálně náročné řešení osadit buben rotoru prstencovými segmenty s hroty různých profilů.

Válcové drtiče na kolesových rypadlech:

- dvourotorové,
- jednorotorové.

Na kolesových rypadlech dochází k primárnímu, popřípadě i k sekundárnímu drcení. A to podle toho zda je na velkorypadle jedno nebo dvě drtící zařízení

Nad dálkovou pásovou dopravou, pod přesypem nakládacího výložníku, tedy na samém konci kolesového rypadla se umísťují dvourotorové drtiče DSOH, např. u kolesového rypadla KU800/20 na 3. skrývkovém řezu na DNT.

Další umístění drtičů na kolesových rypadlech je do přesypů pasových dopravníků. Např. dvourotorový drtič kolesového rypadla SchRs1550, umístěný do střední sýpky ve střední stavbě stroje. Rypadlo je součástí 1. skrývkového řezu na DNT.

V neposlední řadě se drtiče na kolesových rypadlech umísťují na špičku kolesového výložníku nad pásový dopravník pod skluz kola. Zde se umísťují jednorotorové drtiče (tzv. kruhadla), např. jednorotorové kruhadlo kolesového rypadla SchRs1320 (obrázek 11), které těží horniny na 2. skrývkovém řezu na DNT a na dnes již odstaveném velkorypadle KU800/8 (obrázek 12) z téhož řezu. Kruhadla mohou být také dvourotorová.

SchRs1320 je vybaveno kromě primárního drtiče na špičce kolesového výložníku, také sekundárním drtičem DSOH na konci dopravních cest. Takto stejně bylo vybaveno KU800/8, jenž bylo předchůdcem SchRs1320.



Obrázek 11 – Kolesové rypadlo SchRs1320



Obrázek 12 – Kolesové rypadlo KU800/8

3.1 Drtící zařízení na konci dopravních cest velkorypadel

Jak již bylo popsáno, tyto drtiče stojí na konci dopravních cest kolesových rypadel. Drtiče DSOH stojí obkročmo nad pásovým dopravníkem dálkové pásové dopravy, pod přesypem nakládacího výložníku. Tyto drtiče jsou vybaveny dvěma rotory s hroty.

3.1.1 Drtič skrývky DSOH

Tento mobilní drtič (obrázek 13) je určen k drcení skrývkových hornin se sklonem k vytváření nadměrných kusů o maximální pevnosti v tlaku do 40 MPa (ojedinělé kusy do 100 MPa).



Obrázek 13 – Drtič skrývky DSOH

Drtič je válcový dvourotorový, s možností regulace drtící štěrbin, umístěný na obkročném housnicovém podvozku, který pojíždí nad trasou dálkové pásové dopravy. Pracuje jako průchozí bez předtřídění a drcený materiál je na výstupu z drtiče sypán do příslušné pojízdné násypky dálkové pásové dopravy. Rotory drtiče jsou uloženy vodorovně s pásovým dopravníkem.

Oba rotory mají vždy jeden setrvačnický sloužící k vyrovnávání rázů při drcení. Setrvačnický jsou nasazeny na převislých koncích rotorů a to na protilehlých stranách, dva

setrvačníky se vedle sebe nevejdou. Setrvačníky zároveň slouží jako hnané řemenice, proto mají po svém obvodu drážky pro řemeny.

Přenos krouticího momentu z hnací řemenice na setrvačnick je zajištěn násobnými klínovými řemeny o délce 7500 mm. Na každé straně vždy dva řemeny s pěti profily klínového tvaru. Hnací i hnaná řemenice mají proto deset drážek.

Pohon rotorů je zajištěn dvěma pohonnými jednotkami, elektromotory 200 kW/6 kV.

Pojezd celého drtiče je zajištěn dvěma housenicovýmipodvozky. Oba podvozky mají každý svou pohonnou jednotku, elektromotor 55 kW/500 V.

Drťicí výkon tohoto drtiče je 5000 m³ sypké zeminy za hodinu. A váha tohoto stroje je 180 t.

3.1.2 Tangenciální drtič skrývky

Je to mobilní dvourotorový drtič (obrázek 14) obdobný drtiči DSOH, s tím rozdílem, že má rotory uloženy tangenciálně (obrázek 15). Rotory jsou uloženy kolmo vůči pásovému dopravníku dálkové pásové dopravy.



