

Analýza rizik při výrobě gumárenských sazí

Ondřej Otáhal

Bakalářská práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav krizového řízení

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej Otáhal**
Osobní číslo: **L15199**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Ovládání rizik**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Analýza rizik při výrobě gumárenských sazí**

Zásady pro vypracování:

1. Seznámení s procesem výroby gumárenských sazí.
2. Popis technologie a jejich prvků.
3. Analýza rizik při práci se surovinou.



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] KLIMENT, Josef, 2007. Saze. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, místní pobočka Gumárenská skupina Zlín, 179 s. ISBN 978-80-02-02004-2.

[2] ASTM standards on disc: Carbon black, 2015. W. Conshohocken: ASTM International, 1 CD-ROM. ISBN 978-1-6220-4780-2.

[3] BANSAL, Roop Chand, Jean-Baptiste DONNET a Meng-Jiao WANG, 1993. Carbon black: science and technology. 2nd ed., rev. and expanded. New York: Dekker, xviii, 461 p. ISBN 082478975X.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Slavomíra Vargová, Ph.D.

Ústav krizového řízení

Datum zadání bakalářské práce:

4. září 2018

Termín odevzdání bakalářské práce:

21. září 2018

V Uherském Hradišti dne 4. září 2018

doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.
děkan



Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové 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⁾;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji 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⁾;
- 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;
- podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – 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);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se bakalářská práce skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

V Uherském Hradišti

.....
podpis studenta

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, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje bakalářské, diplomové, disertační 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. Vysoká škola disertační práce nezveřejňuje, byla-li již zveřejněna jiným způsobem.

(2) Bakalářské, diplomové, disertační 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.

(4) Vysoká škola může odložit zveřejnění bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce nebo jejich částí, a to po dobu trvání překážky pro zveřejnění, nejdéle však na dobu 3 let. Informace o odložení zveřejnění musí být spolu s odůvodněním zveřejněna na stejném místě, kde jsou zveřejňovány bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, již se týká odklad zveřejnění podle věty první, jeden výtisk práce k uchování v ministerstvu.

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, užíje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu 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 užit 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 přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o technologii potřebné k výrobě, vymezení potřebných surovin nezbytných pro výrobu jejich vlastností upravených k nejlepšímu poměru výtěžnosti a stálosti technologie. Práce je rozdělena do dvou částí – teoretická a praktická.

Teoretická část pojednává o technologii s obecným popisem. Určením obecných informací s předpokládanými riziky pro pracovníky a technologii před zahájením provozu.

Praktická část se zaměří na rizika při uskladnění, dopravě a práci se surovinou využívané při výrobě, jejich zhodnocení a nastavení pravidel pro snížení pravděpodobnosti poškození zdraví pracovníků. Praktická část bude rozdělena do tří částí výše zmíněných za předpokladu rozdělení dopravy na dopravu od dodavatele suroviny a dopravu od skladovacích zásobníku k výrobním linkám.

Klíčová slova: surovina, čerpadla, zásobníky, bezpečnostní záchranné valy

ABSTRACT

Bachelors work, deals with the technology necessary to do so, the definition of the necessary raw materials required for the production of prepared for the best recovery rate and stability of technology. Work is divided into two parts, the theoretical and practical.

In the theoretical part of the general description. Destined formation of the risks to workers and the technology.

Practical part will focus on risk in transport and storage, the raw material used in the manufacture of, their evaluation and setting rules for the reduction of the likelihood of damage to the health of workers. Practical part will be divided into three groups mentioned above, provided the transport from the supplier of raw materials and transport from the store raw to production lines.

Keywords: raw material, pumps, security safety the wall

Poděkování, motto a čestné prohlášení, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická, nahraná do IS/STAG jsou totožné ve znění:

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 ZÁKLADNÍ SUROVINY	12
1.1 PYROLÝZNÍ TOPNÝ OLEJ	12
1.2 KONCOVÝ PLYN	12
1.3 ADITIVA	13
1.3.1 Hydroxid sodný	14
1.3.2 Lignosulfonáty	14
1.3.3 Potassium	15
2 PROCES VÝROBY SAZÍ.....	16
2.1 SKLADOVÁNÍ A DOPRAVA SUROVINY	17
2.2 SPALOVÁNÍ SUROVINY	18
2.3 ODLUČOVÁNÍ	19
3 ČISTĚNÍ A ÚPRAVA SAZÍ NA PŘEPRAVU.....	22
3.1 PNEUDOPRAVA	22
3.2 ZAHUŠŤOVAČ	22
3.3 GRANULOVÁNÍ.....	22
3.4 SUŠÍCÍ ČÁST	23
3.5 DOPRAVA A USKLADNĚNÍ SAZÍ	23
3.6 FILTRY PODPŮRNÉ.....	24
3.6.1 Teplý filtr	24
3.6.2 Studený filtr.....	24
4 PODPŮRNÉ SYSTÉMY VÝROBY	26
4.1 DIESEL AGREGÁT	26
4.2 VYSOKOTLAKÝ VZDUCH	26
4.3 NÍZKOTLAKÝ VZDUCH.....	27
4.4 CHLADÍCÍ OKRUH	27
4.5 ZÁLOŽNÍ POHONNÉ SYSTÉMY	28
5 PROCES FMEA	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
6 ČERNOUHELNÝ DEHET	35
7 PRÁCE SE PYROLÝZNÍM OLEJEM NA SAZOVNÁCH	36
7.1 PŘEVZETÍ SUROVINY	36
7.2 STÁČENÍ DO ZÁSOBNÍKŮ SE SUROVINOU.....	36
8 ZÁSOBNÍKY SUROVINY.....	41

8.1	ZAJIŠTĚNÍ TEPLoty	41
8.2	ZAJIŠTĚNÍ CirkulACE A MÍSEní SMĚSÍ	41
8.2.1	Boční míchadlo	42
8.2.2	Retrofit	42
8.2.3	Homogenizace	45
8.3	ZAJIŠTĚNÍ PODTLAKU NEBO VYTĚSNĚNÍ PAR	46
9	DOPRAVA SUROVINY OD ZÁSObNÍKU	50
	ZÁVĚR	56
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	58
	SEZNAM OBRÁZKŮ	59
	SEZNAM TABULEK	60
	SEZNAM PŘÍLOH	61

ÚVOD

V důsledku pokroku a nárůstu požadavků lidstva, se vyvíjí náročné systémy pro vytvoření produktu s maximální výtěžností a vysokým ziskem. Tato skutečnost přispívá k nárůstu množství rizik při jejich tvorbě. Řízení a pozorování rizik je potřebné ve všech odvětvích, bakalářská práce se orientuje směrem, který se v tomto pohledu stále vyvíjí při zvyšování nároků na technologii a znalost v ní pracujících zaměstnanců.

Výroba gumárenských sazí, spočívá v potřebách lidstva. Guma neboli pryž, má využití v obrovském rozmezí. Využívá se v potravinářství, hospodářství, vodárenské a strojírenské technologii atd. Nejznámější a největší odběr spočívá v dopravě, přesněji ve výrobě pneumatik. Množství aut vyskytujících se v současné době na světě, je rekordní v historii. Tato realita přispívá k faktu, vývoje pneumatik s co nejlepšími vlastnostmi a nejdelší životností při nejnižších nákladech. Potřebné parametry začínají a zároveň mají hlavní vliv již při tvorbě sazí, ze kterých následným technologickým procesem vzniká pryž.

Tvorba sazí, spočívá v nedokonalém spalování. Tento jev se vyznačuje hořením za nedostatečným množstvím oxidovadel, prioritně vzduchu. Následkem tohoto hoření vznikají nejen saze, ale i plyny vzniklé z důvodů nedokončení reakce. Tyto plyny jsou velice nebezpečné pro život a životní prostředí. Saze jsou spalovány za různých podmínek a různými parametry z důvodu vzniků různých druhů produktu. Následný proces spočívá hlavně v potřebě vzniku formy, kterou lze bezpečně přepravovat.

Pro tvorbu sazí se využívá více druhů surovin. Ropný produkt je častějším a známějším využívaným produktem, dalším je černouhelný dehet. Tato surovina se využívá v středoevropských podmínkách, kde se nachází v přístupnějším množství a ceně. Vlastnosti těchto látek jsou pro život a životní prostředí značně nevyhovující. Z těchto důvodů je jejich další zpracování žádoucí, práce s tímto produktem ovšem vyžaduje ochranu před poškozením zdraví. Riziko poškození technologie je vysoké a značně finančně náročné, proto firmy zabývající se tímto způsobem investují značné úsilí a jmění k zmenšení rizika. Nejzásadnější snížení rizika poškození technologie, spočívá v kvalitě a schopnostech zaměstnanců, které postupně zaměstnanci získávají v dlouhém časovém horizontu. Investice směřující k jejich ochraně zdraví a tím práce schopnosti je proto vyšší než požadují zákony.

Bezpečnost pro pracovníky je kromě fyzické ochrany i ochrana dýchadel a podmínek pro práci. Surovina se skladuje v daných podmínkách jakými jsou hlavně vysoká teplota. Vysoká teplota, vyznačuje riziko popálení ale i nadýchání výparů. Tlak, který se společně s teplotou vyskytuje v potrubních řádech, toto riziko navyšuje. Potřísnění teplou černouhelnou surovinou nezpůsobí velká popálení, její reakce se sluncem však ano.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ SUROVINY

Základní suroviny potřebné pro výrobu gumárenských sazí v daném množství již při skladování a zásobování vytváří rizika. Ta se musí zohlednit v rizikovosti a opatřením k jejich snížení.

Postup při ochraně technologie, životů a životního prostředí vyplývá ze zabezpečení před neoprávněným vstupem osob k nebezpečným sloučeninám a chemikáliím za dohledu času vzájemného kontaktu.

1.1 Pyrolýzní topný olej

Základní surovina pro výrobu sazí, vzniklá jako vedlejší produkt při tvorbě železa, nebo vedlejší produkt při destilacích ropy. Nebezpečí pyrolýzních olejů spočívá v nebezpečných vlastnostech a to hlavně karcinogenitě, žíravosti a nebezpečím pro životní prostředí. Složení suroviny se liší dle požadavků klienta, a to procentuálním obsahem základních složek naftalenu, bifenyly, methylnaftalenu, polycyklických aromatických uhlovodíků. Surovina je klasifikována jako hořlavina IV.stupně, její teplota vzplanutí se však průběžně doplňuje a mění s dočerpáváním nových zásob. [1]

Skladování těchto olejů probíhá v obrovských objemech o kapacitách přesahujících 10 000m³. Pro dodržení protipožárních opatření v nejmodernějších zásobnících lze použít systém plovoucích střeš zamezující výskyt oxidovadel v nejmenším možném množství. V starších zásobnících se způsob pro odsávání výbušných par musel vytvořit a zprovoznit, tak aby v zásobnících byl trvalý podtlak a v případě zahoření par vyplnit prostor inertním plynem. [5]

Skladované množství je různé podle potřeb výroby a možností dodávek.

1.2 Koncový plyn

Jedná se o vedlejší produkt při tvorbě gumárenských sazí ve množství okolo 50 000 – 100 000 m³/hodinově. Je nebezpečný pro živé organismy z ohledu poškození reprodukční schopnosti a způsobuje poškození orgánu při prodloužené nebo opakované expozici. Ve vysokém množství podráždění dýchacího traktu, závrať, bolest hlavy, bezvědomí.

Klasifikován jako extrémně hořlavý plyn. Nedoporučuje se hasit, pokud nejde zastavit proud, z důvodů nebezpečí výbuchu a opětovnému vzplanutí. Hasit je možné pouze suchým chemickým práškem, nehasit vodou v kombinaci s plynem vytváří žíravé prostředí. [1]

Pro jeho negativní vlastnosti je brán jako kriticky nebezpečný a každý jednotlivec vstupující do výrobní části musí mít CO detektor, který měří okamžité množství plynu v prostředí.

Využití látky jako:

- nízkoenergetické palivo pro technologický ohřev,
- palivo pro výrobu páry,
- pro průmyslové použití.

Složení:

- hlavní podíl má oxid uhelnatý a sirovodík,
- dále pak vodík, kyanovodík, oxid siřičitý a sirouhlík.

Koncový plyn je vyráběn pouze na sazovnách, využívá se jeho hořlavosti pro vyhřívání technologie a tvorbu páry, využívanou pro vytápění měst kromě vlastního užití. Nadbytečné množství je spalováno do ovzduší pomocí hořáku konstrukcí připomínající fléru. [5]

Množství spalované do ovzduší není stabilní, mění se s tlakem, který spalovna pojme a tím dochází k odchýlkám spalovaného plynu, pracovní systém vytváří průměrný spálený plyn za daný časový úsek. Plamen na vrcholu hořáku od minimálního množství daného na 10 tisíc m³, je od 2 metrů asi do 15 metrů. [5]

1.3 Aditiva

Pro úpravu vlastností daných odběratelem je třeba dodání chemikálií s různým stupněm nebezpečí. Tato aditiva se do vzniklého produktu dodávají v různých stádiích výrobního procesu a různých hodnotách.

Do spalovacího procesu se přidávají látky v značném tlaku a množství, to zvyšuje riziko poškození tlakem a potřísnění značného rozsahu při chybné manipulaci nebo poškození techniky. [1]

1.3.1 Hydroxid sodný

Chemická sloučenina dodávaná v krystalickém stavu v podobě lístečků, granulí různých rozměrů. Výrobce dodává tento produkt v uzavřených obalech naskládaných na paletách o značné váze. Uskladnění hydroxidu je značně riskantní, je nutné zabezpečení proti manipulaci neoprávněných osob a práce s ním vyžaduje zvlášť vysokou formu zabezpečení proti potřísnění. Skladovací množství překračuje váhu 2000 kg, potřebné množství je různé podle potřeb výroby.

