

DÁVKOVÁNÍ HOMOGENIZOVANÝCH ODPADŮ DO SPALOVACÍ PECE

ONDŘEJ ESTEŘÁK

Bakalářská práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Ondřej Esteřák

Osobní číslo: T11310

Studijní program: B3909 Procesní inženýrství

Studijní obor: Technologická zařízení

Forma studia: kombinovaná

Téma práce: Dávkování homogenizovaných odpadů do spalovací pece

Zásady pro vypracování:

- 1. Provedte analýzu současného stavu**
- 2. Zpracujte teoretická východiska míchání a dávkování odpadů do spalovací pece**
- 3. Navrhněte řešení současných nedostatků dávkování**
- 4. Provedte ekonomické zhodnocení**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího Bakalářské práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. František Volek, CSc.
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

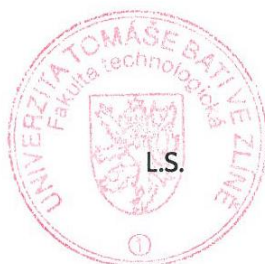
10. února 2014

Termín odevzdání bakalářské práce:

23. května 2014

Ve Zlíně dne 10. února 2014


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



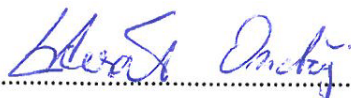

prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské 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 právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 19.5.2014

.....


¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je vyřešit dávkování homogenizovaného odpadu do spalovací pece. Úvodní část je věnována popisu Spalovny průmyslových odpadů a nakládání s odpadem od jeho uložení, až po jeho spálení. V teoretické části jsou uvedeny možnosti míchacích a dávkovacích strojů, zatím co praktická část se věnuje analýze stávající technologie. Na základě této analýzy je navržena technologie nová, která umožňuje míchání a dávkování odpadu bez přimíchání sorbentního materiálu při zvýšené produktivitě práce.

Klíčová slova: odpad, dávkování, homogenizační míchačka, dávkovací šnek, spalování.

ABSTRACT

The goal of this bachelor's thesis is to resolve the dosing of homogenized waste into an incinerator. The initial part of the thesis is dedicated to the description of an industrial waste incinerator and the handling of waste starting from its storage to its incineration. The theoretical part of the thesis lists mixing and dosing equipment options while the practical part is dedicated to the analysis of current technology. Based on the analysis a supplementary technology is proposed, which allows for the mixing and dosing of waste without the addition of sorbent material while increasing labor productivity.

Keywords: waste, dosage, homogenizing mixer, dosing auger, incineration

Poděkování

Tímto chci poděkovat Ing. Františku Volkovi, CSc. za cenné rady a konzultace spojené s touto prací. Dále bych chtěl poděkovat kolektivu spolupracovníků za konzultace týkající se praktické části této práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně 18.5.2014

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lukáš Procházka', written over a horizontal dotted line.

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI DEZA, A.S. VALAŠSKÉ MEZIRÍČÍ	13
1.1 HISTORIE A VÝROBNÍ PROGRAM DEZA, A.S. VAL. MEZIRÍČÍ.....	13
2 PŘEDSTAVENÍ SPALOVNY PRŮMYSLOVÝCH ODPPADŮ	15
2.1 PŮVOD SPALOVANÝCH ODPADŮ.....	15
2.2 SKLADOVÁNÍ ODPADŮ.....	15
2.3 DÁVKOVÁNÍ.....	17
2.3.1 DÁVKOVÁNÍ KAPALNÝCH ODPADŮ.....	17
2.3.2 DÁVKOVÁNÍ PEVNÝCH ODPADŮ.....	17
2.4 SPALOVÁNÍ.....	19
2.5 SPALINY.....	20
3 DOPRAVNÍKY	21
3.1 PÁSOVÝ DOPRAVNÍK.....	21
3.2 ŠNEKOVÝ DOPRAVNÍK.....	22
3.3 ŘETĚZOVÝ DOPRAVNÍK.....	22
3.4 HŘEBLOVÝ DOPRAVNÍK.....	23
3.5 KOREČKOVÝ DOPRAVNÍK.....	23
3.6 VÁLEČKOVÁ TRAŤ.....	24
4 MÍCHACÍ STROJE	25
4.1 MÍCHAČKY.....	25
4.1.1 BUBNOVÁ MÍCHAČKA.....	27
4.1.2 PLANETOVÁ MÍCHAČKA.....	28
4.1.3 KUŽELOVÁ MÍCHAČKA.....	28
4.1.4 FLUIDNÍ MÍCHAČKA.....	29
4.1.5 RAMENOVÁ MÍCHAČKA.....	30
4.2 MÍCHADLOVÉ STROJE.....	31

4.2.1	POMALUBĚŽNÁ MÍCHADLA.....	32
4.2.2	HNĚTIČ.....	33
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	34
5	STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	35
6	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	36
6.1	MÍCHÁNÍ ODPADU.....	36
6.2	DÁVKOVÁNÍ ODPADU.....	36
6.2.1	ROZVOLŇOVACÍ PÁS.....	36
6.2.2	DÁVKOVACÍ PÁS.....	38
6.2.3	ŠACHTA PÍSTOVÉHO PODAVAČE.....	39
6.2.4	BODOVÝ POPIS DÁVKOVACÍHO CELÉHO CYKLU.....	39
6.3	PŘEDMĚT RACIONALIZACE.....	40
6.3.1	ČASOVÁ NÁROČNOST PŘÍPRAVY ODPADOVÉ SMĚSI.....	40
6.3.2	NEDOKONALE PROMÍCHANÁ ODPADOVÁ SMĚS.....	41
6.3.3	NUTNOST SORBENTNÍHO MATERIÁLU.....	41
6.3.4	PRAŠNOST.....	41
7	TEORETICKÁ VÝCHODISKA ŘEŠENÍ.....	42
7.1	PŘÍPRAVA ODPADOVÉ SMĚSI.....	42
7.2	UZAVÍRACÍ A DÁVKOVACÍ SYSTÉM.....	44
7.2.1	TURNIKETOVÝ PODAVAČ.....	44
7.2.2	UZAVÍRACÍ VENTIL.....	45
7.2.3	UZAVÍRACÍ KLAPKA.....	46
7.2.4	ŠOUPÁTKO.....	47
7.3	DÁVKOVACÍ ZAŘÍZENÍ.....	48
7.3.1	DOPRAVA ODPADU POMOCÍ PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU.....	48
7.3.2	DOPRAVA ODPADU POMOCÍ ŠNEKOVÉHO DOPRAVNÍKU.....	49
7.3.3	DOPRAVA ODPADU POMOCÍ HŘEBLOVÉHO DOPRAVNÍKU.....	50
7.4	DÁVKOVÁNÍ ODPADU DO SPALOVACÍ PECE.....	50

7.4.1	ROTAČNÍ PODAVAČ PRO SPECIÁLNÍ POUŽITÍ.....	50
7.4.2	PÍSTOVÝ PODAVAČ.....	52
8	NÁVRH ŘEŠENÍ.....	53
8.1	ŘEŠENÍ MÍCHÁNÍ.....	53
8.2	ŘEŠENÍ UZAVÍRACÍHO A DÁVKOVACÍHO ZAŘÍZENÍ.....	54
8.3	ŘEŠENÍ DOPRAVY ODPADU.....	55
8.4	ŘEŠENÍ DÁVKOVÁNÍ DO SPALOVACÍ PECE.....	57
8.5	MÍCHACÍ A DÁVKOVACÍ CYKLUS.....	57
9	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	60
9.1	ÚSPORA NÁKLADŮ NA PRACOVNÍ SÍLU.....	60
9.2	ÚSPORA SORBENTNÍHO MATERIÁLU (POJIVA).....	60
9.3	ZVÝŠENÍ VÝKONU SPALOVNY.....	61
	ZÁVĚR.....	62
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	63
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	65

ÚVOD

Trendem dnešní doby je snaha o co největší úspory nákladů ve všech výrobních procesech. Modernizace strojů, hledání nových výrobních postupů, zavádění řídicích systémů a celková automatizace vede k postupnému nahrazování lidské práce strojem. Výroba se stává přesnější, efektivnější a levnější. Tato bakalářská práce se zabývá návrhem nové technologie míchání, která zkvalitní homogenizaci materiálu a ušetří lidskou práci. Obsahuje také návrh dávkovacího zařízení, které by vyřešilo současnou nutnost přimíchávat do odpadové směsi drahý sorbentní materiál potřebný pro její zahuštění. Navržené dávkovací zařízení obsahuje efektivnější regulaci množství odpadu v jednom dávkovacím cyklu. Mnou navržené řešení míchání a dávkování odpadu stabilizuje spalovací proces, což vede k úspoře materiálu, fyzické práce a větší efektivitě spalování. To vše má za následek úsporu nákladů.

I. TEORETICKÁ ČÁST



1 Představení společnosti Deza, a.s. Valašské Meziříčí

DEZA, a.s. je největším zpracovatelem surového dehtu a benzolu ve střední Evropě. Zaměstnává 1000 lidí a patří k největším podnikům v regionu. Je výrobcem základních organických látek určených pro chemické využití.



Obr. 1 Deza, a.s. Valašské Meziříčí

1.1 Historie a výrobní program společnosti Deza, a.s. Valašské Meziříčí

Do roku 1892 se datuje založení závodu na destilaci dehtu Julia Rutgerse v Ostravě. V roce 1905 došlo k rozšíření a modernizaci výroby. Komplexně se zde začal zpracovávat dehet a benzol z koksoven ostravsko-karvinské oblasti. Vyráběl se zde anthracen, kyselina karbolová, fenol, naftalen a pyridin. Po druhé světové válce došlo ke znárodnění podniku a přejmenování na Urxovy závody. [7]

Roku 1960 byla započata výstavba nového chemického závodu ve Valašském Meziříčí. Tento závod byl na svoji dobu velice moderní. Při výstavbě se začala brát na zřetel ochrana životního prostředí. Jako první byly spuštěny provozy chemické a biologické čištění odpadních vod a teplárna. Následně byly uvedeny do provozu linky na výrobu dehtu, benzolu,

ftalanhydridu, antracenu a sazí. V roce 1963 byl přičleněn závod Organik Otrokovice, kde se nachází výroba antrachinonu. V roce 1967 bylo definitivně přeneseno vedení společnosti do Valašského Meziříčí. [7]

Novodobá historie závodu se píše od roku 1990, kdy došlo ke vzniku samostatné společnosti DEZA, a.s. Výroba sazí byla převedena do společného podniku CS CABOT, došlo k zastavení výroby v Ostravě. V devadesátých letech se snížil razantně počet zaměstnanců až na současných 1000 pracovníků. Otevřela se linka na výrobu fenolů, byla postavena moderní spalovna odpadů. Od roku 2005 je jediným akcionářem Agrofert Holding, a.s. [7]

V současnosti Deza zpracovává surový benzol a vysokoteplotní černouhelný dehet, ze kterých vyrábí řadu základních aromatických sloučenin určených pro další chemické zpracování. Některé izolované látky např. naftalen a anthracen dále chemicky modifikujeme, a tím získáváme širokou paletu výrobků. [7]

- Smola a dehtové oleje
- Naftalen surový a rafinovaný
- Aromatická rozpouštědla (xylen, toulén, solventní nafta)
- Aromatické speciality (anthracen, karbazol, pyren, fluoren, tetralin)
- Benzen
- Ftalanhydrid, změkčovadla a kresoly
- Fenoly, kresoly, kresolové kyseliny [7]

Tyto výrobky má možnost Deza, a.s. distribuovat do celého světa pomocí vlastního přepravního terminálu, který byl vybudován pro tyto účely v polském Svinoústi u Severního moře.

Deza, a.s. je také dodavatel tepla a páry do domácností ve Valašském Meziříčí a do spousty okolních závodů.

2 Představení Spalovny průmyslových odpadů

2.1 Původ spalovaných odpadů

Spalovna průmyslových odpadů Deza, a.s. má kapacitu 10 kt spáleného odpadu ročně. Je určena ke spalování nebezpečných odpadů vzniklých v a.s. Deza při následujících procesech:

- na jednotlivých provozech při výrobních procesech
- při nakládání s odpadními vodami (kaly)
- při rekonstrukcích, opravách či údržbě technologického zařízení

a dále odpadů přijatých od externích původců (podniky, organizace a obce regionu).