Obrázek 14 – Mobilní tangenciální drtič skrývky

Stejně jako DSOH je i tangenciální drtič obkročmo umístěn nad násypku na pásovém dopravníku pod přesyp nakládacího výložníku kolesového rypadla.

Rotory drtiče jsou válcové bubny vybavené hroty (zuby).

Pojezd drtiče je zajištěn dvěma housenicovými podvozky.

Tangenciální drtiče mohou být o drticím výkonu 2500 až 10000 m³ sypané zeminy za hodinu s váhou 66 až 226 t.



Obrázek 15 – Pohled ze spodu na příčně uložené rotory Tangenciálního drtiče skřívky

3.2 Drticí zařízení umístované do přesypů kolesových rypadel

Jsou to dvurotorové drtiče s hroty. Jejich výhoda, oproti drtičům DSOH, je zkrácení vzdálenosti od dobývacího orgánu (kolesa s korečky). Odtud vyplývá hlavní význam užití tohoto drtiče a to ten, že dopravní cesty kolesových rypadel za tímto drticím zařízením jsou již ochráněny před nežádoucími účinky nadměrných kusů těžené horniny.

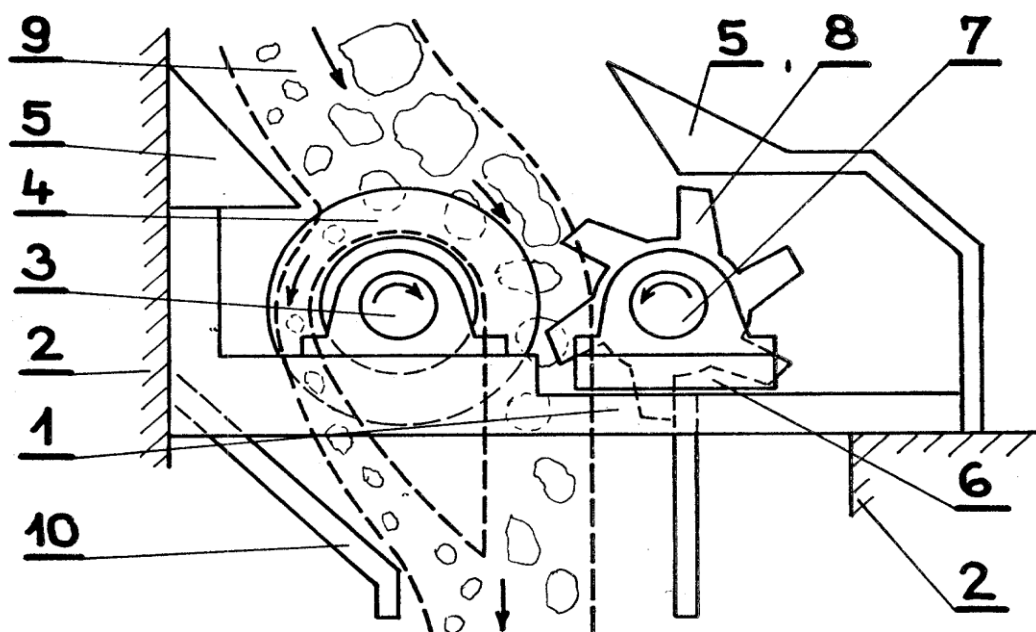
Další výhodou je nižší hmotnost, která ovšem není na úkor robustnosti drticího zařízení.