Jedná se o velmi silnou zásadu, rozpustnou již z vzdušné vlhkosti. Rozpustná je v ethalenu, methanolu a nejčastěji ve vodě. Při rozpouštění dochází k vývoji značného tepla. Hydroxid naleptává sklo a tím například v laboratořích způsobuje možnost „zakousnutí“ kohoutů. Nereaguje s většinou kovů, z tohoto důvodu se v průmyslu využívá primárně nerezových zásobníků, v nichž je uskladněn v podobě roztoku a dané koncentraci. Do výroby je roztok dávkován vysokotlakým čerpadlem.

1.3.2 Lignosulfonáty

Organické látky vznikající při výrobě papíru. Jsou nebezpečné primárně pro životní prostředí, kde mohou vyvolat úmrtí živočichů a rostlin ve vodních tocích. Vypuštění velkého množství do kanalizace může způsobit ucpání celé odpadní sítě nebo trvale snížit rozpuštění kyslíku v přijímacím vodním toku.

Lignosulfonáty jsou využívány pro zlepšení vyhořívání a pevnostních parametrů technologie a produktu. V současnosti jsou primárně využívány ke zlepšování pevnostních a protipožárních vlastností betonu ve stavebnictví. [1]

Skladuje se v nerezových zásobnících o objemu vyšších jak 30 m³ při teplotách 40–80 °C. Množství je různé podle potřeb výroby, dávkování probíhá pomocí vysokotlakých čerpadel. [5]

Doporučená využití lignosulfonátů jako:

- dispergační přísady do betonu,
- změkčovací přísady do cihel a keramiky,
- opalovacích produktů,
- de-flokulantu,
- pojiv pro dřevotřísky,

- pojiv pro formování granulí, sazí, hnojiv, uhlí, slévárenské formy.

1.3.3 Potassium

Jedná se o draselnou sůl, využívanou jako redukční činidlo. Jeden z parametrů určený dodavatelem olejů, je množství obsaženého draslíku. Tento obsah se poté doplňuje o potřebné množství pro požadovaný výsledek. [1] Sůl se do výroby dává pomocí roztoku vysokotlakým čerpadlem. Roztok se skladuje v zásobnících z nerezového materiálu v množství převyšující 3 m³ pro danou koncentraci. Množství naskladněné v krystalické formě převyšuje 5 000 kg.

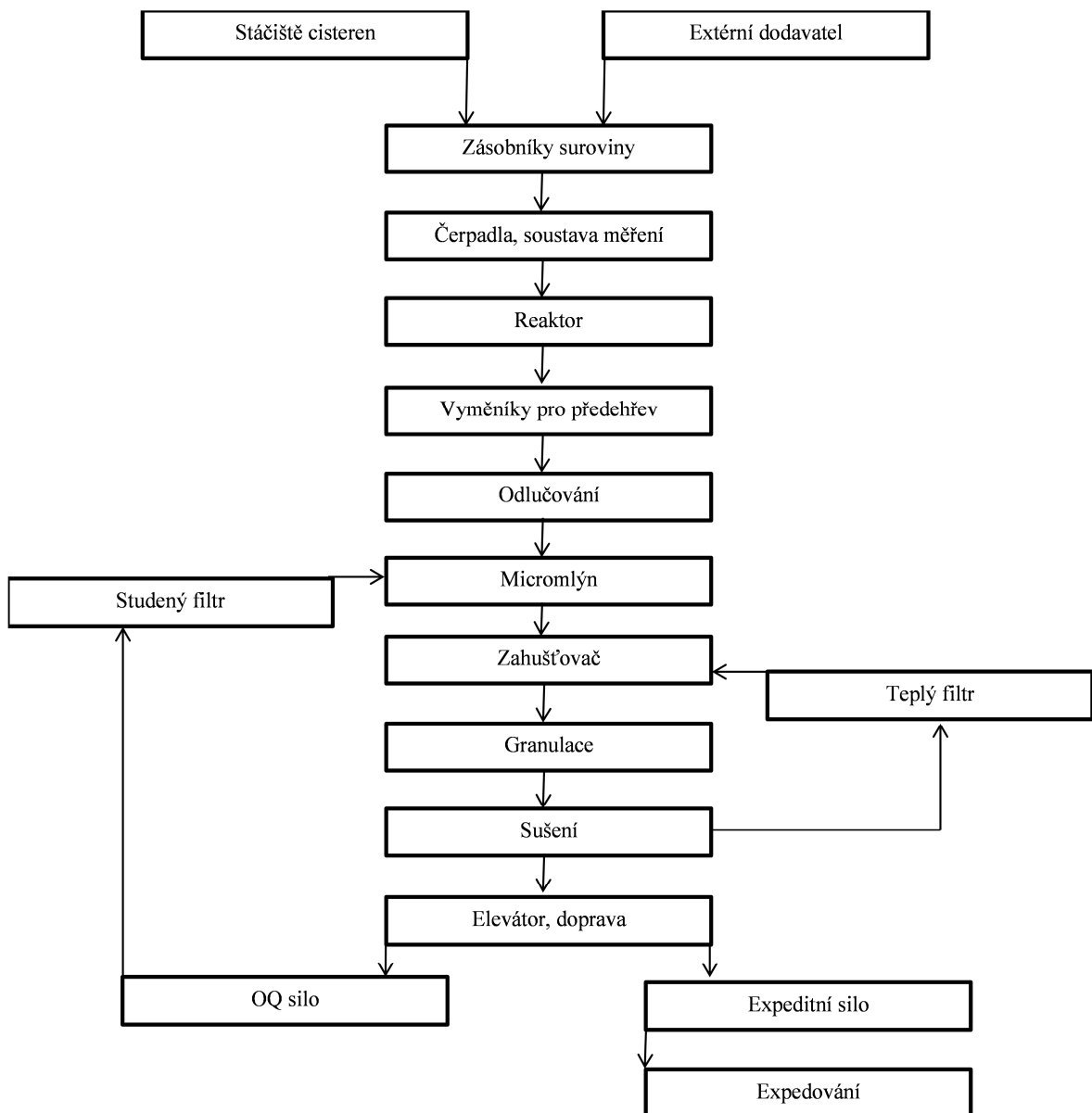
Koncentrovaný draslík se využívá v podobě mravenčanu draselného. Organická sloučenina kyseliny mravenčí je meziproduktem uhličitanu draselného. Je dodávána v kapalné formě, ve výrobě skladována v nerezovém zásobníku o objemu 1,2 m³. Zbylé množství je uskladněno v plastových zásobnících od dodavatele. Množství naskladněné převyšuje 15 m³.

Tyto jednotlivé suroviny jsou využívány ve výrobě sazí v jednotlivých krocích popsaných v následujících kapitolách.

2 PROCES VÝROBY SAZÍ

Technický a chemický vývoj byl při tvorbě chemických řetězců i jejich vazeb velmi úspěšný. Velký pokrok vedl k vytvoření sazí vhodných pro tvorbu pryže. Technické parametry upravuje technologický odborník, který se snaží reagovat na požadavky klienta. Tyto parametry zadávají jednotliví pracovníci ve výrobě.

Následná tabulka popisuje proces výroby sazí.



Obrázek č. 1: Výrobní proces - Proces výroby sazí

Zdroj: Vlastní

2.1 Skladování a doprava suroviny

Surovina dopravována železničními cisternami, se vyhřívá na teplotu 70-90 °C. Po dosažení dané teploty se cisterna napojí a odebere se vzorek. Poté se stáčí potrubními mosty do zásobníků.

Zásobníky suroviny jsou technická díla vytvořená pro nepřetržitý provoz. Pro nepřetržitý provoz v zimním období je potřeba doplnění zásobníku o parní ohřev suroviny, aby nedocházelo ke změně hustoty a ztratím teplot potřebným ve výrobě. Zásobníky musí být odsávány tak, aby nedocházelo k úniku nebezpečných par, které vznikají v průběhu skladování, přečerpávání a míchání. Odsávání je zabezpečeno systémem „hermetizace“. Tyto páry jsou společně s nakondenzovaným materiálem přečerpávány na spalovnu plyných produktů.

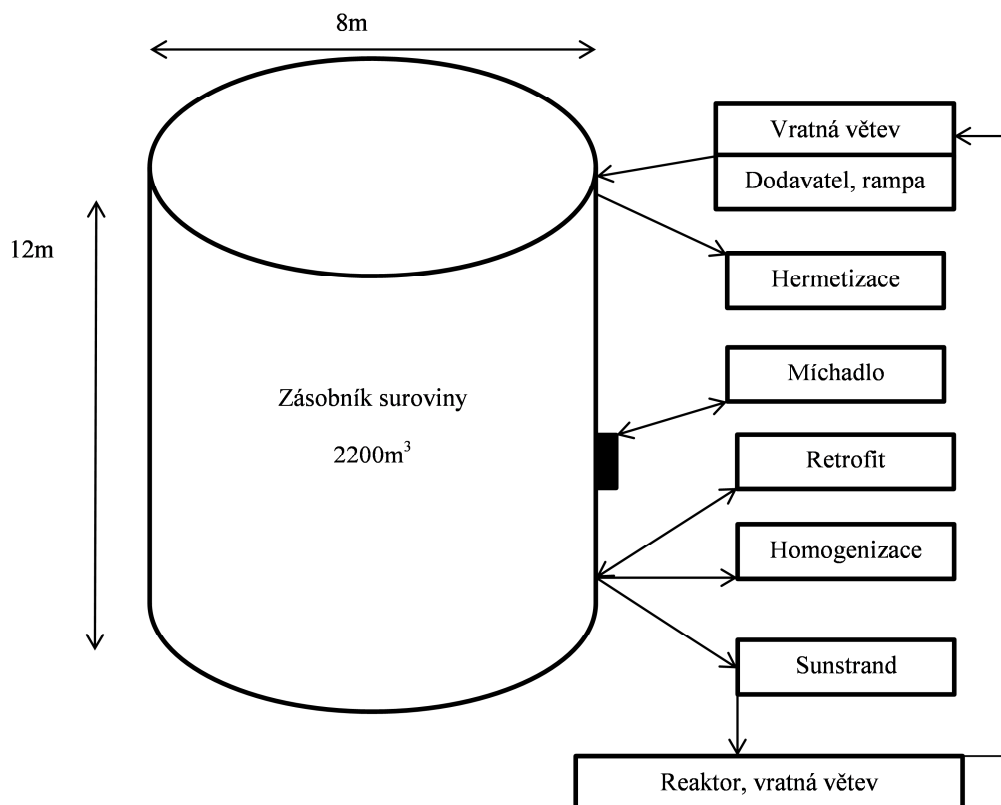
Zásobníky jsou uloženy v záchranných valech ohraňující jejich obvod, který je zároveň brán jako lokalita s nebezpečím styku s nebezpečnou látkou. Ochranný val je tvořen pro pohlcení maximálního možného úniku suroviny ze zásobníků.

Každý konkrétní zásobník má kromě přívodního vedení i místo k odčerpávání suroviny. Na zmíněné místo je napojeno čerpadlo zastupující nepřetržitou cirkulaci suroviny a dál i její mísení, nazvané „retrofit.“ Zásobník lze doplnit o vrtulové míchadlo. Toto míchadlo nemá tak kvalitní výsledky jako zmíněné cirkulační čerpadlo. Ale v případě nefunkčnosti jedné ze zmíněných možností druhá postačuje k plnění funkce. [5]

Další čerpadlo nazvané „homogenizační,“ slouží primárně k přečerpávání suroviny mezi jednotlivými zásobníky, a tím k mísení do potřebné podoby. Forma ochrany při poruše zařízení je paralelně napojeno druhé, stejně výkonné čerpadlo. [5]

Surovina je odčerpávána z místa sání vysokotlakovými čerpadly, nazvanými „sunstrnad.“ Tato čerpadla tlačí surovinu směrem k technologii přes soustavu měření. Množství tlačené čerpadlem se dělí na část, která se spálí a část, mířící zpět do zásobníku. Na soustavě sání čerpadla se nalézají filtry zajišťující ochranu čerpadel. Ve značné vzdálenosti na výtlaku nalezneme jemnější filtry, zabezpečující trvale správný rozstřík suroviny s minimální pravděpodobností ucpání prvků následujících. [5]

Dále znázorněný obrázek znázorňuje zásobník s jednotlivými částmi.