Majoritní množství zneškodňovaných odpadů je tvořeno nebezpečnými odpady z provozů a středisek Deza, a.s. Jedná se o odpadní látky, jejichž struktura, konzistence, kvantitativní a kvalitativní složení odpovídá struktuře jednotlivých výrob, charakteru surovin a vznikajících meziproductů a vedlejších produktů. Externí odpady jsou přijímány v malých množstvích podle aktuální situace. Nejčastěji jsou to odpady vzniklé v nemocnicích (stříkačky, jehly, obvazový materiál aj.), odpady vzniklé při likvidaci ekologických havárií, při likvidaci archivů, vodárenských kalů, odpady z regionu. Poměr interních a externích odpadů výhledově závisí na vývoji výroby v Deza, a.s. [2]

2.2 Skladování odpadů

Ve spalovně průmyslových odpadů je možno spalovat odpady pevné, kašovitě i kapalné. Kapalné odpady jsou skladovány ve třech zásobnících o objemech 40 m³. V první nádrži jsou uskladněny kapalné odpady 1. třídy hořlavosti a ve zbylých dvou kapalné odpady 2. a 3. třídy hořlavosti. Pevné odpady jsou uloženy v sedmi betonových boxech, z nichž každý má kapacitu přibližně 150 tun. Přijímání řídkých pevných odpadů je limitováno technologií dávkování, proto se postupuje dle aktuální situace. Pro příjem odpadu do skladů nejsou stanovené hranice výhřevnosti, neboť před dávkováním jsou homogenizovány odpady

s různou výhřevností. Nakládání s odpady řeší Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění. [2,10]



Obr. 2 Sklad pevných odpadů



Obr. 3 Sklad kapalných odpadů

2.3 Dávkování

2.3.1 Dávkování kapalného odpadu

Dávkování kapalného odpadu je zabezpečeno pomocí vzduchem poháněných membránových čerpadel, která dopravují odpad ze zásobníků, kde jsou uskladněny do kapalných hořáků. Zde je odpad rozprašován pomocí 0.8 Mpa páry do spalovací pece. Kapalné hořáky jsou umístěny jak včele, tak i na konci spalovací pece.



Obr. 4 Vzduchové membránové dávkovací čerpadlo

2.3.2 Dávkování pevného odpadu

Před dávkováním pevných odpadů se provede jejich homogenizace pomocí mostového jeřábu s drapákem ve skladovacím boxu (mixboxu) k tomu určenému.



Obr. 5 Mostový jeřáb s drapákem a mixbox

Nyní je odpad transportován drapákem mostového jeřábu na rozvolňovací pás.

Pohybem rozvolňovacího pásu, který je řízen systémem na pokyn operátora, dojde k nadávkování odpadu na dávkovací pás, který dopraví odpad do násypky.



Obr. 6 Rozvolňovací pás a dávkovací dopravník

Systémem tří bezpečnostních klapek a pístu ovládaného hydrogenerátorem je odpad nadávkován do rotační pece.



Obr. 7 Dávkovací šachta pístového podavače

2.4 Spalování

Spalování odpadu v rotační peci válcovitého tvaru probíhá při teplotě 600-750 °C za přítomnosti zemního plynu, který hoří v plynových hořácích. Spalovací vzduch nutný k hoření je nasáván ze skladů pevných a kapalných odpadů pomocí ventilátorů přímo do plynových hořáků a do čela spalovací pece. Doba zdržení odpadu v peci je závislá na jeho výhřevnosti. Zpravidla je v rozmezí 1-1,5 hodiny. Spalování je řízeno z velína operátorem, který pomocí řídicího systému má možnost regulovat velikost dávky, její četnost, otáčky rotační pece, množství spalovacího vzduchu, výkon plynových hořáků. Nespalitelný zbytek, který vznikl spálením odpadu, je vynášen z přepadu pece vynašečem škváry do kontejneru.



Obr. 8 Spalovací rotační pec

2.5 Spaliny

Spaliny prochází do dohořivací komory, kde jsou tangenciálně umístěny tři plynové hořáky, které dopalují špatně spalitelné zbytky odpadu při teplotě $900\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vstupují do ultizačního, vodotrubného, vysokotlakého kotle, kde slouží k výrobě přehřáté páry $3,6\text{ Mpa}$ tlaké páry. Za kotlem spaliny vcházejí do tkaninových filtrů, kde se usazují tuhé, pevné částice. Z filtru postupují odprášené spaliny spalínovodem do mokré třístupňové vypírky. V prvním stupni je Venturiho pračka, ve které jsou spaliny zkrápěny absorbentem (kyselým solným roztokem). Tím se vyperou prachové částice proniklé filtrací a dojde ke kondenzaci sloučenin těžkých kovů (HCl a HF). Ve druhém a třetím stupni dochází k alkalickému sprchování spalin roztokem louhu sodného. Zde se absorbuje část halogenvodíků a hlavně sloučeniny síry (SO_2). Vyčerpané zneutralizované absorbenty z prvního a druhého stupně vypírky jsou čerpány jako odpadní voda do bloku zařízení čištění odpadních vod. Spaliny dále prochází přes adsorbéry plněné aktivním uhlím, kde se usazují těžké látky (především rtuť) do komína. Podtlak v celém zařízení je regulován spalínovým ventilátorem umístěným u komína. Obsah škodlivin ve spalinách je neustále kontrolován emisním monitoringem. [2]

3 Dopravníky

3.1 Pásový dopravník

Pásový dopravník je specializované strojní zařízení – dopravní prostředek z kategorie zdvihadel, který je používán zejména k přepravě sypkých či polotekutých hmot na kratší vzdálenost. Může se ale jednat i o přepravu jednotlivých menších předmětů, například zavazadel, balíků a podobně. [6]

Stroj se skládá zpravidla z dlouhého rámu respektive nosné konstrukce stroje, na které jsou upevněny otočné válečky, které tvoří pevnou pojezdovou dráhu pro pohyblivý (pryžový, textilní, plastový) pás, po kterém se přepravuje příslušný materiál. Pásový dopravník může být konstruován jakožto zařízení určené pro přepravu ve vodorovné poloze (např. doprava sypkého materiálu, užívá se ponejvíce v povrchových dolech) nebo pro dopravu v poloze šikmé (např. doprava písku či štěrku na stavbách či doprava drceného kamene v kamenolomech). Pohon pásu stroje obstarává obvykle asynchronní motor přes poháněcí buben, na kterém je dopravní pás nasazen. Moderním řešením pohonu pásových dopravníků je pohon prostřednictvím bubnového motoru (elektroválce). Pohon bubnovým motorem přináší prostorově úsporné řešení, zjednodušení konstrukce dopravníku a minimální náročnost na údržbu. [6]

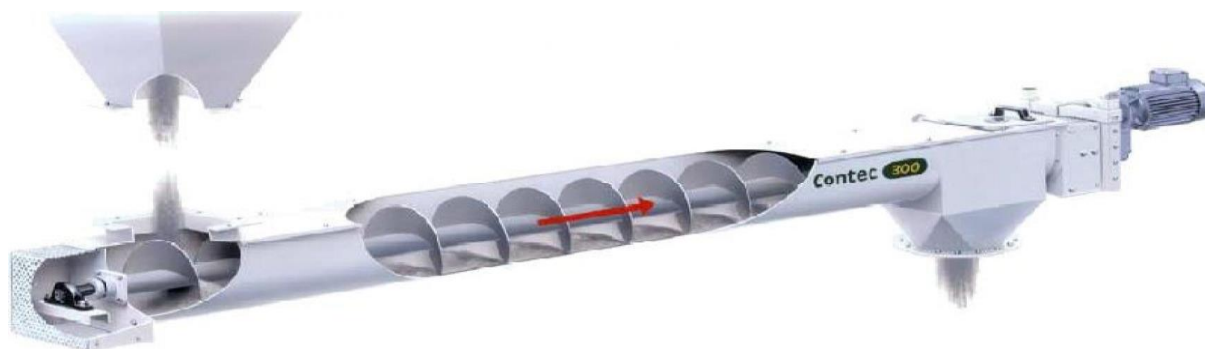


Obr. 9 Pásový dopravník

3.2 Šnekový dopravník

Šnekový dopravník slouží k dopravě a dávkování jak sypkých materiálů, tak kašovitých hmot a směsí. Umožňují snadné a účinné vyprazdňování a plnění různých zásobníků, mixérů, kontejnerů a násypek balicích strojů a dále mohou být použity pro mezioperační dopravu. [3]

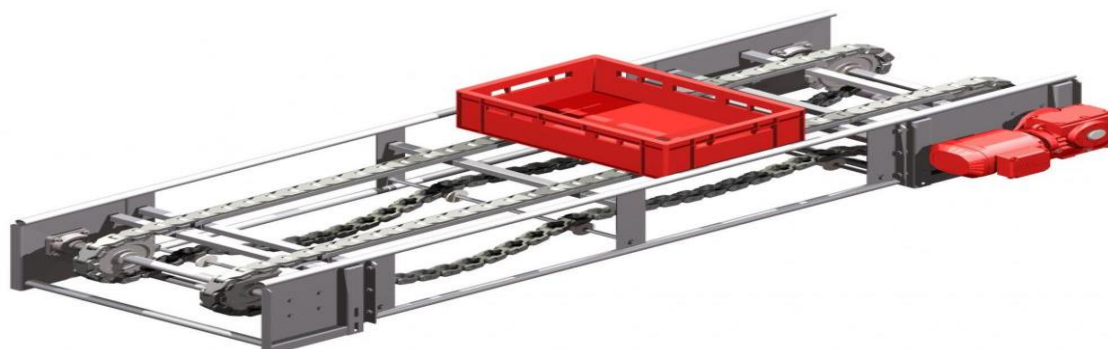
Dopravu materiálu zajišťuje otáčející se šnekovnice přivařená na trubce. Šnekovnice je poháněna převodovkou s elektrickým motorem, která může být umístěna na začátku nebo na konci dopravníku. Násypky a výsypy jsou vyráběny dle požadavků zákazníka. Konstrukce umožňuje použití více násypných a výsypných míst na jednom dopravníku. Jeden dopravník může zásobovat materiálem více míst. [3,9]



Obr. 10 Šnekový dopravník

3.3 Řetězový dopravník

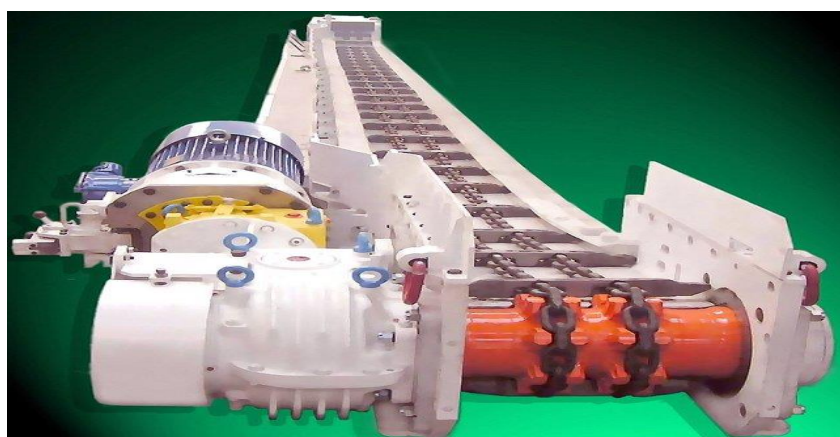
Řetězový dopravník je určený výhradně k přepravě kusových výrobků větších rozměrů a vyšších hmotností (palety, přepravní boxy, apod.). Jsou vhodné jak k samostatnému použití, tak pro zástavbu do větších dopravních celků, popř. výrobních a montážních linek. Vyznačují se lehkou a pevnou konstrukcí z eloxovaných hliníkových profilů, moderním designem a velkou variabilitou provedení. [6]



Obr. 11 Řetězový dopravník

3.4 Hřeblový dopravník

V kovovém korytu táhne řetěz hřebla, příčné díly, které shrabují hrubší sypký materiál. Používá se například na přepravu uhlí v hlubinném dole, strusku ze spalovacích pecí apod. [6]

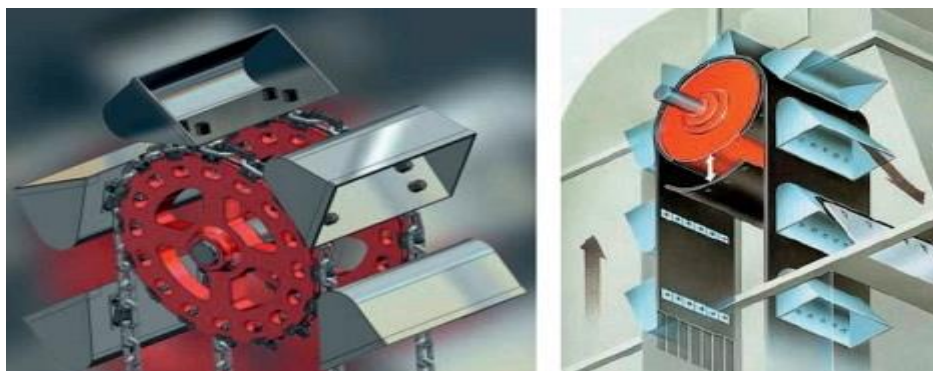


Obr. 12 Hřeblový dopravník

3.5 Korečkový dopravník

Korečkový dopravník je stroj konstruovaný jako zvláštní pásový nebo řetězový dopravník. Ten je primárně určen pro zdvihání tekutých či polotekutých hmot v tzv. korečkovém provedení. Tekutý či kašovitý obsah zde do výšky vždy po šikmé dráze zdvihají korečkové kapsy upevněné buďto přímo na pohyblivém pásu stroje nebo na hnacím řetězu stroje - používá se zejména pro dopravu sypkých hmot z vody např. při prohlubování říčních koryt či těžbě mokrého písku apod. (princip je dosti podobný

klasickým korečkovým rypadlům používaným třeba při skrývce nadloží v povrchových dolech). [6]



Obr. 13 Korečkový dopravník

3.6 Válečková trať

Válečkovou trať tvoří válečky usazené v pevném rámu. Směr pohybu dopravovaných předmětů je kolmo na osu otáčení válečku. Gravitační tratě jsou nepoháněné, případně může mít válečková trať i poháněcí sekci ve formě poháněných válečků nebo pásů. Oblouky (zatáčky) jsou řešeny prostřednictvím kuželových válečků. Používají se pro transport a manipulaci kusového materiálu např. krabic, beden, palet apod. v distribučních skladech a balicích linkách, při pohybu vývalků ve válcovnách atd.. [6]



Obr. 14 Válečková trať

4 MÍCHACÍ STROJE

Rozdělení míchacích strojů

- Podle rychlosti otáčení: - pomaloběžné
- rychloběžné
- Podle způsobu vyvození míchacího efektu: - mechanické
- hydraulické
- pneumatické
- Podle druhu míchaného materiálu: - příprava sypkých směsí
- pro přípravu past
- příprava nízkoviskozních kapalných směsí
- příprava vysokoviskozních kapalných směsí
- Podle způsobu vyvozovacího efektu: - hydraulické
- mechanické
- pneumatické
- Podle konstrukce: - lehké míchací stroje: bubnové, planetové, kuželové, míchadlové
- rychloběžné míchací stroje: - Gelimat, fluidní
- ramenové
- hnětací stroje (hnětače)
- statické směřovače [1]

4.1 Míchačky

Míchačka nebo také míchač je zařízení určené k míchání suchých sypkých hmot a kapalin navzájem i mezi sebou. Podle objemu míchaných hmot se užívají stroje, přístroje, případně ruční nástroje. Konstrukce míchacích strojů musí zaručit homogenitu výsledného produktu.[6]

Druhy míchaček

Spádová míchačka má míchací lopatky pevně spojené s otáčejícím se bubnem. Přesypává směs a současně ji přesunuje ve směru osy otáčení.