3.2.1 Drtič těženého materiálu v přesypech pásových cest těžebních zařízení[4]

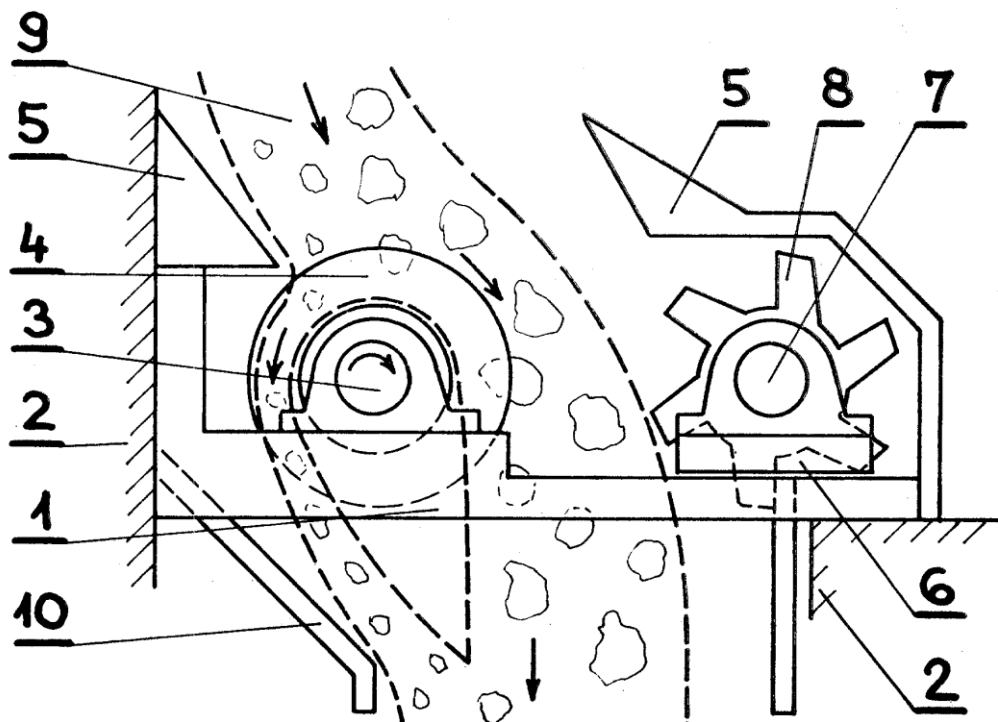
Tento drtič sestává z hlavního rámu pevně spojeného s těžebním zařízením. V hlavním rámu je pevně uložen rotor osazený např. hladkými kotouči a pohyblivý rám, ve kterém je pevně uložen rotor se zuby. Pohyblivý rám je v hlavním rámu uložen suvně nebo otočně. Toto suvné nebo otočné uložení pohyblivého rámu v hlavním rámu umožňuje vysunutí rotoru se zuby z toku materiálu. Rotor s hladkými kotouči a rotor se zuby mají protiběžný směr otáčení, souhlasný s hlavním směrem toku materiálu. V horní části hlavního rámu je násypka pro usměrnění toku materiálu na rotor s hladkými kotouči. Ve spodní části drtiče je umístěna výsypka pro usměrnění rozdrčeného materiálu.

Jestliže je pohyblivý rám s ozubeným rotorem přisunut k rotoru s hladkými kotouči, jak je znázorněno na obrázku 16, pracuje zařízení jako drtič. Ustavením pohyblivého rámu s ozubeným rotorem se mezi rotory vymezení štěrbina podle požadované výstupní kusovitosti těženého materiálu. Jestliže se pohyblivý rám s ozubeným rotorem odsune od rotoru s hladkými kotouči, jak je znázorněno na obrázku 17, je rotor se zuby vyřazen z činnosti a rotor s hladkými kotouči uložený na hlavním rámu působí jako tlumící buben.

Tento drtič lze také využít v přesypech korečkových rypadel, ale také v přesypech dálkové pásové dopravy.



Obrázek 16 – Schéma drtičetěženého materiálu v přesypu dopravních cest, rotor se zuby je v poloze pro drčení



Obrázek 17 – Schéma drtiče těženého materiálu v přesypu dopravních cest, rotor se zuby je vyřazen z činnosti

1 – hlavní rám, 2 – rám těžebního zařízení, 3 – pevně uložený rotor, 4 – hladké kotouče, 5 – násypka pro usměrnění toku, 6 – posuvný rám, 7 – přestavný rotor, 8 – zuby, 9 – tok těženého materiálu, 10 – výsypka pro usměrnění rozdrčeného materiálu.

3.3 Drtící zařízení umístované na špičky kolesových výložníků

Na špičku kolesového výložníku jsou montovány jednorotorové válcové drtiče s protištěnou nebo dvourotorové drtiče. Rotory jsou válcové bubny, po jejichž plášti jsou účelně rozmístěny hroty (zuby), které kusovitý materiál krájí a lámou. Proto v pravém slova smyslu nejde o drcení, ale o řezání (krouhání). Odtud pochází název **kruhadlo**.

Jak již bylo popsáno výše, kruhadlo slouží k primárnímu drcení horniny. Z uložení na špičce kolesového výložníku vyplývá, že hornina vypadávající z korečků padá přímo pod hroty kruhadla (obrázek 18), popř. pod hroty kruhadel, kde je zdrobňována. Na dopravní pásmo kolesového výložníku, vedoucí pod kruhadlem, dopadá těžený materiál již zdrobňovaný.