Obrázek č. 2: Zásobník suroviny

Zdroj: Vlastní

2.2 Spalování suroviny

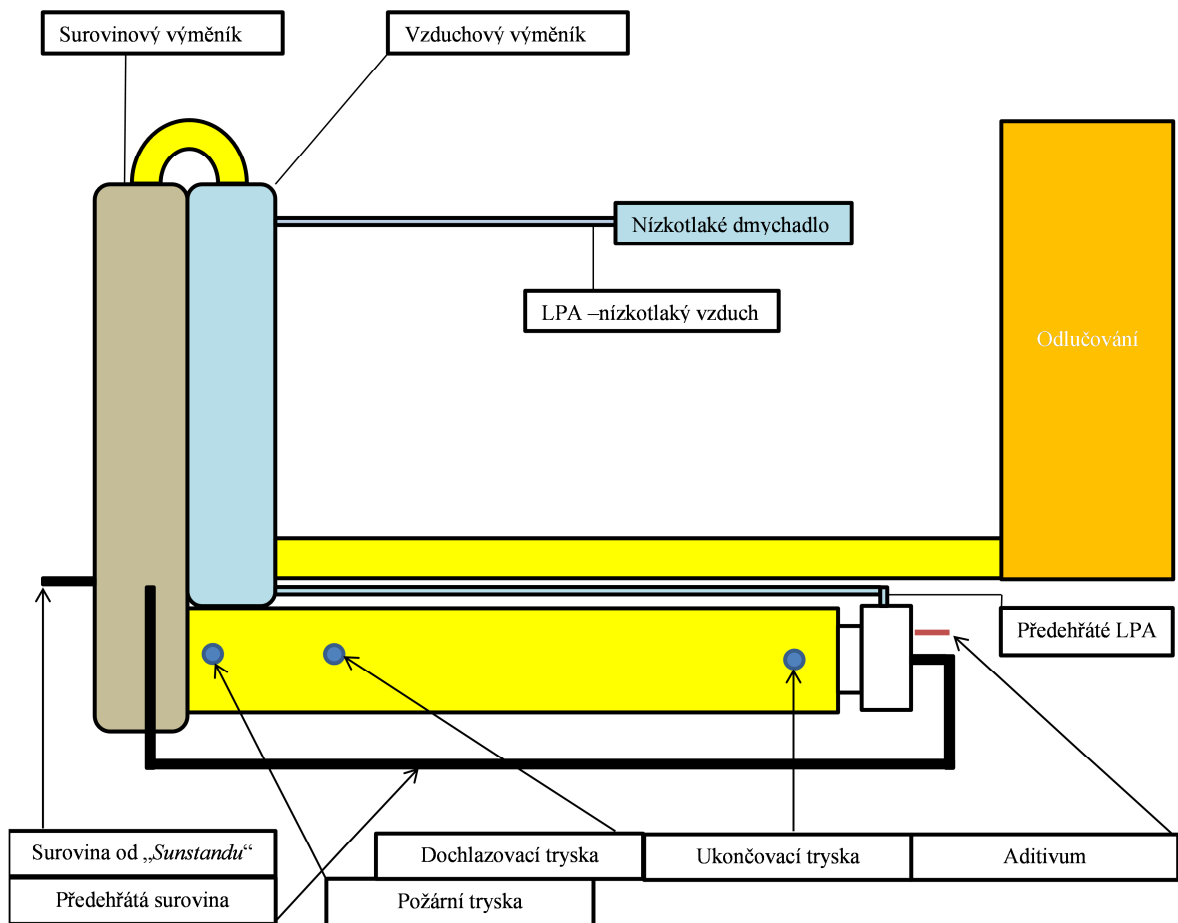
Surovina směřující ke spálení z vysokotlakových čerpadel, má kromě vysokého tlaku i výrazně zahřátá. Tato surovina je do reaktoru vstříkována systémem pro rozptyl ochrany před spálením při požadovaném tlaku. Společně je se surovinou do reaktoru vstříkováno i aditivum. [3]

Po vstříknutí suroviny do reaktoru při teplotách dosahujících více jak 1000 °C, díky dávkování plynu a vzduchu, surovina vzplane. Hořící materiál proudí reaktorem po vodní trysky. První z nich je tryska ukončující reakci, kde končí hoření suroviny a dochází tak k nedokonalému hoření, tudíž ke vzniku sazí z výbušné směsi plynů (dále jen „reakční směs“). Do trysky je nastaveno dávkování ligna, které zlepšuje vlastnosti směsi pro zabezpečení výměníku. Další trysky jsou trysky dochlazovací a bezpečnostní. [3]

Spalovací reaktor, vyžděný speciálním materiálem, je při nedodržení podmínek náchylný na poškození. Je doplněn měřicí soustavou, která zabezpečuje zmírnění jeho poškození i poškození nadcházející technologie.

Po dosáhnutí kolena reaktoru reakční směs vstupuje do výměníku, který je technicky přizpůsoben pro předehřev vzduchu. Systémem potrubí proudí reakční směs a v okolním prostoru proudí vzduch určený ke spálení. Již ochlazená reakční směs proudí do druhého výměníku okolo potrubí, v němž proudí surovina a je ohřívána na teplotu určenou technologických specialistou. Proudící reakční směs pokračuje do části odlučování.

Sjednocený celek nalezneme na obrázku níže.



Obrázek č. 3: Reaktor

Zdroj: Vlastní

2.3 Odlučování

Pod názvem odlučování se rozumí část výroby, při níž dochází k oddělení sazí a reakčního plynu. Funkční soustava se skládá ze dvou po sobě navazujících cyklónů, do kterých je k reakční směsi vstříkována voda v daném množství. Tím dochází ke snížení její

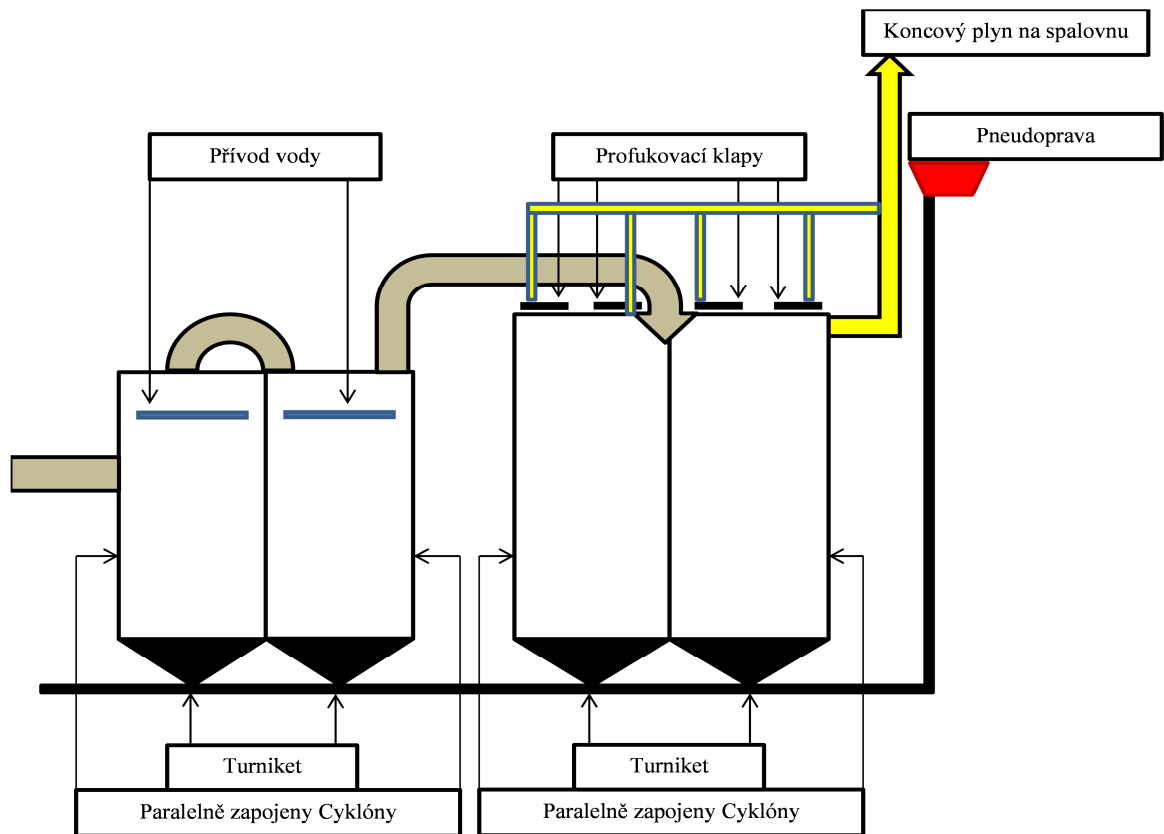
teploty, přičemž se těžší část usadí na dně cyklónu a pomocí dávkovačů propouští do dopravního systému.

Zbytek reakční směsi, který je ochlazený na danou teplotu, proudí do filtru, kde dochází k filtraci zbytkového množství sazí s koncovým plynem. Vzniknou tak dvě oddělené složky. Koncový plyn využívaný k profukování navazujícího filtru nebo ke spalování. Saze spadlé na dno filtru jsou dávkovačem propuštěny do stejného dopravního systému jako cyklóny. Filtr je profukován koncovým plynem, který zabezpečí, že k ději nedokonalého hoření nebude propuštěno oxidovadlo. Profukování je řízeno tak, aby ve filtru nevznikal přetlak a bylo tak zamezeno vstupu reakčního plynu do následující technologie. [5]

V navazující fázi procesu filtrace se vyskytuje systém klap, který lze rozdělit na klapky filtrační a profukovací. Mají časový interval, určující dobu vhnání čistého koncového plynu a filtraci. Z důvodů zabezpečení této technologické části je filtr doplněn o systém měřících bodů v různých měřících veličinách. [5]

Oddělený reakční plyn v „sazovnách,“ nazvaný jako koncový plyn, má svůj bezpečnostní list, ve kterém je přesně popsán. Tento plyn díky teplotě a váze stoupá na rozdíl od sazí usazujících se na dnu. Oddělený plyn se primárně využívá k profukování filtru a vytápění. Při vzniku většího množství je technologie doplněna o hořák, který je schopný spálit všechno množství vzniklého plynu do atmosféry.

Sjednocený celek nalezneme v obrázku níže.



Obrázek č. 4: *Odlučování*

Zdroj: *Vlastní*

3 ČISTĚNÍ A ÚPRAVA SAZÍ NA PŘEPRAVU

Pro tuto část výroby je charakteristické zbavování se nechtěných částí v sazích. Jedná se o poslední úpravy, které vedou ke zvyšování kvality sazí a získávají podobu vhodnou k přepravě.

3.1 Pseudoprava

Z cyklónu a filtru je vytvořena přeprava v podobě pneumatické dopravy, která pomocí dopravního ventilátoru přesouvá saze do dalšího (v pořadí druhého) filtru. Ten se nachází v nejvyšším bodě výroby, která dále postupuje přirozeným směrem dolů při přesunu do boku pomocí šnekových dopravníků. [5]

Filtr je doplněn o tzv. odtahový ventilátor, který slouží k vytvoření podtlaku uvnitř filtru. Filtr se skládá z množství hadic, které dělí čistou a prachovou část. V čisté části se nalézá teplý vzduch s malým množstvím páry, zatímco v prachové se nalézají saze, které postupně svou váhou padají na dno filtru, odkud jsou podavačem propouštěny do šnekového dopravníku. Hadice jsou systematicky profukovány vzduchem. Tímto způsobem je zajištěno oklepávání filtračních hadic a správná funkce filtrace.

3.2 Zahušťovač

Výstup výše zmíněného šnekového dopravníku je „mikromlýn.“ Ten je technicky sestaven pro rozbití nežádoucích hrud a pevných částí. Skládá se z rotujících kladívek a stacionárně uloženého síta o daných parametrech. Pokud saze tímto zařízením projdou, tak dále vstupují do zahušťovače.

Zahušťovač má podobu válce značných rozměrů i objemu. Uvnitř válce jsou prachové saze míchány vrtulí. Systém zabezpečuje vytěsnění vzduchových kapslí a určuje maximální konstantní množství sazí odebírané dávkovačem.

3.3 Granulování

Vytvoření granulí je část výroby sazí, která je nezbytná pro jejich přepravu. Dávkovačem podávané saze rotujícímu granulátoru, kde se při vysokém tlaku vstříkuje voda smísená s aditivem. [1]

Granulační část je první z částí, která je již schopná ukázat, v jaké podobě budou saze doručovány k zákazníkům. Vstřikováním vody vzniká potřeba saze vysušit a přizpůsobit je tak k přepravě.

3.4 Sušící část

Mokrý saze vstupují do válce o značných rozměrech. Tento válec je otáčen a mírně skloněn ve směru posunu sazí. Díky svým rozměrům a objemu dosahuje značné váhy, která v preventivních opatřeních nesmí být opomenuta.

Sušící buben je uložen ve dvojitěm opláštění. Celistvý rotující válec je ukryt ve většině své délky pláštěm stabilním, v tomto plášti dochází k výměně horkých plynů. Saze uvnitř sušícího bubnu jsou zahřáty na vysoké teploty. Díky izolační vlastnosti sazí je nutné, aby před výstupem došlo k jejich zchlazení na potřebnou teplotu určenou pro přepravu. [5]

Teplé spaliny dvojitěm opláštění sušícího bubnu vytváří kotel. Jako palivo kotle je primárně využíváno koncového plynu vytvářeného jako vedlejší produkt výroby. Výhřevnost plynu není stabilní díky různým řetězcům sazí. Mění se i složení tohoto plynu. Lze říct, že na jeden takový kotel spadá v průměru 10 000 m³ spáleného koncového plynu hodinově. Vystupující plyn je vypouštěn do komínu. Tento komín je doplněn o parní kotel, teplo vypouštěné při sušení mokrých sazí se využívá pro výrobu páry. [5]

3.5 Doprava a uskladnění sazí

Saze vystupující ze sušících bubnů jsou přepravovány šnekovými dopravníky a elevátory. Teploty v konečné fázi jsou okolo sto stupňů, což je velmi náročné pro technologii. V takovém případě je obsluha poučena a k rotujícím zahřátým prvkům technologického díla přistupuje s respektem a v daných ochranných pracovních prostředcích (dále jen „OPP“). [5]

Skladování sazí je ve formě zásobníku sazí. Tento prvek je rozdílných rozměrů a objemů. Pro kvalitní ovzorkované saze nalezneme sila o objemech až tisíc tun pro jeden druh sazí. Vyrobené množství se pohybuje okolo 15 – 25 tun za hodinu.

V případě přejíždění na jiný druh sazí se nějaký časový úsek vyrábí nekvalitní saze, proto má každá jednotlivá linka nekvalitní silo (dále jen „OQ silo“), o daném objemu, které se poté reprocessuje a zpracovává.

3.6 Filtry podpůrné

Při výrobě vzniká potřeba hermeticky uzavřených systémů. Pro minimalizaci úniku horkých par a prachů jsou odtahovány všechny části výroby, tak aby nedocházelo k přetlaku v jednotlivých částech.