Míchačka s nuceným oběhem má míchací ramena otáčející se kolem vnitřní osy nepohyblivé míchací nádrže. Míchací nádrž může mít různé tvary, na konci otáčivých ramen mohou navíc být samostatně rotující lopatky

Kontinuální míchačka spádová má míchací lopatky pevně spojené s mírně nakloněným otáčivým válcem a vytvarovány tak, aby posunovaly směs ve směru osy otáčení válce. Míchačka pracuje nepřetržitě. Na vyšším konci vstupují míchané složky, na nižším je odebírána zamíchaná směs.

Kontinuální míchačka šneková má pevný válec, ve kterém se otáčí šneková spirála zajišťující promíchání i posun směsi. [6]

V průmyslu se míchacích strojů užívá v mnoha odvětvích. Jsou významnou součástí technologického zařízení při výrobě:

- směsných cementů
- suchých maltových a betonových směsí
- keramických směsí a žáruvzdorných materiálů
- krmných směsí a granulí
- moučných směsí a při přípravě těsta
- léků
- plastů a barev [6]

Ve stavebnictví jsou míchačky základním technologickým zařízením:

- při výrobě betonu ve stálých betonárnách
- stavební míchačky jsou stroje určené k výrobě malty a čerstvého betonu na staveništi
- míchačka barev je zpravidla nástavec ručních vrtaček, případně speciální ruční přístroj, určený k promíchání barev a lepidel v pracovních nádobách [6]

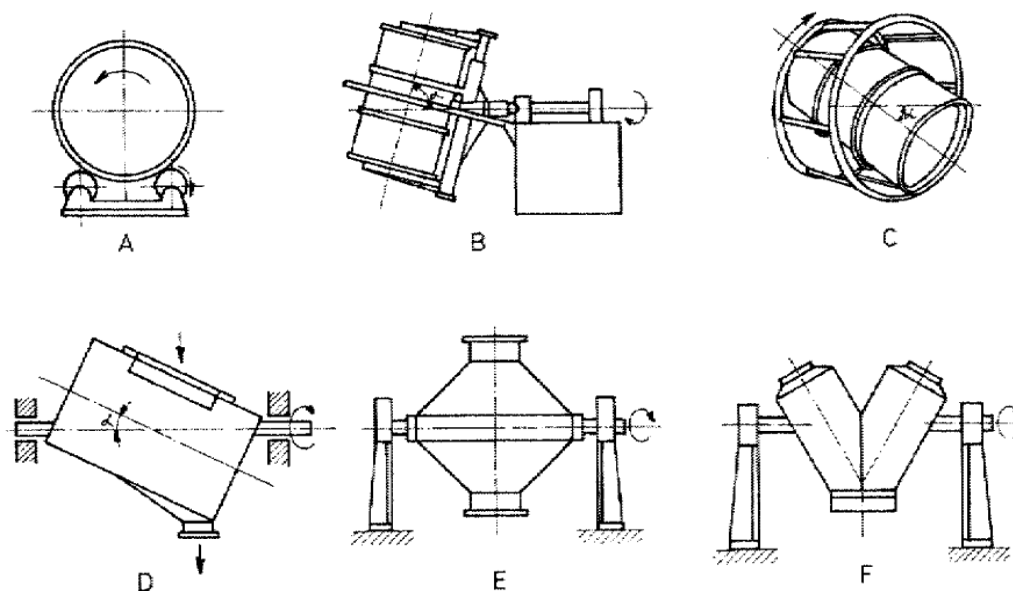
Ve výzkumu se používají:

- laboratorní míchačky
- stroje nebo přístroje k míchání roztoků

V domácnostech jsou míchače součástí kuchyňských robotů. [6]

4.1.1 Bubnové míchačky

- k míchání kapalin a sypkých látek (např. příprava suchých směsí – Dryblend)
- míchací účinek je dosahován pohybem míchací nádoby – tíhové síly, působí zde jen nepatrné smykové síly → nevhodné pro míchání materiálu se sklonem k tvorbě hrudek, viskózních roztoků
- mírou účinnosti míchacího procesu je doba potřebná k dosažení požadované homogenity směsí
- zaplnění bubnu 1/4 - 1/3 [1]



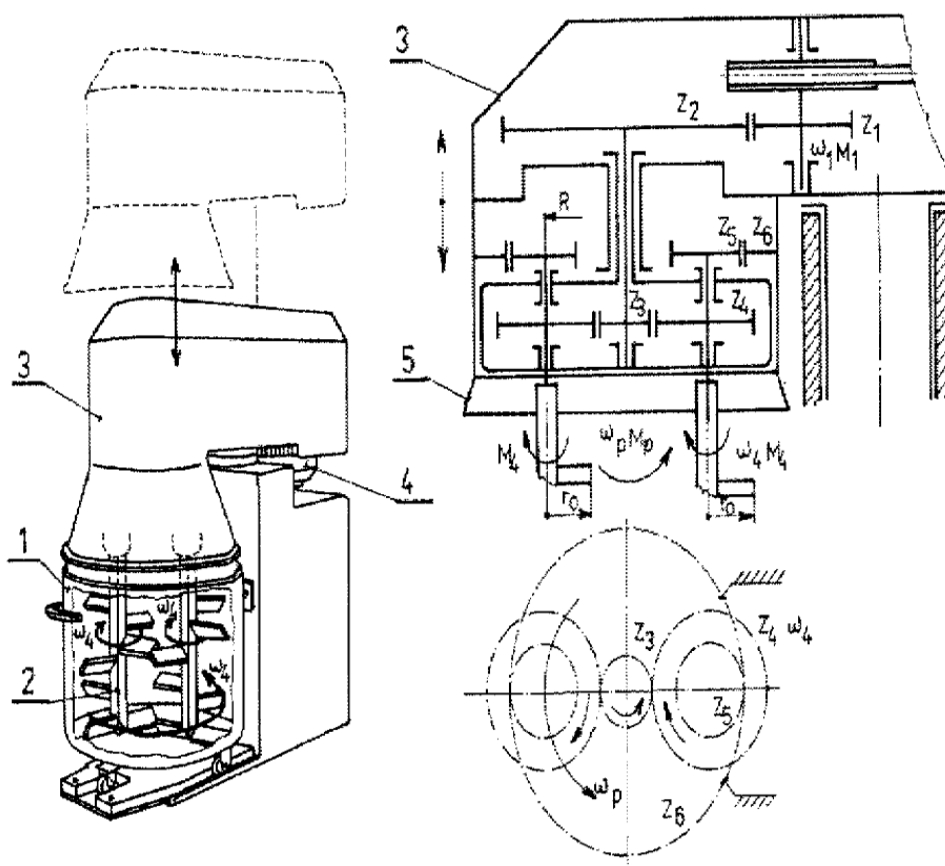
A – C – míchání v sudu; D – šikmý válec; E – dvoukužel; F – dvouválec

Obr. 15 Bubnové míchačky

- pohyb materiálu je určován odstředivými a tíhovými silami - analogie s kulovým mlýnem
- buben se vyprazdňuje prostým sklopením – možno vyprazdňovat i mechanicky pomocí šneku.[1]

4.1.2 Planetové míchačky

- Slouží k přípravě past a roztoků, šlehání latexu. Míchadlo se otáčí kolem vlastní osy a také kolem osy nádoby.
- Míchadla mohou být lopátková nebo kotvová.

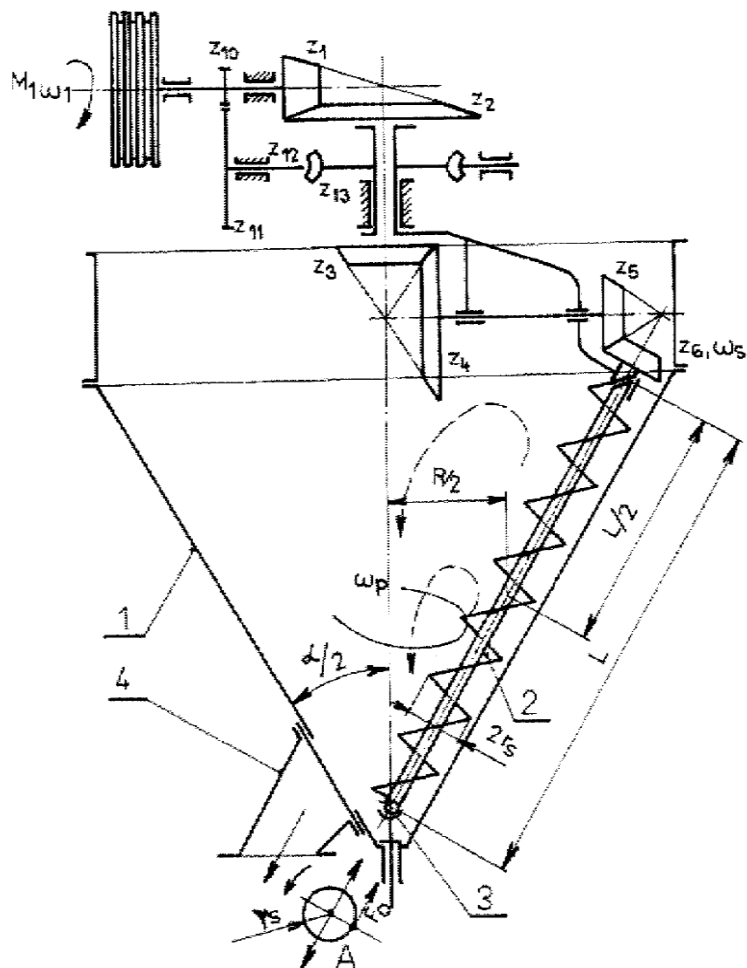


1 – nádoba 2 – míchadlo 3 – převodovka 4 – elektromotor 5 – nákuřek [1]

Obr. 16 Planetová míchačka

4.1.3 Kuželové míchačky

- Používají se k míchání sypkých i kapalných látek.
- Patří k pomaluběžným míchačkám. Objemy 0,05 – 3 m³.
- Šnek je dimenzovaný na ohyb a na axiální zatížení.