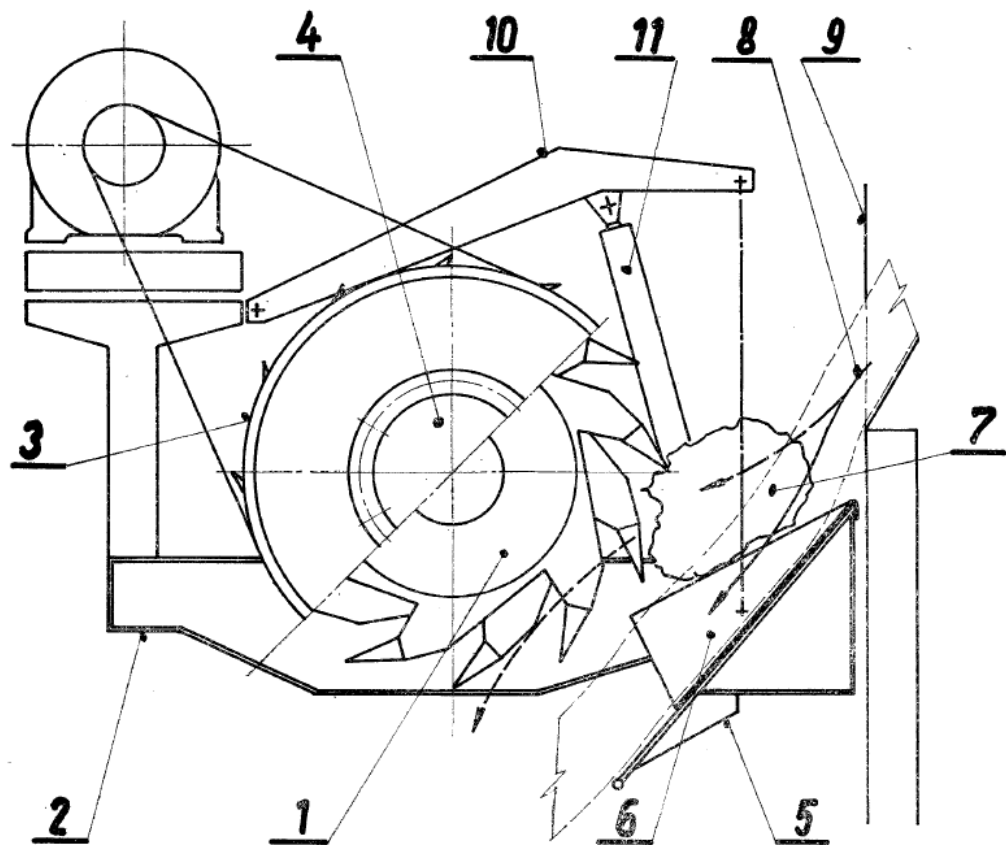
Obrázek 18 – Těžený materiál vypadává z korečků přímo pod hroty kruhadla

Z tohoto je patrný hlavní důvod užití drtícího zařízení na špičce kolesového výložníku. **Vsazením kruhadla pod skluz kolela jsou kompletně chráněny dopravní cesty velkorypadla, včetně kolesového výložníku, od negativních vlivů nadměrných kusů těžené horniny, jež jsou popsány výše.**

3.3.1 Jednorotorové kruhadlo skrývky 1 RKS na velkstroji KU800/8[5], [6].

Schéma na obrázku 19 znázorňuje jednorotorový drtič v pracovní poloze.

Výrobce uvádí, že toto kruhadlo slouží ke snižování kusovitosti těženého materiálu o měrné rozpojovací síle 150 kN·m. Kruhadlo je umístěno v násypce kolela (obrázek 20) a jeho rám je otočně spojen v pěti místech s rámem napínacího bubnu pásu kolesového výložníku.



Obrázek 19 – Schéma jednorotorového drtiče

1 – rotor, 2 – rám, 3 – setrvačnick, 4 – prokluzová spojka, 5 – násypka kolesového výložníku, 6 – protistěna se žebry, 7 – kvádry těžného materiálu, 8 – průchod toku materiálu, 9 – koleso, 10 – rameno pro odklopení, 11 – hydraulický válec



Obrázek 20 – Boční pohled na umístění kruhadla v násypce kolesového výložníku

Rotor kruhadla \varnothing 1800 mm je válcový buben osazeným drtícími zuby, které jsou účelně rozmístěné po jeho obvodě. Původně byl válcový buben osazen držáky s výměnnými zuby (obdobnými, jaké jsou používány na korečcích), které byly později nahrazeny praktičtějším řešením, navařenými prstenci s hroty (zuby) profilu lichoběžníku (obrázek 21).