3.6.1 Teplý filtr

Při sušení sazí je v sušícím bubnu vytvářena pára. Potřeba odtahu vzniklé páry, prachových částí a vytvoření podtlaku je nutná z důvodu úniků prachových částí do technologie, čímž by mohly být poškozeny technologické prvky a ohroženy životy pracovníků.

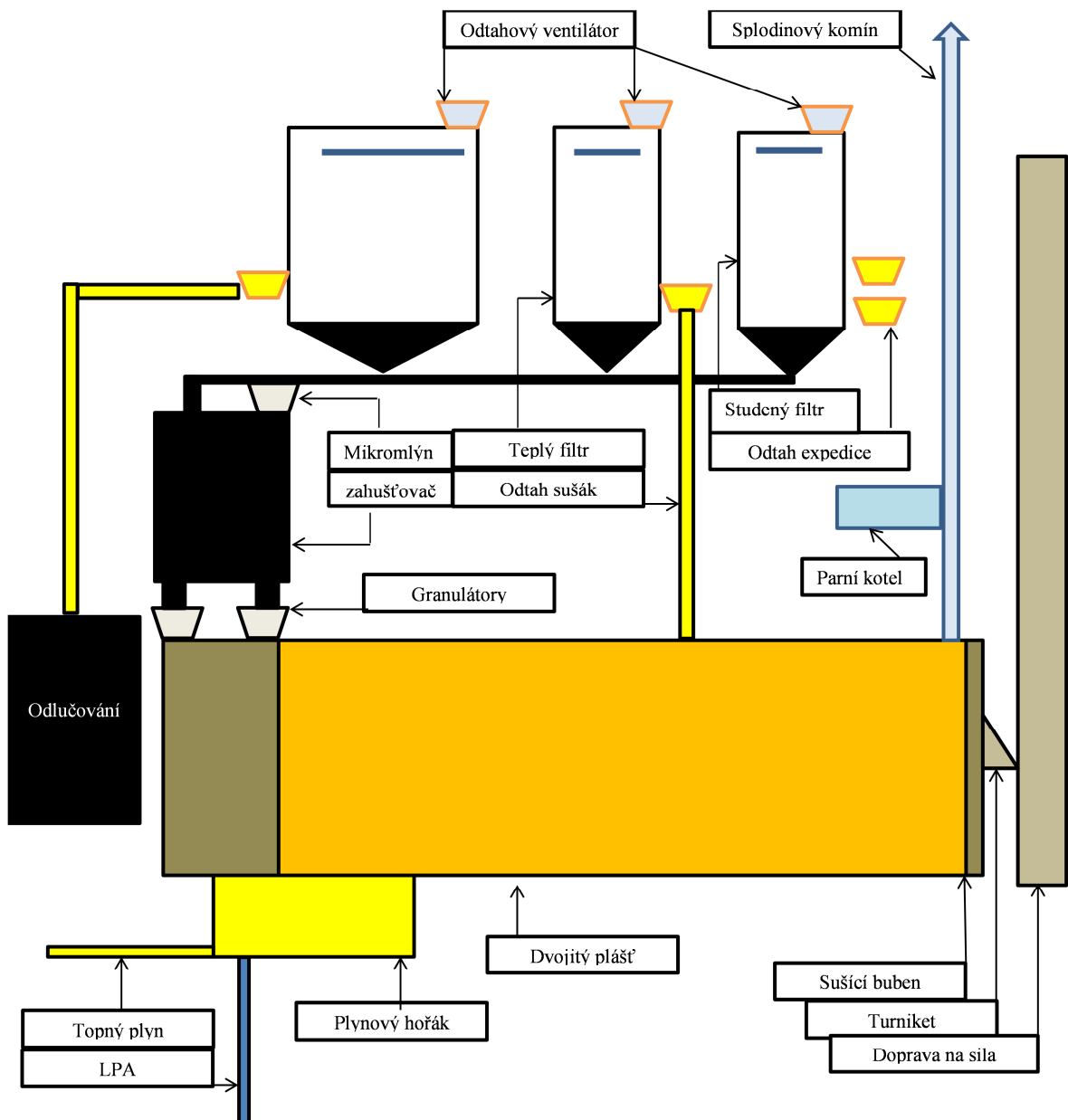
Dopravní ventilátor odtahuje sušící buben a vytváří tak podtlak v granulační části. Dopravené saze jsou vháněny do teplého filtru, kde se oddělí páry od prachu. Vzniká tzv. špinavá část, kde těžké saze sedají a jsou dávkovány do zahušťovače a část čistá, kde páry vstupují společně se zplodinami kotle do komínu a vyhřívají parní kotel. Profukovací systém pro oklep filtračních hadic je tvořen vysokotlakým vzduchem. Teploty, které zde vznikají přesahují 200 °C. [5]

3.6.2 Studený filtr

U tohoto filtru se vyskytuje více ventilátorů vhánějících vzdušninu. První ventilátor odtahuje a vytváří podtlak v dolní části výroby. Tím rozumíme elevátor a odsávání nekvality, dávkované v daném množství k znovuvyužití. Tímto způsobem je technologie schopna pracovat s největší efektivitou bez nechtěného odpadu, který vzniká při přejezdu na jiný druh sazí. Po nějaký časový interval výroba tedy nevyrábí kvalitu, kterou požaduje zákazník.

Další ventilátor odtahuje a vytváří podtlak v dopravnících ve vyšších patrech, tím rozumíme elevátor v horní části, šnekové dopravníky na silech, odtah prachu při chystání expedování a podtlak v zahušťovači. Teploty uvnitř filtru jsou podstatně nižší, a to v hodnotách pohybujících se okolo 50 °C. [5]

Sjednocený celek těchto částí nalezneme sjednocený níže.



Obrázek č. 5: Granulace

Zdroj: Vlastní

4 PODPŮRNÉ SYSTÉMY VÝROBY

Výroba pracuje na vytváření podmínek pro maximální výtěžnost. Tyto podmínky se vyznačují spotřebou velkého množství medií a vysokých teplot. Pro snížení závislosti a zvýšení bezpečnosti je potřeba výroby z vlastních zdrojů a mít v dostatečném množství záložní zdroje.

4.1 Diesel agregát

Současná doba ukazuje závislost lidí na elektrické energii, a to se týká i technologií jimi provozovaných. Technologie výroby gumárenských sazí pracuje v extrémních podmínkách, s vysokým ohrožením technologie, životů i životního prostředí.

Diesel agregát, společně s prvky pro zajištění bezpečného odstavení linek do studeného stavu, je proto nezbytný. Agregát s jmenovitým výkonem je stavěný pro ovládání prvků potřebných pro odstavení v moment chyby elektrické sítě. Záskoky pohonů v takovém případě jsou rapidně menších výkonů, ale dostačují pro usměrněné odstavení, případně pro minimální výkon na dobu zpětného napojení veřejné elektrické sítě.

Vysoké teploty uvnitř technologie ohrožují zapečením, prohořením a zničením technologie. Proto mají bezpečnostní listy sazoven protokoly, jak postupovat a v jakém pořadí mají jednotlivé záskoky najíždět pro maximální zabezpečení. Většina těchto prvků je plně automatizovaná, pracovníci řídí rychlost chlazení a musí být připraveni pro případ špatné funkce nebo nastavení záskoků.

Každý záložní prvek musí být v trvalé pohotovosti, každé zablokování se hlásí příslušnému vedoucímu výroby a její obsluze. V případě poruchy hlavního dmýchadla je jeho funkce nezbytná pro snížení škod.

4.2 Vysokotlaký vzduch

Prostředí spalování je nebezpečné. Suroviny a aditiva potřebné pro výrobu vytvářejí potřebu pročištění tras. Z těchto důvodů je nezbytné mít velké množství stlačeného vzduchu. K tomuto účelu se využívá vysokotlaký vzduch nazývaný Hight Press Air (dále jen „HPA“), jehož hodnota ve výrobě kolísá mezi 7–8 bary. [5]

Tento tlak zajišťují tři paralelně zapojené kompresory, kdy jeden je nastaven jako záskok, v případě poruchy jednoho z jedoucích. Pro případ výpadku elektrické energie je

v trvalé připravenosti menší kompresor o menším výkonu, který po najetí diesel agregátu vytváří tlak pro nezbytně důležité části výroby.

Ovládání jednotlivých prvků technologie probíhá formou dálkového řízení. Tohle řízení funguje na principu ovládání elektronických prvků využívajících vzduch jako manipulační medium. HPA, se využívá jako ochranný vzduch, který je pouštěn ve směru hoření, čímž zabráníme zpětnému vyšlenutí, bez změny funkce spalování a omezení výrobního procesu. Výroba využívá pro efektivitu jednotlivé technické parametry HPA. U vodních trysek například zabezpečuje lepší rozptyl vody zabezpečující menší zanášení technických prvků.

4.3 Nízkotlaký vzduch

Pro řízené spalování je potřeba měřitelných hlavních prvků, jakým je i vzduch. Nízkotlaký vzduch určen k tomuto účelu se nazývá Low Press Air – (dále jen „LPA“). Je dávkován na jednotlivé linky v obrovském množství. Jedná se o hodnotu až 20 000 m³ za hodinu, a to při nízkém tlaku (asi 0,6-0,8 bar). Pro takový výkon je potřeba velkých dmýchadel. Zpravidla bývají paralelně zapojeny a jsou záložní možností o rapidně sníženém výkonu, který je přesto dostačující pro řízené odstavení i v případě závady na hlavním dmýchadle nebo při výpadku veřejné elektrické energie. [5]

LPA se kromě samotného spalování v reaktoru využívá v kotli na výhřev sušícího bubnu. Tento ventilátor je parametricky podobný jako záložní dmýchadla.

4.4 Chladicí okruh

Chladicí okruh zabezpečuje stabilní teplotu pro ochranu technologických prvků. Kompresory a dmýchadla se při svých výkonech vysoce zahřívají, z tohoto důvodu jsou doplněny o kapalinový chladicí okruh. Jedná se o uzavřený chladicí okruh, který není průběžně měněn, ale dochází k jeho ochlazení. Tento systém chlazení je vyřešen pomocí deskových chladičů. Deskový chladič funguje na systému dvou oddělených okruhů, kdy jeden z nich je zmiňovaný uzavřený okruh, zatímco druhým proudí voda určená jako vstříkovaní do reaktoru. [5]

Reaktor dosahuje vysokých teplot. Tyto teploty se musí regulovat a jedním z regulačních ochranných prvků je i chladicí okruh. Tento okruh chrání náchylnější části reaktoru před jejich poškozením. Jedná se o uzavřený okruh, napojený na dva paralelně

zapojené deskové chladiče, doplněné o ventilátory vhánějící venkovní studený vzduch z meziprostoru potrubí, čímž dochází k ochlazení kapaliny.

4.5 Záložní pohonné systémy

Pro případ výpadku elektrické energie, případně při poruše zařízení, musí existovat možnost záložního pohonu. [5]

V případě poruchy zařízení se volí prioritní forma zásroku. Tato volba je z pohledu financování ne vždy reálná. Zásrok je pohonná jednotka stejných parametrů, která je schopna zastoupit původní pohon v případě poruchy. Díky pořizovací ceně se nevyskytuje u všech pohonů zásrok, ale musí mít alespoň náhradní pohon s menším výkonem. Tento pohon se zároveň nalézá na místech, kde nelze odstavit pohon bez následků a hrozí poškození technologie. Pohon musí být v trvalé pohotovosti pro případ nečekané události.

V příkladu lze uvést výpadek elektrické energie. V takový moment najíždí Diesel agregát, který napájí chladicí okruhy, což jsou čerpadla vody v nezměněném stavu při stejném výkonu. Formou zálohy najíždí pohony vysokotlakých surovinových čerpadel, LPA dmýchadel, HPA ventilátorů, pohonu sušáků atd.

5 PROCES FMEA

Jedná se o tzv. proces „risk managementu,“ využívaný primárně před zahájením provozu a před získáním produktů jednotlivých výrobních částí. Nejedná se o jednorázovou metodu, měla by být postupně „oživována.“ Předpokládá nejčastější a nejhorší chyby v procesu, které po vyhodnocení minimalizuje a má snahu vytvořit opatření pro jejich odstranění.

Metodu lze rozdělit na několik podoborů. Buď podle zaměření na chyby nebo podle směru, kterým se budou ubírat: [4]

- **FMEA konstrukce** – metoda vedená konstruktérem, technologem. Zaměřuje se na chyby v konstrukci i na ty, které jsou výrobního charakteru.
- **FMEA výrobku** – zabývá se zkoumáním konstrukce a výrobního procesu. Ve velkém měřítku zde hrají roli okolní podmínky, které se mohou měnit následkem klimatických jevů.
- **FMEA výrobních prostředků** – zaměřuje se na primární části procesu, u kterých je potřebné předem nastavit podmínky pro zvýšení bezpečnosti zaměstnanců, technologie a životního prostředí.

Metoda se využívá prioritně pro zmenšení nákladů před zahájením výrob. Informace o technologii a připravenost zaměstnanců se zjišťuje před zahájením realizace a tím nedojde k mylnému pořízení nadbytečných a nepotřebných technologických jednotek. Při zahájení provozu jsou již předem odhadované parametry, vhodné pro výrobu kvality. Pomocí metody FMEA se pracuje i po zahájení provozu, s postupným doplněním zjištěných informací z provozu.