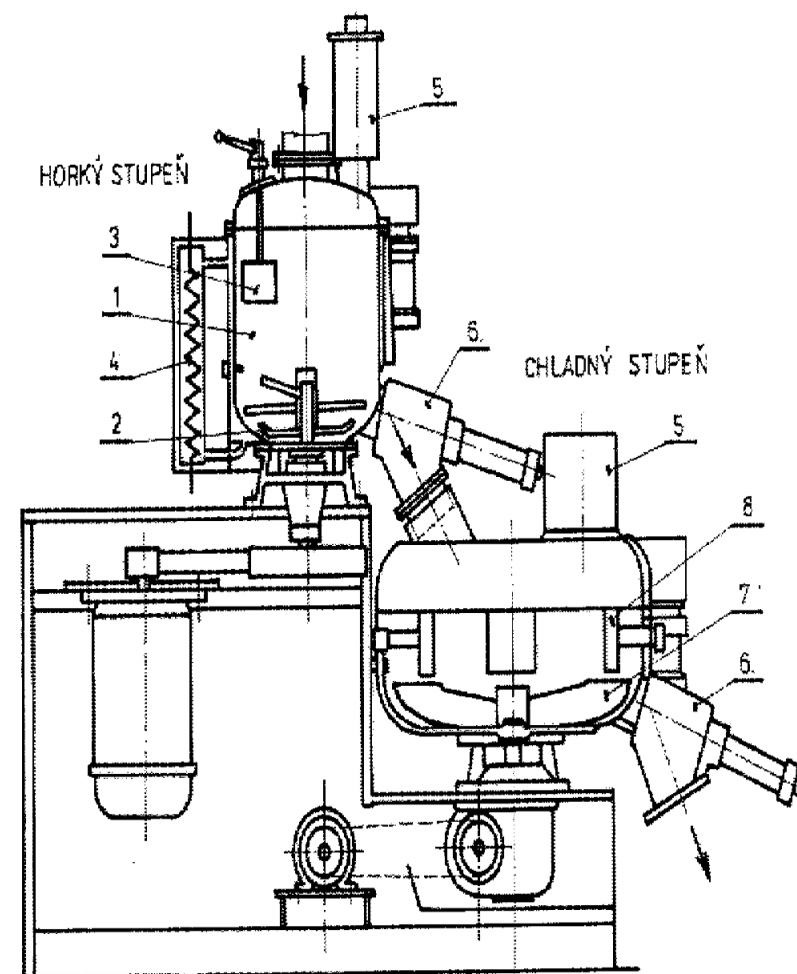


1 – nádoba 2 – šnek 3 – kulový čep 4 – výpusť [1]

Obr. 17 Kuželová míchačka

4.1.4 Fluidní míchačky

- Slouží k přípravě sypkých směsí – materiál se při míchání provzdušní natolik, že se chová jako kapalina → lze do něj dávkovat i kapalný materiál – např. změkčovadla.
- Při míchání se materiál zahřívá a vytváří hrudky.
- Materiál je vynášen podél stěn nádoby nahoru a axiálním pohybem se vrací zpět k míchadlům.
- Obvodové rychlosti bývají zpravidla $20 - 30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



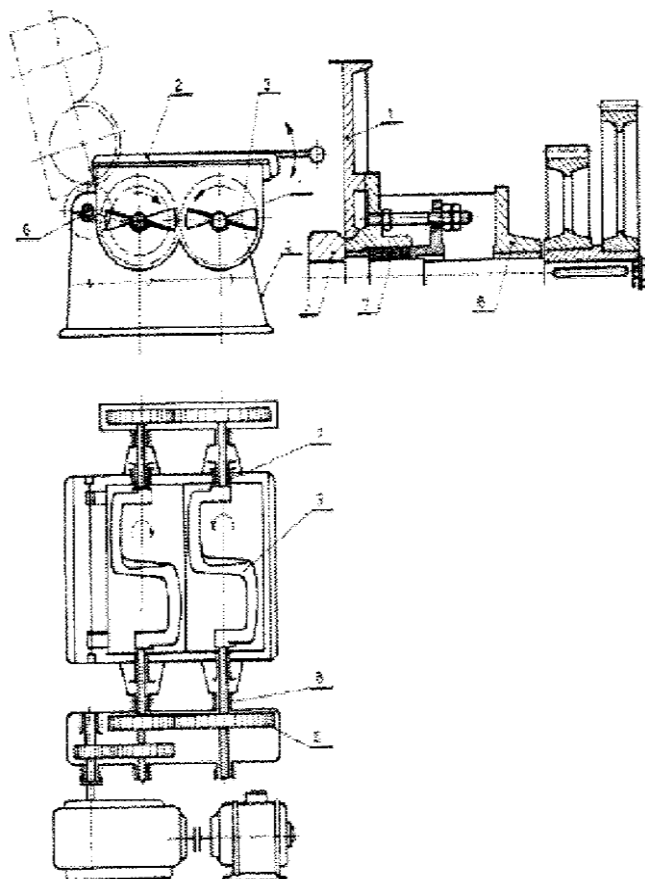
1-nádoba 2-míchadlo 3-stavitelná narážka 4 - topení

5-vzd. filtr 6-výpust' 7- chlazené míchadlo 8-chlazení [1]

Obr. 18 Fluidní míchačka

4.1.5 Ramenové míchačky

- Používají se k přípravě sypkých směsí, těstovitých směsí a lepidel.
- Bývají o objemu 40 – 4000 dm³ – efektivní objem asi 80%.
- Míchadla se otáčejí proti sobě – poměr otáček 1:1 až 1:3.



1-nádoba 2- víko 3- ramenová míchadla 4- fréma
5- převody 6- osa 7- ucpávka 8-ložisko [1]

Obr. 19 Ramenová míchačka

4.2 Míchadlové stroje

- Používají se k přípravě roztoků, suspenzí a lehčených hmot.
- Míchací účinek je dosahován pomocí míchadla.

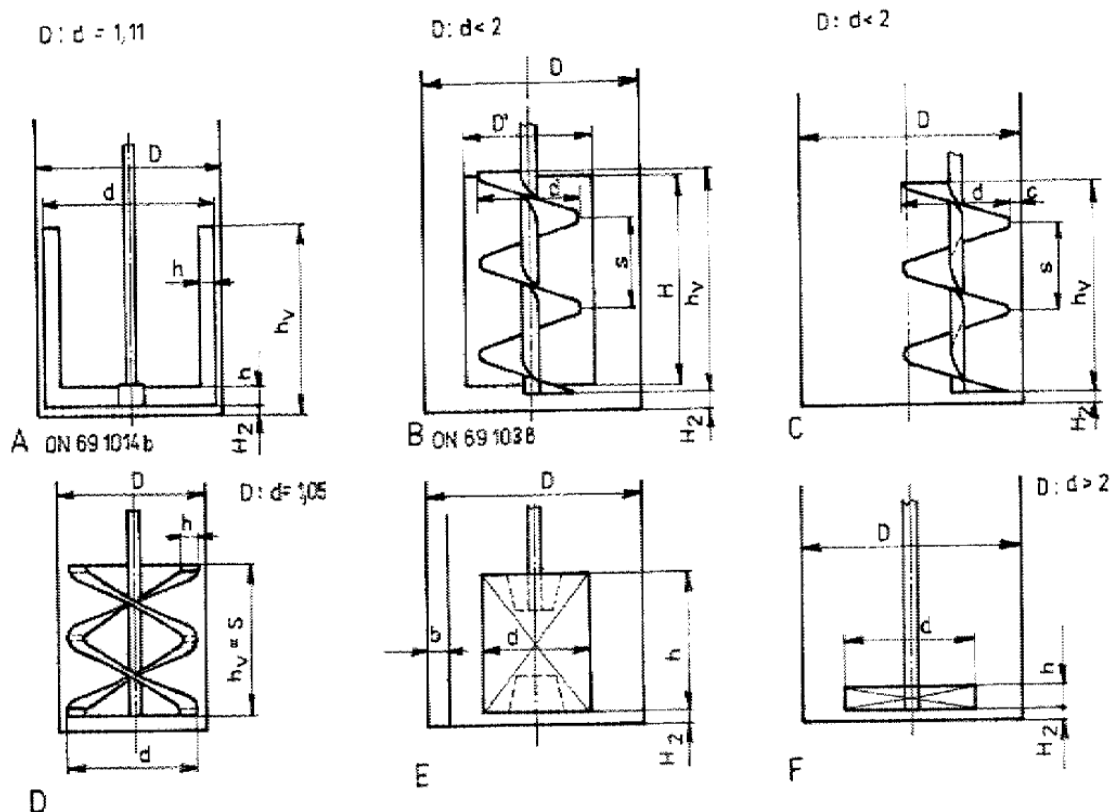
K homogenizaci dochází v zásadě:

- Konvenční difuzí – pohybem částic po nestejných drahách a nestejnou rychlostí.
- Turbulentní difuzí – vířivým pohybem částic.
- Molekulovou difuzí – na molekulární úrovni.

- Mírou homogenizačního účinku míchadla je doba potřebná k dosažení požadované koncentrace složek. [1]

4.2.1 Pomaloběžná míchadla

- **Kotvové míchadlo** vytváří v nádobě převážně obvodové proudění – obvodová rychlost $0,5 - 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- **Šnekové míchadla** vytvářejí intenzivní cirkulaci míchané kapaliny v axiálním směru.
- **Pásové míchadlo** je tvořené levou a pravou šroubovicí.
- **Lopátkové míchadla** mohou také míchat za vysokých otáček.



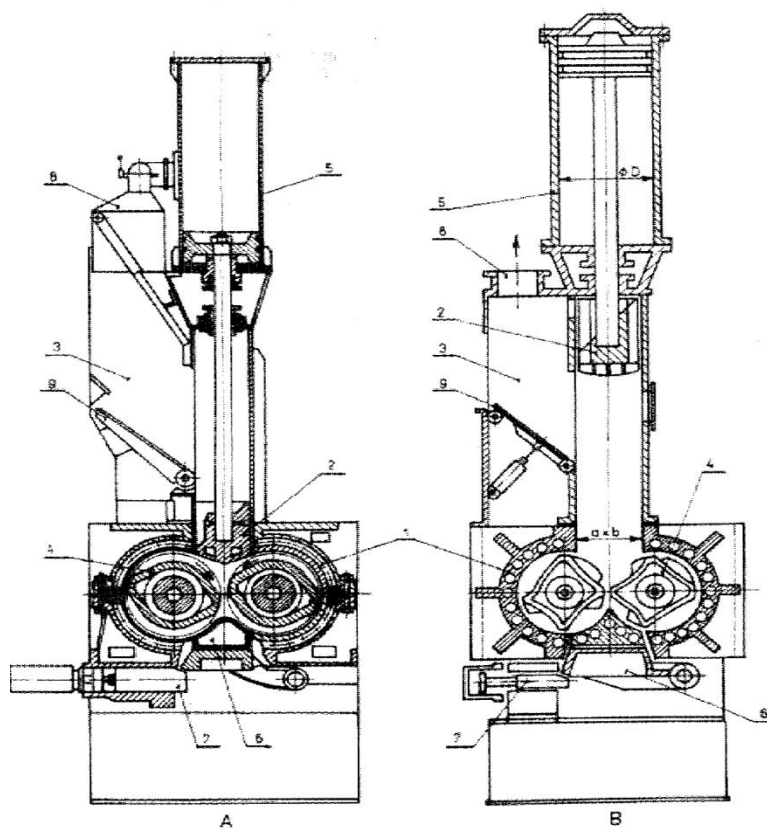
A – kotvové B – šnekové s usměrňovacím válcem C – šnekové pro výstředné umístění

D-pásové E – listové F– lopátkové [1]

Obr. 20 Typy míchadel

4.3 Hnětiče

- Slouží zejména k míchání kaučukovitých směsí.
- Podle tlaku rozlišujeme beztlaké, nízkotlaké (asi do 0,5 Mpa) a vysokotlaké (asi do 1 Mpa).
- Podle otáček dělíme hnětiče na pomaloběžné (asi do 30 min^{-1}) a rychloběžné (asi do 80 min^{-1} případně i výše).
- Materiál je hněten jednak mezi rotory, jednak mezi rotorem a stěnami komory.
- Velikost hnětacího stroje je dána velikostí užitečného objemu hnětací komory.



A – rotory dvojbřité B – rotory čtyřbřité [1]

Obr. 21 Hnětič

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Dnešní svět si umíme jen těžko představit bez zavádění nových technologií a automatizování výrobních procesů. Kladou se zvýšené nároky na přesnost a efektivitu práce. Lidská práce je postupně nahrazována strojem, který dokáže provést požadovaný úkol v kratším časovém intervalu a ve vyšší kvalitě než člověk.

Cílem této práce je navrhnout novou technologii míchání a dávkování odpadu do spalovací pece, která zkvalitní homogenizaci odpadu, stabilizuje spalování a ušetří lidské zdroje.

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

6.1 Míchání odpadu

Pevný odpad je skladován v zastřešené hale v sedmi vzájemně oddělených železobetonových jímkách o objemu 150 m³ (viz obr. 2). Do skladu se navážení odpadu provádí nákladními auty ve velkoobjemových kontejnerech. Při svozu odpadu se snaží obsluha třídít odpady dle jejich výhřevnosti (vzorkování v laboratořích), viskozity a struktury.

Přípravu odpadu vhodného k dávkování provádí za pomoci mostového jeřábu s drapákem přímo v jedné z jímek nazývané mixbox (viz obr. 5). Objem drapáku je 1 m³. Jeřáb je vybaven vážným zařízením, proto má obsluha možnost navážet odpad jak v hmotnostním, tak v objemovém poměru. Postupným nabíráním, přehazováním a vysypáváním odpadů mezi sebou dochází k jeho homogenizaci. Složení dávkovací směsi volí dle požadavků provozu (režim spalování, hořlavost, malá popřípadě velká viskozita). Pokud má směs malou viskozitu, přidává obsluha do mixboxu dřevěnou moučku nebo dřevěné piliny. Průměrně se spálí 1 tuna odpadu za 1 hodinu. Pracovní doba obsluhy je 8 hodin, proto musí namíchat 8 tun odpadu a to zabere v průměru 1 až 1,5 hodiny. Nyní je odpad připravený ke spalování. Pomocí mostového jeřábu s drapákem je vysypán na rozvolňovací pás. Každých 8 hodin je odebrán vzorek odpadové směsi, ze kterého je provedena analýza výhřevnosti. V průměru by se měla výhřevnost odpadu pohybovat kolem 15 – 18 J/Kg.