Obrázek 21 – Rotor kruhadla s lichoběžníkovými zuby

Na převislých koncích rotoru jsou nasazeny setrvačníky, které pomáhají vyrovnávat rázy při drcení horniny. Vnější plocha setrvačníku slouží jako řemenice. V průběhu let byla tato vnější plocha setrvačníku upravena do tvaru rádiusu, z důvodu zabezpečení proti sjíždění řemenů. Řemen má snahu držet se na největším průměru řemenice (setrvačníku). Tím je také zaručeno centrování. Spojení setrvačnicků s rotorem je provedeno prokluzovými spojkami. Prokluzové spojky v případě přetížení odpojují dynamické účinky setrvačnicků a motorů. Maximální krouticí moment prokluzových spojek je 34 kN·m.

Pohon kruhadla je proveden dvěma hnacími jednotkami, které sestávají z elektromotorů o výkonu 160 kW, 500V (obrázek 14). Motory pohání přes periflexní spojku hnací řemenici.

K přenosu výkonu z hnací řemenice na setrvačnick je použit plochý řemen TITAN-CHEMLON 7700x360x10-11 impregnace Vultex. Napínací síla řemenů je 100 kN.

Samozřejmostí jsou snímače prokluzu řemenů. Řemenový převod je chráněn krytem pohonu.

Jelikož hornina může být při drcení rozptylována, je celý prostor rotoru drtiče opatřen krytem (obrázek 22). Volný zůstává prostor nad drtičem, pro přívod drcené horniny, a pod drtičem (obrázek 25), kde rozdrcená hornina propadává na pásový dopravník.



Obrázek 22 – Pohled na zakrytování rotoru, zakrytování hnací a hnané řemenice s řemeny a na hnací elektromotory

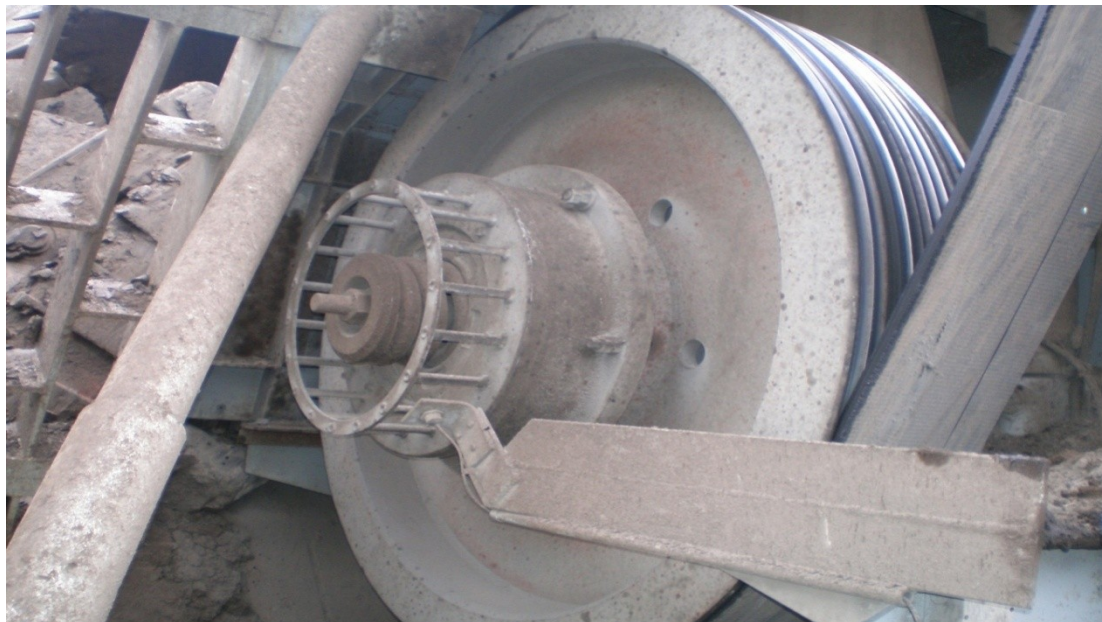
Při pracovní poloze je rám s rotorem zaklesnut hákovým závěsem do otvoru v násypce kola. Při těžbě nekvádrujících materiálů se rám s rotorem odklopí a zajistí se začepováním táhla. K odklápění rámu s rotory slouží hydraulické válce a hydraulický agregát. Hydraulický rozvod pracuje s tlakem 12 MPa.