Výpočet, který slouží ke zjištění bezpečnosti provozu a jeho jednotlivých částí je zapotřebí tří hodnot. První hodnota je přidělení závažnosti vzniklé mimořádné situace o deseti bodech (viz. Tabulka 1). Další hodnotou je předpokládaný výskyt této situace hodnocena body 1-10 (viz. Tabulka 2). Poslední z hodnot je pravděpodobnost odhalení chyby v bodech 1-10 (viz. Tabulka 3). Po předání a vyhodnocení návrhu zmenšujícího riziko, se mu přidělí hodnota, kterou se výsledek vydělí, a tím zmenšuje výsledné riziko.

Níže zobrazená tabulka zmiňuje závažnost důsledků hodnocením 1-10 podle váhy poškození zdraví zaměstnanců.

Tabulka 1: *Kritéria hodnocení závažnosti*

Důsledek	Kritérium: Závažnost důsledku pro zaměstnance	Známka hodnocení	Způsob
Poškození zdraví, vážné ohrožení života	Možné opaření a následný vznik puchýřů následkem sluneční záření	10	Bez varování uvolní do okolí množství suroviny
	Možný vznik popálenin až po vznik puchýřů	9	Uvolnění kapiček roz- ptýlených ve vzduchu
Po opakované inhalaci a styku mohou vzniknout zdravotní obtíže v delším časovém horizontu	Riziko dlouhodobé inhala- ce nebezpečných par a roznesení nebezpečné lát- ky	8	Možné povolení spo- jovacího sváru potrubí
	Možnost závažných a dlouhodobých zranění	7	Možné vyklouznutí komponentu a zranění končetin
Velký únik a po- škození ekosysté- mu, možnost zdravotní ne- schopnosti za- městnanců	Poleptání dýchacích cest unikajícími párami	6	Zvýšení inhalace par teplé suroviny
	Možné sjetí utahovací po- můcky	5	Pracovní neschopnost, zranění na pracovišti
Ohrožení envi- ronmentálního ekosystému	Možnost vzniku úkapů, vysoký nárok na zahřívání	4	Nedostatečný odtah čerpadla
	Úkapy mimo záchytné nádoby	3	Nedotažený spoj, prasklé těsnění
	Úkapy zachyceny v ab- sorpčních pokrývkách	2	Nedotažený spoj, prasklé těsnění

Žádný důsledek	Žádný znatelný důsledek	1	Neopatrnost
----------------	-------------------------	---	-------------

Zdroj: *Vlastní*

Níže zobrazená tabulka zmiňuje pravděpodobnost vzniku s hodnocením 1-10 podle protékajících nebo stočených tun.

Tabulka 2: *Výskyt příčiny*

Pravděpodobnost Poruchy	Kritérium: Výskyt poruchy	Hodnocení
Velmi velká	> 100 na tisíc	10
	> 1 z 10	
Velká	50 na tisíc	9
	1 z 20	8
	20 na tisíc	
	1 z 50	
10 na tisíc	7	
Střední	1 ze 100	6
	2 na tisíc	
	1 z 500	5
	0,5 na tisíc	
0,1 na tisíc	4	
1 z 10 000		
Malá	0,01 na tisíc	3
	1 ze 100 000	
	0,001 na tisíc	2
	1 z 1 000 000	
Velmi malá	Porucha limitovaná použitým materiálem a kontrolou zařízení	1

Zdroj: *Vlastní*

Níže zobrazená tabulka zmiňuje možnost nalezení chyby 1-10 podle časové linie a daného kroku výroby.

Tabulka 3: *Kritéria při hodnocení detekce*

Možnost detekce	Pravděpodobnost odhalení nástrojem v procesu	Známka hodnocení	Pravděpodobnost odhalením
Detekce není možná	Žádným způsobem nelze odhalit	10	Nedetekovatelná
Nelze detekovat v žádném kroku	Velmi obtížný způsob zjištění chyby	9	Velmi mizivá
Detekce až po události	Detekce až po vykonání operace poslechem a vizuální kontrolou	8	Mizivá
Detekce problému u zdroje	Pomocí měřících zdrojů, akustické a vizuální kontroly	7	Velmi malá
Detekce až za provozu	Detekce až po vykonání operace poslechem a vizuální kontrolou, měřící soustavou	6	Malá
Detekce problému u zdroje	Detekce chyby operátorem nebo způsobem měření a alarmů, které informují o chybě	5	Střední
Detekce až za provozu	Detekce až po vykonání operace pomocí automatických systémů, které zablokují proces	4	Středně velká
Detekce problému u zdroje	Detekce na pracovišti měřícím	3	Velká
Odhalení chyby nebo prevence	Detekce na pracovišti měřícím, pracovník zajistí sám	2	Velmi pravděpodobná

Detekce je neaplikovatelná, prevence chyby	Systém odlišných dosedacích ploch = zamezení chyby	1	Téměř jistá
--	--	---	-------------

Zdroj: *Vlastní*

Předmětem realizace analýzy bude práce se surovinou užívanou jako hlavní produkt pro výrobu gumárenských sazí: černouhelný dehet.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 ČERNOUHELNÝ DEHET

Černouhelný dehet vzniká jako vedlejší produkt při tvorbě železa ve vysokých pecích. V České republice se společnosti na těžbu a zpracování černouhelných olejů (pyrolýzních topných olejů) nalézají hlavně na Ostravsko-karvinské uhelné pánvi.

Jak již bylo zmíněno, Pyrolýzní topný olej (dále jen surovina), je klasifikován jako látka karcinogenní, žíravá a nebezpečná pro vodní prostředí. Produkt je schopný hoření při zahřátí na bod vzplanutí, který se mění podle složení. Strukturálně je tvořen polycyklickými aromatickými uhlovodíky, methylnaftaleny, bifenylem a naftalenem. Látky výše zmíněné jsou ohrožující zdraví, při absorpci se vyznačují bolestí hlavy, zvracením a při styku s kůží popáleninami.

Preventivní opatření, jak nakládat s touto látkou, proto byla velmi důležitá. Nakonec se rozhodlo, že nejlepší využití bude její spalování. Jedná se o hořlavinu IV. stupně, byla proto využívána pro vytváření páry. Pára se rozváděla po městech, díky níž se vytápělo. Tento způsob ovšem nestačil, množství vznikající suroviny bylo obrovské a vytápění bylo pouze sezónní.

Spalovny dehtu se vyznačovaly vznikem sazí. Chemický a technologický vývoj proto směřoval k tomu, jak nakládat se vzniklým produktem v podobě sazí. Chemické řetězce a jejich vazby potřebné pro vytvoření sazí s parametry vhodnými k tvorbě pryže, již existovali. Technologie od dob této potřeby se vyvíjela do dnešních podob a nadále se rozvíjí. Nyní je nutné udržet vyráběné množství takové, aby se zasytil trh, což je velmi náročné. Proto výtěžnost a množství výroby funguje na maximální výkonnostní parametry.

7 PRÁCE SE PYROLÝZNÍM OLEJEM NA SAZOVNÁCH

Sazovny podle velikosti technologie tvoří zásoby, které jednotliví členové výroby skladují a pracují s nimi. Zóny s výskytem těchto olejů jsou v kontrolovaných pásmech, v nichž se hlídá strávená doba. Tímto jsou zabezpečeny podmínky pro minimalizaci ohrožení živých organismů a lidí.

7.1 Převzetí suroviny

Převzetí suroviny je veškerý čas od převzetí olejů od dodavatelů až po začátek stáčení. Po přepravě má surovina převážně nižší teplotu – okolo 30 °C, proto se zahřívá na teplotu 70-90 °C. V tomto stavu je ohrožení surovinou v podobě výparů a potřísnění. Surovina reaguje se slunečním zářením. Po potřísnění kůže a následnému vystavení se slunci vytváří popáleniny, které je třeba zdravotnickky ošetřit. Proto je ochrana před přímým světlem jedním ze základních preventivních opatření, díky němuž lze předejít poškození kůže.

7.2 Stáčení do zásobníků se surovinou

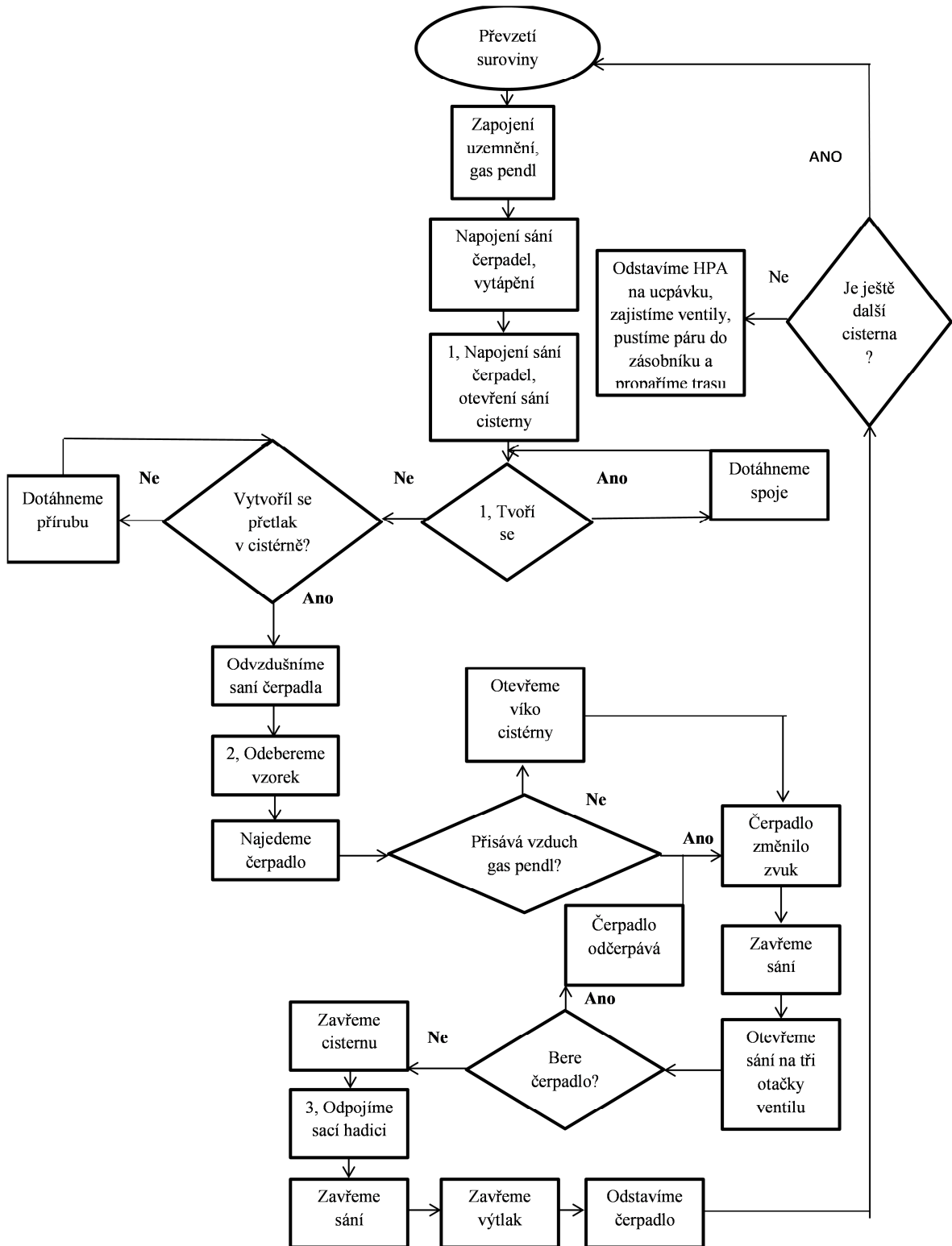
Druhým krokem je stáčení suroviny a plnění zásobníků. Probíhá po dodání cisteren k rampě. Pro snížení hustoty suroviny jsou cisterny vybaveny topnými hady. Tyto hady jsou vedeny vnitřkem cisteren. Vývody hadů, z nichž jsou alespoň dvě místa na připojení a dva odkalovací ventily, slouží pro cirkulaci páry v otevřeném okruhu. Po připojení parních hadic a pootevření ventilů se systém hadů naplní párou o tlaku 3 bary.

Zahřátá surovina se stáčí v cisterně odstředivými čerpadly, konstrukčně vyvinutými pro tyto účely. K cisternám je připojeno sání čerpadel pancéřovými hadicemi o značné váze, proto je pro manipulaci s hadicemi potřeba dvou lidí. Po napojení dojde k otevření sání cisteren a naplnění hadic surovinou se zbylým vzduchem. Ten se odpouští na výtlaku čerpadel. Najetí čerpadel probíhá do přivřeného sání kvůli jejich zvýšenému odporu, a tím se prodlužuje jejich životnost. V tento moment pracovník provádí kontrolu funkce bezpečnostních prvků cisteren před smrštěním a čeká na vyprázdnění cisterny.

Vyprázdnění cisteren zaznamená pracovník podle zvuku čerpadel a jejich zatížení. V tento moment dochází k největšímu riziku na stáčišti. Odpojení cisteren probíhá do přivřeného výtlaku čerpadel po zavření sání cisteren. V tento moment povolí závit na pancéřové hadici a čeká na přisání jejího obsahu. Po demontování z cisterny se hadice zdvihne

do výšky. Pracovník čeká na její úplné vyprázdnění, specifické vlastním zvukem, po kterém pracovník zavře sání čerpadla a vypne (zavře) výtlaček. Přejde k další cisterně.

Níže položený graf, ukazuje návaznost kroků, postupů a možností sjednocených pro text výše.