6.2 Dávkování odpadu

6.2.1 Rozvolňovací pás

Rozvolňovací pás slouží jako zásobník homogenizovaného odpadu a k jeho rovnoměrnému dávkování na dávkovací pás (viz obr. 6). Sestává z nosné konstrukce, hnacího a hnaného válce spojených nekonečným pásem, hnacího ústrojí, usměrňovacích plechů a záchytného plechového koryta. Na celosvařované konstrukci z válcovaných profilů je uloženo hnací ústrojí spojené s hnacím válcem řetězem. Horní větev dopravního pásu je podepřena

ocelovými podpěrami svařenými z plechů a výztuh z tenkostěnných profilů. Spodní větev pásu je opatřena stěračem zachyceného odpadu. Stěrač je k pásu přitlačován dvěma závažími, která jsou uložena na jednoramenných pákách na bocích dopravníku. Horní část dopravníku tvoří násypka o výšce 300 mm, která zabraňuje přepadávání odpadu z pásu při jeho vysypávání. Plechové koryto je umístěno ve spodní části pásu a slouží k zachytávání odpadajících zbytků odpadu z vracejícího prázdného pásu. [2]

Pohon hnacího bubnu dopravníku je proveden elektropřevodovkou s vysokým převodovým poměrem zajišťujícím pomalé otáčení hnacího bubnu (0,223ot/min). Rotační pohyb výstupního hřídele převodovky je převeden na hnací buben řetězovým převodem. Hnací válec je opatřen zdrsněním, které zabraňuje prokluzu pásu. Posunutím hnaného válce můžeme pás napínat, ale také seřizovat, aby nevyjížděl do stran. Pro signalizaci vyjetí do strany je dopravník vybaven dotykovými koncovými čidly. Při vyjetí pásu do strany jej čidla odstaví z chodu. Pás je vybaven také snímačem chodu. [2]

Velikost dávky si volí obsluha pomocí vloženého časového chodu pásu. Dále má možnost volby intervalu (periody), kdy se má pás opět rozjet. Odpad padá z rozvolňovacího pásu na dávkovací pás, se kterým je ze systému spojen v sekvenci (pokud se rozjede rozvolňovací pás, automaticky se uvádí do chodu i pás dávkovací).

Technické parametry

Délka celková:	2900 mm
Šířka celková:	3500 mm
Výška celková:	1800 mm
Šířka pásu (materiál PVC):	2900 mm
Zatížení dopravníku:	maximálně 1500 kg (rovnoměrně po celé ploše)
Rychlost dopravního pásu:	0,15 m/min (střední hodnota)
Hnací ústrojí:	NORD SK 52/13, 63/4, 0,12 Kw [2]

Rozvolňovací dopravník lze řídit jak místně z ovládacího panelu, tak i dálkově pomocí řídicího systému z velína.

6.2.2 Dávkovací dopravník

Slouží k transportu odpadu z rozvolňovacího pásu do šachty pístového podavače. Dávkovací dopravník sestává z nosné konstrukce, na které jsou uložena ložiska hnacího a hnaného válce, konzoly s válečky tvarující nekonečný pás do V profilu a spodních válečků (viz obr. 6). Poháněcí jednotka je uložena na rámu z ocelových profilů. Na rámu je v ložiskových tělesech s valivými ložisky uložen hnací buben s pogumovaným, drážkovaným povrchem. Na hřídeli bubnu je nasunuta čelně šneková elektropřevodovka. K rámu je připevněn lištový stěrač pásu. Stěrač je umístěn na obvodu hnacího bubnu a stírá materiál z povrchu pásu do prostoru výsypané šachty. [2]

Nosným prvkem střední části je dělený rám svařený z ocelových válcových profilů. Je sestaven ze čtyř samostatných částí navzájem spojených šrouby. K této nosné konstrukci jsou přišroubovány válečkové pražce horní větve dopravníku ve dvouválečkovém provedení, s korýtkovití 20°, válečky dolní větve dopravníku, násypka a kryty. Násypka je umístěna v části navazující na rozvolňovací dopravník. Hnaný buben s hladkým povrchem slouží zároveň k napínání a seřizování pásu. Dávkovací dopravník je vybaven indikací chodu. Ovládání je analogické k ovládání rozvolňovacího pásu. [2]

Technické parametry

typ:	DRAGO 30 CC
šířka:	650 mm
dopravní rychlost:	1,08 až 3,36 m/min
dopravní množství:	3000 kg/hod. (střední hodnota)
osová vzdálenost bubnů:	7050 mm
výkon elektromotoru:	0,55 Kw [2]

6.2.3 Šachta pístového podavače

Šachta pístového podavače sestává z obdélníkového profilu uzavřeného dvěma sadami hydraulicky uzavíraných klapek (viz obr. 7). Zároveň je mezi klapkami vytvořen prostor pro jednu dávku materiálu pro pístový podavač. V horní části má výpadový otvor, kam je přiváděn odpad z dávkovacího pásu. Ve spodní části navazuje na pracovní prostor pístového podavače. [2]

Pístový podavač je určen k dávkování odpadové směsi do rotační spalovací pece. V pojezdu pístu je ještě jedna bezpečnostní klapka, která je při klidové poloze pístu (vyjetý z pece) zavřena. Ovládání pístu a klapek je pomocí hydromotoru. Píst a uzavírací klapka musí být chlazena vodou. Koncová část šachty je vyrobena ze žáruvzdorné oceli. [2]

6.2.4 Bodový popis celého dávkovacího cyklu

- Obsluha namíchá pomocí jeřábu s drapákem požadovanou směs.
- Dávka homogenizovaného odpadu je vysypána drapákem na rozvolňovací pás.
- Pohybem pásu rozvolňovacího dopravníku odpad přepadá na dávkovací dopravník.
- Tímto dopravníkem je odpad dopraven do výpadové šachty.
- Odtud za pomoci gravitace padá do šachty pístového podavače se dvěma bezpečnostními dvojklapkami, které jsou v době chodu dopravníku uzavřeny.
- Velikost dávky je určena dobou chodu dopravníků, nastavovanou dálkově operátorem.
- Po uplynutí nastaveného času dojde k automatickému zastavení obou dopravníků, otevře se horní klapka v šachtě a odpad propadne na dolní klapku.
- Uzavře se horní a otevře dolní klapka. Materiál vypadne před pístový podavač.
- Dolní klapka se uzavře a otevře se klapka komory pístového podavače na vstupu do pece. Materiál je působením pístu vytlačen do spalovací pece.
- Píst se vrátí do výchozí polohy a uzavře se klapka komory pístu.
- Po uplynutí této operace se celý cyklus opakuje. Četnost a velikost dávek do pece je řízena operátorem ze systému podle průběžného hodnocení spalovacího procesu. Závisí na výhřevnosti a dalších vlastnostech spalovacího materiálu.
- Průběh dávkování je vizualizován na obrazovce řídicího systému na velině.

- Zaplněnost dopravníků je monitorováno průmyslovou kamerou. [2]

6.3 Předmět racionalizace

Předmětem racionalizace je návrh nové technologie míchání a dávkování odpadu do spalovací pece. Současné zařízení má své klady, ale má i spoustu nedostatků, které jsem si vytýčil vyřešit v této bakalářské práci.

Hlavní nedostatky současného stavu:

- Časová náročnost přípravy odpadové směsi.
- Nedokonale promíchaná odpadová směs.
- Nutnost přimíchávat do odpadu sorbentní materiál pro zvýšení viskozity odpadu.
- Nerovnoměrnost velikosti dávky (množství odpadu při jednom dávkovacím cyklu do pece).
- Velká prašnost, nutnost častého úklidu.

Hlavní přednost stávajícího zařízení:

- Největší předností stávajícího zařízení je možnost dávkování kusovitého odpadu větších velikostí, které mohou dosahovat rozměru až 50 x 30 x 30 cm. Limitem je vnitřní rozměr šachty pístového podavače.

6.3.1 Časová náročnost přípravy odpadové směsi

Jak je již uvedeno v předešlých kapitolách, příprava dávkovací směsi je časově náročná.

Obsluha věnuje této činnosti velkou část své pracovní doby a zároveň je velmi vytížen jeřáb s drapákem. Dochází ke kolizním situacím, kdy je v jeden okamžik potřeba jeřábu i při jiných pracích. Používá se i pro přepravu odpadu do drtící linky, na dávkovací pás a na přehazování (vytváření místa) odpadu ve skladovacích boxech. Proto musíme navrhnout takové zařízení, které by pracovalo nezávisle na nutnosti použití jeřábu a lidské síly.

6.3.2 Nedokonale promíchaná odpadová směs

Aby docházelo k rovnoměrnému a stabilnímu hoření je zapotřebí mít kvalitně namíchanou odpadovou směs. Protože míchání provádí obsluha ručně, záleží pouze na schopnostech a dovednostech obsluhy, jakou směs připraví. Často se stává, že nedojde k rovnoměrnému rozprostření odpadu na rozvolňovacím páse. Při postupném vyprazdňování rozvolňovacího pásu dochází k značným rozdílům velikosti dávky, které má za následek opět nerovnoměrné až neřízené hoření. Proto se budu snažit navrhnout takové zařízení, které dokáže co nejdokonaleji odpad homogenizovat.

6.3.3 Nutnost sorbentního materiálu

Stávající zařízení nedovoluje dávkovat odpad nižší viskozity, proto je nutné přimíchávat do odpadu pojivo, které odpad zhutní. Pokud nyní obsluha neodhadne konzistenci a odpad má malou viskozitu, tak při nadávkování směsi jeřábem na rozvolňovací pás dojde k jejímu přetečení na dávkovací pás. Dochází k velkým problémům, kdy místo navolené jedné dávky odpadu jsou do pece dopravovány dvě i více dávek najednou. Aby se poté stabilizovalo hoření, musí obsluha řídicího systému měnit spoustu veličin, které také podporují stabilitu hoření. Jde o změnu otáček pece, množství spalovacího vzduchu, výkon plynových hořáků popřípadě krátkodobé odstavení dávkování. Proto musím navrhnout takové zařízení, které dokáže kvalitně promíchat i nízkoviskozní materiál bez nutnosti přimíchání pojiva.

6.3.4 Prašnost

Pokud navrhnu zařízení zmiňované v předešlých odstavcích, tak odbourám i zvýšenou prašnost vzniklou přimícháváním sypkého sorbentního materiálu (piliny, dřevěná moučka) do odpadové směsi. Pracoviště se stane bezpečnějším a čistějším. Při využití stávající technologie je zapotřebí úklid celé haly, včetně odsávacího potrubí vzdušiny.

7 Teoretická východiska řešení

7.1 Příprava odpadové směsi

Odsátí kapalných složek odpadu z jímek pomocí autocisterny je jedna z možností, jak se zbavit kapalných složek odpadu. Následně by se kapalný odpad přefiltroval a stočil do zásobníků kapalných odpadů. Spálení odpadu by probíhalo za pomoci čerpadel, která by přes kapalně hořáky vstříkla odpad do spalovací pece. Úsady ze dna skladovacího boxu, které by se neodčerpaly, by byly zneškodněny stávající technologií.

Nevýhody řešení:

- Nedokonalé spalování (hoření). Výchřevnost odpadu by byla rozdílná. Kapalina s vyšší hustotou by se usazovala na dně zásobníku (především voda) a hořlavé složky odpadu by plavaly na hladině.
- Časová náročnost a tím snížená produktivita práce. Nutná obsluha autocisterny a stáčecího zařízení. Po stáčení musí dojít k čištění zanesených filtrů.
- Při nástřiku na hořák většinou nutný přehřev odpadu a občasné vyčistění přicpaného hořáku.
- Zvýšené náklady spojené se stáčením, uskladněním, čerpáním a spalováním kapalného odpadu.

Výhody řešení:

- Odpadá nutnost homogenizovat odpad za pomoci jeřábu s drapákem.
- Úspora absorpčního materiálu. Nevznikají náklady na jeho zakoupení, dopravu, uskladnění a manipulaci s ním.
- Malá ekologická a bezpečnostní rizika. Nedochozí k prašnosti a tím i k tvorbě výbušného prostředí. Odpadá nutnost častějšího úklidu pracoviště.

Instalace míchacího zařízení je varianta pro mé účely zřejmě nejvhodnější. V kapitole (4) jsou podrobně popsána teoretická východiska míchání různých materiálů. Jak materiálů nízkoviskozních, tak vysokoviskozních. Aby splňoval míchací stroj mé požadavky (co se týče

množství spáleného odpadu 1 -1,5 t /_{hod.}), hledám velkoobjemovou nádobu o objemu 2 – 3 m³, nejlépe stacionární, pomaluběžnou s míchacím mechanismem.

Z hlediska tvaru míchačky mohu vybírat z více variant. Existují míchačky kuželového, válcového nebo obdélníkového tvaru. Protože plnění míchačky bude ze zhora za pomoci mostového jeřábu s drapákem, bude pro mé účely nejvhodnější míchačka čtvercového popřípadě obdélníkového tvaru.

Pohon míchačky bude za pomoci elektromotoru s provedením do výbušného a prašného prostředí. Přívod elektrické energie je bezproblémový.

Míchací mechanismus mohu vyřešit více způsoby:

- Míchačka s nuceným oběhem má míchací ramena otáčející se kolem vnitřní osy nepohyblivé míchací nádrže. Míchací nádrž může mít různé tvary, na konci otáčivých ramen mohou navíc být samostatně rotující lopatky.
- Kontinuální míchačka šneková má pevný válec, ve kterém se otáčí šneková spirála zajišťující promíchání i posun směsi. Pro kvalitnější homogenizaci materiálu a pro jeho snadnější vyprazdňování z nádoby míchačky by bylo vhodné navařit na šroubovici lopatky. Může jít o jednošnekové nebo i vícešnekové zařízení.