Jmenovitá výkonnost kruhadla 1 RKS je 5500 m³ sypané zeminy/hod. A jeho hmotnost je 42 t.

3.3.2 Jednorotorové kruhadlo skřívky 1 RKS na velkostroji SchRs1320

Kruhadlo velkostroje SchRs1320 je téměř identické s kruhadlem velkostroje Ku800/8. Liší se pouze v několika detailech.

Na 1 RKS na SchRs1320 jsou k přenosu hnací síly použity násobné klínové řemeny. Na každé straně jsou tři řemeny se čtyřmi profily klínového tvaru. Šířka řemenu je 110 mm a výška profilu je 25 mm. Z toho důvodu jsou setrvačníky tohoto rotoru, jakožto hnaná řemenice, vybaveny drážkami, vždy dvanáct drážek (obrázek 23).



Obrázek 23 – Setrvačník kruhadla s drážkami a násobné klínové řemeny

Další odlišností je tvar profilu zubů, kterými je osazen rotor drtiče. Na SchRs1320 je rotor kruhadla osazen prstenci s hroty (zuby), které mají tvar tzv. žraločích ploutví (obrázek 24).



Obrázek 24 – Kruhadlo na SchRs1320 s rotorem osazeným prstenci s hroty profilu “žraločích ploutví”



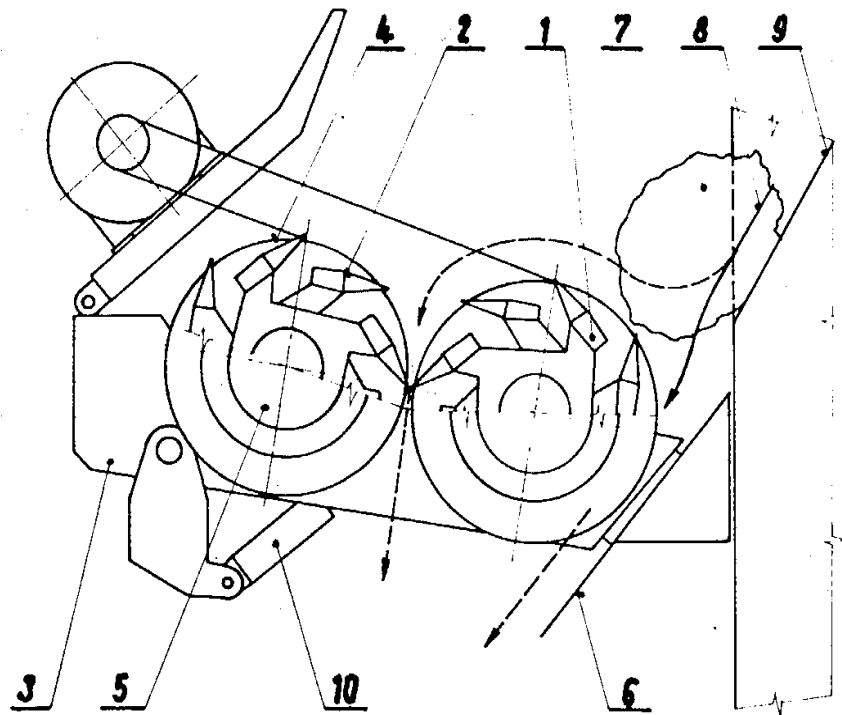
Obrázek 25 – Pohled na zuby rotoru a protistěny se spodu z dopravního pásma kolesového výložníku.

3.3.3 Dvourotorové kruhadlo[7]

Dvourotorové kruhadlo na obrázku 26 sestává z rámu zavěšeného na násypce kolesového výložníku, ve kterém je za sebou uložen podávací rotor a rozpojovací rotor. Podávací a rozpojovací rotor jsou po obou stranách osazeny setrvačníky pro vyrovnání rázů při rozpojování. Kroucí moment ze setrvačnicků do podávacího a rozpojovacího rotoru se uskutečňuje prostřednictvím prokluzových spojek. Přenos hnací síly z hnací řemenice na hnanou, kterou je opět setrvačnick, je přes hnací řemeny. Pro zvedání rámu jsou po jeho obou stranách umístěny zvedací hydraulické válce.

Výhody dvourotorového drtiče oproti jednomotorovému jsou ve snížení dynamického účinku působení rotoru jednorotorového drtiče na kolesový výložník. U dvourotorového drtiče se tyto dynamické účinky vzájemně vruší. Další výhodou je zvýšení účinnosti dvourotorového drtiče.