Obrázek č. 6: Výrobní proces - Stáčiště cisteren

Zdroj: Vlastní

Tabulka 4: FMEA procesu probíhajícíím na stáčíšiši suroviny

Možný způsob poruchy	Důsledky poruchy	Závažnost	Možné příčiny poruchy	Nástroje řízení prevence	Výskyt	Nástroje řízení detekce	Detekce	RPN	Doporučená opatření	Přijetá opatření	RPN
1, Povolení příruby	Louže se surovinou	3	Uvolnění následkem tepla	žádné	1	Vizuální za provozu	8	24	Nastavení pravidelné obchůzky tras	Nastavení pravidelné obchůzky tras	24
1, Prodržení přípojné hadice	Louže se zahřátou surovinou	6	Nadměrné tření	Vizuální Kontrola před zahájením stáčení	1	Vizuální kontrola	3	18	Nosné Podpůrné rameno na přípojné hadice	Nosné Podpůrné rameno na přípojné hadice	3
1, Pohmoždění při montáži hadice	Zranění následkem pádu	5	Vysoká váha hadice, potřísněné rukavice	Výměna rukavic, Čištění šroubovacích matic	2	Utírací prostředky	3	30	Nosné Podpůrné rameno na přípojné hadice	Nosné Podpůrné rameno na přípojné hadice	3
2, Špatné dovření ventilu u nabírání vzorků	Inhalace nebezpečných par, Potřísnění surovinou, vytvoření úkapů	6	Neopatrnost operátorů	Doraz ventilu	10	Operátor v místě	2	120	Dovybavení ventilu pojistkou zapadající při zavření ventilu	Dovybavení ventilu pojistkou zapadající při zavření ventilu	12
3, Potřísnění zpětným výtriskem ze sání při odpojování	Inhalace nebezpečných par, potřísnění surovinou poleptání kůže	10	Pracovní postup	Kladka s ocelovým lanem na kladce	2	Operátor místně	2	40	Záslepka s usměřňovačem uvolněné energie	Záslepka s usměřňovačem uvolněné energie	2

Zdroj: Vlastní

Povolením příruby se rozumí vytvoření netěsnosti v místě spojů potrubí s konkrétním zařízením. Toto zařízení má podobu čerpadel, hadic, měření, odchozů.

Prodření hadic se rozumí poškození vnějšího opletu hadic. Tyto hadice dosahující značné váhy v celé délce (90 kg bez obsahu). Tohle poškození vzniká nejčastěji následkem tření v místě styku s překážkou, terénem.

Pohmoždění při montáži hadice se rozumí připojování hadic k cisternám. U této práce je potřeba vložení těsnění do hadice. Těsnění je znečištěno topnými oleji a vkládá se do upevňovací matice pomocí kleští. Hrozí potřísnění kleští a následné vyklouznutí hadice z rukou.

Špatné dovření ventilů se rozumí únik suroviny po odebrání vzorků.

Potřísnění zpětným výtryskem ze sání při odpojování hadic se rozumí uvolnění tlaku směrem od čerpadla. Tento tlak vzniká přisáním vzduchové kapsy do čerpadla, tím dochází k přerušení čerpání a vzniku přetlaku.

8 ZÁSOBNÍKY SUROVINY

Firma disponuje skladováním suroviny v pěti zásobnících o celkovém objemu 11000 m³. Každý zásobník s objemem 2200 m³ je dílo v neustálém provozuschopném stavu. Pro to je nutné zabezpečit množství potřeb pro jeho užívání:

- zajistit teplotu,
- zajistit cirkulaci a mísení směsí,
- zajistit podtlak nebo vytěsnění nebezpečných par,
- zajistit kontrolní měření.

Tyto prvky zajišťující zabezpečení stálosti výrobní technologie a dále zvyšují náročnost technické výbavy, která spadá pod procesní část zásobníku suroviny.

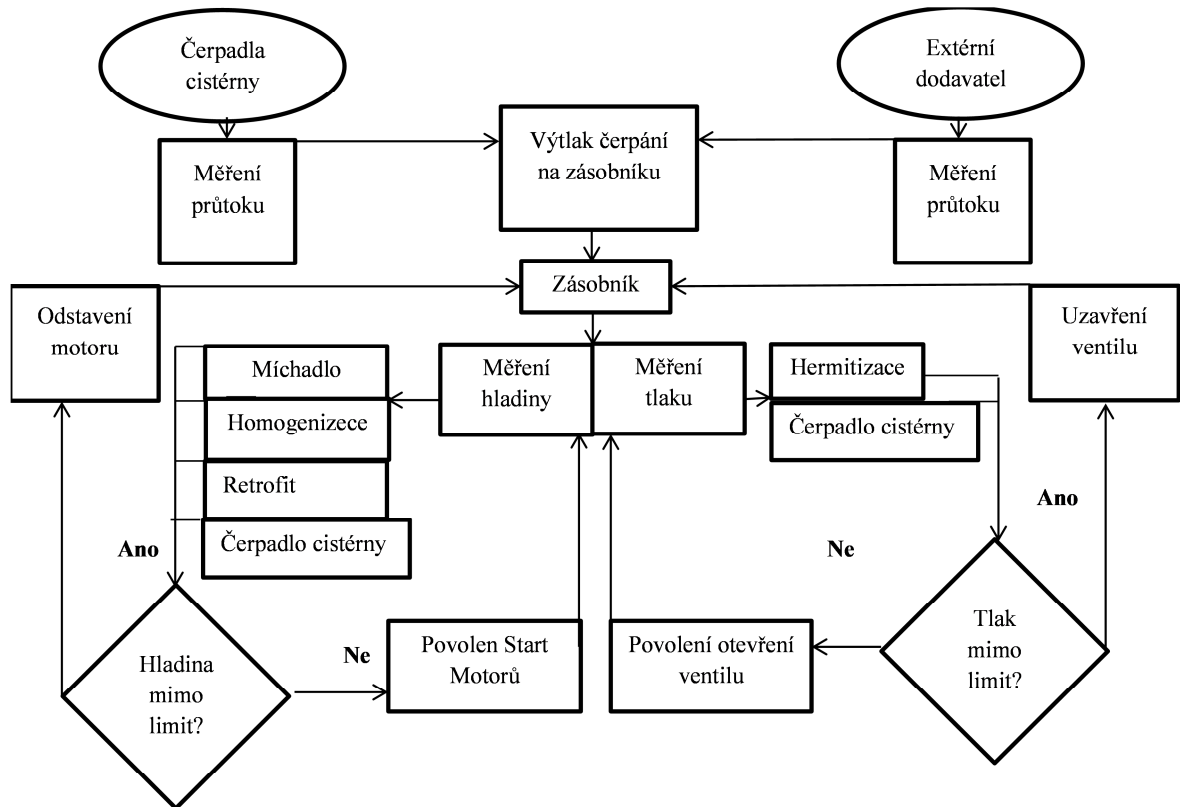
8.1 Zajištění teploty

Pro možnost přídavného otopu zásobníků je zvolena metoda „*parních topných hadů*.“ Ty vstupují do zásobníku před plášť ve výšce jednoho metru, kde se dále potrubí zvlhňuje a tím přenáší teplo ve větší ploše. Výstup parního otopu vede v blízkosti jeho vstupu, kde do kondenzačních hrnců napojených na potrubí, odvádí kondenzát. Ten přetéká přirozeným pohybem do zásobníku, odkud je přečerpán do výroby, kde se dále využívá.

8.2 Zajištění cirkulace a mísení směsí

Cirkulace zásobníků je důležitá pro mísení směsí a zamezení vzniku usazenin. Pro tento systém je potřebné správně zvolit systém zabezpečující napojení prvků a jeho těsnost. S výškou a objemem jednotlivých zásobníků vzniká tlak působící na slabiny, čímž zvyšuje důležitost správné těsnosti a pevnosti spojů.

Níže položený graf, ukazuje návaznost kroků, postupů a možností sjednocených pro text výše.



Obrázek č. 7: výrobní proces - Závislost měření

Zdroj: Vlastní

8.2.1 Boční míchadlo

Jedná se o motor připojený na hřídel, která vstupuje přes plášť zakončený vrtulí. Systém se nachází ve výšce cca dva metry, proto je potřeba zajistit opatření, která chrání před chodem motoru při nízkých hladinách. V meziprostoru pláště a hřídele se nachází „ucpávka.“ Jedná se o ucpávku kapalinovou, která je tlačena potrubím díky vysokotlakému vzduchu, který zabezpečuje stálost tlaku i při poklesu hladiny. Při nedostatečném tlaku systém nahlásí chybu a motor míchadla nenajede, nebo se v případě ztrátě tlaku odstaví.

8.2.2 Retrofit

Jedná se o čerpadla napojená na sání zásobníku. Výtlač je doplněn o dva paralelně zapojené filtry, které zajišťují zamezení zpětného vstupu nečistot do zásobníku. Pro maximální promísení suroviny je vstup do zásobníku řízen intervalem přes devět vstupních trysek. Každý zásobník má jeden vlastní retrofit.

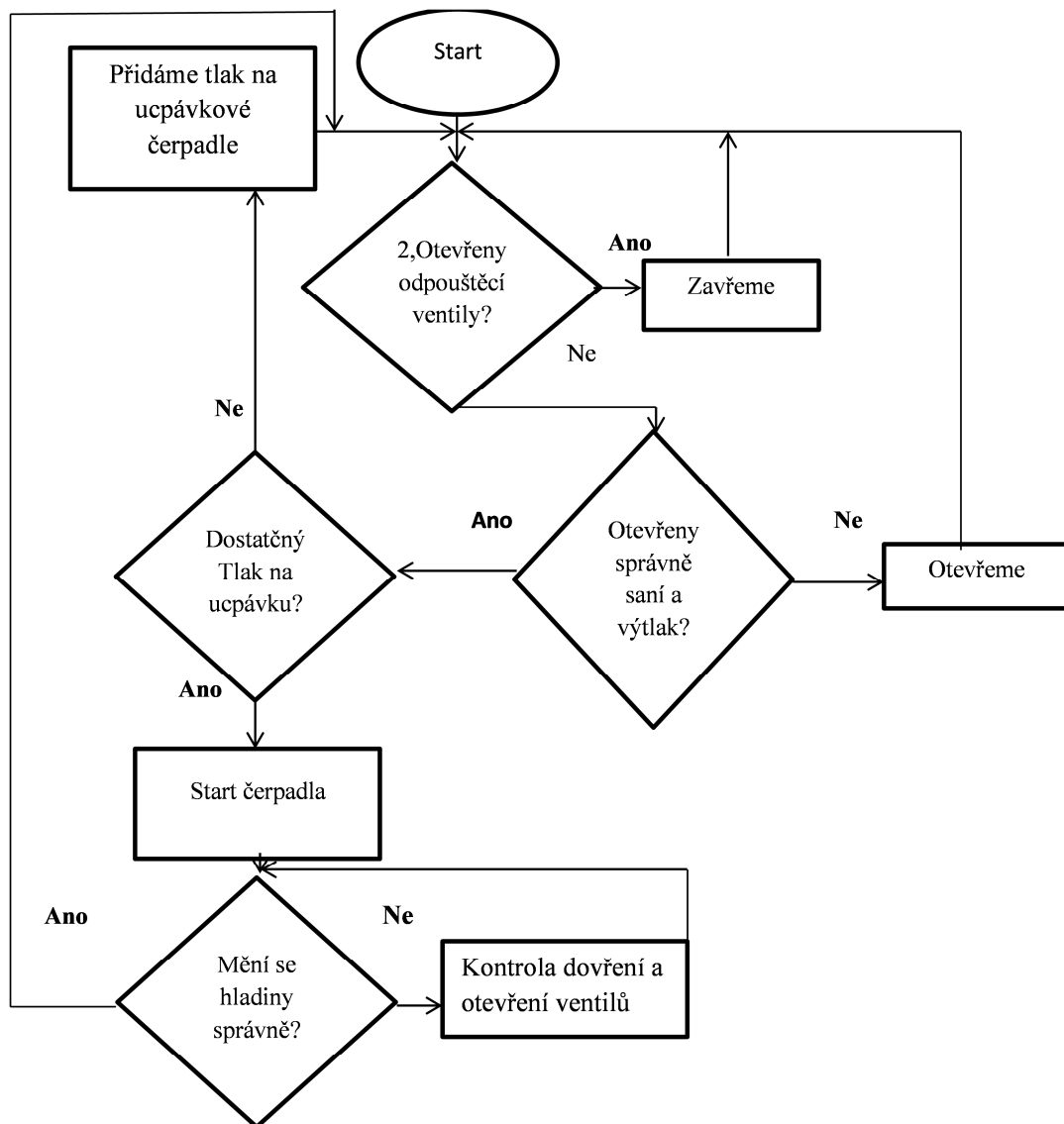
Hřídele jsou doplněny o kapalinovou „ucpávku.“ Ta je natlačena potrubím díky vysokotlakému vzduchu, který zabezpečuje stálost tlaku i při poklesu hladiny. Při nedostatečném tlaku systém zahlásí chybu a motor nenajede. Při ztrátě za provozu je odstaven také.

Níže položený graf, ukazuje návaznost kroků, postupů a možností sjednocených pro text výše.

8.2.3 Homogenizace

Čerpadlo je napojené na sání všech zásobníků. Výtlak je veden přes víko zásobníků a končí v polovině. Zakončení v zásobníku je formou prstence po jeho vnitřním obvodu. Prstenec je doplněn množstvím trysek, zajišťujících mísení suroviny. Homogenizace slouží primárně k přečerpávání suroviny mezi zásobníky a k vytvoření potřebných směsí. Ucpávka čerpadla je tvořena kapalinou tlačenu čerpadlem. Při provozu homogenizace musí být zapnuto i tohle čerpadlo, které vytváří tlak na ucpávku a tím snižuje její opotřebení.

Níže položený graf, ukazuje návaznost kroků, postupů a možností sjednocených pro text výše.