Vyprazdňování by bylo vhodné umístit na dně popřípadě na boku, ale ve spodní části míchačky. Materiál by při této konstrukci nezůstával i po ukončení míchání v nádobě.

Výsypka by byla opatřena armaturou, hradítkem popřípadě uzavírací klapou.

Abych zamezil v průchodu větších kusovitých odpadů do nádoby, tak by bylo vhodné umístit na násypku míchačky separační rošt. Měla by to být jakási drátěná popřípadě ocelová síť, která by se dala snadno čistit a kterou by běžný odpad bez problémů pokračoval do nádoby míchačky.

7.2 Uzavírací a dávkovací systém

Dávkování odpadu z míchačky lze řešit za pomoci turniketu, dávkovací šachty a uzavíracích klap, šneku a uzavíracích klap, hradítka, pístu a podobně. Musím brát v úvahu viskozitu materiálu, jeho zrnitost popřípadě kašovitost. Odpad by měl kontinuálně nebo v rovnoměrných dávkách postupovat dále dávkovacím cyklem do spalovací pece.

7.2.1 Turniketový podavač

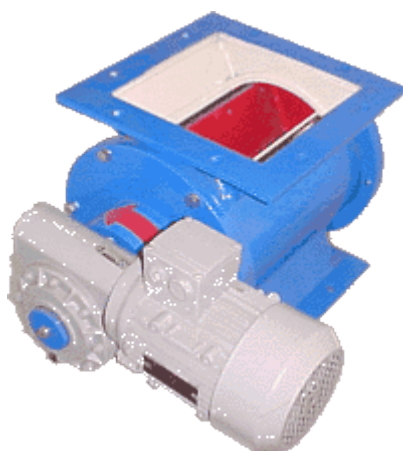
Turniket je zařízení, které pomocí pravidelně otáčejících se lopatek poháněných elektromotorem odebírá materiál z jednoho prostoru do druhého. Může sloužit jako dávkovací zařízení nebo pouze jako podavač. [4]

Výhody turniketového podavače:

- Počet otáček turniketu přesně odměří množství odpadu v jedné dávce. Řeší jeden z největších nedostatků stávajícího systému dávkování.
- Jednoduchý a spolehlivý stroj, snadná obsluha a údržba.

Nedostatky turniketového podavače:

- Při dopravě kašovitého odpadu by docházelo k nalepování materiálu na lopatky.
- Při dávkování nízkoviskozního odpadu by mohlo docházet k jeho protékání vůlí mezi lopatkami a vnitřní stěnou turniketu.



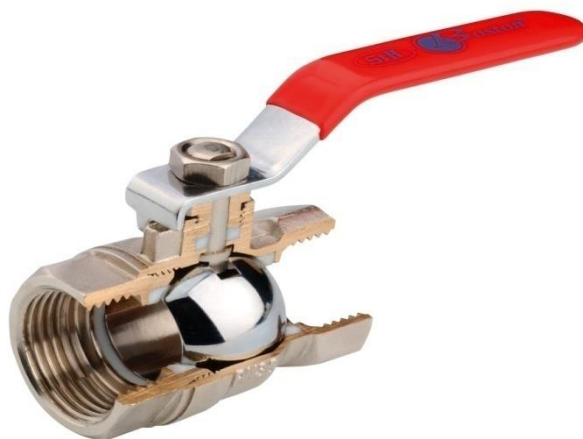
Obr. 22 Turniket

7.2.2 Uzavírací ventil

Ventil je mechanické zařízení regulující průtok tekutin (plynů, kapalin, zkapalněných tuhých látek, kalů atd.) v potrubí. Pojem v české strojařské terminologii zahrnuje také kohouty, šoupátka a klapky. Zatímco sedlový ventil reguluje průtok uzavíráním kruhového sedla kuželkou, která se pohybuje šroubem kolmo k ose potrubí, kohout má otočný provrtaný prvek kolmý k ose potrubí, který se otáčí o 90°. Šoupátko se podobá ventilu, pracovní prvek je plochá destička s otvorem, která se posouvá kolmo k potrubí. Klapka je plochá, nejčastěji kruhová deska, která se otáčí kolem osy kolmé k potrubí. Ventily mohou mít ruční, pneumatický, hydraulický nebo elektromechanický pohon a používají se k nejrůznějším účelům. [6]

- **Kohout**

Kohout má v tělese zabroušený pracovní prvek, který se pootáčí o 90° kolmo k ose potrubí. Je poměrně jednoduchý, spolehlivý, dá se dobře rozebrat a i při vysokém tlaku není k otočení třeba velká síla. Protože umožňuje rychlé uzavření průtoku, nepoužívá se pro větší potrubí s kapalinami, kde by prudké uzavření způsobilo tlakový ráz. Podle tvaru pracovního prvku se rozlišují kohouty kuželové a kulové, užívané hlavně pro větší průměry. Pracovní prvek kuželového kohoutu je provrtaný komolý kužel, kulového kohoutu provrtaná koule nebo spíše prstenec s vnější kulovou plochou. [6]



Obr. 23 Kulový ventil (kohout)

- **Sedlový ventil**

Sedlový ventil má v tělese přepážku s kruhovým sedlem, vůči němuž se pohybuje kruhová kuželka s těsněním. Pohyb je obstaráván šroubem na dřívku, kolmém k ose potrubí. Kuželka je v dřívku umístěna otočně, aby se při uzavírání a otvírání nemuselo překonávat tření těsnění vůči sedlu. Směr proudění se při průchodu sedlovým ventilem mění. [6]



Obr. 24 Sedlový ventil

7.2.3 Uzavírací klapka

Uzavírací klapka má širokou škálu použití a provedení. Poháněna je elektromotorem (servo motor) pneumaticky, hydraulicky nebo ručně. Já se budu rozhodovat mezi pneumatickým a elektrickým pohonem, protože v místě použití jsou oba rozvody energií k dispozici. Množství materiálu procházejícího přes klapku se reguluje velikostí jejího pootevření nebo časovým intervalem jejího otevření.

Výhody uzavírací klapky:

- Energie potřebná k pohonu klapky je již v místě použití k dispozici.
- Rychlá a efektivní regulace množství odpadu procházejícího klapkou.
- Regulace je možná přímo z řídicího systému počítače.

Nevýhody uzavírací klapky:

- Těsnost klapky je závislá na druhu odpadu. Pokud bych chtěl dávkovat odpad větší zrnitosti, mohlo by docházet k vniknutí většího kusu odpadu mezi stěny pohyblivé a statické části klapky. Tím by docházelo k netěsnostem a klapka by přestala plnit uzavírací funkci.



Obr. 25 Uzavírací klapka

7.2.4 Šoupátko

Jedná se o regulační a uzavírací mechanismus podobající se klapce. Ovládání je totožné, ale pohyblivá část se pohybuje na šroubovici mimo dutinu šoupátka. Tím je zvětšená prostupnost materiálu. Pohyblivá část jezdí většinou ve vodících lyžinách.[6]

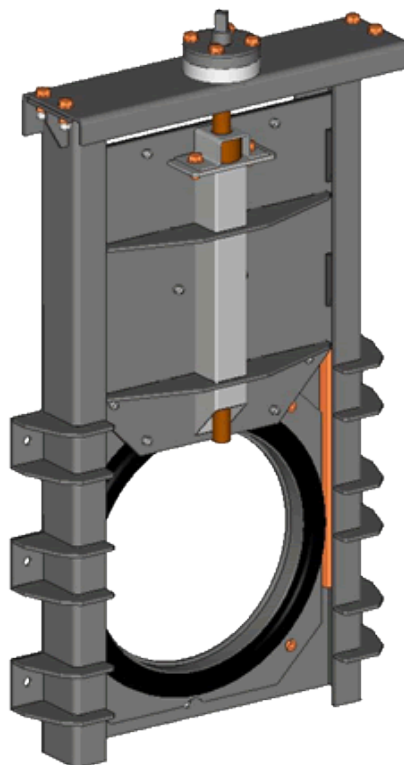
Výhody šoupátka:

- Oproti klapce při zachování stejných rozměrů je prostupnost materiálu přes hradítko větší. Proto mohou dopravovat materiál i větších rozměrů.

Nevýhody šoupátka:

- Rychlost uzavření je oproti klapce pomalejší z důvodu uzavírání pouze z jedné strany.

- Pro těsnost styčných ploch šoupátka platí totéž jako u klapky.



Obr. 26 Šoupátko kruhového
průřezu

7.3 Dávkovací zařízení

7.3.1 Doprava odpadu pomocí pásového dopravníku

V závislosti na zvoleném druhu vyprazdňování míchačky zvolím i dopravu materiálu buď přímo do spalovací pece nebo do šachty pístového podavače. K tomuto účelu lze použít i stávající dávkovací pásový dopravník (viz obr. 6). Teoreticky možná varianta řešení, ale při malé viskozitě odpadu by docházelo k jeho nerovnoměrnému roztékání po pásu a k protékání netěsnostmi kolem stíracích lišt na podlahu. Následek by byla opět nerovnoměrná dávka odpadu do spalovací pece a nutnost častého úklidu kolem zařízení. Problém s úkapy by se dal

řešit zlepšením těsnosti spojů nebo vybudováním záchytných van, ale rovnoměrnost množství odpadu v jedné dávce by se odstranit nepodařilo.

Nevýhody řešení:

- Velké požadavky na těsnost spojů.
- Nerovnoměrné množství odpadu v jednom dávkovacím cyklu.
- Vybudování záchytných van na úkapy.
- Vícepráce obsluhy spojená s častějším úklidem zařízení.
- Z odpadu unikají do okolí neustále výpary z chemických látek, proto je nutností neustálé odsávání.

Výhody řešení:

- Náklady na vybudování nové technologie dávkování jsou minimální.

7.3.2 Doprava odpadu pomocí šnekového dopravníku

Šnekový dopravník slouží k dopravě a dávkování jak sypkých materiálů, tak kašovitých hmot a směsí (viz obr. 10). Svou konstrukcí a funkcí je vhodným řešením dávkování odpadu. Dělí se na dva základní typy. Jde o šnekový dopravník žlabový a trubkový. Pro mé použití musím volit šnekový dopravník, který umožní dávkovat (dopravovat) odpad požadované hustoty a zrnitosti. Složení odpadu není vždy stejné. Spalují se zde odpady jak sypké, které vyvolávají abrazi funkčních ploch šneku, tak odpady agresivní povahy, které narušují materiál zařízení chemickými vlivy. Musí být kladen důraz na těsnost spojů. Elektromotor musí být vhodný do prostředí, kde je nebezpečí výbuchu a prašnosti.

Výhody šnekového dopravníku:

- Spolehlivost, jednoduchost a funkčnost.
- Malá mohutnost, a proto nezabírá tolik prostoru.
- Velká variabilita provedení.

- Odpad je dopravován vně stroje, proto neunikají do okolí žádné výpary z chemických látek.

Nevýhody šnekového dopravníku:

- Přeprava odpadu probíhá vně šnekového dopravníku, případné zanesení (ucpání) zjistíme později.
- Pokud dojde k ucpání šnekového dopravníku, je odstranění problému časově náročné z důvodu nutnosti demontáže krytů popřípadě šroubovice.

7.3.3 Doprava odpadu pomocí hřeblového dopravníku

Teoretická varianta dávkování odpadu ale pro mé účely není moc vhodná (viz obr. 12). Tento systém neřeší dávkování nízkoviskozních materiálů a je pouze alternací pásového dopravníku.

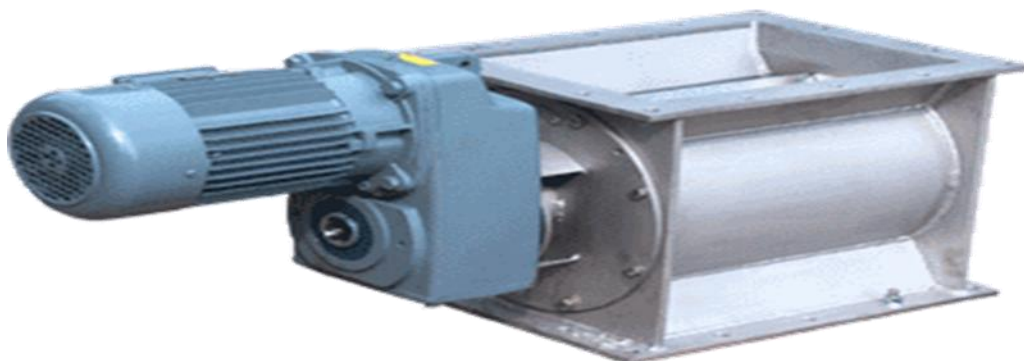
7.4 Dávkování odpadu do spalovací pece

Pro dávkování odpadu přímo do rotační spalovací pece, kde musím dodržet jak hledisko bezpečnostní, tak vzít v potaz nutnost ponechání podtlaku ve spalovacím zařízení, jsem se rozhodoval mezi dvěma řešeními.

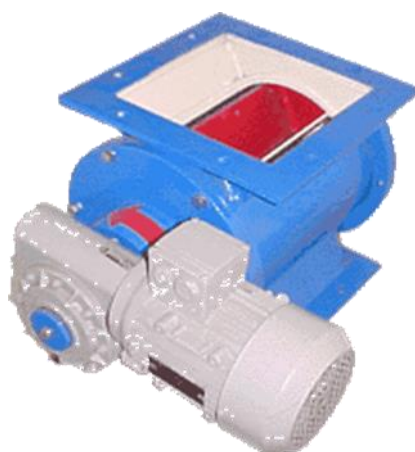
7.4.1 Rotační podavač pro speciální použití

Rotační podavače se používají pro podávání a dávkování materiálů tam, kde je zapotřebí tlakově oddělit na sebe navazující zařízení.