Nevýhodou dvourotorového drtiče oproti jednomotorovému je větší váha a tedy větší zatížení kolesového výložníku.

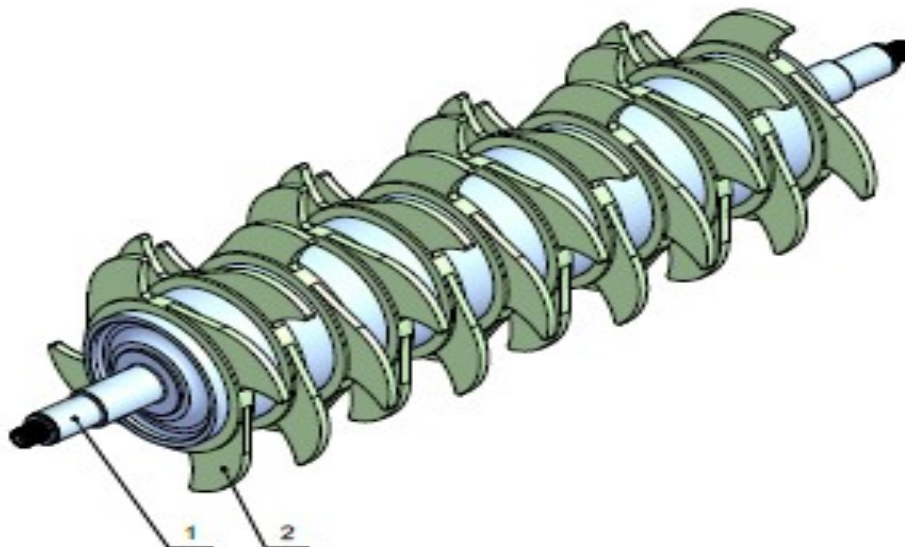


Obrázek 26 – Schéma dvourotorového drtiče

1 – podávací rotor, 2 – rozpojovací rotor, 3 – rám, 4 – setrvačnick, 5 – prokluzová spojka, 6 – násypka kolesového výložníku, 7 – kvádry těžného materiálu, 8 – tok materiálu, 9 – koleso, 10 – hydraulický válec pro odklopení

4 Základní výpočet výkonu pohonu drtiče

Výpočet výkonu pohonu drtiče vztáhnu na pohon drtiče z konstrukčního návrhu (obrázek 27).



Obrázek 27 – Rotor kruhadla
1 – těleso rotoru, 2 – prstenec se zuby

Pro výpočet budu vycházet z předpokladu, že z hornin, které se kolesovými rypadly těží a budou tedy rozpojovány drtičem, má větší pevnost uhlí. S pevností tvrdších hornin (proplástky atd.) počítat nebudu, neboť jejich výskyt je minimální a při samotné těžbě kolesovými rypadly se těmto horninám snažíme vyhnout.

Výkon drtiče[2]

$$P = F_c \cdot f_z \cdot \frac{D_k}{2} \cdot \omega_k = 52800 \cdot 0,4 \cdot \frac{1,8}{2} \cdot 18,85 = \underline{\underline{358,3 \text{ kW}}} \quad (5)$$

F_c – celková drtící síla	[N],
f_z – součinitel tření mezi zubem a uhlím (0,38÷0,44)	[-],
D_k – průměr rotoru kruhadla ($D_k=1,8$ m)	[m],
ω_k – úhlová rychlost rotoru kruhadla	[rad·s ⁻¹].

Celková drtící síla[2]

$$F_c = F_z \cdot n_z = 4400 \cdot 12 = \underline{52800 \text{ N}} \quad (6)$$

F_z – maximální drtící síla na jeden zub [N],
 n_z – počet zubů v záběru (teoretický předpoklad - ¼ z celkového počtu 48zubů)[-].

Maximální drtící síla na jeden zub [2]

$$F_z = \sigma_{uh} \cdot S_{oz} \cdot \mu = 40 \cdot 100 \cdot 1,1 = \underline{4400 \text{ N}} \quad (7)$$

σ_{uh} – pevnost uhlí v tlaku (velmi pevné uhlí 40 MPa) [MPa],
 S_{oz} – plocha vzniklá otupením špičkyzubu (max. hodnota $S = 100 \text{ mm}^2$) [m^2],
 μ – součinitel nakypření ($1,1 \div 1,5$) [-].