Obrázek č. 9: Výrobní proces - Funkce homogenizace

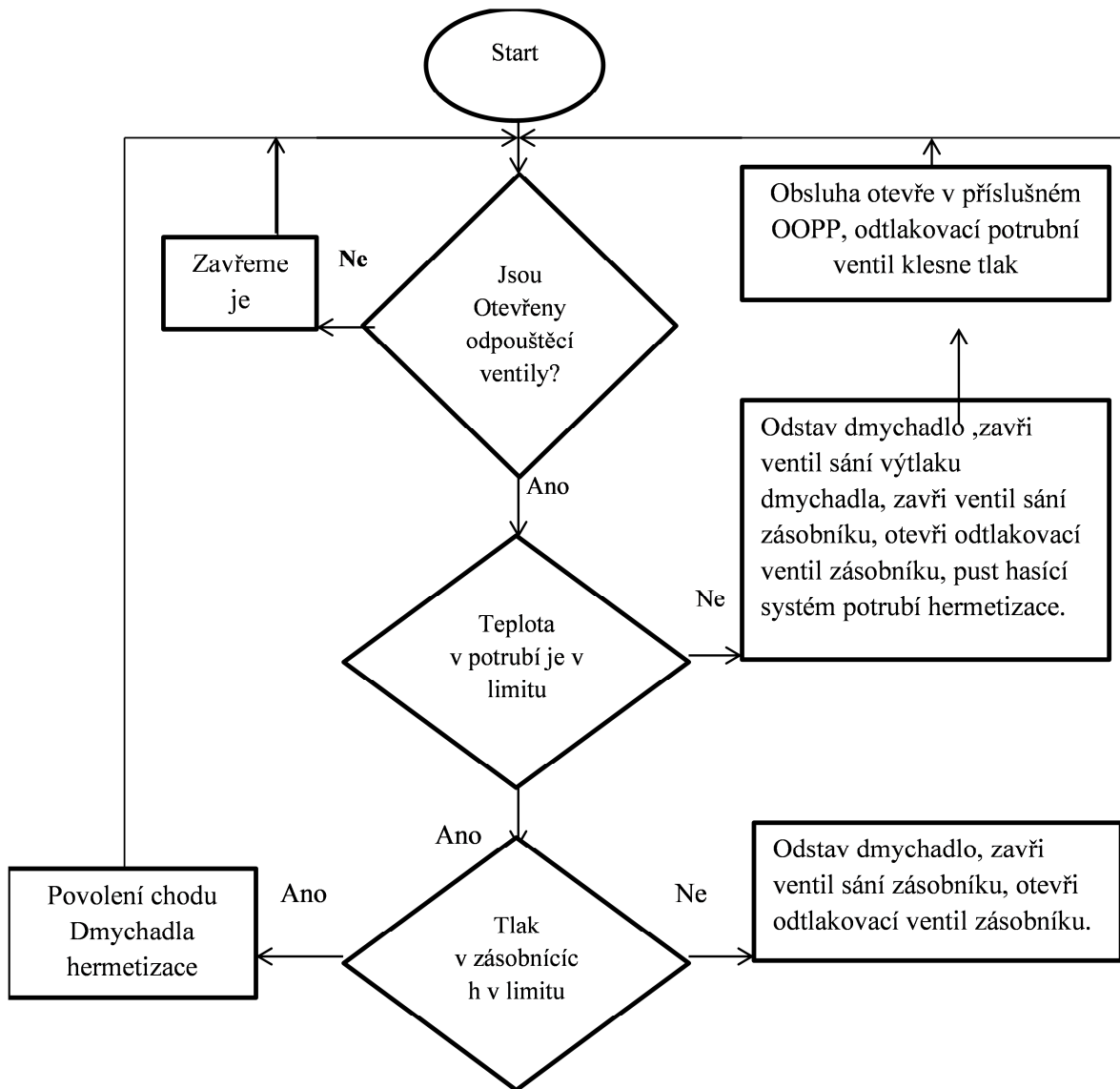
Zdroj: Vlastní

8.3 Zajištění podtlaku nebo vytěsnění par

Zásobník při přečerpávání, odčerpávání, přičerpávání i variabilitou počasí neustále mění vnitřní tlak. Tyto tlaky je třeba vyrovnat tak, aby vzniklý přetlak nešel do ovzduší. Systém odsávání nebezpečných par odsává aerosol a plyn ze všech zásobníků přes cyklón, kde se oddělí kapalina od plynu. Plyn je poté tlačěn na spalovnu, kde se společně s koncovým plynem spálí. Kapalina je odčerpaná na spalovnu, její zneškodnění má pak na starost externí firma.

Proces odsávání par je doplněn o zcela autonomní systém, který v případě navýšení tlaku odstaví jednotlivé dopravní řády a vyplní je parou pro zabezpečení proti výbuchu.

Níže položený graf, ukazuje návaznost kroků, postupů a možností sjednocených pro text výše.



Obrázek č. 10: Výrobní proces - Funkce hermetizace

Zdroj: Vlastní

Tabulka 5: FMEA procesu vně a v okolí zásobníku

Možný způsob poruchy	Důsledky poruchy	Závažnost	Možné příčiny poruchy	Nástroje řízení prevence	Výskyt	Nástroje řízení detekce	Detekce	RPN	Doporučená opatření	Přijetá opatření	RPN
1, Povolení příruby	Louže se surovinou	3	Uvolnění následkem tepla	žádné	1	Vizuální za provozu	8	24	Nastavení pravidelné obchůzky tras	Nastavení pravidelné obchůzky tras	24
1, Prodření přípojné hadice	Louže se zahřátou surovinou	6	Nadměrné tření	Vizuální kontrola před zahájením stáčení	1	Vizuální kontrola	3	18	Nosné Podpůrné rameno na přípojné hadice	Nosné Podpůrné rameno na přípojné hadice	3
1,vyklouznutí převlečné matice	Zranění následkem pádu	5	Vysoká váha hadice, potřísněné rukavice	Výměna rukavic, Čištění šroubovacích matic	2	Utírací prostředky	3	30	Nosné Podpůrné rameno na přípojné hadice	Nosné Podpůrné rameno na přípojné hadice	3
2, Špatné dovření ventilu u nabírání vzorků	Inhalace nebezpečných par, Potřísnění surovinou, vytvoření úkapů	6	Neopatrnost operátorů	Doraz ventilu	10	Operátor v místě	2	120	Dovybavení ventilu pojistkou zapadající při zavření ventilu	Dovybavení ventilu pojistkou zapadající při zavření ventilu	12
3, Nasátí vzduchové bubliny čerpadlem, brzké zavření výtlačného potrubí	Inhalace nebezpečných par, potřísnění surovinou poleptání kůže	10	Pracovní postup	Kladka s ocelovým lanem na kladce	2	Operátor místně	2	40	Záslepka s usměrňovačem uvolněné energie	Záslepka s usměrňovačem uvolněné energie	2

Zdroj: Vlastní

Povolením příruby se rozumí vytvoření netěsnosti v místě spojů potrubí s konkrétním zařízením. Toto zařízení může mít podobu čerpadel, hadic, měření, odchozů.

Netěsnost po čištění filtrů se rozumí poškození těsnění víka filtrů nebo prasknutí filtrů vlivem změny teplot. Při čištění filtrů je nutné odstavit otop filtrů pro snížení rizika a zvýšení bezpečnosti operátorů. Dále vyklouznutí víka z důvodu zaolejovaných rukavic a vysoké váhy víka filtru.

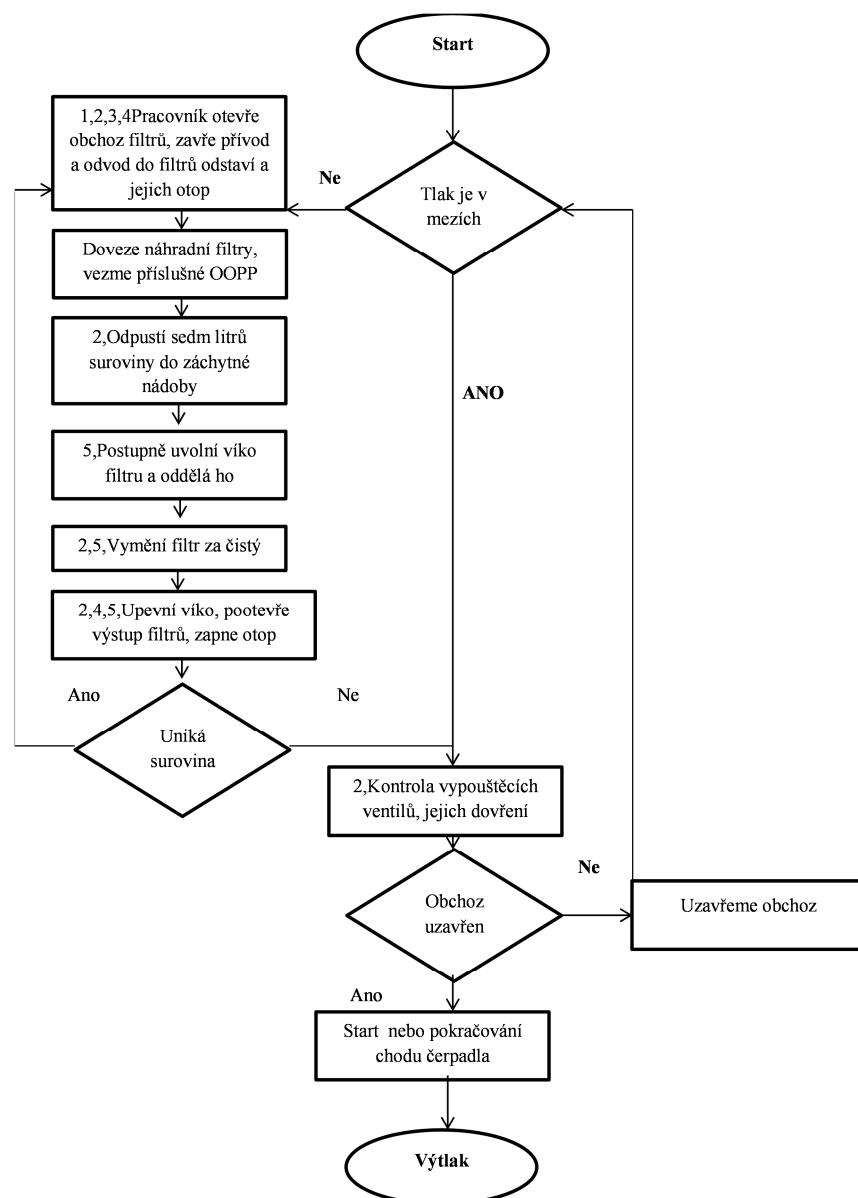
Zatopení motorů se rozumí ponoření elektromotorů pod úroveň vodní hladiny. V okolí zásobníků jsou valy, kdy se uvnitř nacházejí retrofity a míchadla všech zásobníků. Valy slouží k zabezpečení úniku suroviny do okolí.

Prasknutí topných hadů se rozumí únik suroviny do kondenzátů, což souvisí s únikem páry a ohrožením pracovníků i technologie.

9 DOPRAVA SUROVINY OD ZÁSObNÍKŮ

Ze sání zásobníku je odčerpávána surovina vysokotlakými čerpadly, směrem k reaktoru. Ta po výstupu ze zásobníku prochází surovinovými filtry následujícími po sobě, kdy je jeden jemný a druhý hrubý. Před nasátím čerpadlem surovina proudí přes speciální filtr, který zachycuje i nejmenší nečistoty. Oba dva filtrační celky jsou vybaveny obchozy, sloužícími k trvalému průtoku suroviny, a to i přes odstavení filtrů z důvodů čištění.

Níže položený graf, ukazuje návaznost kroků, postupů a možností sjednocených pro text výše.



Obrázek č. 11: Výrobní proces - Sání s vysokotlakým čerpadlem

Zdroj: Vlastní

Výstup čerpadla je doplněn o měření odčerpané suroviny. Surovina po dosáhnutí reaktoru vstupuje do výměníku a zahřívá se na vysoké teploty. Výměník je ustálený potrubní celek s jedním vstupem a jedním výstupem. Potrubí v něm je uloženo směrem vzhůru i dolů, a to v podobě „vlásenky.“ Délka tohoto potrubí přesahuje deset kilometrů. Vysoce zahřátá surovina je třeba různými způsoby regulovat. První takový regulační prvek je řešen v rámci velikosti a rychlosti průtoku. V případě výpadku čerpadel musí pracovník dané linky zabezpečit otevření ventilů do záchytné kádě pod výměníkem a tím se propaří „vlásenka“ parou. Tímto způsobem je ošetřeno přehřátí a zapečení suroviny uvnitř výměníku. Pára zůstává puštěná pro stabilní chlazení vlásenky. [5]