V provedení jako protiexplozní ochranný systém (ve smyslu ATEX 100) slouží jako mechanický uzávěr proti šíření výbuchu z jednoho prostoru do druhého.[4]



Obr. 27 Rotační podavač v nerezovém provedení



Obr. 28 Rotační podavač
pro SNV prostředí

Rotační podavač v SNV provedení splňuje zákonem nařízené požadavky v rozsahu NV 23/2003 Sb., což je nařízení vlády, které stanoví technické požadavky na zařízení a ochranné systémy určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu. [4]

Popis rotačního podavače:

- Robustní konstrukce
- Ložiska mimo prostor s prachem
- Vyměnitelné těsnící lamely
- Minimální údržba – trvalá náplň ložisek

- Možnost volby pohonů
- Kontrola chodu snímačem [4]

Řešení splňuje všechny požadavky provozní i bezpečnostní. Svým provedením zabezpečuje neustálý podtlak ve spalovací peci nutný k nepřetržitému odtahu spalin do komína. Při ztrátě podtlaku dochází v rozmezí 2 – 3 sekund k výpadku plynových hořáků a otevření havarijního komína. To má za následek přerušeni dodávky tepla do kotle na výrobu 3,6 Mpa páry a je nutná jeho okamžitá odstávka od parovodního systému celého závodu. Při výpadku plynových hořáků se stává hoření odpadu ve spalovací peci nedokonalým a emise ve spalinách překračují stanovené limity. Emisní monitoring okamžitě informuje o nestandardním provozu a může odstavit dávkování. To jsou jen dvě z mnoha situací, které mohou nastat, pokud dojde k přetlaku v rotační peci. Na těsnost je tedy kladem velký důraz. Pokud bych se rozhodl pro toto řešení, bylo by zapotřebí vybudovat nový dávkovací otvor do čela rotační pece. Čelo pece má ocelovou kostru, která je z vnitřní strany vyplněna šamotovými cihlami. Zhotovit v ní otvor by problém nebyl, ale čelo je proti přehřátí chlazeno soustavou trubek, v nichž proudí chladící voda. Trubky jsou zazděny mezi cihlami. Je zřejmé, že bychom přerušili chladící okruh a museli bychom jej tedy taky přebudovat.

7.4.2 Pístový podavač

Ponechání stávajícího zařízení (tři klapy, šachta pístu a píst) vše ovládané pomocí hydraulického agregátu by byla neekonomičtější varianta (viz obr. 7). Nevyžadovala by žádné další finanční náklady na výstavbu a ani na provoz dodatečného zařízení.

Pokud by ovšem došlo za provozu k poruše zařízení nebo jen jeho části, neexistovalo by žádné další možné řešení dávkování homogenizovaného odpadu. Z praxe vím, že poruchovost zařízení a náklady na provoz i údržbu jsou minimální. Proto je nutné dobře zvážit všechna hlediska, pro kterou variantu dávkování odpadu do spalovací pece se nakonec rozhodnout.

8 NÁVRH ŘEŠENÍ

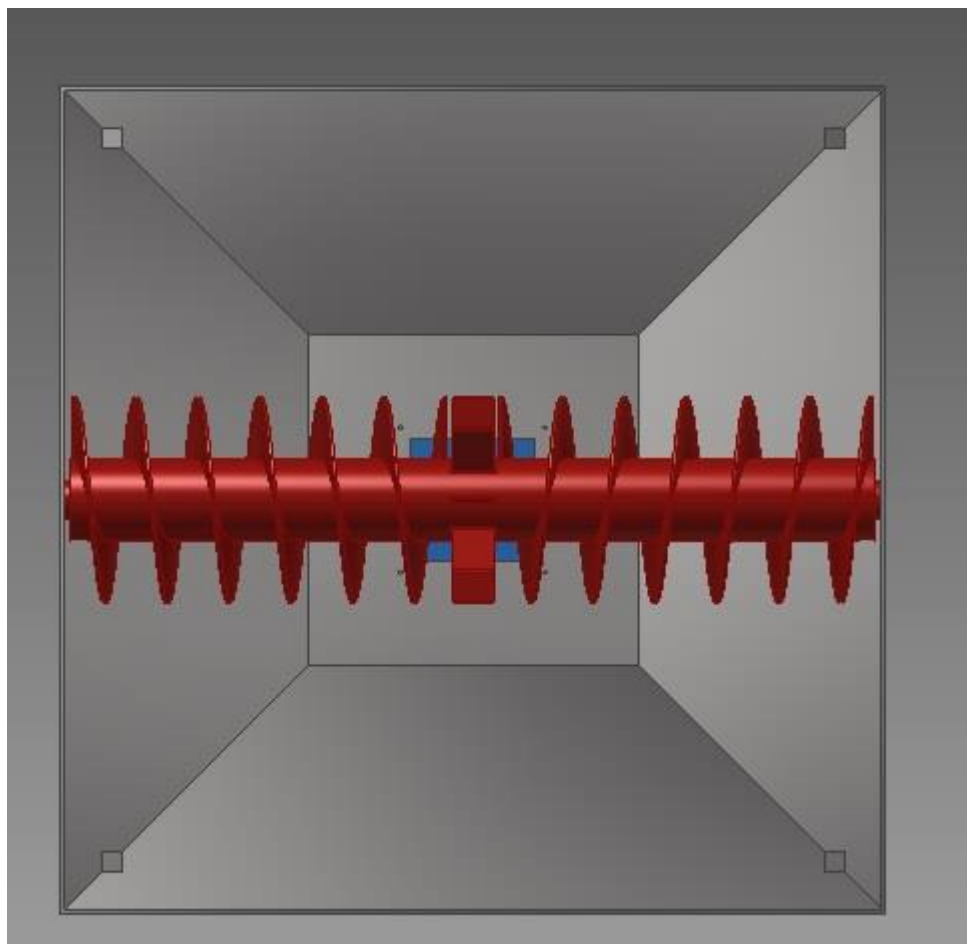
8.1 Řešení míchání

V této bakalářské práci jsem uvedl celou řadu možností míchání různých typů materiálů. Rozhodl jsem se pro homogenizační míchačku od firmy SMS Rokycany (viz obr. 29). Tato míchačka slouží k vzájemné homogenizaci odpadů s možností odseparování větších kusů odpadu. Jde o stacionární, pomaluběžný stroj, který je ukotven k podlaze. Míchačku tvoří ocelová vana, rošt a šnek poháněný přes převodovku elektromotorem. V případě potřeby lze využít i reverze otáček. [8]

Odpad je dopravován pomocí mostového jeřábu s drapákem do násypky míchačky, kde je umístěn rošt (síta). Na zdvihacím zařízení jeřábu je umístěná váha, která nám okamžitě po zvednutí břemene indikuje hmotnost odpadu v drapáku jeřábu. Jedná se tedy o hmotnostní dávkování, které je přesnější než objemové. Pro dokonalé promíchání složek odpadu mezi sebou udává výrobce maximální plnění do $\frac{2}{3}$ nádoby míchačky. Separovaný odpad propadáva do nádoby míchačky. Maximální velikost zrn odpadu propadajícího přes rošt je 50 mm. Vlastní homogenizaci odpadu zajišťuje pravolevý mísicí šnek, který je umístěn na dně nádoby míchačky. Kvalitnějšímu míchání a lepšímu vyprazdňování pomáhají dvě lopatky, navařené na šroubovici šneku. Čas potřebný pro kvalitní promíchání složek odpadu mezi sebou udává výrobce přibližně 20 minut. Čas míchání závisí na viskozitě a množství míchaného materiálu. Chod míchačky lze ovládat jak z místa v ručním režimu, tak z řídicího systému počítače.

Technické údaje:

- Objem nádoby 4 m³
- Celková hmotnost 767 kg
- Rozměry: 2000 x 2617 x 2605 mm
- Příkon šneku je 4 kw
- Materiál: ocel třídy 11573
- Povrchová úprava je barvou Coliopur 2[8]



Obr. 29 Nádoba míchačky

8.2 Řešení uzavíracího a dávkovacího systému

Jako nejvhodnější řešení jsem zvolil systém dvou uzavíracích jednotek a dávkovací komory. Jedná se o šoupátkový pneumatický uzávěr od firmy Zking z Bystřice pod Hostýnem. Přívod technologického vysokotlakého vzduchu potřebného na pohon šoupat je v blízkosti výstavby plánovaného zařízení. Šoupátka jsou opatřena antikoročním nátěrem. Objem dávkovací šachty navrhuji $0,1 \text{ m}^3$. Vycházím z praktických zkušeností. Stávající hmotnost jedné dávky, která je v jednom cyklu dopravena do spalovací pece, je cca 100 kg. Záleží na hořlavosti odpadu a okamžitých požadavcích spalovacího procesu. Pokud by bylo zapotřebí větší dávky, je možno naplnit dávkovací šachtu vícekrát po sobě. Ovládání šoupatek navrhuji jak

v místním režimu z panelu umístěného u zařízení, tak z řídicího systému počítače. Kontrolu uzavření popřípadě otevření šoupátek signalizuje koncový spínač. Pokud bych uvažoval o systému vyprazdňování pouze s jedním šoupátkem a bez dávkovací šachty, tak by mohlo dojít k neregulovatelné velikosti dávky, zaviněné netěsností (zanesením) dosedací plochy šoupátka. [5]



Obr. 30 Šoupátko

8.3 Řešení dopravy odpadu

Pro dopravu materiálu z homogenizační míchačky do šachty pístového podavače jsem zvolil šnekový dopravník od firmy Spido z Bučovic. Vyrábí šnekové dopravníky sloužící k dopravě a dávkování jak sypkých materiálů, tak kašovitých hmot a směsí. Umožňují snadné, účinné vyprazdňování a plnění zásobníků, pecí, kontejnerů, násypek. Mohou být použity i pro mezioperační dopravu. [3]

Zvolil jsem typ ŠD-200. Jedná se o trubkový šnekový dopravník. Dopravu materiálu zajišťuje otáčející se šnekovnice přivařená na trubce. Šnekovnice je poháněna převodovkou s elektrickým motorem, který je umístěný na začátku dopravníku. Elektromotor je vyrobený

v provedení do výbušného prostředí. Proti poškození motoru a pohybujících se částí je šnek vybaven zátěžovou pojistkou. Jedná se o kolík (střížnou pojistku), který má v jednom místě zmenšený průměr. V případě zanesení dopravníku nebo například zadření ložiska dojde k jeho přetržení a tím k přerušení kroutícího momentu mezi motorem a šnekovnicí. Násypku výrobce volil dle mého zadání tak, aby tvarově odpovídala přírubě šoupátka dávkovací šachty míchačky. Dopravník obsahuje frekvenční měnič, kterým lze dle potřeby plynule měnit otáčky šneku. Materiál šneku jsem zvolil z nerezové oceli. Šnekový dopravník je také vybaven snímačem chodu. Vyústění dopravníku je v šachtě pístového podavače, kterým je odpad nadávkován do spalovací pece. [3]

Technické údaje:

- Průměr šnekovnice 200 mm
- Délka dopravníku 5 m
- Maximální dopravní výkon 20 m³/hod
- Příkon pohonu 2,5Kw[3]



Obr. 31 Šnekový dopravník

8.4 Řešení dávkování do spalovací pece

V kapitole Teoretická východiska jsem zmiňoval, že se rozhoduji mezi ponecháním stávajícího zařízení, které je složeno ze soustavy tří dávkovacích protipožárních klapek a dávkovacího pístu, a dávkováním pomocí speciálního rotačního podavače. Po zvážení všech hledisek (úspora nákladů na nové zařízení, složitost úpravy čela pece, bezporuchový chod stávajícího zařízení) jsem se rozhodl pro ponechání dávkovacího systému složeného z pístu a klapek.

Jedná se o šachtu pístového podavače, sestávající z obdélníkového profilu uzavřeného dvěma sadami hydraulicky uzavíraných klapek (viz obr. 6). Zároveň je mezi klapkami vytvořen prostor pro jednu dávku materiálu pro pístový podavač. V horní části má výpadový otvor, kde je přiváděn odpad z dávkovacího pásu. Ve spodní části navazuje na pracovní prostor pístového podavače. [2]

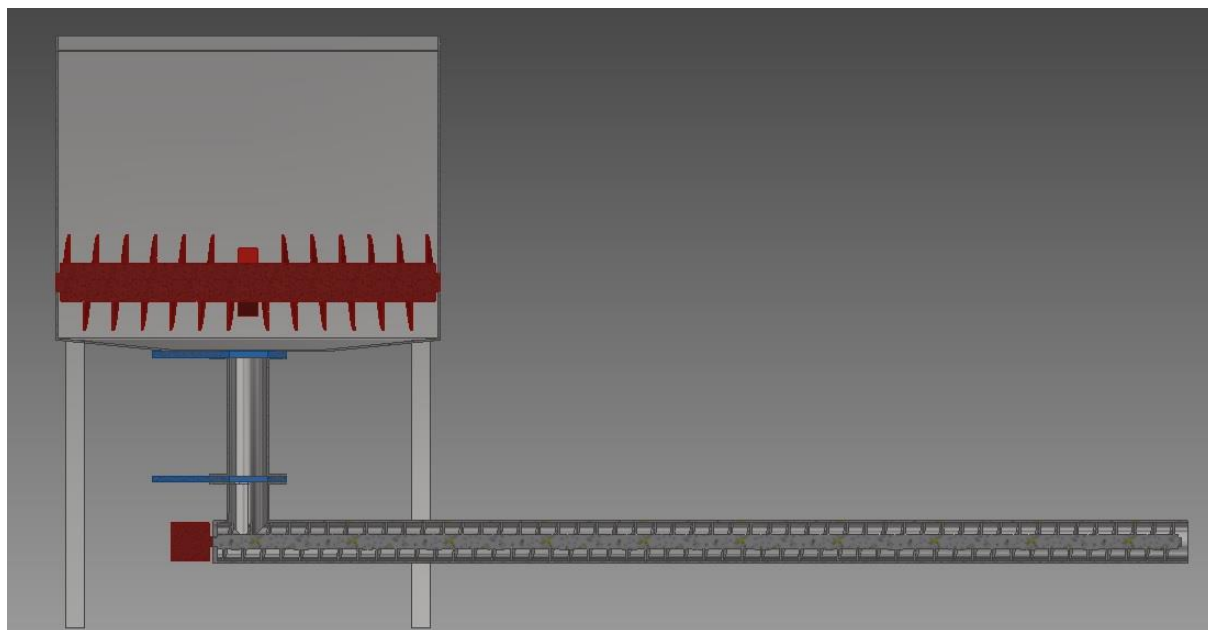
Pístový podavač je určen k dávkování odpadové směsi do rotační spalovací pece. V pojezdu pístu je ještě jedna bezpečnostní klapka, která je při klidové poloze pístu (vyjetý z pece) zavřena. Pohon pístu + klapek je pomocí hydromotoru. Píst a uzavírací klapka musí být chlazena vodou. Koncová část šachty je vyrobena ze žáruvzdorné oceli. [2]

8.5 Míchací a dávkovací cyklus

- Míchací cyklus začíná uvedením šneku míchačky (viz obr.29) do chodu a uzavřením výpadového otvoru míchačky pneumatickým šoupátkem (viz obr. 30). Míchačka je po celou dobu, kdy se nachází v její nádobě odpad, v provozu. Vše řídí obsluha pomocí řídicího systému z velína.
- Odpad ze skladovacích boxů je dopravován pomocí mostového jeřábu s drapákem (viz obr. 5) do násypky míchačky, kde je umístěn rošt (síto). Na zdvihacím zařízení jeřábu je umístěná váha, která okamžitě po zvednutí břemene indikuje hmotnost odpadu

v drapáku jeřábu. Pro dokonalé promíchání složek odpadu mezi sebou udává výrobce maximální plnění do $\frac{2}{3}$ nádoby míchačky.

- Separovaný odpad propadá do nádoby míchačky. Maximální velikost zrn odpadu propadajícího přes rošt je 50 mm. Vlastní homogenizaci odpadu zajišťuje pravolevý mísicí šnek, který je umístěn na dně nádoby míchačky. Kvalitnějšímu míchání a lepšímu vyprazdňování pomáhají dvě lopatky, navařené na šroubovici šneku. Čas potřebný pro kvalitní promíchání složek odpadu mezi sebou udává výrobce přibližně 20 minut. Čas míchání závisí na viskozitě a množství míchaného materiálu.
- Po namíchání odpadu začíná dávkovací cyklus. Obsluha řídicího systému zapne automatické dávkování namíchaného odpadu.
- Řídicí systém spustí chod šnekového dopravníku (viz obr. 30), uzavře násypku šnekového dopravníku pneumatickým šoupátkem a otevře výpadový otvor míchačky.
- Odpad plní dávkovací šachtu šnekového dopravníku. Po naplnění šachty se uzavře výpadový otvor míchačky.
- Dojde k otevření šoupátka na násypce šnekového dopravníku a ten se začne plnit odpadem (počtem zadávkovaných plných šachet šnekového dopravníku za sebou mohou zvýšit množství odpadu v jednom dávkovacím cyklu).
- Odpad je dopravován pomocí šnekového dopravníku na klapku číslo 1 pístového podavače (viz obr. 7).
- Po časovém intervalu (který obsluha vložila do dávkovacího cyklu) dojde k vypnutí šnekového dopravníku.
- Otevře se hydraulická, protipožární klapka číslo 1 a odpad padá gravitační silou na klapku číslo 2 a klapka číslo 1 se uzavře. Klapka číslo 2 se otevře a odpad padá gravitační silou před čelo dávkovacího pístu. Klapka číslo 2 se uzavře.
- Klapka číslo 3 se otevře, dávkovací píst vyjíždí a posouvá odpad do rotační spalovací pece. Po zadávkování odpadu do pece píst zajíždí na své původní místo. Klapka číslo 3 se uzavře.
- Celý dávkovací cyklus se opět opakuje.



Obr. 32 Schéma navržené technologie

9 Ekonomické zhodnocení řešení

Technologie, kterou jsem v této práci navrhl, přinese ušetření lidské práce, při zvýšené efektivitě celého spalovacího procesu a snížených provozních nákladech.

9.1 Úspora nákladů na pracovní sílu

Příprava odpadové směsi mícháním zabere s využitím současné technologie **5** hod/den. Při použití navrženého míchacího zařízení se čas, který je potřeba na přípravu směsi, zkrátí na **1** hod/den. Ušetřil jsem tedy **80** % současného času. Pokud čas převedu na finanční náklady a budu počítat, že firma má náklady na jednoho zaměstnance **250Kč** /hod, poté bude **úspora finančních nákladů na zaměstnance činit 1000 Kč/den.**

9.2 Úspora sorbentního materiálu (pojiva)

Abych mohl se současnou technologií odpad efektivně dávkovat (musí být zaručená rovnoměrnost dávky) do spalovací pece, potřebuji zvýšit jeho hustotu. Proto přimíchávám do odpadové směsi pojivo (piliny, dřevěnou moučku). Materiál na zahuštění se musí nakoupit, dopravit, uskladnit a nakonec i spálit v odpadové směsi. Dále musí být zohledněny náklady na úklid pracoviště a technologických zařízení (potrubí vzduchotechniky), kdy vlivem prašnosti materiálu dochází k jeho vzedmutí do okolí.

Odhad nákladů (ušlých výnosů):

Pořizovací cena (včetně dopravy).....**500 Kč/t/den**

Uskladnění.....**200 Kč/den**

Úklid.....**250 Kč/den**

Náklady celkem.....**950 Kč/den**

Vysvětlivky k tabulce:

- **Pořizovací cena (včetně dopravy).** Denně se spálí průměrně 1 tuna sorbentního materiálu.

- **Náklady na uskladnění** (vytápění, osvětlení, vybudování místa). Jde pouze o odhad.
- **Náklady na úklid** – doba potřebná k úklidu pracoviště je v průměru 1 hod/den.

Denní úspora nákladů vzniklá nepotřebou sorbentního materiálu činí 950 Kč.

9.3 Zvýšení výkonu spalovny

Již jsem uvedl výše, že v průměru se spálí 1 tuna sorbentního materiálu denně. Výhřevnost dřevěných pilin se uvádí v průměru 17,5 MJ/Kg. Průměrná výhřevnost odpadové směsi připravené ke spálení je 17 MJ/Kg. Zákazníci, kteří chtějí spálit odpad na Spalovně a.s. Deza, platí průměrně 3000 Kč/t. Proto uvádím ztrátu výnosu z nespáleného odpadu **3000 Kč/den**.

Dokonalejším mícháním a dávkováním dosáhnu zvýšené efektivity spalování. Dojde ke stabilizaci hoření a tím mohu dávkovat větší množství odpadu. Z mých praktických zkušeností odhaduji, že množství spáleného odpadu denně se zvýší o 1 – 2 tuny. Pokud budu počítat se střední hodnotou a cenou 3000 Kč/t odpadu, dojdou k výnosu **4500 Kč/den**.

Zvýšením výkonu spalovny dosáhnu výnosu 7500 Kč/den.

Zvýšenou efektivitou a úsporou nákladů lze ušetřit 9 450 Kč/den.

Uvedením nové míchací a dávkovací linky bude docházet k úspoře finančních prostředků při:

- Poruše (výměně) pásu u dávkovacího nebo rozvolňovacího dopravníku. Výměna probíhá v průměru jednou ročně. Pokud je plánovaná, tak čas výměny je 4 hodiny. Ale pokud je neplánovaná a k přetržení dojde mimo ranní směnu, může odstávka trvat i den. Náklady na provoz spalovny bez dávkování odpadů jsou značné. Pro udržení spalovny v teplé záloze činí spotřeba zemního plynu min. 300 m³/hod. při ceně 8,50 Kč/m³. Pokud přičtu náklady na elektrickou energii, tlakový vzduch, chladící a pitnou vodu, chemikálie, lidskou sílu aj., tak denní náklady včetně ztráty za nespálený odpad a nevyrobenou přehřátou páru jdou do desítek tisíc korun.
- Nedostatku odpadu o vyšší hustotě.
- Nedostatku sorbentního materiálu (vyprázdnění zásob).

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vyřešit míchání a dávkování odpadu do spalovací pece. Nové řešení míchacího a dávkovacího zařízení má za následek zvýšenou efektivitu práce, stabilizování spalovacího procesu, zvětšenou čistotu pracoviště a úsporu nákladů. Úvodní část je věnovaná rešerši, kde jsou popsány druhy míchacích a dávkovacích strojů, účel a možnosti jejich použití. Dále představuje společnost Deza, a.s. Valašské Meziříčí a Spalovnu průmyslových odpadů.

Praktická část se věnuje analýze stávající technologie a přináší praktické řešení nového míchacího a dávkovacího zařízení. Na základě této analýzy je navržena technologie, která umožňuje míchání a dávkování odpadu bez přimíchání sorbentního materiálu při zvýšené produktivitě práce. Součástí bakalářské práce je ekonomické zhodnocení navržené technologie.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MAŇAS, Miroslav, STANĚK M., MAŇAS D. Výrobní stroje a zařízení I, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně 2007, 264 s.
- [2] Technologický reglement a.s. Deza Valašské Meziříčí
- [3] Katalog firmy Spido Bučovice
- [4] Katalog firmy Filtr Zeos s.r.o. Hradec Králové
- [5] Katalog firmy Zking s.r.o. Bystřice pod Hostýnem. Dostupná z WWW:
<http://www.zking.cz>
- [6] Wikipedie, internetová encyklopedie. Dostupná z WWW:<http://cs.wikipedia.org>
- [7] Webové stránky a.s. Deza Valašské Meziříčí. Dostupné z WWW: <http://www.deza.cz/>
- [8] Katalog firmy SMS Rokycany s.r.o.
- [9] Stehlík J., Dopravníky, Technická Univerzita Liberec 2004
- [10] Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Mpa	Megapascal
Hcl	Kyselina chlorovodíková
Hf	Kyselina fluorovodíková
SO ₂	Oxid siřičitý
⁰ C	Stupně Celsia
mm	Milimetr
m	Metr
hod	Hodina
s	Sekunda
min	Minuta
ot	Otáčka
kg	Kilogram
t	Tuna
kw	Kilowatt
Kč	Česká koruna
%	Procenta
m ³	Metr krychlový
mm ³	Milimetr krychlový
J	Joule
Obr.	Obrázek
např.	Například
atd.	A tak dále
vzd.	Vzduch

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Deza a.s. Valašské Meziříčí.....	13
Obr. 2 Sklad pevných odpadů.....	16
Obr. 3 Sklad kapalných odpadů.....	16
Obr. 4 Vzduchové membránové dávkovací čerpadlo.....	17
Obr. 5 Mostový jeřáb s drapákem a mixbox.....	18
Obr. 6 Rozvolňovací a dávkovací pás.....	18
Obr. 7 Dávkovací šachta pístového podavače.....	19
Obr. 8 Spalovací rotační pec.....	20
Obr. 9 Pásový dopravník.....	21
Obr. 10 Šnekový dopravník.....	22
Obr. 11 Řetězový dopravník.....	23
Obr. 12 Hřeblový dopravník.....	23
Obr. 13 Korečkový dopravník.....	24
Obr. 14 Válečková trať.....	24
Obr. 15 Bubnové míchačky.....	27
Obr. 16 Planetová míchačka.....	28
Obr. 17 Kuželová Míchačka.....	29
Obr. 18 Fluidní míchačka.....	30
Obr. 19 Ramenová míchačka.....	31
Obr. 20 Typy míchadel.....	32
Obr. 21 Hnětič.....	33
Obr. 22 Turniket.....	44
Obr. 23 Kulový ventil.....	45
Obr. 24 Sedlový ventil.....	46

Obr. 25 Uzavírací klapka.....	47
Obr. 26 Šoupátko kruhového průřezu.....	48
Obr. 27 Rotační podavač v nerezovém provedení.....	51
Obr. 28 Rotační podavač pro SNV prostředí.....	51
Obr. 29 Nádoba míchačky.....	54
Obr. 30 Šoupátko.....	55
Obr. 31 Šnekový dopravník.....	56
Obr. 32 Schéma navržené technologie.....	59