Úhlová rychlost rotoru kruhadla

$$\omega_k = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_k}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 180}{60} = \underline{18,85 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}} \quad (8)$$

n_k – otáčky kruhadla ($n=180 \text{ ot./min}$).

5 Závěr

V dnešní době jsou u všech strojních zařízení kladeny vysoké nároky na výkonnost, stroje pro těžbu hornin nevyjímaje. Proto jsou u všech zařízení kladeny vysoké nároky na efektivitu a bezporuchovost.

U dobývacích strojů, zejména pak u kolesových rypadel, byla v minulosti velkým zdrojem poruchovosti a prostojů nadměrná kusovitost těžené horniny. K odstranění poruchovosti vlivem nadměrné kusovitosti těžného materiálu nebo alespoň k jejímu minimalizování zařazujeme do dopravních cest kolesových (také ostatních, např. korečkových) rypadel drtící zařízení.

Drtící zařízení, ať už jsou vřazována na konec dopravních cest velkostrojů nebo jsou součástí přesypů dopravních cest anebo jsou vsazována na začátek dopravních cest velkostrojů, slouží ke zdrobnění nadměrných kusů horniny, přicházejících od dobývacího orgánu. Za drtícími zařízeními je již těžená hornina zdrobněna na maximální stanovenou velikost zrna a tím je zbytek dopravních cest ochráněn před negativními vlivy nadměrných kusů.

V této práci jsem se zabýval důležitostí zařazování drtících zařízení do dopravních cest kolesových rypadel. Upozornil jsem, že pro navrhnutí a zvolení drtícího zařízení je potřeba znát fyzikální a mechanické vlastnosti dobývané horniny. Následně jsem provedl rešerši drtících zařízení užívaných na kolesových rypadlech. Poté jsem provedl konstrukční návrh drtiče na špičce kolesového výložníku a k němu jsem vztáhl základní výpočet výkonu pohonu drtiče. Rotor kruhadla z konstrukčního návrhu by měl splňovat požadavky kladené na drtiče umístěné na špičkách kolesových výložníků.

Součástí práce je také výkres držáku zubu na drtiči. Toto řešení, jak je v mé práci vysvětleno, se už ovšem v praxi nepoužívá.

6 Použitá literatura

[1] KINCEL, V. *Stanovení energo – silových parametrů pro vývoj a řešení důlních drtičů: kandidátská disertační práce*. Ostrava: VŠB – Ostrava, 2004.

[2] BALETKA, S. *Konstrukční návrh porubového drtiče pro úpravu uhlí* [online]. Ostrava, 2011 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/88042/BAL182_FS_N2301_3909T001_20_2011.pdf?sequence=1. Diplomová práce. VŠB - Ostrava.

[3] Mechanika hornin - laboratoř. *Mechanika hornin - laboratoř* [online]. 2005, s. 38, 19.05.2005 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: http://geotech.fce.vutbr.cz/studium/mech_hornin/mhig_10.pdf

[4] BENEŠ, J., J. KOUDELA, P. VÁGNER. *Drtič těženého materiálu v přesypech pásových cesttěžebních zařízení* [patent]. Česká republika. 225574. Uděleno 24.06.1983. Zapsáno 30.09.1985. Dostupné z: <http://spisy.upv.cz/Patents/FullDocuments/225/225574.pdf>.

[5] KÖRNER, F. KSK. *Pokyny pro obsluhu a údržbu kolesového rýpadla KU 808: Kniha I*. Uničov, 1994.

[6] REISSIG, I., M. SŮVA, P. KEJKRT, K. STRAKOŠ, F. WILL a K. KÁŠ. *Jednorotorové kruhadlo* [patent]. Česká republika. 222730. Uděleno 29.01.1982. Zapsáno 15.03.1986. Dostupné z: <http://spisy.upv.cz/Patents/FullDocuments/222/222730.pdf>.

[7] KEJKRT, P., K. STRAKOŠ, I. REISSIG, M. SŮVA, F. WILL a K. KÁŠ. *Dvourotorové kruhadlo* [patent]. Česká republika. 216593. Uděleno 31.12.1981. Zapsáno 01.08.1984. Dostupné z: <http://spisy.upv.cz/Patents/FirstPages/FPPV0216/0216593.pdf>.

Seznam příloh

Příloha A - výkres Rotor kruhadla	MIN-03-0020
Příloha B – výkres Držák zubu drtiče	MIN-03-0030
Příloha C – 1 x CD Bakalářská práce	