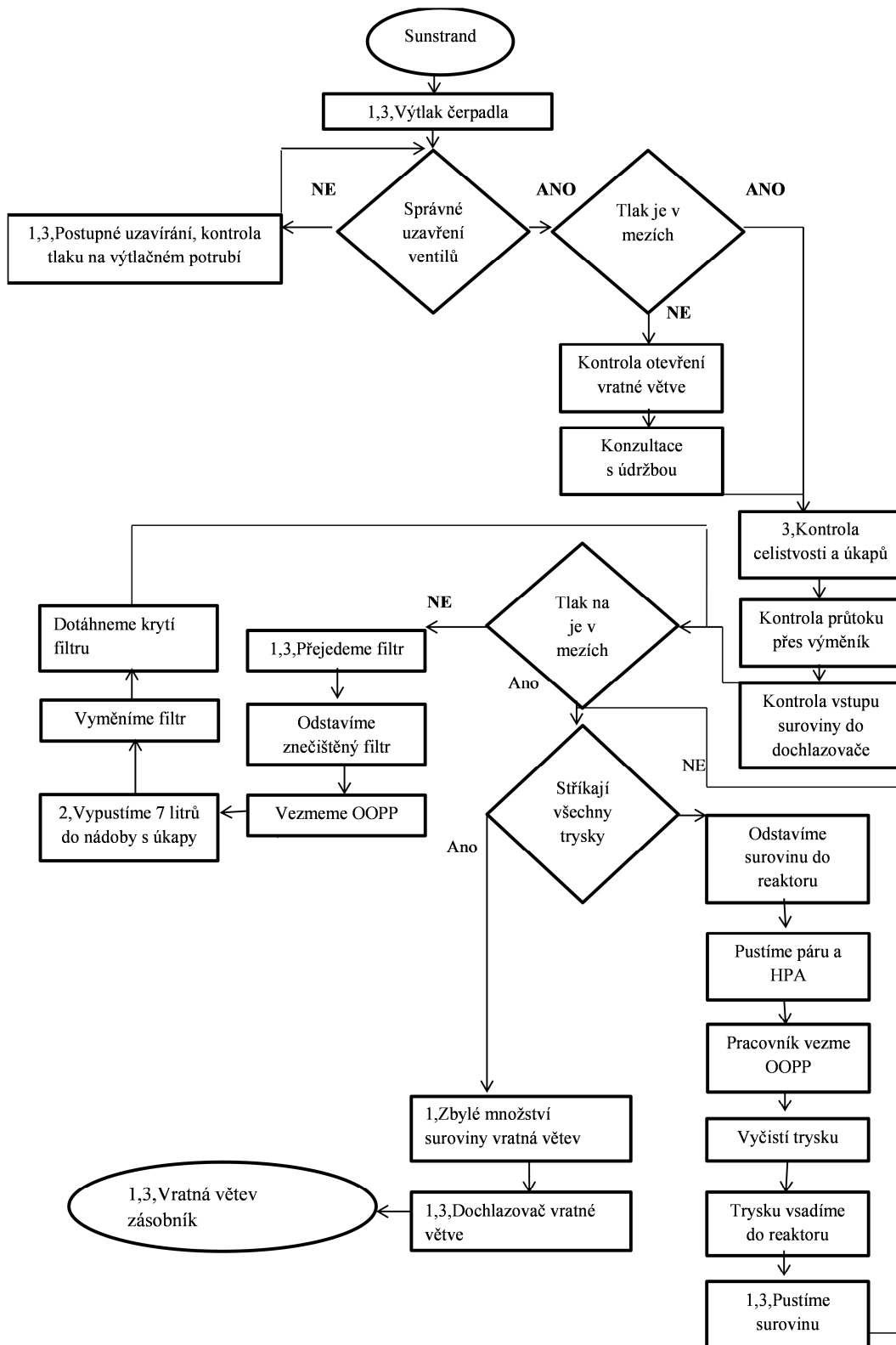
Druhým regulačním prvkem teploty je potrubní celek doplněný o ventilátor. Ten otáčkami motoru reguluje teplotu tak, aby výstup z něj měl požadovanou teplotu. Tyto ventilátory jsou na trase. Jeden slouží jako dochlazovač a určuje teplotu suroviny určenou ke spálení. Druhý určuje teplotu suroviny, která proudí do zásobníku zpět. Tento způsob zabezpečuje vytápění zásobníků bez potřeb využití topných hadů.

Vysokotlaká čerpadla na surovinu tzv. „*sunstrandy*,“ zabezpečují dodávku suroviny určenou pro spálení a zároveň je nutné zaručit neustálý průtok suroviny přes výměník. V případě výpadku najíždí bezpečnostní vysokotlaké čerpadlo, které se nachází mezi sáním a výtlačkem „*sunstrandu*.“ [5]

Bezpečnostní vysokotlaké čerpadlo má mnohem menší výkon. Ten stačí k zabezpečení průtoku suroviny přes výměník, nestačí ovšem pro výrobu sazí. Jedná se o motor o odběru dostačujícím Diesel agregátu, který dodává omezené množství elektrické energie v případě přerušení dodávky energií. Na trase je napojeno vysokotlaké čerpadlo tzv. „*záložní sunstrand*.“ Ten má stejné parametry a najíždí v případě nucené opravy trvale využívaného čerpadla. Tento motor najíždí s místní kontrolou. Proto je lepší celou akci udělat plánovaně, bez snížení tlaku než po výpadku primárního čerpadla.

Vysokotlaké čerpadlo je pro svůj výkon doplněno o množství prvků prodlužujících jeho životnost a provozuschopnost. Samotný motor je napojený na převodovku. Ta obsahuje mazací olej pro snížení tření rotujících dílčích částí. Olej v převodovce kvůli vysokým otáčkám dosahuje vysokých teplot, proto je ochlazován systémem chlazení. Kolem hřídele je velmi důležité těsnění, které slouží jako ucpávka tlačena olejem díky vysokotlakému vzduchu.

Níže položený graf, ukazuje návaznost kroků, postupů a možností sjednocených pro text výše.



Obrázek č. 12: Výrobní proces - Doprava suroviny k reaktoru

Zdroj: Vlastní

Tabulka 6: FMEA procesu dopravy suroviny k a od reaktoru

Možný způsob poruchy	Důsledky poruchy	Závažnost	Možné příčiny poruchy	Nástroje řízení prevence	Výskyt	Nástroje řízení detekce	Detekce	RPN	Doporučená opatření	Přijetá opatření	RPN
1,Povolení příruby	Louže se surovinou	3	Uvolnění následkem tepla	žádné	1	Vizuální za provozu	8	24	Nastavení pravidelné obchůzky tras	Nastavení pravidelné obchůzky tras	24
2,Netěsnost při a po čištění filtrů	Louže se zahřátou surovinou, nadýchání nebezpečných par, potřísnění pracovníků, poškození technologie, vzplanutí suroviny	10	Neodtlakování filtrů, Ucpání ventilů, Nedovření ventilů, nedotáhnutí víka filtrů, uvolnění příruby,	Využití odtlakovacích ventilů, kontrola přebírající osobou, momentové klíče,	7	Vizuální, momentový klíč	2	140	Ochrana dýchacích cest, Gumové rukavice, Práce nejméně ve dvou, odtlakovací fajky, Ochranný tepelně ochranný oblek, kontrola přebírající osobou	Ochrana dýchacích cest, Gumové rukavice, Práce nejméně ve dvou, odtlakovací fajky, Ochranný tepelně ochranný oblek, kontrola přebírající osobou	140
3,Prasknutí sváru	Vysoké tlaky v potrubí	9	Nefunkčnost pojistných ventilů	Kontrola revizním technikem	1	Vizuální konstrukce operátorem	2	18	Pravidelná kontrola pojistných ventilů	Pravidelná kontrola pojistných ventilů	18
Přehřátí reaktoru	Extrémní zatížení vyzdívky reaktoru, prasknutí pláště	10	Ucpání filtru vody, ucpání vodních trysek, výpadek čerpadel,	Kontrola výstupních tlaků, výstupního průtoku vody	2	Operátor v místě	2	40	Vybavení systémem varování poklesu tlaku a průtoku vody	Vybavení systémem varování poklesu tlaku a průtoku vody	20

Zdroj: Vlastní

Tabulka 7: FMEA procesu dopravy suroviny k a od reaktoru

Možný způsob poruchy	Důsledky poruchy	Závažnost	Možné příčiny poruchy	Nástroje řízení prevence	Výskyt	Nástroje řízení detekce	Detekce	RPN	Doporučená opatření	Přijetá opatření	RPN
4,Únik parý	Popálení pracovníku	8	Chyba operátora, Technická závada	Označení potrubí s ventilů	1	Vizuální za provozu	1	8	Označení potrubí	Označení potrubí	8
5,Vyklouznutí víky filtru	Zranění následkem pádu	5	Vysoká váha víka, potřísněné rukavice	Výměna rukavic	7	Utírací prostředky	2	70	Nosné Podpůrné rameno	Nosné Podpůrné rameno	14
Vyšlehnutí plamene z reaktoru	Potřísnění surovinou, popálení,	10	Zakoksování reaktoru	Kontrolní měření ve spalovací komoře	1	Operátor v místě, Měření	2	20	Obličejový štít, Nehořlavé rukavice, ostatní OOPP	Obličejový štít, Nehořlavé rukavice, ostatní OOPP	20

Zdroj: Vlastní

Povolením příruby se rozumí vytvoření netěsnosti v místě spojů potrubí s konkrétním zařízením. Toto zařízení může mít podobu čerpadel, hadic, měření, odchozů.

Netěsnost po čištění filtrů se rozumí poškození těsnění víka filtrů nebo prasknutí filtrů vlivem změny teplot. Při čištění filtrů je potřebné odstavit otop filtrů pro snížení rizika a zvýšení bezpečnosti operátorů.

Prasknutí svárů se rozumí únik suroviny, páry, HPA, vody, chladících kapalin a ohrožení pracovníků i technologie. Špatným dávkováním suroviny může dojít k přehlcení reaktoru koksem. Toto dávkování je spolu se složením suroviny důležité pro ochranu technologie před přehřátím.

Prasknutí topných hadů se rozumí únik suroviny do kondenzátů, únik páry a ohrožení pracovníků i technologie.

Dále vyklouznutí víka z důvodu zaolejovaných rukavic a vysoké váhy víka filtru.

Vyšlehnutím plamene z reaktoru po jeho zakoksování se rozumí přetlak uvolněný při vyjmutí vodních trysek, k čemuž dochází dle potřeby ochrany technologie.

ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce byla analýza procesu výroby sazí se zohledněním rizik v části výroby s výskytem suroviny. Analýza rizik byla provedená před zahájením provozu a vycházela ze známých případů čerpaných z již fungujících podniků. Další rizika pak vychází z preventivních opatření, která chrání před nehodami v budoucím provozu.

Teoretická část práce se zaměřila na samotnou výrobu gumárenských sazí v obecném pojetí. Byla zde popsána trasa, skladování a práce se surovinou. Surovina v provozu prochází extrémně zahřátými částmi určenými k jejímu přehřátí, které se nazývají výměníky suroviny. Proto je v práci zaměřeno na části, kde se vyskytuje značné riziko v důsledku roztažnosti zaviněné teplotními rozdíly.

V praktické části jsou popsány všechny stanoviště s výskytem základní suroviny. Metoda FMEA zvolená pro tyto účely v ohledu na ohrožení obsluhy vyhodnotila, že nejvyšší riziko vzniká při úniku suroviny. Místo vyhodnocené jako nejnebezpečnější „*únik suroviny při a po čištění filtrů*“ je riskantní okolními vlastnostmi suroviny. Tato vlastnost je primárně vysoký tlak, při kterém se provádí odtlakování a vysoká teplota přesahující 200 °C. Dvě zmíněná kritéria jsou důvodem pro maximální opatření ochrany zdraví personálu. Mezi povinné pomůcky při práci kromě běžných OOPP je navíc povinnost pracovníka vzít si vysokoteplotní žáruvzdorný oblek s respirátorem, který je určený k filtraci uhlíkaté páry. Návrh na usměrnění uvolněné energie při odtlakování je novinkou zadanou do výroby. Cíle práce byli naplněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KLIMENT, J. *Saze*. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, místní pobočka Gumárenská skupina Zlín, 2007. 179 s. ISBN 978-80-02-02004-2.
- [2] ASTM. *Standards on disc: Carbon black, W. Conshohocken*, ASTM International, 2015. 1 CD-ROM. ISBN 978-1-6220-4780-2.
- [3] BANSAL, Roop Chand, Jean-Baptiste DONNET a Meng-Jiao WANG, c1993. *Carbon black: science and technology*. 2nd ed., rev. and expanded. New York: Dekker, xviii, 461 p. ISBN 082478975X.
- [4] *Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): referenční příručka*. 4. vyd. Přeložil Ivana PETRAŠOVÁ. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008. ISBN 978-80-02-02101-8.
- [5] *Interní záznamy firmy CS Cabot*.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Aditiva	Chemické sloučeniny upravující vlastnosti
HPA	Hight press air – vysokotlaký vzduch
LPA	Low press Air – nízkotlaký vzduch
OOPP	Osobní ochranné pracovní prostředky
Reaktor	Místo spalování sazí
RS	Reakční směs
Surovina	polymerické topné oleje

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Výrobní proces - <i>Proces výroby sazí</i>	16
Obrázek č. 2: <i>Zásobník suroviny</i>	18
Obrázek č. 3: <i>Reaktor</i>	19
Obrázek č. 4: <i>Odlučování</i>	21
Obrázek č. 5: <i>Granulace</i>	25
Obrázek č. 6: Výrobní proces - <i>Stáčiště cisteren</i>	38
Obrázek č. 7: výrobní proces - <i>Závislost měření</i>	42
Obrázek č. 8: Výrobní proces <i>Funkce retrofitu</i>	44
Obrázek č. 9: Výrobní proces - <i>Funkce homogenizace</i>	45
Obrázek č. 10: Výrobní proces - <i>Funkce hermetizace</i>	47
Obrázek č. 11: Výrobní proces - <i>Sání s vysokotlakým čerpadlem</i>	50
Obrázek č. 12: Výrobní proces - <i>Doprava suroviny k reaktoru</i>	52

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: <i>Kritéria hodnocení závažnosti</i>	30
Tabulka 2: <i>Výskyt příčiny</i>	31
Tabulka 3: <i>Kritéria při hodnocení detekce</i>	32
Tabulka 4: <i>FMEA procesu probíhajícím na stáčišti suroviny</i>	39
Tabulka 5: <i>FMEA procesu vně a v okolí zásobníku</i>	48
Tabulka 6: <i>FMEA procesu dopravy suroviny k a od reaktoru</i>	53
Tabulka 7: <i>FMEA procesu dopravy suroviny k a od reaktoru</i>	54

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY